

# **XLIX CONGRESO ANUAL SOCIEDAD CHILENA DE PRODUCCIÓN ANIMAL**

*27, 28 y 29 de noviembre, 2024.*

*Casa Central, Universidad de Chile.*

**SOCHIPA** A.G.

 Facultad  
**favet**  
Ciencias Veterinarias y Pecuarias  
Universidad de Chile

 Facultad de Ciencias  
Agronómicas  
UNIVERSIDAD DE CHILE

**LIBRO DE RESÚMENES**

**CONSTRUYENDO UN FUTURO  
RESPONSABLE MEDIANTE LA  
PRODUCCIÓN ANIMAL SOSTENIBLE**

---

# **Libro de resúmenes XLIX Congreso Anual Sociedad Chilena de Producción Animal 2024**

**“Construyendo un Futuro Responsable  
mediante la Producción Animal Sostenible”**

Organizan:

**Universidad de Chile**

Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias

Facultad de Ciencias Agronómicas

Santiago, 27  e noviembre

# **XLIX Congreso Anual Sociedad Chilena de Producción Animal 2024**

## **Libro de resúmenes**

### **Editores:**

Daniel Cartes

Presidente ejecutivo Comité Organizador XLIX Congreso  
SOCHIPA 2024

Daniela Luna

Vicepresidenta Comité Organizador XLIX Congreso SOCHIPA  
2024

Carolina Valenzuela

Directora del comité científico Comité Organizador XLIX  
Congreso SOCHIPA 2024



## Comité científico

Carolina Valenzuela	Universidad de Chile
Daniel Cartes Lillo	Universidad de Chile
Daniela Luna	Universidad de Chile
Giorgio Castellaro G.	Universidad de Chile
Héctor Uribe Muñoz	Universidad de Chile
Javiera Cornejo	Universidad de Chile
Jurij Wacyk G.	Universidad de Chile
Luis Piña M.	Universidad de Chile
Nicolas Galarce	Universidad de Chile
Patricio Pérez	Universidad de Chile
Patricio Retamal	Universidad de Chile
Sergio Guzmán	Universidad de Chile
Víctor Parraguez	Universidad de Chile
Camila Sandoval	INIA
Emilio Ungerfeld Morán	INIA
Ignacio Beltrán	INIA
Jaime Piñeira Vargas	INIA
Marta Alfaro Valenzuela	INIA
Natalie Urrutia Cruz	INIA
Nicolás Pizarro	INIA
Oswaldo Teuber	INIA
Christian Alvarado Gilis	Universidad Austral de Chile
Javiera Calderón-Amor	Universidad Austral de Chile
Juan Pablo Keim San Martín	Universidad Austral de Chile

Máximo Alonso Valdés	Universidad Austral de Chile
Mónica Gandarillas	Universidad Austral de Chile
Pilar Sepúlveda	Universidad Austral de Chile
Rodrigo Arias Inostroza	Universidad Austral de Chile
Rubén Pulido Fuenzalida	Universidad Austral de Chile
Juan Pablo Aviléz Ruiz	Universidad Católica de Temuco
Jorge Avila Stagno	Universidad de Concepción
Rita Astudillo Neira	Universidad de Concepción
Rodrigo Allende Vargas	Universidad de Concepción
Ricardo Felmer Dörner	Universidad de la Frontera
Jaime Figueroa	UOH

# Índice de trabajos

## Sección: “Genética y reproducción”

- COMPARACIÓN DE DOS METODOLOGÍAS DE COLECTA DE PLACENTAS POSTPARTO PARA EXTRACCIÓN DE RNA EN OVINOS DE MAGALLANES **2**  
**Camila Sandoval, Javiera Bahamonde, Francisco Sales, Florencia Aránguiz, Matías Araya**
- EVALUACIONES ULTRASONÓGRAFICAS COMO MÉTODOS DE DIFERENCIACIÓN DE TRAYECTORIAS DE DESARROLLO FETAL SGA (SMALL FOR GESTATIONAL AGE) Y NO-SGA, EN GESTACIONES OVINAS BAJO SUBNUTRICIÓN NATURAL EN MAGALLANES **4**  
**Matías Araya, Camila Sandoval, César Ulloa-Leal, Marcelo Ratto, Francisco Sales, Víctor H. Parraguez**
- PESO DE NACIMIENTO Y TASA OVULATORIA EN BORREGAS: EVIDENCIAS DE PROGRAMACIÓN FETAL DIFRENCIAL EN RESPUESTA A DESNUTRICIÓN MATERNA EN OVINOS DE MAGA **6**  
**Camila Sandoval, César Ulloa-Leal, Marcelo Ratto, Francisco Sales, Matías Araya**
- EFFECTO DE LA DOSIS DE ECG SOBRE EL SERVICIO DE CONTRAESTACIÓN REPRODUCTIVA EN CABRAS ANGLO-NUBIAN **8**  
**Laura Simonetti, Mercedes Ghibaudi, Laura Fernández, Camila López, Milena Forspaniak, Juan Ignacio Valencia, Candelaria Ramos Laino, Karim Flores**
- EFFECTO DEL GENOTIPO SOBRE LA CURVA DE CRECIMIENTO DE VACAS HOLSTEIN NEOZELANDÉS (HNZ) Y MESTIZAS HNZ x JERSEY, ESTIMADA **11**

CON DIFERENTES MODELOS. I. AJUSTE DE MODELOS DE CRECIMIENTO.

**Ignacio Pacheco C., Giorgio Castellaro G., Héctor Uribe M. y Víctor Parraguez G.**

EFFECTO DEL GENOTIPO SOBRE LA CURVA DE CRECIMIENTO DE VACAS HOLSTEIN NEOZELANDÉS Y MESTIZAS HOLSTEIN NEOZELANDÉS x JERSEY, ESTIMADA CON DIFERENTES MODELOS. II. COMPARACIÓN DE PARÁMETROS **13**

**Ignacio Pacheco C., Giorgio Castellaro G., Héctor Uribe M. y Víctor Parraguez G.**

EFICACIA DE LA SELECCIÓN LOCAL PARA LA PRESERVACIÓN DE LA VARIABILIDAD GENÉTICA EN POBLACIONES GANADERAS **15**

**Jaime Piñeira V.**

EFFECTO DEL SEXO GENÓMICO SOBRE EL PESO A LA COSECHA EN *SERIOLA LALANDI* **17**

**Jessica Dörner, Nicolás Galarce, Víctor Martínez**

MÉTODOS DE GENOTIPADO PARA EL LOCUS *OOCYAN* EN GALLINAS DOMÉSTICAS **20**

**Mario Díaz-Matus de la Parra , Karla Inostroza, Giovanni Larama, Silvana Bravo**

CARACTERIZACIÓN METAGENÓMICA DE MUESTRAS SEMINALES DE POTROS SANOS **22**

**Kattia Núñez-Montero, Karla Leal, Dorian Rojas-Villalta, Macarena Castro, Carolina Larronde, Lisbeth Wagenknecht, María José Contreras**



PRIMERA EXPERIENCIA EN EL USO DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA LA GESTIÓN GENÉTICA Y REPRODUCTIVA EN BOVINOS DE CARNE: UN ENFOQUE INNOVADOR PARA LA OPTIMIZACIÓN DE REBAÑOS 24  
**Jaime Piñeira V. Guido Candia A.**

DESARROLLO DE UN PROTOCOLO BASADO EN INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA LA SIMULACIÓN DE PLANES DE GESTIÓN GENÉTICA EN GANADO 27  
**Jaime Piñeira V.**

EFFECTO DEL GENOTIPO EN CARACTERISTICAS DE CRECIMIENTO Y SOBREVIVENCIA DE TERNERAS HOLSTEIN NEOZELANDÉS-JERSEY EN CRIANZA A PASTOREO. I. CARACTERÍSTICAS DE CRECIMIENTO 29  
**Michelle Riquelme L., Héctor Uribe M., Giorgio Castellaro G. y Víctor Parraguez G.**

EFFECTO DEL GENOTIPO EN CARACTERISTICAS DE CRECIMIENTO Y SOBREVIVENCIA DE TERNERAS HOLSTEIN NEOZELANDÉS-JERSEY EN CRIANZA A PASTOREO. II SOBREVIVENCIA 32  
**Michelle Riquelme L., Héctor Uribe M., Giorgio Castellaro G. y Víctor Parraguez G.**

**Sección: “nutrición y alimentación”**

EFFECTOS DE LA SUPLEMENTACIÓN CON AGAR-AGAR Y HARINA DE *DURVILLAEA ANTARCTICA* SOBRE EL PH Y CARACTERÍSTICAS COLORIMÉTRICAS DE LA CARNE OVINA 35  
**Paula Olate, John Quiñones, Rommy Díaz, Néstor Sepúlveda, David Cancino y Alex Muñoz**

EFFECTO DE HARINA DE *DURVILLAEA ANTÁRCTICA* COMO SUPLEMENTO 38

ALIMENTICIO EN CORDEROS SOBRE EL PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS EN CARNE

**Rodrigo Huaiquipán, John Quiñones, Rommy Diaz, Néstor Sepúlveda, Matías Cortes, Paula Olate y Erika Millahual**

DIETAS REDUCIDAS EN PROTEINA CRUDA Y AMINOACIDOS AUMENTAN LAS PREFERENCIAS GUSTATIVAS DE POLLOS BROILER POR LISINA, METIONINA, TREONINA Y TRIPTÓFANO **41**

**Paloma Cordero, Andrea Philp, Amanda Briones, Sergio A. Guzmán-Pino**

EVALUACIÓN DE UN NUEVO SUPLEMENTO DE HIERRO DEXTRANO DE LIBERACIÓN CONTROLADA COMO PREVENCIÓN DE LA ANEMIA FERROPRIVA EN CERDOS **43**

**Sebastián Castro, Constanza Arellano, Fabrizio Valdés, Carolina Valenzuela**

EFFECTO DE LA INCLUSIÓN DE ACHICORIA (*CICHORIUM INTYBUS L.*), RAPS (*BRASSICA NAPUS L.*) O PRADERA EN COMPORTAMIENTO INGESTIVO DE VACAS LECHERAS EN CONFINAMIENTO **45**

**Edgar Castillo<sup>1</sup>, Juan P. Keim<sup>1</sup>, Rubén Pulido<sup>2</sup>, Josepha León<sup>1</sup>, David Pacheco<sup>3</sup>, Camila Muñoz<sup>4</sup>, Einar Vargas-Bello**

EFFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN CON N-CARBAMILGLUTAMATO DURANTE EL ÚLTIMO TERCIO DE GESTACIÓN SOBRE VARIABLES MATERNAS Y DE CORDEROS, EN OVEJAS MELLICERAS CON RESTRICCIÓN NUTRICIONAL **48**

**Francisco Sales; Víctor H. Parraguez; Camila Sandoval; Sue McCoard; Claudia Silva; Matías Araya; Javiera Bahamondez; Pablo Alarcón**

EFFECTO DEL REEMPLAZO DEL AFRECHO DE SOYA POR GRANO DE ARVEJA SOBRE EL METABOLISMO RUMINAL EN LA DIETA DE VACAS LECHERAS	51
<b>Héctor Uribe, Juan P. Keim y Mónica Gandarillas</b>	
UNA REDUCCION DE 30 G/KG DE PROTEÍNA CRUDA Y TOTAL DE CUATRO AMINOACIDOS ESENCIALES EN DIETAS DE POLLOS BROILER DETERMINA LA DISMINUCIÓN DE SU RENDIMIENTO PRODUCTIVO	54
<b>Paloma Cordero, Andrea Philp, Amanda Briones, Sergio A. Guzmán-Pino</b>	
VARIACIÓN DE LOS UMBRALES DE CONSUMO POR MOTIVACIÓN SENSORIAL DE AMINOÁCIDOS ESENCIALES EN POLLOS BROILER ALIMENTADOS CON UNA DIETA BAJA EN PROTEINA CRUDA Y CUATRO AMINOÁCIDOS ESENCIALES	56
<b>Paloma Cordero<sup>1</sup>, Andrea Philp<sup>1</sup>, Amanda Briones<sup>1</sup>, Sergio A. Guzmán-Pino</b>	
CONCENTRACIÓN DE SELENIO EN OVEJAS A PASTOREO DURANTE GESTACIÓN TARDÍA: ESTUDIO DE CASO EN LA REGIÓN DE LOS RÍOS	59
<b>Silvana Bravo, Sebastián Bravo, Álvaro Morales, Mario Díaz Matus de la Parra, Cristian Norambuena</b>	
FRACCIONAMIENTO DE BAGAZO DE CERVEZA PARA LA OBTENCIÓN DE UN INGREDIENTE ALTERNATIVO	61
<b>Daniela Tapia, Erika Millahual, Rommy Díaz</b>	
CAMBIOS EN LOS PARÁMETROS DE PESO EN VAQUILLAS ALIMENTADAS CON ESPECIES FORRAJERAS PERENNES EN LA ÉPOCA ESTIVAL	64
<b>Cristian J. Moscoso, Sergio Iruira, Ignacio Beltrán</b>	

EVALUACIÓN DE DOS MÉTODOS DE CONSERVACIÓN DE ORUJO DE CEBADA RESIDUAL PARA ALIMENTACIÓN ANIMAL	<b>66</b>
<b>Oscar Martínez, José Daza, Verónica González, Ignacio Beltrán, Juan Pablo Keim, Daniel Estroz, Paulina Flores, José L. Urrejola y Rodrigo Moldenhauer</b>	
EFFECTO DE LA DISRUPCIÓN CELULAR SOBRE LAS FRACCIONES NITROGENADAS DE UN EXTRACTO PROTEICO MICROBIAL DE ORIGEN RUMINAL	<b>69</b>
<b>Alejandro Velásquez, Pablo Mercado y Cristóbal Vidal</b>	
<b>Sección: “producción y utilización de praderas”</b>	
EFFECTOS DEL MANEJO DE DEFOLIACIÓN EN LA CONCENTRACIÓN DE CARBOHIDRATOS SOLUBLES Y COMPUESTOS BIOACTIVOS DE <i>PLANTAGO LANCEOLATA</i>	<b>73</b>
<b>Verónica M. Merino, Claudia Pérez M., Lubia M. Guedes, M. Jordana Rivero, Luis F. Piña, María D. López-Belchi, Iván P. Ordóñez, René I. Aguilar</b>	
RENDIMIENTO Y VALOR NUTRITIVO DE PRADERAS MONOFITICAS, MIXTA ( <i>Lolium perenne</i> L. MÁS <i>Bromus valdivianus</i> Phil.) y UNA POLIFÍTICA DURANTE PRIMAVERA-VERANO	<b>75</b>
<b>Renato Hornig, Mario Vásquez, Oscar Balocchi, <u>Iván Calvache</u>, Juan Pablo Keim, Máximo Alonso</b>	
RESPUESTA PRODUCTIVA DE ALFALFA Y PRADERA POLIFITICA AL USO DE “MEJORADORES DE SUELO” EN LA REGION DE AYSÉN-PATAGONIA	<b>78</b>
<b>Oswaldo Teuber W. y Andrés Naguil T.</b>	

<p>PERDURO INIA®, NUEVO CULTIVAR CHILENO DE TRÉBOL ROSADO (<i>Trifolium pratense</i> L.): UN APORTE PARA LOS SISTEMAS GANADEROS SUSTENTABLES POR SU RENDIMIENTO ELEVADO, ESTABLE y PERSISTENCIA</p> <p><b>Fernando Ortega-Klose <sup>1*</sup>, Alfredo Torres <sup>2</sup>, Rafael López-Olivari <sup>1</sup> y Cristian Moscoso</b></p>	<b>80</b>
<p>IMPACTO DEL MANEJO DE DEFOLIACIÓN SOBRE LA MORFOLOGÍA RADICULAR DE <i>PLANTAGO LANCEOLATA</i></p> <p><b>Lubia M. Guedes, Verónica M. Merino, Luis F. Piña, Iván P. Ordóñez, M. Jordana Rivero, Mauricio I. Schoebitz, René I. Aguilar</b></p>	<b>82</b>
<p>FERTILIZACIÓN NITROGENADA, DÍAS DE REBROTE, FRECUENCIA DE DEFOLIACIÓN Y ÉPOCA DEL AÑO SOBRE LA CONCENTRACIÓN DE NITRATOS Y VALOR NUTRITIVO DE <i>LOLIUM PERENNE</i> L.</p> <p><b>Esteban Bustamante-Henríquez, Oscar Balocchi, Iván Calvache, Pablo Loaiza, Annemarie Mohr</b></p>	<b>84</b>
<p>EFEECTO EN LA FUNCIONALIDAD DEL SUELO EN UNA VEGA BAJO PASTOREO REGENERATIVO Y CONTINUO CON AJUSTE DE CARGA</p> <p><b>Iván Ordóñez, Jorge Ivelic-Sáez, Jaime Valenzuela, Francisco Sales, Raúl Lira, Camila Sandoval</b></p>	<b>87</b>
<p>KAUKE: NUEVA VARIEDAD DE ALFALFA DE SECANO</p> <p><b>Luis Inostroza, Viviana Barahona, Paulina Etcheverría, Alejandro del Pozo, Carlos Ovalle, Soledad Espinoza, Macaren Gerding</b></p>	<b>90</b>
<p>EFEECTO DE BACTERIAS PROMOTORAS DEL CRECIMIENTO VEGETAL SOBRE EL VIGOR TEMPRANO Y LA TASA DE GERMINACIÓN DE ALFALFA</p> <p><b>Matías Guerra, Gerson Monzón, Geraldin Cabrera, Jean Franco Castro, Luis Inostroza</b></p>	<b>92</b>

SELECCIONANDO POBLACIONES DE ALFALFA DE ALTO RENDIMIENTO FORRAJERO EN UN ENTORNO MEDITERRÁNEO PROPENSO A LA SEQUÍA MEDIANTE EL USO DE FENOTIPADO DE ALTA PRODUCTIVIDAD <b>Hamza Armghan Nousahi, Luis Inostroza, Viviana Barahona, Soledad Espinoza, Carlos Ovalle, Katherine Quitral, Gustavo A. Lobos, Fernando Guerra, Shawn Kefauver and Alejandro del Pozo</b>	<b>95</b>
EFICIENCIA EN EL USO DEL FÓSFORO DE UN CULTIVO DE ALFALFA FERTILIZADA CON BIOFERTILIZANTES DERIVADOS DE LA INDUSTRIA ACUÍCOLA EN UN SUELO ANDISOL <b>Gerson Monzon, Luis Inostroza, Juan Hirzel, Francisco Salazar</b>	<b>97</b>
POTENCIAL DE PRODUCCIÓN DE SEMILLA Y COMPONENTES DEL RENDIMIENTO DE SIETE LÍNEAS GENÉTICAS AVANZADAS DE ALFALFA <b>Soledad Espinoza, Luis Inostroza, Paulina Etcheverría, Alejandro del Pozo, Carlos Ovalle, Viviana Barahona, Gerson Monzon</b>	<b>99</b>
EFFECTO DE LA INTERACCIÓN ENTRE AÑOS DE EVALUACIÓN Y GENOTIPOS DE BALLICA ( <i>Lolium perenne</i> L.) SOBRE LA PRODUCCIÓN DE METANO <i>IN VITRO</i> <b>Nelson Vera-Aguilera<sup>1</sup>, Nathaly Cancino-Padilla<sup>1</sup>, Paulina Etcheverría T.<sup>1</sup>, Fernando Ortega-Klose<sup>1</sup> y Emilio M. Ungerfeld</b>	<b>101</b>
ESTIMACIÓN DE LA DORMANCIA INVERNAL DE 185 PROGENIES DE MEDIOS HERMANOS DE ALFALFA MEDIANTE ANÁLISIS DE IMÁGENES AÉREAS RGB <b>Luis Inostroza, Soledad Espinoza, Alejandro del Pozo, Gerson Monzon, Manuel Palacios, Marcelino Claret</b>	<b>104</b>

RESPUESTA A LA FERTILIZACIÓN AZUFRADA DE UNA PRADERA DEL VALLE DEL RÍO ÑIREHUAO, REGIÓN DE AYSÉN-PATAGONIA **106**

**Oswaldo Teuber W. y Andrés Naguil T**

CONTROL ESTAMÁTICO DE *PLANTAGO LANCEOLATA*, *BROMUS VALDIVIANUS* Y *LOLIUM PERENNE* EN CONDICIONES DE CAMPO **109**

**Iván Ordóñez, Ignacio López, Peter Kemp, Danny Donaghy, José Dörner, Verónica Merino, Gabriel Donoso**

EFFECTOS DEL MANEJO DE DEFOLIACIÓN EN LA CONCENTRACIÓN DE CARBOHIDRATOS SOLUBLES Y COMPUESTOS BIOACTIVOS DE *PLANTAGO LANCEOLATA* **112**

**Verónica M. Merino <sup>1\*</sup>, Claudia Pérez M. <sup>2</sup>, Lúbia M. Guedes <sup>3</sup>, M. Jordana Rivero <sup>4</sup>, Luis F. Piña <sup>5</sup>, María D. López-Belchi <sup>6</sup>, Iván P. Ordóñez <sup>7</sup>, René I. Aguilar**

PRODUCCIÓN DE ALFALFA EN LA REGIÓN DE LOS RÍOS MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE RIZOBIOS NATURALIZADOS Y BACTERIAS PROMOTORAS DEL CRECIMIENTO **114**

**Máximo Alonso, Oscar Martínez, Raúl Venegas, Iván Calvache, Oscar Balocchi, Mathias Yunge y Pablo Calderón**

**Sección: “salud y bienestar animal”**

PERCEPTION OF LAYING HEN WELFARE AND WILLINGNESS TO PAY FOR WELFARE ASSURED EGGS IN CONCEPCION PROVINCE, CHILE **117**

**Fernando Gonzalez, Hernán Cañon-Jones and Karen Fehrmann-Cartes**

EL ENRIQUECIMIENTO SOCIAL PROMUEVE UN ESTADO AFECTIVO POSITIVO EN COMPARACIÓN AL ENRIQUECIMIENTO FÍSICO, **119**

MANTENIENDO LOS PARÁMETROS PRODUCTIVOS EN POLLOS BROILER

**Sofía Herrera-Alcaíno, Daniela Luna, Jorge González-Pavez, Paloma Cordero, Sergio A. Guzmán-Pino**

EL ENRIQUECIMIENTO SOCIAL PROMUEVE LA CONDUCTA DE FORRAJEO EN COMPARACIÓN AL ENRIQUECIMIENTO FÍSICO EN POLLOS BROILER **122**

**Sofía Herrera-Alcaíno, Daniela Luna, Jorge González-Pavez, Paloma Cordero, Sergio A. Guzmán-Pino**

EFFECTOS DE LA CALIDAD DE LA RELACIÓN HUMANO-ANIMAL SOBRE MARCADORES INMUNOHISTOQUÍMICOS DE ESTRÉS CRÓNICO Y LA MORFOLOGÍA DE LAS GLÁNDULAS ADRENALES EN CERDAS DE RECRÍA **124**

**Felipe Moya, Daniela Siel, Javiera Calderón-Amor, Daniel Cartes, Sergio Guzmán-Pino, Nicole Butto, Jaime Figueroa, Daniela Luna**

EFFECTO DE LA VARIEDAD DE SABORES SOBRE EL NÚMERO DE EVENTOS Y PRESUPUESTO DE TIEMPO DE CONDUCTAS AGONISTAS Y EXPLORATORIAS EN CERDOS DE RECRÍA **127**

**Naomi Ramos, Rocío Palomo, Elizabeth Huenul, Daniela Luna and Jaime Figueroa**

BIOMARCADORES DE SALUD HEPÁTICA Y SU ASOCIACIÓN CON HÍGADO GRASO EN VACAS LECHERAS A PASTOREO **129**

**Anghy Ruiz-Salazar, Erika Pavez-Muñoz, Ricardo Chihuailaf, Carolina Ríos, Michael Fry, P. Sepúlveda-Varas**

FACTORES DE RIESGO ASOCIADOS A MAYORES RECIENTOS DE CÉLULAS SOMÁTICAS (RCC) EN CABRAS LECHERAS DE LA REGIÓN DE COQUIMBO **132**



**Roberto Fernández Albornos, Daniel Cartes**

**Sección: “sistemas de producción y sostenibilidad”**

BONOS DE CARBONO: MODELACION EN FEEDLOT BOVINOS **135**

**Catalina Fuenzalida, Jorge Ávila-Stagno, Sandra Suescun-Ospina, Pamela Williams, Emilia Ferrada y Rodrigo Allende**

ESTIMACIÓN DE EMISIONES DE CARBONO EN DOS SISTEMAS **137**

GANADEROS DE LA REGIÓN DE AYSÉN: PRIMERA APROXIMACIÓN

**José Daza, Ignacio Beltrán, Camila Reyes, Osvaldo Teuber, Daniel Estroz, Pablo Gorlitz**

EFFECTO REPELENTE Y PERSISTENCIA DE DOS FORMULACIONES **140**

ESTANDARIZADAS A BASE DE BOLDO (*P BOLDUS*) Y EUCALIPTO (*E GLOBULUS*) EN VACAS LECHERAS INFESTADAS CON *HAEMATOBIA IRRITANS*

**Carlos Lüders a, Myriam Velasco, Rodrigo Rivera, Ricardo Chihuailaf, Claudio Rojas**

MEZCLA DE ALGAS ROJAS-PARDAS COMO ESTRATEGIA DE MITIGACIÓN **142**

DE METANO ENTÉRICO USANDO CULTIVOS *IN VITRO*

**Maria Paz Marin, Ignacio Beltrán, Pabla Morales, Jorge Muñoz, Juan Pablo Keim, Pedro Meléndez, Marcela Avila**

INCLUSIÓN DE ORUJO DE UVA EN UNA DIETA ALTA EN FORRAJES: **144**

EFFECTO SOBRE LA PRODUCCIÓN DE GAS Y METANO ENTÉRICO *IN VITRO*

**Claudia Palacios, Ignacio Beltrán, Daniel Cartes, Joaquín Beltrán, Juan Pablo Keim, Sergio Iraira, Irina Díaz**

EVOLUCIÓN DIRIGIDA DE COMUNIDADES MICROBIANAS RUMINALES SELECCIONADAS POR ALTA Y BAJA ACUMULACIÓN DE DIHIDRÓGENO EN CULTIVOS SERIALES CON METANOGÉNESIS INHIBIDA <b>Emilio M. Ungerfeld, Nathaly Cancino, Nelson Vera, Felipe Riffo</b>	<b>147</b>
INTERACCIONES ENTRE TRES INHIBIDORES DE METANOGÉNESIS Y COENZIMA M EN CULTIVOS RUMINALES SERIALES <b>Emilio M. Ungerfeld, Nathaly Cancino y Florencia Samoluk</b>	<b>149</b>
EVALUACIÓN TEMPORAL DE LA CALIDAD COMERCIAL DE HUEVOS DE GALLINA DE PEQUEÑOS PRODUCTORES DE LA REGIÓN DE O'HIGGINS <b>Patricio Lisboa Ulloa, Omar Abarca González, Cristina Díaz y Paula Toro-Mujica</b>	<b>151</b>
EFFECTO DE LA INTENSIDAD DE LA LUZ EN LA PRODUCCION DE HUEVO EN GALLINAS HY LINE WHITE <b>Thiare Araya, Rodrigo Carvajal, Hernan Cañon, Percy Abasto F.</b>	<b>154</b>
EVALUACIÓN DE 4 SELLOS COMERCIALES PARA CERTIFICACIÓN DE SOSTENIBILIDAD EN SISTEMAS OVINOS EN LA REGIÓN DE MAGALLANES Y LA ANTARTICA CHILENA <b>Vanja Matic, Cecilia Cavada, Emilia Ferrada y Rodrigo Allende</b>	<b>156</b>
MAYOR CARBONO Y NITROGENO EN SUELOS VOLCANICOS CHILENOS BAJO PRODUCCION INTEGRADA AGRICOLA-GANADERA QUE BAJO PRODUCCION AGRICOLA EN CLIMA MEDITERRANEO <b>Leah L.R. Renwick, Ayleen Celedón, Francisco Nájera, Juan Pablo Fuentes Espoz, Daniela Celedón and Osvaldo Salazar</b>	<b>158</b>
EFFECTO DE LA INCLUSIÓN DE ACHICORIA ( <i>Cichorium intybus</i> L.) Y RAPS FORRAJERO ( <i>Brassica napus ssp. biennis</i> ) SOBRE RESPUESTA PRODUCTIVA Y EMISIONES DE METANO EN VACAS LECHERAS	<b>161</b>

**Josepha León, Juan P. Keim, Rubén Pulido, Francisco Menzel, David Pacheco, Camila Muñoz, Einar Vargas-Bello-Pérez**

EFEECTO DEL ESTRÉS CALÓRICO EN LA RESPUESTA FISIOLÓGICA DE VACAS LECHERAS A PASTOREO ESTIVAL **164**

**Daniela Gaona P., Juan Pablo Keim S. , Rodrigo Arias I., Reinaldo Pinto P.**

CONDICIONES TÉRMICAS INVERNALES Y SU EFECTO SOBRE LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE LECHE, REGIÓN DE LOS RÍOS **166**

**Luis Moya, Juan Pablo Keim, Reinaldo Pinto y Rodrigo Arias**

EFECTOS DE UN EXTRACTO POLIFENOLICO Y ACEITE DE ORUJO DE UVA PAÍS SOBRE LA FERMENTACIÓN RUMINAL Y METANO *IN VITRO* **168**

**Sandra Tatiana Suescún-Ospina, Nelson Vera Aguilera, Pamela Williams Salinas, Rodrigo Allende, Jorge Avila-Stagno**

EFEECTO DE DOSIS BAJAS DE UN ADITIVO BASADO EN SAPONINAS Y POLIFENOLES SOBRE PARÁMETROS DE FERMENTACIÓN RUMINAL Y LA PRODUCCIÓN DE METANO EN UN SISTEMA RUSITEC **171**

**Tatiana Suescun-Ospina, Rosa Navarro, Catalina Rivoir, Valentina Olmos-Salvo, Victoria Tapia, María José Salgado, Macarena Pino, Rodrigo Allende, Jorge Ávila-Stagno**

PRADERAS DE PLANTAGO COMO ESTRATEGIA PARA REDUCIR LAS PÉRDIDAS DE NITRÓGENO EN SISTEMAS LECHEROS **173**

**Soledad Navarrete, Peter D. Kemp, Dave J. Horne, María J. Rodríguez**

BACTERIOFAGOS PARA EL MANEJO DE MASTITIS BOVINA POR STAPHYLOCOCCUS AUREUS Y ESCHERICHIA COLI: FOMENTANDO LA REDUCCIÓN DE ANTIBIÓTICOS EN LECHERIAS **176**

**M. Teresa Ulloa, Scarlett Troncoso, Camila Sanhueza, Ingrid Castro, Waleska Dimter. Nicolás Pizarro, Andrés Carvajal**

FRECUENCIA DE RESISTENCIA ANTIMICROBIANA DE MICROORGANISMOS AISLADOS EN MUESTRAS DE LECHE DE CHILE, ESTUDIO DESCRIPTIVO ENTRE 2023 Y 2024 **178**

**Paulina Pacha, Carla Acuña, Waleska Dimter, Cristoffer Torealba, Ingrid Castro, Lilibeth González, Luis Marileo**

ADAPTACIÓN METABÓLICA ENERGÉTICA DE LOS FAGOCITOS DEL SALMÓN ATLÁNTICO A LA EXPOSICIÓN DE PAMPS DE *PISCIRICKETTSIA SALMONIS* **180**

**Ortiz Daniela, Guajardo Francisco, Talamilla-Espinoza Andrea, Vera-Tamargo Francisca, Pérez-Valenzuela Javiera, Mejías Madelaine, Pino-Quezada Lucas, Galdames-Contreras Felipe, Mandakovic Dinka, Wacyk Jurij, Urra Félix, Pulgar Rodrigo**

**Póster sesión 27/11**

CARACTERIZACIÓN DE PATOLOGÍAS PODALES EN UNA LECHERÍA DE LA REGIÓN DEL GENERAL LIBERTADOR BERNARDO O'HIGGINS **186**

**Richard Arancibia, Christopher Hamilton-West**

PERCEPCIÓN DE ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS SOBRE LA INTENSIDAD DE EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO POR LA GANADERÍA **188**

**Rafael Larraín; M. Fernanda Reveco**

CARACTERIZACIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS DE EUTANASIA Y EL MANEJO DE CADÁVERES EN LECHERÍAS DE LA ZONA CENTRAL DE CHILE **190**

**Ninoska Inostroza A.<sup>1\*</sup>, Paz Valenzuela R.<sup>1</sup>, Mario Duchens A.<sup>1</sup>, Carlos Nuñez P.**

COMPARACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA FIBRA DE ALPACA (*Vicugna pacos*) EN TRES GRUPOS POBLACIONALES EN CHILE **192**

**Natalia Pavez, Daniel Dartes, Luis Raggi, Benito González, Giorgio Castellaro**

PREVALENCIA DE ATAQUES DE PERROS DE LIBRE DEAMBULAR SOBRE PREDIOS OVINOS EN LA REGIÓN DE O'HIGGINS **194**

**Marcela Gómez-Ceruti, Lina Maria Correa, Giordano Catenacci**

ANÁLISIS PRELIMINAR DE INTERACCIONES GENOTIPO X AMBIENTE EN TOROS ABERDEEN ANGUS DE INSEMINACIÓN IMPORTADOS A CHILE DESDE LOS ESTADOS UNIDOS **196**

**Jaime Piñeira V., Francisco Sales Z. Marilyn Tapia M., Christian Hepp K., Ma. Eugenia Martínez P., Guido Candia A. Paulo Guarda C.**

TASA DE CONCEPCIÓN A CELO DETECTADO EN VACAS NO PREÑADAS DE INSEMINACIÓN A TIEMPO FIJO **198**

**Iván Cid M.**

EFFECTO DE LA APLICACIÓN FOLIAR DE HIDROLIZADO DE LANA DE OVEJA SOBRE EL CRECIMIENTO Y CONTENIDO MINERAL DE BALLICA ANUAL **200**

**Giordano Catenacci-Aguilera, Marcela Gómez-Ceruti, Lina Maria Correa E.**

EVOLUCIÓN DIRIGIDA DE COMUNIDADES MICROBIANAS RUMINALES SELECCIONADAS POR ALTA Y BAJA ACUMULACIÓN DE DIHIDRÓGENO EN CULTIVOS SERIALES CON METANOGENESIS INHIBIDA **202**

**Emilio M. Ungerfeld, Nathaly Cancino, Nelson Vera, Felipe Riffo**

INDICADORES DE SALUD EN BOVINOS Y SU RELACIÓN CON EL PRECIO DE VENTA EN LAS FERIAS GANADERAS DE MELIPILLA Y CURICÓ **204**

**Daniela Silva, Daniel Dartes, Daniela Luna**

EVALUACIÓN DEL DESARROLLO EMBRIONARIO EN RUMIANTES SILVESTRES Y DOMÉSTICOS: MADURACIÓN IN VITRO Y ACTIVACIÓN PARTENOGENÉTICA EN *PUDU PUDA* Y *BOS TAURUS* **206**

**Daniel Veraguas-Dávila, Maite Chinchón, Sebastián Vergara, Ingrid Carvacho, Fidel Ovidio Castro, Lleretny Rodríguez-Alvarez**

COMPARACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD DE LA FIBRA DE ALPACAS (*Vicugna pacos*) SURI Y HUACAYA EN LA ZONA CENTRAL DE CHILE **208**

**Daniel Cartes, Luis Raggi, Benito González**

EFICACIA DE DOS FORMULACIONES A BASE DE EXTRACTOS VEGETALES SOBRE EL PORCENTAJE DE REDUCCIÓN DEL CONTEO DE HUEVOS EN MATERIA FECAL DE OVINOS PARASITADOS EN UN PREDIO DE LA REGIÓN DE LA ARAUCANÍA **210**

**Carlos Lüders, Myriam Velasco, Jorge Meyer, Juan Pablo Avilez, Claudio Rojas**

**Poster sesión 28/11**

CARACTERIZACION DE LA CALIDAD COMERCIAL DEL HUEVO DE GALLINAS DE PEQUEÑOS Y MEDIANOS PRODUCTORES DE LA REGIÓN DE O'HIGGINS Y SU RELACIÓN CON EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN **214**

**Álvaro Vargas, Patricio Lisboa, Omar Abarca, Cristina Díaz y Paula Toro-Mujica**

EFFECTO DEL NIVEL DE AMINOÁCIDOS Y PROTEÍNA CRUDA DE LA DIETA SOBRE LA EXPRESIÓN DE GENES RELACIONADOS CON LA DETECCIÓN DE COMPUESTOS DE SABOR UMAMI EN POLLOS BROILER **217**

**Anya Santana, Paloma Cordero, Lorena Romero, Sergio A. Guzmán-Pino**

EVALUACIÓN DE LA ACEPTABILIDAD Y PALATABILIDAD POR CUATRO AMINOÁCIDOS ESENCIALES EN POLLOS BROILER **219**

**Camila Améstica, Jaime Figueroa, Sergio A. Guzmán-Pino**

RELACIÓN ENTRE LA COMPOSICIÓN DE ÁCIDOS GRASOS EN DOS TEJIDOS GRASOS EN DOS RAZAS DE CORDEROS **221**

**Karla Inostroza, Silvana Bravo, Giovanni Larama, Mario Diaz-Matus de la Parra**

RESPUESTA A DISTINTOS NIVELES DE RIEGO DE GRAMÍNEAS FORRAJERAS TEMPLADAS PERENNES EN EL SUR DE CHILE **223**

**Fernando Ortega-Klose, Rafael López-Olivari; Emilio M. Ungerfeld**

VARIACIÓN DE LA PIGMENTACIÓN DE LA YEMA DEL HUEVO EN EL AÑO 2015, 2020 Y 2024 **225**

**Javiera Mella H., Javiera Martinez G., Gastón Cassus B.**

CALIBRACIÓN DE UN SOFTWARE QUE INTEGRA ECUACIONES DEL SISTEMA NASEM 2021 PARA BALANCEAR DIETAS EN LACTANCIA TEMPRANA PARA VACAS LECHERAS RAZAS JERSEY Y HOLSTEIN EN PASTOREO DE PRADERA **227**

**Jorge Figueroa M.**

PREDICCIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE METANO DE VACAS HOLSTEIN Y JERSEY AL INCORPORAR EN LA RACIÓN SEMILLAS DE SOYA Y ENSILAJE DE MAÍZ **230**

**Jorge Figueroa M.**

CALIDAD DE CARNE PRODUCIDA BAJO DIFERENTES SISTEMAS DE PRODUCCIÓN BOVINA **232**



**José Daza, Mariela Silva, Ignacio Subiabre, Paola Naguian; Rodrigo Morales**

DESEMPEÑO PRODUCTIVO, CALIDAD DE CANAL Y DE CARNE DE TRES RAZAS LECHERAS EN EL SUR DE CHILE **234**

**José Quinteros, Iván Calvache, Reinaldo Pinto, Rodrigo Arias**

RENDIMIENTO DE MEZCLAS MIXTAS (*Lolium perenne* y *Trifolium repens*) Y MULTIESPECIES, SOMETIDAS A DOS FRECUENCIAS E INTENSIDADES DE DEFOLIACIÓN DURANTE EL VERANO **237**

**Luis Piña, Verónica Merino, Claudia Mella, Cristian Lucero, Alejandro Acuña, Gabriel Seguel, Tomás Schwenke**

DESARROLLO Y SEGURIDAD DE SUPLEMENTO DE MICROESFERAS DE HIERRO DEXTRANO PARA PREVENIR LA DEFICIENCIA DE HIERRO EN CERDOS **240**

**Marcela Sepúlveda, Fabrizio Valdés, José Ignacio Covarrubias, Felipe Oyarzún, Carolina Valenzuela**

IMPACTO DEL AGAR COMO SUPLEMENTO NUTRICIONAL EN EL PERFIL BIOQUÍMICO DE SANGRE OVINA **242**

**Matías Cortés, Rodrigo Huaiquipán, John Quiñones, Rommy Diaz, Paula Olate, Erika Millahual, Sepúlveda NG**

ESTIMACIÓN DE LA CALIDAD COMERCIAL DE HUEVOS USANDO LA ESPECTROFOTOMETRÍA DEL INFRARROJO CERCANO **244**

**Paula Toro-Mujica, Patricio Lisboa**

ESTIMULACIÓN DE LA RESPUESTA INMUNE INNATA EN BOVINOS  
VACUNADOS CON LA CEPA BCG DE *Mycobacterium bovis* **247**

**Ángela Ortiz, Natalie Hultazo, María Isabel Stevenson, Oscar Crespo,  
Richard Arancibia, Patricio Retamal**

CARACTERIZACIÓN DE CALIDAD DE LECHE UTILIZADA PARA LA  
PRODUCCIÓN DE QUESOS ARTESANALES DE LA ARAUCANÍA **250**

**Claudia Barchiesi, Susana Valenzuela, Luis Torralbo, Paulina Pacha**

MÉTODOS DE DESCORNE EN BOVINOS Y SU RELACIÓN CON EL  
BIENESTAR ANIMAL (REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA) **253**

**Elizabeth Urrutia R.**

DETECCIÓN DE *Escherichia coli* PRODUCTORA DE TOXINA SHIGA EN  
BOVINOS DE DIVERSAS REGIONES DE CHILE **256**

**Estefanía Méndez-Salgado, Joaquín Jorquera, Romina Ramos, Diego  
Méndez, Nicolás Pizarro, Luis Altamirano, Daniela Castro, Jessica Dorner,  
Víctor Martínez, Nicolás Galarce**

EFFECTOS DE LA SUPLEMENTACIÓN ORAL DE EXTRACTOS DE *QUILLAJA*  
*SAPONARIA* MOLINA SOBRE LA PRESENTACIÓN DE CUADROS  
CLÍNICOS Y GANANCIA DIARIA DE PESO EN TERNERAS DE CRIANZA  
ARTIFICIAL **259**

**Francisca Briceño; Richard Arancibia**

RASGOS FUNCIONALES AÉREOS Y RADICALES DE DOS ECOTIPOS DE *FESTUCA GRACILLIMA* 261

**Iván Ordóñez, Paula Oyaneder, Alinne Castro, Verónica Merino**

ENCUESTA SOBRE EL USO DE ANTIHELMÍNTICOS EN RUMIANTES DE LA REGIÓN DE LA ARAUCANÍA, CHILE 263

**Josefa Gonzalez, Juan Manuel Sanhueza, Daniela Tapia-Escarate**

DETECCIÓN *IN VITRO* DE RESPUESTA INMUNE INESPECÍFICA EN BOVINOS VACUNADOS CON LA CEPA *Mycobacterium bovis* BCG 265

**Natalie Hultazo, Angela Ortiz, Maria Isabel Stevenson, Oscar Crespo, Patricio Retamal**

ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO DE ESTANQUE DE 5 REGIONES DE CHILE DURANTE EL PERIODO 2023 Y 2024 267

**Paulina Pacha, Carla Acuña, Waleska Dimter, Cristoffer Torealba, Ingrid Castro, Lilibeth González, Luis Marileo**

EVALUACIÓN DEL DESPLAZAMIENTO DE CABRAS EN LACTANCIA EN UN SISTEMA SEMI-EXTENSIVO EN LA REGIÓN DE COQUIMBO, CHILE 269

**Rubén Vera, Rodrigo Pulgar y Francisco Morales**

EFFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN DE UN ADITIVO NATURAL EN EL RENDIMIENTO PRODUCTIVO Y RESPUESTA INMUNITARIA DE POLLOS BROILER DESAFIADOS CON *EIMERIA* SPP. 271

**Victoria Tapia, Sebastián Decap, Rosa Navarro, Hans Konsens**

EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA BIOENERGÉTICA DE LA CRÍA BOVINA  
MEDIANTE UN MODELO DE SIMULACIÓN **274**

**Claudia Navarro E., Giorgio Castellaro G., Héctor Uribe M., V.H. Parraguez  
G.**

EFFECTO DE LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA BIOLÓGICA SOBRE EL  
RENDIMIENTO Y VALOR NUTRITIVO DE *Lolium perenne* L. **277**

**Agustín Gyüre Steuer, Benjamín Chandía, Oscar Balocchi, Iván Calvache,  
Máximo Alonso, Bernardita López, Claudia Barrientos, Mauricio  
Casquero, Marcelo Illanes**

EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES POTENCIALES MEDIANTE  
ANÁLISIS CICLO DE VIDA DE SISTEMAS PASTORILES DE PRODUCCIÓN  
DE CARNE BOVINA EN CHILE **280**

**Carla Velásquez, Carolina Scarinci, Pablo Cortés, Matías Soto, Juan Pablo  
Cárdenas, Edith Cantero, Daniela Tapia y Néstor Sepúlveda**

EMISIONES DE ÓXIDO NITROSO Y AMONÍACO EN ORINA Y HECES DE  
VACAS LECHERAS A PASTOREOSUPLEMENTADAS CON ALGAS PARDAS **283**

**Emilia Ferrada, Ignacio Beltrán, Francisco Salazar, Rodrigo Allende, Sara  
Hube**

INCORPORACIÓN DE DIHIDRÓGENO POR TRES ÁCIDOS CARBOXÍLICOS  
EN CULTIVOS RUMINALES CON Y SIN INHIBICIÓN DE METANOGENESIS **285**

**M. Florencia Samoluk, Nathaly Cancino, Gustavo Jaurena, Emilio M. Ungerfeld**

CALIBRACIÓN DE ESPECTROMERÍA DE REFLECTANCIA EN EL INFRARROJO CERCANO (NIR) PARA MEDICIÓN DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DE ALFALFA **288**

**Soledad Espinoza, Mariela Silva, Rodolfo Saldaña, Iris Lobos, Luis Inostroza, Alejandro del Pozo**

EVALUACIÓN DEL USO DE UN ADITIVO BASADO EN SAPONINAS Y POLIFENOLES SOBRE PARÁMETROS DE FERMENTACIÓN RUMINAL Y LA PRODUCCIÓN DE METANO EN UN SISTEMA *IN VITRO* RUSITEC **290**

**Valentina Olmos-Salvo, Catalina Cerda, Sandra Tatiana Suescún-Ospina, Rosa Navarro, Victoria Tapia, María José Salgado, Macarena Pino, Scarleth Muñoz, Sebastián Pareja, Jorge Ávila-Stagno**

VALOR NUTRITIVO DEL FORRAJE DE MEZCLAS MIXTAS (*Lolium perenne* y *Trifolium repens*) Y MULTIESPECIES, SOMETIDAS A DOS FRECUENCIAS E INTENSIDADES DE DEFOLIACIÓN DURANTE EL VERANO **292**

**Verónica Merino, Luis Piña, Claudia Mella, Alejandro Acuña, Cristian Lucero, Tomás Schwenke, Gabriel Seguel**

# **Sección genética y reproducción**

**COMPARACIÓN DE DOS METODOLOGÍAS DE COLECTA DE PLACENTAS  
POSTPARTO PARA EXTRACCIÓN DE RNA EN OVINOS DE MAGALLANES**

## ***Comparison of two methodologies for postpartum placental collection for RNA extraction in ovine herds from Magallanes***

Camila Sandoval<sup>1\*</sup>, Javiera Bahamonde<sup>2</sup>, Francisco Sales<sup>1</sup>, Florencia Aránguiz<sup>2</sup>, Matías Araya<sup>3</sup>

<sup>1</sup>INIA Kampenaike, Punta Arenas, Chile. <sup>2</sup>Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile. <sup>3</sup>Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias, Universidad de Chile \*Email: [camila.sandoval.torres@inia.cl](mailto:camila.sandoval.torres@inia.cl)

### **INTRODUCCIÓN**

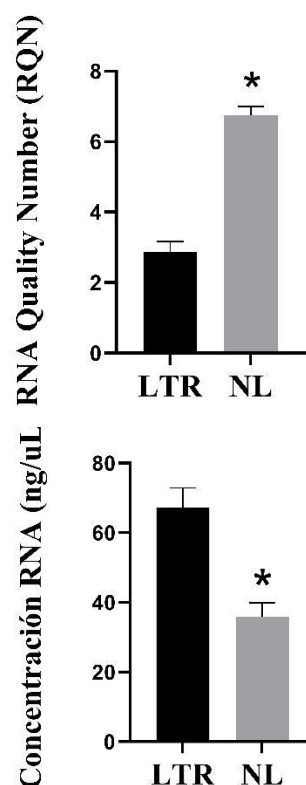
El estudio de la placenta es fundamental en el área de reproducción animal para comprender una serie de respuestas materno-fetales. Particularmente el estudio de la expresión génica a partir de RNA obtenido de este órgano es una herramienta que arroja importante información para comprender las respuestas placentarias frente a diferentes condiciones productivas. Sin embargo, la única metodología reportada para el estudio placentario molecular en ovinos es mediante la colecta de tejido posterior a necropsia o cirugía. Lo anterior es un método efectivo, pero altamente invasivo, o bien sin recuperación, y potencialmente cuestionable desde la perspectiva de bienestar animal. El objetivo de este trabajo fue comparar dos metodologías de colecta placentaria post parto y sus impactos sobre la calidad del RNA obtenido, con el fin de evaluar métodos no invasivos para la extracción de RNA placentario en ovinos.

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

Los procedimientos fueron aprobados por el comité de bioética de INIA (CICUA 1/22) para ser ejecutados en INIA Kampenaike, Magallanes (Lat 52° 36'; Lon 70° 56'). Se utilizaron 30 ovejas Corriedale de similar edad, peso, condición corporal y con gestación única. Las ovejas se mantuvieron bajo condiciones de pastoreo típicas de Magallanes (carga animal 0,9 ovejas/há/año, 525 kg MS/há, 6,1% PC, 1,6 Mcal EM/Kg) durante toda la gestación. Al día gestacional 140, los animales fueron estabulados individualmente en maternidades de 1,2 m<sup>2</sup> por animal, construidas dentro de un galpón de esquila. El piso del área utilizada para maternidades se recubrió con malla antiheladas, y se mantuvo limpio y sin cama adicionada para evitar contaminación del tejido placentario. Los animales se vigilaron en forma constante desde su ingreso a las maternidades hasta el parto y eliminación de las placentas. Se registró la hora del parto y la hora de eliminación de placenta. Inmediatamente posterior a esto, se colectaron muestras de placenta a partir de 5 cotiledones cercanos a la zona de inserción del cordón umbilical, el tejido fue seccionado con un bisturí y mezclado para obtener una muestra compuesta de los 5 cotiledones mencionados. Posteriormente, las muestras se dividieron en dos partes iguales y se preservaron en tubos libres de RNAsas con dos metodologías diferentes. El grupo LTR (n=30) fue preservado en RNAlater® (ThermoFisher, #AM721), siendo mantenido a temperatura ambiente por dos semanas, luego a 4°C por 1 mes, y finalmente a -80°C hasta su procesamiento. El grupo NL (n=30) fue preservado de inmediato en nitrógeno líquido y luego almacenado a -80°C hasta su posterior procesamiento. La extracción de RNA se realizó al mismo tiempo, bajo las mismas condiciones y procedimientos de laboratorio tanto para el grupo LTR como para el grupo NL. Brevemente, se desinfectaron todas las superficies e implementos a utilizar con una solución anti RNAsas (RNaseZap®, Invitrogen, #AM9722), se colectó una submuestra de aproximadamente 50 mg se realizaron las extracciones utilizando un kit comercial de acuerdo a las instrucciones del fabricante (Quick-RNA mini prep®, Zymo Research, #R1054). Para evaluar la calidad del RNA extraído, se midió concentración (ng/uL) e índice A260/280 (indicador de contaminación) mediante NanoDrop® (ThermoFisher ND-LITE), e integridad de la molécula mediante el parámetro RQN (*RNA quality number*) medido mediante Fragment Analyzer™ Automated CE system (Advanced Analytical) (valor entre 1 y 10, siendo 7 el mínimo aceptable). Los datos se analizaron mediante t-test o Kruskal-Wallis, de acuerdo a la variable analizada, utilizando el software estadístico JMP®.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El tiempo promedio de expulsión de las placentas fue de  $196 \pm 7,8$  minutos. Tanto en los grupos LTR como NL fue posible aislar RNA en placentas colectadas post parto. Esto concuerda con reportes previos en la literatura en los cuales se indica la exitosa obtención de RNA en placentas post parto en bovinos, en casos de retención de membranas, con placentas colectadas incluso 12 horas post parto (Moradi et al., 2022). Las concentraciones obtenidas fueron inferiores en el grupo NL versus el grupo LTR ( $P < 0,0001$ ) (Figura 1). Sin embargo, se observó una tendencia a mayor valor A260/280 ( $P = 0,06$ ) y un mayor RQN ( $P < 0,0001$ ) en el grupo NL versus LTR (Figura 2). Lo anterior indica que, si bien el grupo preservado en RNA *later* muestra una mayor concentración de RNA, la calidad de éste es deficiente para proceder con evaluaciones de expresión génica, mientras que el grupo preservado en nitrógeno líquido alcanza mayores valores en los parámetros de evaluación de calidad de RNA, indicando que las moléculas aisladas son aptas para realizar análisis de expresión génica placentaria.



## CONCLUSIONES

El presente estudio describe por primera vez una técnica de colecta de placenta postparto en ovinos, con preservación en nitrógeno líquido, que permite obtener RNA de calidad óptima para realizar análisis posteriores de expresión génica, y sin someter a los animales a procedimientos invasivos. Sin embargo, es importante destacar que esta aproximación sólo permite colectar tejido cotiledonario (parte fetal de la placenta ovina), no permitiendo realizar evaluaciones carunculares (parte materna de la placenta ovina).

## AGRADECIMIENTOS

PROYECTO FONDECYT 11220188

## REFERENCIAS

MORADI, M., ZHANDI, M., SHARAFI, M., AKBARI, A., ATRABI, M., TOTONCHI, M. 2022. Gene expression profile of placentomes and clinical parameters in cows with retained placenta. BMC Genomics 23:760. Doi: <https://doi.org/10.1186/s12864-022-08989-5>.

**EVALUACIONES ULTRASONÓGRAFICAS COMO MÉTODOS DE  
DIFERENCIACIÓN DE TRAYECTORIAS DE DESARROLLO FETAL SGA  
(SMALL FOR GESTATIONAL AGE) Y NO-SGA, EN GESTACIONES OVINAS  
BAJO SUBNUTRICIÓN NATURAL EN MAGALLANES**



## *Ultrasound evaluations as methods for prenatal differentiation of small for gestational age (SGA) and Non-SGA fetal developmental trajectories in naturally undernourished sheep from Magallanes*

Matías Araya<sup>1\*</sup>, Camila Sandoval<sup>2</sup>, César Ulloa-Leal<sup>3</sup>, Marcelo Ratto<sup>4</sup>, Francisco Sales<sup>2</sup>, Víctor H. Parraguez<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias, Universidad de Chile, Santiago, Chile. <sup>2</sup>INIA Kampenaike, Punta Arenas, Chile. <sup>3</sup>Escuela de Ciencias Agrícolas y Veterinarias, Universidad de Viña del Mar, Viña del Mar, Chile, <sup>4</sup>Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile. \*Email: [matias.araya.b@ug.uchile.cl](mailto:matias.araya.b@ug.uchile.cl)

### INTRODUCCIÓN

Las praderas de Magallanes son de baja calidad nutricional, conduciendo a restricción nutricional (RN) en los rebaños ovinos regionales. Esto se agrava durante la preñez, provocando el desarrollo de crías pequeñas y de bajo peso (SGA, del inglés *small for gestational age*), con riesgo de alta mortalidad perinatal y desarrollo postnatal alterado. Sin embargo, algunas de estas hembras mantenidas bajo RN, producen corderos de peso normal (No-SGA). No existe un método de exploración prenatal que diferencie ambas trayectorias de crecimiento, impidiendo tomar ventaja productiva de esta respuesta adaptativa. Por ello, el objetivo de este trabajo fue determinar la aplicabilidad de evaluaciones ultrasonográficas para la identificación no invasiva de dichas trayectorias de desarrollo fetal, que a futuro pudiesen ser utilizadas para seleccionar las ovejas reproductoras en Magallanes.

### MATERIALES Y MÉTODOS

Los procedimientos fueron aprobados por el comité de bioética (CICUA 1/22) para ser ejecutados en INIA Kampenaike, Magallanes (Lat 52° 36'; Lon 70° 56'; 23 msnm). Se utilizaron 95 ovejas Corriedale de similar edad, peso, condición corporal y con gestación única, las que se asignaron aleatoriamente a un grupo control (CN, n=23) o restricción nutricional (RN, n=72). Ambos grupos se mantuvieron bajo condiciones de pastoreo típicas de Magallanes (carga animal 0,9 ovejas/ha/año, 525 kg MS/ha, 6,1% PC, 1,6 Mcal EM/Kg). El grupo CN fue suplementado con 266 gr/animal de concentrado (22% PC, 2,85 Mcal/Kg EM) entre DG 70 y 100 y con 368 gr/animal entre DG 101 y 140, supliendo así, sus requerimientos proteicos durante ese periodo gestacional. En DG 80; 95; 110 y 125 se aplicó biometría fetal ultrasonográfica, evaluando diámetro biparietal (DBP), altura de tórax (AT), largo femoral (LF) y diámetro de cordón umbilical (DCU). Además, mediante ultrasonografía Doppler de cordón umbilical, se evaluaron indicadores de flujo vascular (índice de resistencia (IR) e índice de pulsatilidad (IP)). Para ambas mediciones se utilizó un ecógrafo Sonoscape E2ProVet, con transductor microconvexo de 5 MHz. Al parto se registró peso de nacimiento (PN), DBP, AT y LF con huincha métrica. Los datos de PN se dividieron en cuartiles, clasificándose los corderos del cuartil inferior como grupo SGA y el cuartil superior como No-SGA. El análisis estadístico consideró a los animales de los grupos SGA (n=18), No-SGA (n=18) y CN (n=23). Para medidas realizadas en varios DG, se aplicó ANOVA de medidas repetidas en el tiempo y *Least Squares Means* para comparar medias entre grupos. Para medidas únicas, se utilizó ANOVA y Prueba de Tukey como *post hoc*.

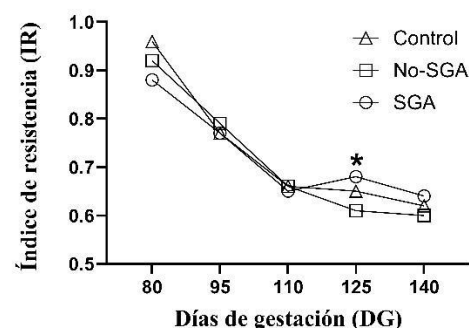
### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se observaron diferencias significativas para PN ( $\bar{x}\pm ES$ ) entre los grupos CN, No-SGA y SGA (4,95±0,09; 5,33±0,10; 3,79±0,10; P<0,0001). Al nacimiento no se observó diferencias

para AT ( $P=0,2795$ ), pero sí se encontró un mayor DBP y LF ( $P=0,0007$ ;  $P<0,0001$ ) entre los grupos CN y No-SGA versus SGA (Cuadro 1), permitiendo identificar diferencias entre las trayectorias de crecimiento SGA y No-SGA al parto. Sin embargo, en los DG evaluados, no se observó diferencias entre grupos en las mediciones ultrasonográficas de DBP, LF, AT ni DCU, por lo que entre DG 125 y el parto, ocurriría la diferenciación de crecimiento de los grupos, lapso prenatal que, en este estudio, no fue evaluado mediante biometría ultrasonográfica. En todas las mediciones biométricas prenatales hubo un efecto del tiempo, indicando un crecimiento fetal progresivo de acuerdo con lo esperable fisiológicamente. Para IR (Figura 1) se encontró una tendencia, aunque no significativa ( $P=0,0719$ ), de menor IR del grupo SGA versus No-SGA en DG80 y mayor IR ( $P=0,0025$ ) en SGA versus No-SGA en DG125, demostrando una posible respuesta vascular placentaria diferencial entre trayectorias de desarrollo SGA y No-SGA. No se detectó diferencias entre grupos para IP ( $P=0,3545$ ), sin embargo, este índice sigue el mismo patrón en el tiempo que IR, siendo coherente con lo reportado en la literatura que demuestra la disminución de ambos índices a medida que avanza la gestación (Brzozowska, 2022).

**Cuadro 1.** Mediciones biométricas obtenidas al parto ( $\bar{x}\pm ES$ ) en grupos CN, No-SGA y SGA). Superíndice distinto indica diferencias entre grupos.

	Control	No-SGA	SGA	P-value
<b>DBP</b>	$5,90 \pm 0,07^a$	$6,02 \pm 0,08^a$	$5,52 \pm 0,09^b$	0,0007
<b>LF</b>	$11,59 \pm 0,10^a$	$11,32 \pm 0,12^a$	$10,14 \pm 0,12^b$	<0,0001
<b>AT</b>	$12,20 \pm 0,19^a$	$12,21 \pm 0,22^a$	$11,77 \pm 0,22^a$	0,2795



## CONCLUSIONES

El presente estudio no logró establecer evaluaciones ultrasonográficas aplicables en el ámbito productivo para la identificación de las trayectorias de desarrollo fetal SGA y No-SGA. Un potencial indicador sería IR al DG 125, sin embargo, es muy tardío para ser utilizado en la toma de decisiones productivas y/o eventual selección de hembras adaptadas.

## AGRADECIMIENTOS

PROYECTO FONDECYT 11220188

## REFERENCIAS

BRZOWSKA, C., STANKIEWICZ, T., BLASZCZYK, B., CHUNDEKAD, P., UDALA, J., WOJTASIAK, N. 2022. Ultrasound parameters of early pregnancy and Doppler indices of blood vessels in the placenta and umbilical cord throughout the pregnancy period in sheep. BMC Veterinary Research, 18, 326.

**PESO DE NACIMIENTO Y TASA OVULATORIA EN BORREGAS:  
EVIDENCIAS DE PROGRAMACIÓN FETAL DIFERENCIAL EN RESPUESTA A  
DESNUTRICIÓN MATERNA EN OVINOS DE MAGALLANES**

## ***Birth weight and ovulatory rate in yearling sheep: Evidence of a differential fetal programming in response to maternal undernutrition in ovine herds from Magallanes***

Camila Sandoval<sup>1\*</sup>, César Ulloa-Leal<sup>2</sup>, Marcelo Ratto<sup>3</sup>, Francisco Sales<sup>1</sup>, Matías Araya<sup>4</sup>

<sup>1</sup>INIA Kampenaiké, Punta Arenas, Chile. <sup>2</sup>Escuela de Ciencias Agrícolas y Veterinarias, Universidad de Viña del Mar, Viña del Mar, Chile. <sup>3</sup>Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile. <sup>4</sup>Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias, Universidad de Chile \*Email: [camila.sandoval.torres@inia.cl](mailto:camila.sandoval.torres@inia.cl)

### **INTRODUCCIÓN**

La producción ovina en Magallanes depende del pastizal natural como fuente de alimentación, el que es deficitario en cantidad y calidad, imponiendo una restricción nutricional (RN) natural. Esto es crítico durante la preñez y lleva al nacimiento de crías de bajo peso (SGA, del inglés *small for gestational age*) que podrían ver afectado su rendimiento productivo y reproductivo, lo que es particularmente relevante al momento de seleccionar hembras de reemplazo. Sin embargo, estudios previos han identificado hembras capaces de generar corderos de peso normal (No-SGA), a pesar de la RN (Sandoval et al., 2023), indicando una programación fetal diferencial. Actualmente, se desconoce si la trayectoria de desarrollo SGA o No-SGA derivada de este modelo experimental genera efectos de largo plazo en términos de eficiencia reproductiva de las crías. El objetivo de este estudio fue comparar la tasa ovulatoria entre hembras SGA y No-SGA y su asociación con el desarrollo corporal, bajo condiciones de manejo de la región de Magallanes.

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

Los procedimientos fueron aprobados por el comité de bioética de INIA (CICUA 1/22) para ser ejecutados en INIA Kampenaiké, Magallanes (Lat 52° 36'; Lon 70° 56') durante mayo de 2024. Se trabajó con 24 hembras Corriedale de 18 meses de edad. Los animales fueron separados en tres grupos experimentales. El grupo SGA (n=8), correspondió a borregas nacidas de bajo peso a partir de hembras restringidas nutricionalmente, en proteína y energía, dados los bajos aportes nutricionales del pastizal natural. El grupo No-SGA (n=8) se formó por borregas de peso normal, que nacieron de hembras bajo la misma restricción nutricional que la descrita para el grupo SGA. Finalmente, el grupo CN (n=8) se formó por borregas nacidas de hembras alimentadas a pastoreo y suplementadas para cubrir el 100% de sus requerimientos proteicos de acuerdo a la NRC (Suralim®, 22% PC, 2,85 Mcal/Kg). Los animales se mantuvieron bajo los mismos manejos y pastoreando juntos desde el nacimiento hasta el año y medio de edad. Para fines del presente trabajo, se realizó evaluación de peso y condición corporal a los 18 meses. En este momento, se administró un protocolo de sincronización de estros utilizando dos inyecciones de Prostaglandina F2 $\alpha$  (Lutalyse®, 3 mL im) separadas por 14 días, más una administración de GnRH (Ovalyse®, 1,5 mL im) en el día 15. A partir del día 15 del protocolo, los ovarios de las hembras fueron examinadas diariamente, durante 18 días, mediante ultrasonografía transrectal utilizando un transductor de 7,5 MHz acoplado a un extensor de PVC para determinar la tasa de ovulación y formación de cuerpo lúteo. Los datos se analizaron mediante ANOVA (peso corporal) o Kruskal-Wallis (CC y Número de CL), según corresponda, utilizando el software estadístico JMP®

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

No se encontró diferencias ( $P>0,05$ ) en peso ni condición corporal entre los grupos evaluados a los 18 meses de edad (Cuadro 1). Esto contrasta con evaluaciones previas realizadas en

estos mismos grupos de animales, las que indicaron un menor peso para hembras del grupo SGA entre el nacimiento y los 9 meses (Sandoval et al., 2023). Lo anterior indicaría que una vez alcanzado el desarrollo corporal adulto en los grupos evaluados las diferencias de peso se compensarían, aunque aún se desconoce si existen diferencias en composición corporal.

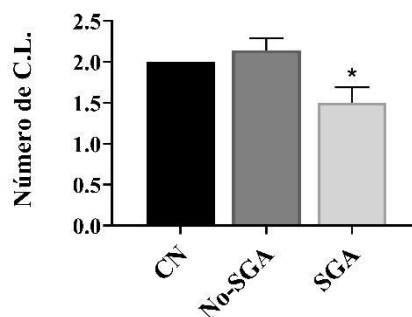
Cuadro 1. Peso y Condición Corporal (CC) por grupo (media  $\pm$  error estándar)

	CN	No-SGA	SGA	Valor P
Peso (kg)	64,06 $\pm$ 1,78	64,93 $\pm$ 1,78	61,5 $\pm$ 1,78	0,38
CC	3,56 $\pm$ 0,10	3,50 $\pm$ 0,10	3,43 $\pm$ 0,10	0,69

A pesar de no existir diferencia significativas en el peso y condición corporal entre los grupos, la tasa de ovulación, basada en número de CL, fue menor ( $P < 0,05$ ) en el grupo SGA comparado con los grupos CN y No-SGA (Figura 1). Este resultado sugiere que el fenómeno de programación podría estar afectando en mayor grado al eje hipotálamo-hipófisis-gonadal y que el efecto compensatorio observado en el crecimiento no es capaz de reinstaurar un eje reproductivo igualmente funcional a los otros grupos en estudio. Lo anterior podría tener implicancias negativas en la eficiencia reproductiva y productiva de animales del grupo SGA respecto a No-SGA y CN, con sus consecuentes impactos negativos en los sistemas ganaderos de Magallanes.

## CONCLUSIONES

El presente estudio sugiere una programación fetal diferencial entre hembras nacidas como SGA y No-SGA en términos de tasa ovulatoria y formación de CL. Se requiere más investigación para determinar si estos resultados se traducen en diferencias en prolificidad, lo que de ocurrir, avalaría la selección de hembras No-SGA como animales de reemplazo del rebaño.



## AGRADECIMIENTOS

PROYECTO FONDECYT 11220188

## REFERENCIAS

SANDOVAL, C., SALES, F. 2023. Evaluación de variables de crecimiento y reproductivas en corderos SGA (Small for gestational age) y No-SGA nacidos de hembras restringidas nutricionalmente en Magallanes. Libro de Resúmenes XLVIII Congreso Anual Sociedad Chilena de Producción Animal SOCHIPA A.G. pp 275-276.

## Effect of eCG dose on out of reproductive season mating in Anglo-Nubian goats

Laura Simonetti<sup>1</sup>, Mercedes Ghibaudi<sup>1</sup>, Laura Fernández<sup>1</sup>, Camila López<sup>1</sup>, Milena Forspaniak<sup>1</sup>, Juan Ignacio Valencia<sup>1</sup>, Candelaria Ramos Laino<sup>1</sup>, Karim Flores<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Lomas de Zamora, Lomas de Zamora, Argentina. \*Email: mghibaudi@agrarias.unlz.edu.ar

### INTRODUCCIÓN

El tambo caprino es una alternativa productiva para la provincia de Buenos Aires, Argentina. En dicha actividad, el servicio fuera de la estación reproductiva, sumado al de estación reproductiva de otoño, permite producir leche más sostenidamente a lo largo del año. Además, algunas instituciones de enseñanza agropecuaria han incorporado dicha actividad. En estos casos se busca ajustar el ciclo productivo al calendario académico con una época de servicio que permita que los partos, cría de cabritos y ordeño se realicen durante el ciclo lectivo. Como tratamiento hormonal, suele recomendarse progestágeno y eCG, sin embargo, la dosis de eCG debe ajustarse para generar celo y ovulación, sin aumentar la tasa ovulatoria más allá de lo deseado (Abecia et al., 2011).

El objetivo fue realizar un estudio preliminar del tratamiento hacia principios de diciembre con eCG (dosis de 300 vs. 350 UI) en combinación con progestágeno, sobre el desempeño reproductivo de cabras Anglo-Nubian.

### MATERIALES Y MÉTODOS

Se trabajó en el Módulo Caprino de la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Lomas de Zamora (Buenos Aires, Argentina), desarrollado bajo un sistema intensivo. Durante dos años consecutivos se realizaron los tratamientos hacia principios de diciembre. Para ello, 24 cabras adultas Anglo-Nubian, sin cría al pie y secas fueron tratadas por 10 días con esponjas intravaginales impregnadas con 60 mg MAP (fabricación propia) y eCG (Zoetis SRL) vía i.m. 48 h antes del retiro de las esponjas en dos dosis: Grupo eCG300 (n=12; promedio de 6 años de edad y 58 kg de peso vivo): 300 UI; Grupo eCG350 (n=12; promedio de 6,5 años de edad y 57 kg de peso vivo): 350 UI. Las cabras fueron servidas a corral con un chivo adulto de su raza, que permaneció con ellas por 2 meses a partir del retiro de las esponjas. En cuanto a la alimentación, desde 2 semanas antes hasta 3 semanas después del inicio del servicio la ración consistió en 1,2 kg pellet de alfalfa y 0,3 kg maíz; posteriormente se alimentó con 1,2 kg pellet de alfalfa y en el último mes de la gestación la ración fue de 0,9 kg pellet de alfalfa, 0,6 kg maíz y 0,2 kg expeller de soja; siempre se ofreció además 0,1 kg heno de gramíneas (*Bromus catharticus*, *Lolium multiflorum* y *Cynodon dactylon*). Se registraron: porcentaje de cabras paridas (PARE), tipo de nacimiento (TIPO: únicos, mellizos o trillizos), días entre el inicio del servicio y el parto (DÍAS), cabritos nacidos por cabra a servicio (CABRI). Los resultados fueron analizados con PROC GLIMMIX de SAS, con las distribuciones binomial (PARE), multinomial (TIPO, DÍAS) y Poisson (CABRI).

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se muestran los resultados obtenidos. En este trabajo se buscó comparar dos dosis de eCG, de modo de poder inducir celos y ovulaciones, pero sin generar camadas numerosas.

La variable PARE no difirió según la dosis de eCG (eCG300: 58,3% y eCG350: 83,3%;  $P > 0,05$ ), a pesar de registrarse una diferencia del 25% a favor del grupo con dosis mayor. Zuñiga-García et al. (2020) reportaron 46% de cabras paridas de diferentes genotipos lecheros (Alpino-Saanen-Nubian x Criollo) tratadas con 350 UI eCG. Un trabajo nuestro

previo (Simonetti et al., 2022) con servicio durante la misma época del año, pero sin tratamiento de inducción de celos y ovulaciones, registró sólo el 12,5% de cabras paridas. El resto de las cabras manifestaron naturalmente celo recién a partir de fines de febrero (no publicado).

La cantidad de cabritos nacidos por cabra parida (TIPO) varió entre 1 y 3, sin presentarse el efecto no deseado de camadas mayores (por ej. cuatrillizos), asociado generalmente a mayores dosis de eCG. Este resultado no difirió entre ambos grupos (eCG300:  $2,0\pm 0,3$  y eCG350:  $1,9\pm 0,3$ ;  $P>0,05$ ) y sería comparable con el tamaño de camada de  $2,1\pm 0,2$ , informado por Zúñiga García et al. (2020). De igual modo, CABRI tampoco fue afectada por la dosis (eCG300:  $1,1\pm 0,3$  y eCG350:  $1,5\pm 0,3$ ;  $P>0,05$ ), a pesar del 26% más de cabritos por cabra tratada en eCG350. Esta diferencia, aunque no estadísticamente significativa (probablemente influido por el bajo tamaño muestral), similar a lo ocurrido con PARE, podría tener relevancia desde el punto de vista productivo.

En ambos casos, las pariciones ocurrieron durante el mes de mayo, con lo que los cabritos nacerían con relativamente buen clima y las lactancias podrían extenderse por hasta 7 meses antes de secar a las cabras previo al verano, manejo necesario para las instituciones educativas, pero que también podría ser adoptado por los productores. Asimismo, los partos concentrados permitirían facilitar el manejo y la mano de obra, y ofrecer cabritos más parejos al destete.

Se considera necesario confirmar estos resultados preliminares con mayor cantidad de animales. Además, sería útil evaluar el efecto de aumentar gradualmente la dosis de eCG por encima de las usadas en este ensayo.

**Cuadro 1.** Servicio en cabras Anglo-Nubian tratadas hacia principios de diciembre con progestágeno y 300 (eCG300) vs. 350 (eCG350) UI eCG.

GRUPO	PARE (%)	TIPO* (n)	DÍAS* (n)	CABRI* (n)
eCG300	58,3 (7/12)	$2,0\pm 0,3$ (1-3)	$150,4\pm 1,1$ (147-156)	$1,2\pm 0,3$ (0-3)
eCG350	83,3 (10/12)	$1,9\pm 0,2$ (1-3)	$152,9\pm 0,6$ (151-156)	$1,6\pm 0,3$ (0-3)
Valor P	0,2226	0,7760	0,0597	0,3953

\*promedio±error estándar (mínimo–máximo). PARE: Porcentaje de cabras paridas; TIPO: Tipo de nacimiento; DÍAS: Días entre el inicio del servicio y el parto; CABRI: Cabritos nacidos por cabra a servicio.

## CONCLUSIONES

En este estudio preliminar, en cabras adultas Anglo-Nubian tratadas hacia principios de diciembre con progestágeno y eCG (dosis de 300 vs. 350 UI), se logró resultados estadísticamente similares (probablemente debido al bajo tamaño muestral), aunque podría haber diferencias productivamente importantes a favor de la dosis mayor.

## REFERENCIAS

- ABECIA, J.A., FORCADA, F., GONZÁLEZ-BÚLNES A. 2011. Pharmaceutical control of reproduction in sheep and goats. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice*, 27, 67-79.
- SIMONETTI, L., GHIBAUDI, M., FLOR, S., LÓPEZ, C., PONCE, V., FERNÁNDEZ, M.B. 2022. Servicio de contraestación reproductiva en cabras Anglo-Nubian tratadas con progestágeno y eCG. *Revista Argentina de Producción Animal*, supl. 1, 43-60.
- ZUÑIGA-GARCÍA, S., MEZE HERRERA, C.A., MENDOZA-CORTINA, A., OTAL-SALAVERRI, J., PEREZ-MARIN, C., LOPEZ-FLORES, N.M., CARRILLO, E.,

CALDERON-LEYVA, G., GUTIERREZ-GUZMAN, U.N., VELIZ-DERAS, F.G. 2020. Effect of social rank upon estrus induction and some reproductive outcomes in anestrus goats treated with progesterone + eCG. *Animals (Basel)*, 10, 1125.

**EFFECTO DEL GENOTIPO SOBRE LA CURVA DE CRECIMIENTO DE VACAS HOLSTEIN NEOZELANDÉS (HNZ) Y MESTIZAS HNZ x JERSEY, ESTIMADA CON DIFERENTES MODELOS. I. AJUSTE DE MODELOS DE CRECIMIENTO.**

**Effect of genotype on the growth curve of HNZ and HNZ x Jersey crossbred cows, estimated with different models. I. Adjustment of growth models.**

Ignacio Pacheco C.<sup>1</sup>, Giorgio Castellaro G.<sup>1\*</sup>, Héctor Uribe M.<sup>1</sup> y Víctor Parraguez G.<sup>1</sup>

## INTRODUCCIÓN

Dado que en los sistemas de cruzamientos se generan diferentes relaciones de dominancia genética entre las razas participantes, es importante conocer cómo puede modificarse la curva de crecimiento de los animales y los parámetros que la definen. En Chile se desconocen los patrones normales de crecimiento de vacas lecheras, tanto de razas puras como mestizas, a lo largo de su vida, lo que impide tomar decisiones de manejo nutricional en forma objetiva en función del desarrollo corporal normal de los animales desde el nacimiento hasta la edad madura. Actualmente existe una gama de modelos que permiten describir el crecimiento animal, siendo los modelos de Brody, von Bertalanffy, Gompertz, Richard y Logístico (Thornley y France, 2007), los más utilizados. El objetivo del presente trabajo fue caracterizar las curvas de crecimiento de diferentes genotipos bovinos, en hembras Holstein Neozelandés (HNZ) y mestizas Holstein Neozelandés x Jersey (HNZ x J), desde el nacimiento hasta la madurez, mediante diferentes modelos matemáticos.

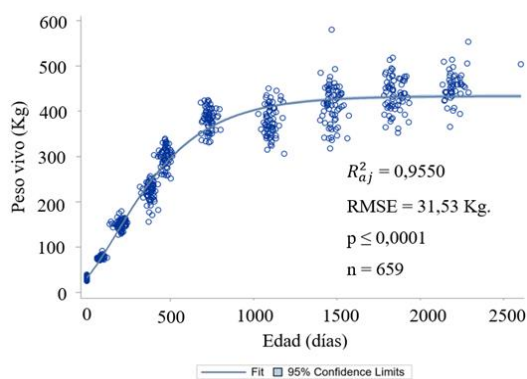
## MATERIALES Y MÉTODOS

Se analizaron un total de 245 vacas HNZ y mestizas HNZ x J con distinta proporción genética, obtenidas mediante cruzamiento rotacional desarrollado entre los años 1995 y 2021 (5 generaciones de vacas), provenientes del rebaño de la Estación Experimental Oromo (Purranque, Región de Los Lagos, Chile). Cada vaca cuenta con registros de peso vivo al nacimiento, destete (~3 meses, al finalizar la crianza artificial), a los 6 meses, al año, al momento del primer encaste (~ 15 meses) y durante la vida productiva de las vacas (4 a 5 lactancias consecutivas, peso que fue registrado inmediatamente post parto). Previo al ajuste de los distintos modelos, los datos fueron corregidos considerando el efecto del año de nacimiento (1995 al 2021), mes de nacimiento (junio-julio, agosto y septiembre-octubre) y número ordinal de parto (NOP; 1; 2; 3; 4; 5 y más). Además de estos factores, se consideró la producción de leche de la madre de la lactancia en que gestó a la vaca en estudio, corregida por energía (ECM, Kg), la cual fue incluida como una covariable en un Modelo General Lineal (Di Rienzo et al., 2011). Los grupos genéticos utilizados fueron agrupados según lo propuesto por Handcock et al., (2020): H (aporte de raza Holstein Neozelandés  $\geq 14/16$ ), HX ( $10/16 \leq$  aporte de raza Holstein Neozelandés  $\leq 13/16$ ), HJ ( $7/16 \leq$  aporte de raza Holstein Neozelandés  $\leq 9/16$ ) y JX ( $13/16 \geq$  aporte de raza Jersey  $\geq 10/16$ ). Para ajustar los modelos de crecimiento se utilizó el procedimiento NLIN del programa computacional SAS®, con el método de optimización Gauss-Newton. Para mejorar el ajuste se decidió forzar a estos a pasar por el origen, ya que este es el peso al nacimiento y es un valor conocido, permitiendo así disminuir la sobre o subestimación en este parámetro. La bondad de ajuste de cada modelo matemático fue evaluada a través del cálculo del coeficiente de determinación ajustado por grados de libertad (Raj2) y de la raíz del error cuadrado medio de la estimación (RMSE), además del coeficiente de AKAIKE (AIC) y del criterio de información BAYESIANO (BIC). El mejor modelo es aquel que presenta los valores más bajos de los coeficientes AIC y BIC (Goldberg y Ravagnolo, 2015).

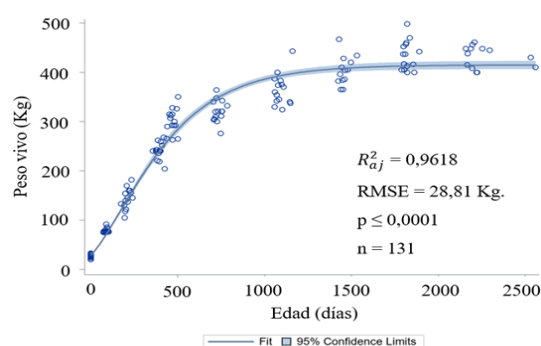
## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Todos los modelos presentaron un alto Raj2 del orden de un 96%. El RMSE fue del orden de 7%. El modelo que presentó el mejor ajuste fue el de von Bertalanffy en la mayoría de los genotipos H, HX y HJ presentando los menores valores de los coeficientes AIC y BIC. La dispersión de los pesos fue relativamente baja, pero con una tendencia a aumentar a medida que las vacas se aproximan a su peso a la madurez. A modo de ejemplo, en la Figura 1 se presentan las curvas de crecimiento para los genotipos HJ y JX.





(a)



(b)

**Figura 1.** Curvas de crecimiento modelo de von Bertalanffy para los genotipos HJ (a) y JX (d).

## CONCLUSIONES

Acorde con la información analizada, el modelo que permite la mejor descripción de la evolución del peso vivo de vacas de diferentes genotipos es el de von Bertalanffy, el cual en la mayoría de los casos analizados presentó los valores de coeficiente de AKAIKE (AIC) y criterio de información BAYESIANO (BIC) más bajos.

## REFERENCIAS

Di RIENZO, J.; MACCHIAVELLI R.; CASANOVES F. 2011. Modelos Lineales Mixtos Aplicaciones en InfoStat, Córdoba: Grupo Infostat, Argentina. 193 p.

GOLDBERG, V., Y RAVAGNOLO, O. 2015. Description of the growth curve for Angus pasture fed cows under extensive systems. American Society of Animal Science 2015 93:4285-90.

HANDCOCK, R., LOPEZ VILLALOBOS, N., MCNAUGHTON, L., BACK, P., EDWARDS, G., HICKSON, R. 2020. The body weight of dairy heifers is positively associated with reproduction and stayability. Journal of Dairy Science 103:1-9.

THORNLEY, J. AND FRANCE, J. 2007. Growth functions. pp. 136-169. In: CAB International, Mathematical models in agriculture. 2nd edition. CAB International. Oxon, UK.

## EFFECTO DEL GENOTIPO SOBRE LA CURVA DE CRECIMIENTO DE VACAS HOLSTEIN NEOZELANDÉS Y MESTIZAS HOLSTEIN NEOZELANDÉS x JERSEY, ESTIMADA CON DIFERENTES MODELOS. II. COMPARACIÓN DE PARÁMETROS.

Effect of genotype on the growth curve of New Zealand Holstein and New Zealand Holstein x Jersey crossbred cows, estimated with different models. II. Comparison of parameters.

## INTRODUCCIÓN

Dado que en los sistemas de cruzamientos se generan diferentes relaciones de dominancia genética entre las razas participantes (González et al., 2020), es importante conocer cómo se puede modificar la curva de crecimiento de los animales y los parámetros que la definen. Estos parámetros son el peso nacimiento ( $W_{nac}$ ), el peso a la madurez ( $W_m$ ) y el coeficiente de precocidad ( $k$ ), los cuales tienen una interpretación biológica. Al comparar estadísticamente los parámetros de distintas curvas descritas por un determinado modelo de crecimiento, se puede inferir si dichas curvas son diferentes en cuanto a peso al nacimiento, precocidad en el crecimiento y/o peso vivo a la madurez. En este trabajo se compararon las curvas de crecimiento de distintos genotipos de vacas lecheras, Holstein Neozelandés (HNZ) y mestizos Holstein Neozelandés x Jersey (HNZ x J) que fueron obtenidas mediante el ajuste del modelo de von Bertalanffy, planteado como hipótesis que el genotipo genera diferencias en los parámetros antes mencionados.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Para la estimación de la curva de crecimiento de von Bertalanffy, se analizaron un total de 245 registros de lactancias de vacas HNZ y mestizas HNZ x J con distinta proporción genética, obtenidas mediante un sistema de cruzamiento rotacional entre los años 1995 y 2021 (5 generaciones de vacas), provenientes del rebaño de la Estación Experimental Oromo (Purranque, Región de Los Lagos, Chile). Cada vaca proporcionó registros de peso vivo efectuados en distintas etapas de su desarrollo: al nacimiento, al destete (~3 meses, al finalizar la crianza artificial), a los 6 meses, al año, al momento del primer encaste (~15 meses) y durante la vida productiva de las vacas (4 a 5 lactancias consecutivas), peso que fue registrado inmediatamente post parto. Los grupos genéticos utilizados fueron agrupados según lo propuesto por Handcock et al., (2020): H (aporte de raza Holstein Neozelandés  $\geq 14/16$ ), HX ( $10/16 \leq$  aporte de raza Holstein Neozelandés  $\leq 13/16$ ), HJ ( $7/16 \leq$  aporte de raza Holstein Neozelandés  $\leq 9/16$ ) y JX ( $13/16 \geq$  aporte de raza Jersey  $\geq 10/16$ ). En un primer análisis se evaluó el efecto de los diferentes genotipos sobre el peso al nacimiento mediante un ANOVA, ya que este peso es un valor conocido para cada uno de los animales en estudio. Posteriormente, se compararon las medias utilizando la prueba de comparación múltiple de Tukey. Lo anterior permite evaluar si existen diferencias estadísticas en los pesos al nacimiento entre los genotipos estudiados. Una vez obtenidas las curvas de crecimiento con el modelo de von Bertalanffy, se obtuvo un set de parámetros grupales referidos al peso a la madurez y coeficiente de precocidad, los cuales fueron comparados mediante una prueba t de Student ( $P < 0,05$ ), para de esa forma determinar si el genotipo de las vacas afecta sus valores. Para lo anterior se utilizó el procedimiento propuesto por Hollander y Wolfe (1999), el cual implica realizar comparaciones pareadas entre los cuatro grupos genéticos y para cada uno de los coeficientes de la curva de crecimiento, obteniendo un valor de  $t_{calc}$  el cual posteriormente se compara con el t de la tabla de distribución bilateral, considerando los grados de libertad y el nivel de significancia (0,05). De esta manera se obtiene un valor crítico con el cual es posible rechazar la hipótesis nula (Hollander y Wolfe, 1999).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los pesos al nacimiento presentaron una disminución a medida que aumentó la proporción genética de Jersey (J), raza que es sabido presenta bajo peso al nacer. Al comparar los

parámetros obtenidos con el modelo de von Bertalanffy entre los diferentes genotipos, todos presentaron diferencias significativas respecto al peso a la madurez  $W_m$ , siendo más livianos aquellos que presentaron una mayor proporción genética de J, raza que se caracteriza por ser más pequeña. No se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas en precocidad ( $k$ ) (Cuadro 1), lo cual sugiere que el sistema de cruzamiento entre esta razas no afecta la rapidez con la que se alcanza en peso adulto.

**Cuadro 1.** Diferencias entre el peso vivo a la madurez ( $\Delta W_{mij}$ ) y el coeficiente de precocidad ( $\Delta k_{ij}$ ) obtenidas entre los diferentes genotipos.

<b>Genotipos</b>	$\Delta W_{mij}$	$\Delta k_{ij}$
H vs HX	14,0*	-0,00007
H vs HJ	25,3*	-0,00003
H vs JX	43,5*	-0,00009
HX vs HJ	11,3*	0,00004
HX vs JX	29,5*	-0,00002
HJ vs JX	18,2*	-0,00006

\*Diferencia estadísticamente significativa ( $p \leq 0,05$ ).

## CONCLUSIONES

Es posible establecer que el genotipo presenta un efecto significativo sobre el peso al nacimiento y a la madurez, pero no afecta la precocidad de crecimiento, por lo cual no existirían diferencias en cuanto al tiempo cronológico requerido por los animales para alcanzar su peso maduro.

## REFERENCIAS

GONZÁLEZ, H., MELLA, C., CASTELLARO, G., URIBE, H. 2020. Productividad y eficiencia biológica de vacas mestizas Jersey x Holstein neozelandés. I. Producción de leche, grasa, proteína y peso vivo. XLV Congreso Anual de SOCHIPA, Sustentabilidad de la Intensificación 0718-3682:74-75.

HANDCOCK, R., LOPEZ VILLALOBOS, N., MCNAUGHTON, L., BACK, P., EDWARDS, G., HICKSON, R. 2020. Body weight of dairy heifers is positively associated with reproduction and stayability. *Journal of Dairy Science* 103:1-9.

HOLLANDER, M. AND WOLFE, D. 1999. *Nonparametric Statistical Methods*, 2nd ed. Wiley, New York, USA. 503 p.

## EFICACIA DE LA SELECCIÓN LOCAL PARA LA PRESERVACIÓN DE LA VARIABILIDAD GENÉTICA EN POBLACIONES GANADERAS

*Efficacy of local selection for preserving genetic variability in livestock populations*

Jaime Piñeira V.

Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) [jpineira@inia.cl](mailto:jpineira@inia.cl)

## **INTRODUCCIÓN**

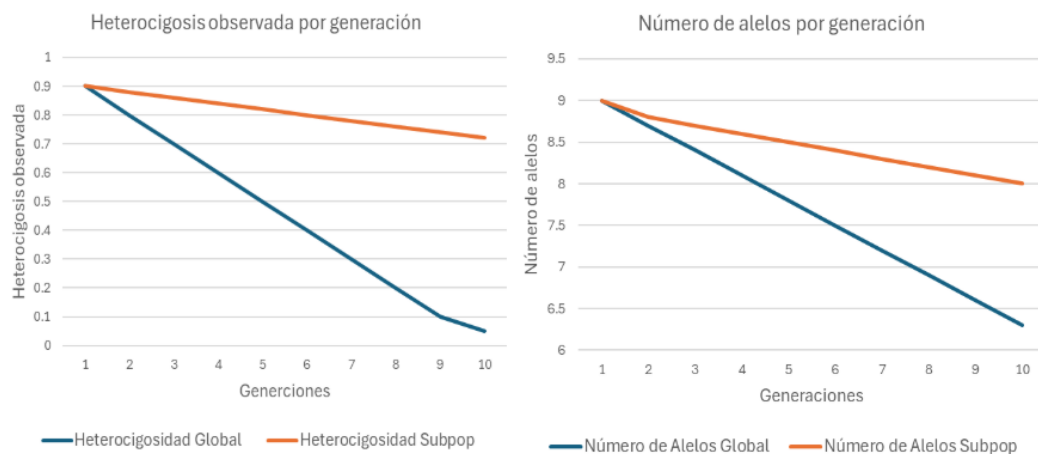
La conservación de la variabilidad genética es crucial para la adaptabilidad y sostenibilidad de las poblaciones ganaderas, proporcionando una base sólida para los programas de mejoramiento (Frankham et al., 2002). Los programas globales, como Interbull en bovinos, mejoran la productividad mediante la comercialización de germoplasma, pero a menudo omiten interacciones genotipo-ambiente y los efectos de la consanguinidad, reduciendo la variabilidad genética (Gienapp et al., 2008). La FAO, en cambio, promueve la mejora genética local, que genera resultados similares al adaptar animales a condiciones específicas, recorriendo caminos evolutivos distintos y seleccionando genes y alelos únicos. Este enfoque se basa en la teoría de las cimas adaptativas, donde las poblaciones locales ascienden picos adaptativos distintos, aumentando la diversidad y resiliencia genética a largo plazo (Wright, 1932).

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

El estudio se realizó mediante simulación, en cuatro rebaños de 200 animales cada uno. Se compararon dos estrategias de selección genética: (1) selección en una población única de 800 animales, y (2) selección en subpoblaciones de 200 animales cada una. La simulación abarcó 10 generaciones, considerando la existencia de interacciones genotipo-ambiente que modifican los efectos de cada locus. Se consideraron 9 locus, cada uno con 9 alelos posibles, y se asumieron varios supuestos genéticos: el tamaño de la población se mantuvo constante, con una tasa de reemplazo del 20% de los animales con menor valor genético por el 20% de las crías con mejor valor genético en cada generación; no se incluyó mutación ni migración, manteniendo la población cerrada; el apareamiento fue aleatorio, y cada hembra tuvo una sola cría; la asignación de sexos en cada generación fue aleatoria e igualitaria, con 50% machos y 50% hembras; los genotipos por locus siguieron las leyes de Mendel (segregación y distribución independiente); y el valor genético de cada animal dependió de la combinación alélica de cada locus, con efectos específicos para cada alelo. Los datos se analizaron utilizando protocolos de inteligencia artificial (ChatGPT, OpenAI) especialmente diseñados para simular diferentes escenarios de selección genética y evaluar los impactos en la variabilidad genética (Visscher et al., 2008).

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

La simulación genética reveló que la pérdida de variabilidad genética fue menor cuando se ejerció presión de selección en subpoblaciones de 200 animales cada una, en comparación con una población única de 800 animales. La heterocigosidad observada en la población global disminuyó de 0,9 a 0,05 en la décima generación, mientras que en las subpoblaciones descendió de 0,9 a 0,72. El número de alelos en la población global disminuyó de 9,0 a 6,3, mientras que en las subpoblaciones se mantuvo relativamente estable, de 9,0 a 8,0. La riqueza alélica fluctuó en la misma medida que el número de alelos (Figura 1). Estos resultados indican que la estructura de subpoblaciones ayuda a mantener una mayor variabilidad genética, mejorando la conservación de la heterocigosidad, el número de alelos y la riqueza alélica en comparación con una población única global.



**Figura 1.** Comparación de la Variabilidad Genética entre Estrategias de Selección en una Población Única de 800 Animales y en Subpoblaciones de 200 Animales cada una a lo largo de 10 Generaciones.

## CONCLUSIONES

Los resultados de la simulación genética indican que la estrategia de selección en subpoblaciones, asumiendo la existencia de interacciones genotipo-ambiente, es más efectiva para conservar la variabilidad genética en comparación con la selección en una población única de 800 animales. La estructura de subpoblaciones permitió mantener una mayor heterocigosis observada, un número más estable de alelos y una mejor conservación de la riqueza alélica a lo largo de las generaciones.

Estos hallazgos sugieren que los programas de mejoramiento genético locales, que consideran las variaciones ambientales específicas, pueden ser más beneficiosos para la preservación de la diversidad genética y la adaptabilidad de las poblaciones ganaderas. Además, estos resultados destacan la importancia de tener en cuenta las interacciones genotipo-ambiente en el diseño y la implementación de programas de conservación y mejoramiento genético.

## REFERENCIAS

- Falconer, D. S., & Mackay, T. F. (1996). *Introduction to Quantitative Genetics* (4th ed.). Longman, Harlow.
- Frankham, R., Ballou, J. D., & Briscoe, D. A. (2002). *Introduction to Conservation Genetics*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Gienapp, P., Teplitsky, C., Alho, J. S., Mills, J. A., & Merilä, J. (2008). Climate change and evolution: disentangling environmental and genetic responses. *Molecular Ecology*, 17(1), 167-178.
- Visscher, P. M., Hill, W. G., & Wray, N. R. (2008). Heritability in the genomics era—concepts and misconceptions. *Nature Reviews Genetics*, 9(4), 255-266.
- Wright, S. (1932). The roles of mutation, inbreeding, crossbreeding and selection in evolution. In: *Proceedings of the 6th International Congress of Genetics*, Vol. 1, 356-366.

## Effect of genomic sex on harvest weight in *Seriola lalandi*

Jessica Dörner<sup>1</sup>, Nicolás Galarce<sup>1</sup>, Víctor Martínez<sup>1</sup>

<sup>1</sup>INBIOGEN, Departamento de Producción Animal, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad de Chile. Avda. Santa Rosa 11735, Santiago 8820808, Chile. email: jdorner@ug.uchile.cl

### INTRODUCCIÓN

Diversas especies en acuicultura no tienen dimorfismo sexual externo, por lo tanto, no es posible determinar durante el ciclo productivo el sexo de los individuos. El sexo tiene efectos sobre diversas características productivas, particularmente, sobre el crecimiento y calidad de canal debido a las diferencias en maduración. De esta forma, los sistemas productivos en diversas especies en acuicultura se realizan en base a poblaciones monosexos, particularmente en sistemas de recirculación. En este trabajo estudiamos por primera vez el efecto del sexo sobre datos de crecimiento a cosecha en *Seriola lalandi*, utilizando un panel de paternidad, que además permite determinar el sexo en esta especie. El objetivo de este trabajo es determinar el efecto del sexo sobre el crecimiento de *Seriola lalandi* en sistemas de recirculación (RAS).

### MATERIALES Y MÉTODOS

Se tomaron muestras aleatorias de un total de 564 progenies de las diferentes unidades de cría (R1, R2, R3 y R4) provenientes de una población cautiva nacional de reproductores de *Seriola lalandi* desde la empresa Acuínor S.A., en la ciudad de Caldera, ubicada en la Región de Atacama. Esta progenie se cultivó en condiciones estándar, y se mantuvieron hasta la cosecha en un Sistema de Acuicultura de Recirculación (RAS). Se registro el peso a la cosecha y se procedió a cortar un trozo de tejido branquial de los peces previamente cosechados. Las muestras se mantuvieron en etanol >70% a -20 °C antes de la extracción de ADN.

El ADN genómico se extrajo con NucleoSpin® Plant II kit (Macherey-Nagel®, Düren, Alemania) siguiendo las instrucciones del fabricante y se cuantificó por fluorescencia con Qubit dsDNA BR Assay kit (Thermo Fisher Scientific, Waltham, MA, USA).

La predicción de la paternidad y sexo fue realizada mediante un panel de SNPs de genotipado por secuenciamiento desarrollado por Martínez *et al.* (2023). Este panel consta de 313 marcadores incluidos en distintos cromosomas en equilibrio de ligamiento y 13 asociados al sexo. Primeramente, las regiones que incluyen a todos los marcadores del panel fueron obtenidas mediante PCR multiplex. Cada amplicon incluye los adaptadores necesarios para multiplexar 96 individuos. El secuenciamiento se llevó a cabo mediante Ion Torrent, en un servicio comercial (ThermoFisher™, Santa Clara, USA). Un total de 13 marcadores fueron utilizados para la determinación del sexo, los cuales permiten determinar el sexo heterogamético en hembras y homogamético en machos.

Los datos finales incluyen para cada individuo el peso a cosecha, estanque de producción y sexo genético. El modelo de análisis es el siguiente:

$$P_{ijk} = \mu + T_i + S_j + e_{ijk}$$

Donde  $P_{ijk}$  es el peso a la cosecha;  $T$  es el efecto estanque  $i$ -ésimo (grupo de cosecha a 2 kg y 4.5 kg);  $S$  es efecto del sexo  $j$  y  $e_{ijk}$  es el efecto residual. El análisis de varianza bajo este modelo se ejecutó en el software R, utilizando el programa AOV (R Core Team, 2022).

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El efecto del sexo contribuye de manera significativa sobre el peso corporal a la cosecha de *Seriola lalandi*. Las diferencias en ambos grupos de cosecha provenientes de la misma población son cercanas a 600 gramos lo cual equivale a un 30% de mayor crecimiento en hembras, mostrando una interacción significativa e indicando que las diferencias entre sexos tienden a ser mayores en peces con mayores pesos a la cosecha (Figura 1). Estos marcadores son útiles para seleccionar el sexo de crecimiento más rápido en etapas tempranas dando como resultado una reducción de los costos y los requisitos de espacio en programas de crianzas de *Seriola lalandi*, especie con gran interés económico al igual que otras especies cultivadas (Fuji *et al.*, 2010).

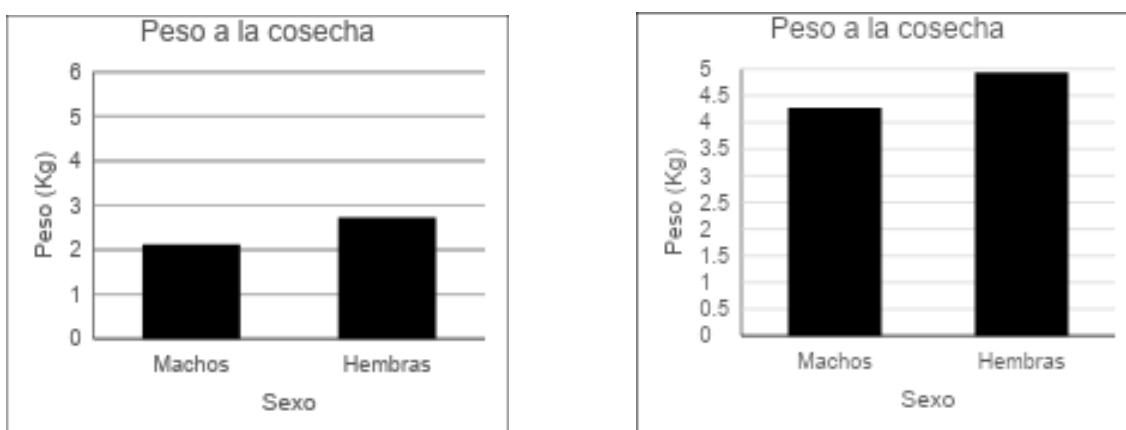


Fig. 1. Dos grupos de *Seriola lalandi* provenientes de la misma población pesados a la cosecha por sexo.

Las pruebas de paternidad molecular señalaron que en general la contribución genética es asimétrica, lo cual es un problema productivo previamente establecido en otros trabajos (Martínez *et al.*, 2023). Esto ocurre debido a que estos peces a diferencia con lo que ocurre con salmones tienen desoves espontáneos y por lo tanto no es posible realizar fecundación externa.

La predicción del sexo en acuicultura se ha llevado a cabo tradicionalmente utilizando PCR para un número relativamente pequeño de marcadores (Dettleff *et al.*, 2020). Sin embargo, la falta general de paneles estandarizados específicos de especies impide que se pueda automatizar el proceso de obtención de marcadores, para caracterizar la paternidad en estas especies. Por otro lado, los paneles de microsatélites no son útiles para la determinación del sexo, requiriendo un paso separado de PCR de fusión de alta resolución (Martínez, 2024). Por todas estas razones, es importante desarrollar paneles de marcadores utilizando SNP, que son más rápidos de obtener, más precisos y baratos en comparación con los microsatélites.

Estos hallazgos resaltan la importancia de conocer el sexo de forma temprana con el objetivo de mejorar la rentabilidad en el sector, permitiendo un manejo más eficiente y una planificación optimizada del cultivo. Además, de esta forma es posible manejar de forma más eficiente los sistemas de RAS, los cuales presentan desafíos en su implementación y mantenimiento.

## CONCLUSIONES

En este estudio, utilizamos un panel de marcadores para realizar pruebas de paternidad y determinación del sexo en *S. lalandi*. El uso de este recurso genómico permitió establecer que las hembras presentan una mayor tasa de crecimiento lo que las hace más deseables al momento de establecer sistemas en RAS. Estos logros aumentarán la viabilidad de este nuevo recurso acuícola y, por lo tanto, el éxito de las actividades comerciales asociadas.

## AGRADECIMIENTOS

Proyecto Fondecyt Regular n° 1241720.

## REFERENCIAS

Dettleff, P.; Hernandez, E.; Partridge, G.; Lafarga-De la Cruz, F.; Martinez, V. 2020. Entendiendo la estructura poblacional y el comportamiento reproductivo del pez rey de cola amarilla (*Seriola lalandi*) producido en criaderos. *Aquaculture*. 522, 734948.

Fuji, K., Yoshida, K., Hattori, K., Ozaki, A., Araki, K., Okauchi, M., ... & Sakamoto, T. 2010. Identification of the sex-linked locus in yellowtail, *Seriola quinqueradiata*. *Aquaculture*, 308, S51-S55.

Martinez V, Galarce N, Setiawan A. 2023. Developing Methods for Maintaining Genetic Diversity in Novel Aquaculture Species: The Case of *Seriola lalandi*. *Animals (Basel)*. Mar 2;13(5):913.

Martínez, V. 2024. Asociación de todo el genoma para la determinación del sexo en *Seriola lalandi*. en preparación.

R Core Team. 2022. R: A Language and Environment for Statistical Computing R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>

## MÉTODOS DE GENOTIPADO PARA EL LOCUS *OOCYAN* EN GALLINAS DOMÉSTICAS

Genotyping methods for the *Oocyan* locus in domestic chickens.



Mario Díaz-Matus de la Parra<sup>1\*</sup>, Karla Inostroza<sup>2</sup>, Giovanni Larama<sup>3</sup>, Silvana Bravo<sup>4</sup>.

<sup>1</sup>Escuela de Graduados, Facultad de Ciencias Agrarias y Alimentarias, Universidad Austral de Chile. <sup>2</sup>Departamento de Ciencias Agropecuarias y Acuícolas, Facultad de Recursos Naturales, Universidad Católica de Temuco. <sup>3</sup>Laboratorio de Biocontrol, Universidad de La Frontera. <sup>4</sup>Instituto de Producción Animal, Facultad de Ciencias Agrarias y Alimentarias, Universidad Austral de Chile. \*Correo electrónico: [mariodiazmatus@gmail.com](mailto:mariodiazmatus@gmail.com)

## INTRODUCCIÓN

El color de la cáscara del huevo es una característica importante en diversas razas de gallinas domésticas, donde el color azul, específicamente, es un rasgo distintivo controlado por el locus *O*, con una herencia autosómica dominante (Punnett, 1933). Este rasgo está relacionado con la producción de biliverdina, que tiñe la cáscara del huevo (Kennedy & Vevers, 1976). Sin embargo, una de las principales limitaciones en los programas de conservación y selección es la incapacidad de identificar a los machos portadores del alelo *O* sin observar el fenotipo de sus descendientes, lo que implica un proceso lento y costoso. Esto subraya la necesidad de desarrollar técnicas rápidas, eficientes y de bajo costo para el genotipado del locus *O*. El presente estudio tiene como objetivo comparar tres métodos de genotipado. Long PCR, PCR múltiplex, y LAMP, para la identificación precisa y rápida del gen del huevo azul en gallinas domésticas, permitiendo mejorar la eficiencia de los programas de conservación y selección genética.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron muestras de ADN extraídas de sangre de 30 gallinas fenotípicamente clasificadas por el color de la cáscara de sus huevos (azules y no azules), distribuidas en diferentes regiones. Se diseñaron primers específicos para amplificar el fragmento de 4,5 kb asociado con la inserción retroviral EAV-HP en el cromosoma 1, responsable de la coloración azul (NCBI GenBank, número de acceso: KC632577.1). La reacción de Long PCR se llevó a cabo siguiendo un protocolo estándar ajustado según las condiciones del laboratorio de marcadores moleculares del Instituto de Producción Animal de la Universidad Austral de Chile (IPA), con condiciones específicas para la amplificación de secuencias largas. Se implementó un protocolo de PCR múltiplex utilizando primers que amplifican simultáneamente la región del genotipo azul (presencia del retrovirus) y una región control sin la inserción. Esta técnica permitió diferenciar entre gallinas homocigotas y heterocigotas para el gen *O*, así como las no portadoras. La técnica de LAMP se utilizó para realizar un genotipado rápido y específico en condiciones de campo. Este método fue diseñado para detectar la presencia del alelo *O* mediante la amplificación de una secuencia específica asociada con el gen de la biliverdina, sin necesidad de cambios de temperatura. Los productos de LAMP se visualizaron por cambios de color en el reactivo, lo que permitió una lectura rápida de los resultados. Para verificar la amplificación de los fragmentos de ADN generados en Long PCR y PCR múltiplex, se utilizó electroforesis en gel de agarosa, permitiendo así confirmar el tamaño de los productos de amplificación esperados.

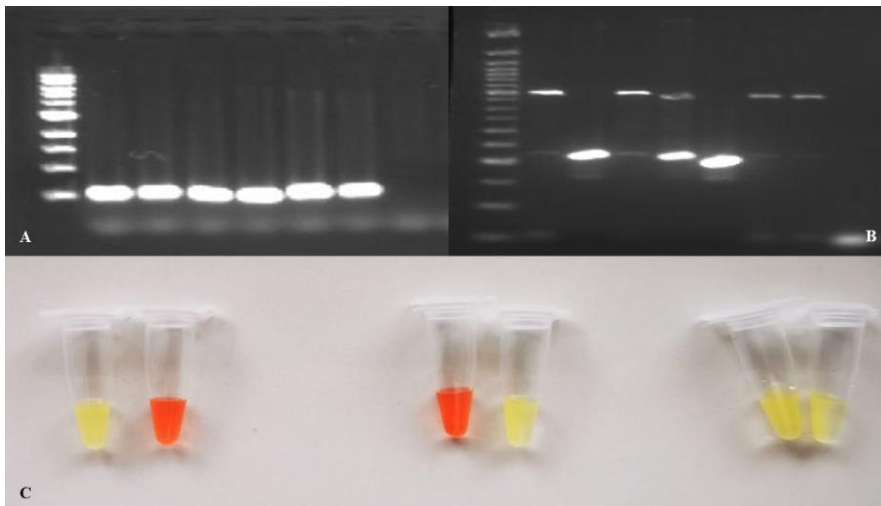


Figura 1. A) Electroforesis en gel de agarosa al 1% del producto de Long PCR. B) Electroforesis en gel de agarosa al 3 % del producto PCR Multiplex. C) Reacción colorimétrica de LAMP.

## RESULTADOS

La técnica de Long PCR (Figura 1 A) no fue efectiva, ya que no se logró amplificar el fragmento de 4,5 kb en las muestras de gallinas con huevos fenotípicamente azules, lo que sugiere limitaciones en la sensibilidad o adecuación de esta técnica para el genotipado del locus O. La PCR múltiplex (Figura 1 B) resultó exitosa, mostrando bandas claras de amplificación tanto en gallinas homocigotas como heterocigotas. La técnica permitió diferenciar fácilmente entre portadores del gen O y gallinas sin la inserción retroviral, confirmando su eficacia para el genotipado rápido del huevo azul. La técnica de LAMP (Figura 1 C) también resultó ser un método eficiente para identificar el gen del huevo azul. Los resultados fueron confiables y obtenidos en un corto período de tiempo, lo que hace de LAMP una herramienta ideal para condiciones de campo y genotipado masivo.

## CONCLUSIONES

La PCR múltiplex y la técnica LAMP tienen el potencial de mejorar los programas de conservación y selección de gallinas portadoras del gen del huevo azul, especialmente en contextos de campo sin requerir de infraestructura y equipamiento sofisticado.

## AGRADECIMIENTOS

El presente estudio cuenta con el financiamiento del proyecto institucional ANID “Fortalecimiento de las capacidades de I+D para el Desarrollo de la Macrozona Sur Austral”, código INID210009.

## REFERENCIAS

- KENNEDY, G. Y., & VEVEERS, H. G. (1976). A survey of avian eggshell pigments. *Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Comparative Biochemistry*, 55(1), 117–123.
- PUNNETT, C. (1933). Genetic studies in poultry: IX. The blue egg. *Journal of Genetics*, 27(3), 465–470. <https://doi.org/10.1007/BF02981757>

# CARACTERIZACIÓN METAGENÓMICA DE MUESTRAS SEMINALES DE POTROS SANOS

## 16s gene metagenomic characterization in healthy stallion semen

Kattia Núñez-Montero<sup>a</sup>, Karla Leal<sup>b</sup>, Dorian Rojas-Villalta<sup>c</sup>, Macarena Castro<sup>d</sup>, Carolina Larronde<sup>e</sup>, Lisbeth Wagenknecht<sup>f</sup>, María José Contreras<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Facultad de Ciencias de la Salud, Instituto de Ciencias Aplicadas, Universidad Autónoma de Chile, Temuco 4810101, Chile; <sup>b</sup>Instituto de Ciencias Aplicadas, Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Chile, Temuco 4810101, Chile; <sup>c</sup>Biotechnology Research Center, Department of Biology, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago 30101, Costa Rica; <sup>d</sup>Doctorado en Ciencias Aplicadas, Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Chile, Temuco 4810101, Chile; <sup>e</sup>Facultad de La Salud, Universidad Autónoma de Chile, Temuco 4810101, Chile; <sup>f</sup>Haras La Gloria, Vilcún, Chile

## INTRODUCCIÓN

La mayoría de los estudios sobre la composición bacteriana del semen se han centrado en especies aisladas y sus efectos, lo cual es útil para entender procesos patológicos. Sin embargo, para comprender mejor la calidad del esperma y la fertilidad, es necesario estudiar el microbioma completo. Las técnicas independientes de cultivo, como la secuenciación del gen 16S rRNA, han permitido identificar más del 90% del microbioma, lo que ha mejorado los estudios de comunidades microbianas. En caballos, la investigación se ha enfocado principalmente en bacterias patógenas, pero recientemente ha aumentado el interés por estudiar el microbioma en animales sanos. Bacterias en el semen pueden afectar la calidad de los espermatozoides o causar enfermedades en hembras inseminadas. La tecnología de secuenciación de tercera generación ofrece una mejor resolución para clasificar especies bacterianas y entender sus interacciones con los espermatozoides. El objetivo del estudio fue caracterizar y comparar la diversidad microbiana en el semen de potros sanos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

En este estudio, se utilizaron cuatro potros mantenidos en condiciones controladas. Se colectaron muestras de semen utilizando una vagina artificial tipo Colorado y se evaluó la calidad espermática mediante la observación microscópica de la motilidad y concentración. Las muestras seminales fueron transportadas al laboratorio y almacenadas en un congelador a -80°C hasta la extracción de ADN, que se realizó con kits de aislamiento Dneasy® UltraClean. La secuenciación del gen 16S se realizó usando la plataforma MinION y el análisis metagenómico incluyó la clasificación taxonómica hasta nivel de especie. Se analizaron los datos de diversidad alfa con pruebas estadísticas, utilizando GraphPad Prism 9 y se visualizó la información mediante gráficos generados en R.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se observaron 5164 secuencias del gen 16S rRNA en cuatro potros, con variaciones en la abundancia de diferentes filos bacterianos, destacando *Firmicutes*, *Bacteroidota* y *Proteobacteria*. Se identificaron 17 familias bacterianas comunes entre los cuatro individuos, aunque la abundancia de ciertas familias varió entre ellos. A nivel de género, se encontraron diferencias en la abundancia relativa, con *Fastidiosipila* y *Ezakiella* siendo más comunes. En el nivel de especie, destacan *Fastidiosipila sanguinis* y *Ezakiella massiliensis*, con algunas especies más abundantes en ciertos sementales. Los índices de diversidad alfa no mostraron diferencias significativas entre muestras, indicando patrones bacterianos similares entre los

sementales. Sin embargo, cada semental mostró un perfil bacteriano único, con un microbioma central compartido entre los replicados de cada semental.

Los avances en tecnologías de tercera generación han mejorado nuestra comprensión de las comunidades microbianas en diversos ecosistemas, incluyendo el semen de animales. Aunque la investigación en esta área está es incipiente, se han identificado tendencias consistentes en la composición del microbioma seminal de potros, con *Firmicutes*, *Bacteroidetes* y *Actinobacteria* como los filos más abundantes. A nivel de familia y género, se observan variaciones entre estudios, destacando *Porphyromonadaceae* y *Peptoniphilaceae*. Existen evidencias que afirman que la microbiota influye en la calidad del espermática, pudiendo desencadenar baja calidad y funcionalidad de éstos. Además, la variabilidad individual y las condiciones ambientales afectan la diversidad microbiana, lo que subraya la necesidad de estrategias individualizadas para preservar el semen. Las investigaciones futuras deberían enfocarse en cómo el microbioma impacta la fertilidad y cómo mejorar las prácticas reproductivas a través de la comprensión del microbioma.

## CONCLUSIONES

El presente estudio ofrece una visión integral de la composición bacteriana presente en su semen de potros chilenos, identificando taxones hasta el nivel de especie. Los filos predominantes fueron *Firmicutes*, *Bacteroidota* y *Proteobacteria*. A nivel de especie, se identificaron como más abundantes *Fastidiosipila sanguinis*, *Ezakiella massiliensis*, *Ezakiella coagulans* y *Ercella succinigenes*, con variaciones particulares en cada individuo. Cada semental mostró una huella bacteriana única con un número variable de taxones exclusivos, lo que revela la individualidad del microbioma seminal. Finalmente, la identificación del microbioma central en cada semental ofrece valiosas perspectivas sobre las bacterias fundamentales que podrían influir en la salud y fertilidad de los sementales. Este estudio destaca la importancia de considerar tanto las similitudes como las diferencias individuales en la composición bacteriana para futuras investigaciones y aplicaciones prácticas en el campo de la reproducción equina.

Los autores agradecen el apoyo financiero de ANID, FONDECYT INICIACION [11240632] y FONDECYT INICIACION [11230475].

# **PRIMERA EXPERIENCIA EN EL USO DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA LA GESTIÓN GENÉTICA Y REPRODUCTIVA EN BOVINOS DE CARNE: UN ENFOQUE INNOVADOR PARA LA OPTIMIZACIÓN DE REBAÑOS**

## **First Experience in the Use of Artificial Intelligence for Genetic and Reproductive Management in Beef Cattle: An Innovative Approach for Herd Optimization**

Jaime Piñeira V. Guido Candia A.

Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) [jpineira@inia.cl](mailto:jpineira@inia.cl)

### **INTRODUCCIÓN**

La gestión genética y reproductiva en la producción bovina es fundamental para asegurar la sostenibilidad y productividad de los sistemas ganaderos (Buxadé 1995). La incorporación de información genética como pruebas de progenie y datos de pedigrí, han transformado la selección de reproductores, permitiendo predecir características clave como el peso ajustado al destete (PAD) y la ganancia de peso diaria (GPD), además de garantizar un control eficiente de la consanguinidad dentro de los rebaños.

Aunque las evaluaciones genéticas son esenciales, las decisiones finales deben complementarse con la experiencia práctica del criador, quien tiene en cuenta factores como la conformación física y la adaptabilidad de los animales al entorno.

Este estudio combina dos estrategias reproductivas: monta natural e inseminación artificial (IA), aplicadas en dos criaderos de bovinos Aberdeen Angus ubicados en las regiones de Los Lagos y La Araucanía. Para optimizar la asignación de hembras a toros, se emplearon algoritmos de inteligencia artificial (IA) (OpenAI 2024), lo que permitió integrar criterios cuantitativos y cualitativos, como las categorías de los animales, evitando montas inadecuadas, maximizando los valores genéticos de las crías y controlando eficientemente la consanguinidad.

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

El estudio se realizó en dos criaderos de bovinos de la raza Aberdeen Angus. En el Criadero Porvenir, ubicado en la comuna de Purranque, región de Los Lagos, se utilizaron seis toros locales para cubrir 205 hembras mediante monta natural. La selección de hembras se basó en sus valores genéticos (EBV) para peso ajustado al destete (PAD), ganancia de peso diaria (GPD) y tamaño (FS), manteniendo la consanguinidad por debajo del 6%. También se consideró la categoría de las hembras (Vaca o vaquilla) y los machos (Toro o torito). Las crías nacidas en 2025 serán evaluadas en su destete en 2026, cuando se analizarán sus valores genéticos reales para comparar con las predicciones realizadas.

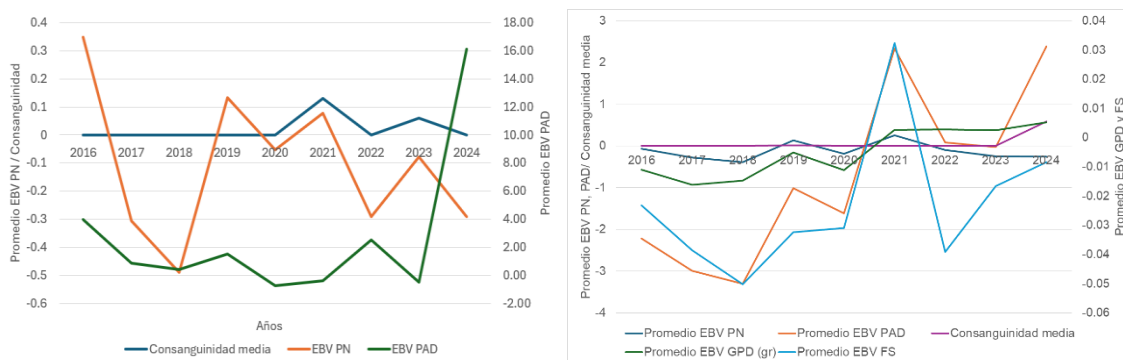
En el criadero de la Sociedad Carrasco Leví Hnos SpA (Km 16, camino a Victoria, región de La Araucanía), se inseminaron 21 hembras con semen de tres toros estadounidenses (RAAA4229282, RAAA1704763 y RAAA3952885), priorizando la introducción de nuevas líneas de sangre. Las genealogías de los toros fueron incorporadas a la genealogía del criadero gracias a la información proporcionada por Red Angus Association of America (2024), lo que permitió una mayor precisión en la estimación de la consanguinidad,

En ambos criaderos, se empleó algoritmos de inteligencia artificial (IA), especialmente diseñados, para procesar los EBV, las categorías reproductivas y el parentesco entre machos y hembras, optimizando la asignación de individuos a los grupos reproductivos para maximizar los valores genéticos de las crías y evitar incrementos significativos de la consanguinidad media de los rebaños.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Criadero Porvenir, se espera que las crías nacidas en 2025 tengan un EBV PAD promedio de 2.38 kg y un EBV GPD de 5.24 g/día, con una consanguinidad del 0.59%, lo que sugiere una mejora genética significativa. La monta natural, optimizada mediante IA, permitió gestionar un gran número de hembras, maximizando los valores genéticos y minimizando la consanguinidad. Las predicciones sobre el rendimiento de las crías se validarán en 2026, cuando se obtengan los datos reales al destete.

En el Criadero de la Sociedad Carrasco Leví Hnos SpA, las crías previstas para 2025 muestran un EBV PAD de 16.11 kg y un EBV GPD de 33.5 g/día, con una consanguinidad de 0.00%, lo que representa un avance en la introducción de nuevas líneas genéticas. Sin embargo, la interacción genotipo-ambiente (GxE) (Menendez Buxadera y Mandonnet 2006) introduce un factor de incertidumbre, ya que los toros fueron evaluados en un entorno diferente (EE.UU.), lo que podría afectar la expresión del potencial genético de las crías bajo las condiciones locales de La Araucanía. Será crucial validar estos resultados cuando las crías sean evaluadas en 2026, al destete, para comparar sus características reales con las predicciones genéticas.



**Figura 1.** gráfico que muestra la evolución de la consanguinidad y las tendencias genéticas para peso al nacimiento (P), peso ajustado al destete (PAD) ganancia de peso diario (GPD) y tamaño de los animales (FS) en los criaderos Carrasco Leví (izquierda) y Porvenir (derecha) . Los valores observados en el año 2024 son las predicciones esperadas para las crías que nacerán en 2025.

## CONCLUSIONES

El uso de inteligencia artificial (IA) en la planificación genética demuestra ser una herramienta prometedora para maximizar los valores genéticos y controlar la consanguinidad en rebaños de bovinos Aberdeen Angus. La combinación de monta natural e inseminación artificial (IA), apoyada por la IA, no solo optimiza la selección de reproductores, sino que también permite diversificar las líneas de sangre, mejorar la productividad y garantizar la sostenibilidad genética del rebaño.

Sin embargo, es crucial validar en terreno las predicciones genéticas, especialmente para confirmar los beneficios esperados en términos de productividad y consanguinidad. La interacción genotipo-ambiente (GxE) puede influir en los resultados finales, particularmente cuando se introducen líneas genéticas extranjeras evaluadas en otros ambientes. Esta primera experiencia con IA sugiere que la tecnología tiene un gran potencial para optimizar tanto la selección reproductiva como la gestión genética en la producción de carne bovina en Chile.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece la gentil colaboración de la Sociedad Carrasco Leví Hnos.

## REFERENCIAS

Buxadé C. 1995. Zootecnia Bases de Producción Animal Tomo IV. Ediciones Mundi-Prensa.

Menendez Buxadera A., Mandonnet N. 2006. The importance of the genotype-environment interaction for selection and breeding programmes in tropical conditions. *Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources* 1(026).

OpenAI. 2024. ChatGPT (versión GPT-4o). <https://www.openai.com>

Red Angus Association of America. (2024). *Red Angus Association of America*. <https://redangus.org/>

# DESARROLLO DE UN PROTOCOLO BASADO EN INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA LA SIMULACIÓN DE PLANES DE GESTIÓN GENÉTICA EN GANADO

## Development of an Artificial Intelligence-Based Protocol for Genetic Management Plans Simulation in Livestock

Jaime Piñeira V.

Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) [jpineira@inia.cl](mailto:jpineira@inia.cl)

### INTRODUCCIÓN

La mejora genética de ganado se basa en la selección de reproductores y en la gestión de la variabilidad genética, factores clave para optimizar la productividad. Sin embargo, en especies de ciclo de vida largo, como bovinos, los ensayos experimentales son complejos y pueden entrar en conflicto con principios de bioética. Por ejemplo, generar altos niveles de consanguinidad para estudiar la expresión de alelos deletéreos recesivos presenta riesgos éticos y sanitarios.

Los protocolos de simulación basados en inteligencia artificial ofrecen una alternativa innovadora para modelar procesos reproductivos y estrategias de selección sin comprometer el bienestar animal. Estas herramientas permiten evaluar la consanguinidad, la segregación alélica y el impacto de diferentes estrategias de selección.

Este estudio tuvo como objetivo desarrollar un protocolo de simulación del proceso reproductivo y la selección genética en poblaciones de animales de granja, proporcionando una base sólida para diseñar programas de gestión más eficientes y responsables, asegurando progresos genéticos a largo plazo sin comprometer la variabilidad genética poblacional ni el bienestar animal.

### MATERIALES Y MÉTODOS

El protocolo se desarrolló mediante un proceso iterativo utilizando inteligencia artificial (ChatGPT, OpenAI). Inicialmente, se crearon protocolos independientes para análisis genéticos y reproductivos en una población ficticia de ganado, que fueron ajustados y refinados hasta consolidar un protocolo unificado que emula el proceso reproductivo en animales de granja.

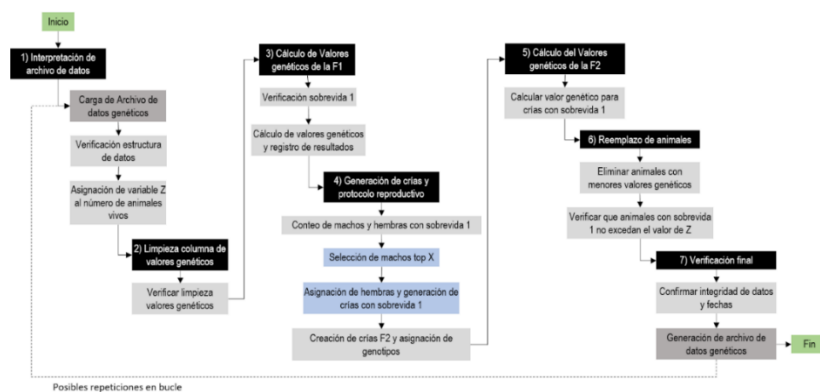
El protocolo comienza con la interpretación de datos de identificación, genotipos y valores genéticos, calculados en función de los alelos presentes en distintos loci. La simulación de la reproducción combina alelos de los padres según las leyes de Mendel, asignando aleatoriamente el género y la condición de sobrevida de las crías. La población se mantiene constante mediante el reemplazo de los animales con menor valor genético por los mejores de la nueva generación, permitiendo evaluar diferentes escenarios de selección (Figura 1).

Para validar los resultados, se realizaron verificaciones de coherencia en los valores genéticos y la integridad de los datos. Posteriormente, se utilizó el software ENDOG (Gutiérrez y Goyache, 2005) para evaluar la estructura genealógica de la generación F2 y la limpieza de los datos de sobrevida. Esta verificación confirmó que el protocolo estaba correctamente construido ya que el archivo generado permitió la estimación de parámetros genéticos poblacionales como los coeficientes de consanguinidad y otros índices de variabilidad genética, relevantes para su uso en programas de gestión genética.



## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La implementación del protocolo permitió simular fielmente el proceso reproductivo y genético en animales de granja, replicando patrones de selección en poblaciones reales. Los coeficientes de consanguinidad obtenidos mediante ENDOG fueron consistentes con los valores esperados, confirmando la correcta configuración del modelo. Esta herramienta demostró ser útil para evaluar el impacto de estrategias de selección en poblaciones cerradas, especialmente en razas adaptadas localmente donde no es viable la incorporación de genética externa. Además, se identificó su potencial para simular los límites de consanguinidad media y prevenir enfermedades autosómicas recesivas, estableciendo umbrales críticos para la gestión genética. El protocolo también evidenció su capacidad para explorar divergencias adaptativas entre grupos sometidos a presiones de selección idénticas, aportando información valiosa sobre la evolución adaptativa y la dinámica genética en diferentes contextos.



**Figura 1.** Diagrama de flujo que representa el protocolo de simulación genética utilizado para evaluar procesos reproductivos y de selección en una población animal. Los recuadros con fondo negro ilustran las etapas clave del protocolo. En azul las etapas en las que es posible establecer criterios para la selección de los reproductores y niveles de presión de selección. La línea punteada indica la posibilidad de repetir el protocolo en bucle por tantas generaciones como se desee.

## CONCLUSIONES

El protocolo desarrollado representa una herramienta robusta y versátil para la gestión genética en poblaciones cerradas de animales de granja. Su capacidad para simular programas de mejora genética y evaluar estrategias de selección lo hace especialmente relevante para razas localmente adaptadas, donde no es viable incorporar genética externa sin comprometer sus características únicas. El protocolo permite explorar la dinámica genética bajo diferentes escenarios de selección, facilitando la planificación de programas que buscan maximizar la adaptación al entorno y la eficiencia productiva sin sacrificar la variabilidad genética. Además, su uso en estudios sanitarios para evaluar los límites de consanguinidad es crucial para prevenir el surgimiento de enfermedades autosómicas recesivas, permitiendo establecer umbrales críticos para el manejo genético que minimicen la aparición de alelos deletéreos. Esto asegura la sostenibilidad y viabilidad a largo plazo de las poblaciones. En conjunto, este protocolo proporciona un marco flexible y adaptable para la investigación genética aplicada en diversos contextos productivos y de conservación, mejorando la toma de decisiones en programas de selección y manejo del ganado, y contribuyendo al desarrollo de estrategias de gestión genética más responsables y sostenibles.

## REFERENCIAS

Gutierrez JP, Goyache F. 2003. A note on ENDOG: a computer program for analyzing pedigree information. *J Anim Breed Genet*; 122: 357-360.

OpenAI. (2024). ChatGPT (versión GPT-4o). <https://www.openai.com/>

# EFFECTO DEL GENOTIPO EN CARACTERÍSTICAS DE CRECIMIENTO Y SOBREVIVENCIA DE TERNERAS HOLSTEIN NEOZELANDÉS-JERSEY EN CRIANZA A PASTOREO. I. CARACTERÍSTICAS DE CRECIMIENTO

## Effect of genotype on growth and survival characteristics of New Zealand Holstein-Jersey calves rearing on pasture. I. Growth performance

Michelle Riquelme L<sup>1</sup>, Héctor Uribe M.<sup>1\*</sup>, Giorgio Castellaro G.<sup>1</sup> y Víctor Parraguez G.<sup>1</sup>

Universidad de Chile, Facultad Ciencias Agronómicas. Departamento Producción Animal.

E-mail: \*[hectoruribe@uchile.cl](mailto:hectoruribe@uchile.cl)

## INTRODUCCIÓN

El éxito de los sistemas estacionales en producción de leche se debe al empleo de razas caracterizadas por tener alta eficiencia reproductiva y biológica. Para ajustarse a la realidad del sur del país se han empleado razas como Holstein Neozelandés (HNZ) y Jersey (J), además de las cruces de estas. Para asegurar dicha estacionalidad, es vital enfocarse en el sistema de crianza. Desde el nacimiento, las terneras comienzan un proceso tendiente a alcanzar su potencial productivo y por ello se deben satisfacer sus requerimientos de manera adecuada. Por otro lado, durante este periodo tienden a ser extremadamente susceptibles a los cambios de temperaturas y patógenos afectando su sobrevivencia. El objetivo de la investigación fue comparar el peso al nacimiento y al destete, de terneras mestizas de cuatro genotipos, desde que ingresan al sistema de alimentación artificial hasta que se les corta el suministro de leche.

## MATERIALES Y METODOS

El estudio se realizó en la Estación Experimental Oromo (Purranque, Región de Los Lagos, Chile). Se trabajó con una base de datos provenientes de partos estacionales de fines de invierno, desde 1998 hasta 2021. El archivo de trabajo incluyó 1110 registros individuales con información de fecha y peso al nacimiento, fecha y peso al destete. Además, el registro consignaba la fecha y causal de muerte, en el caso que eventualmente ocurriera. Adicionalmente contenía el registro histórico de la genealogía de las terneras, las cuales se agruparon en cuatro genotipos de acuerdo con su proporción genética de la raza Holstein Neozelandés según lo propuesto por Handcock *et al.*, (2020): H (aporte raza Holstein Neozelandés  $\geq 14/16$ ); HX ( $10/16 \leq$  aporte de raza Holstein Neozelandés  $\leq 13/16$ ); HJ ( $7/16 \leq$  aporte de raza Holstein Neozelandés  $\leq 9/16$ ); JX ( $3/16 \leq$  aporte de raza Holstein Neozelandés  $\leq 6/16$ ). Las características de crecimiento analizadas como variables dependientes fueron el peso al nacimiento y el peso al destete. Los promedios mínimos cuadráticos fueron estimados mediante un modelo lineal que incorporó los efectos fijos: genotipo, número ordinal de parto, mes de nacimiento, año de nacimiento y, como covariables, las variables continuas peso al nacimiento y edad al destete. La diferenciación estadística de los promedios mínimos cuadráticos se realizó mediante una prueba de *t* entre pares de medias ( $P < 0,05$ ).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El peso al nacimiento de las terneras de los diferentes genotipos se presenta en el Cuadro 1. A medida que aumentó la proporción de la raza HNZ en el genotipo, el peso de la ternera fue más alto (Hickson *et al.*, 2015).

**Cuadro 1.** Medias mínimo-cuadráticas y error estándar para peso al nacimiento de cada genotipo.

<b>Genotipo<sup>1</sup></b>	<b>Peso al nacimiento (Kg)</b>
H	36,73 ± 0,14 <sup>a</sup>
HX	34,26 ± 0,25 <sup>b</sup>
HJ	31,79 ± 0,29 <sup>c</sup>
JX	30,07 ± 0,39 <sup>d</sup>

Letras distintas en sentido vertical indican diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0,05$ ).

<sup>1</sup>H = aporte raza Holstein Neozelandés  $\geq 14/16$ ; HX =  $10/16 \leq$  aporte de raza Holstein Neozelandés  $\leq 13/16$ ; HJ =  $7/16 \leq$  aporte de raza Holstein Neozelandés  $\leq 9/16$ ; JX =  $3/16 \leq$  aporte de raza Holstein Neozelandés  $\leq 6/16$ .

El peso al nacimiento influye sobre el tiempo necesario para alcanzar el peso aceptable al destete y consecuentemente, el tiempo para llegar al encaste. Lo anterior también afecta el tiempo para duplicar el peso al nacimiento, la aparición de la pubertad y el nivel de producción de leche en la primera lactancia. Por el contrario, la sobrealimentación, resulta en una pubertad adelantada sin un desarrollo adecuado de la glándula mamaria ya que no se reemplazará el tejido adiposo por tejido mamario funcional (Mella, 2012). En concordancia con lo anterior, el genotipo con mayor proporción de la raza HNZ llegó al destete con pesos más altos que el genotipo con mayor raza Jersey, mientras los genotipos mestizos se ubicaron más cercanos a la media a pesar de las diferencias estadísticas presentadas (Cuadro 2).

**Cuadro 2.** Medias mínimo-cuadráticas y error estándar para peso al destete de cada genotipo.

<b>Genotipo<sup>1</sup></b>	<b>Peso al destete (Kg)</b>
H	81,38 ± 0,22 <sup>a</sup>
HX	80,84 ± 0,37 <sup>a</sup>
HJ	76,86 ± 0,44 <sup>b</sup>
JX	76,37 ± 0,62 <sup>b</sup>

Letras distintas en sentido vertical indican diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0,05$ ).

<sup>1</sup>H = aporte raza Holstein Neozelandés  $\geq 14/16$ ; HX =  $10/16 \leq$  aporte de raza Holstein Neozelandés  $\leq 13/16$ ; HJ =  $7/16 \leq$  aporte de raza Holstein Neozelandés  $\leq 9/16$ ; JX =  $3/16 \leq$  aporte de raza Holstein Neozelandés  $\leq 6/16$ .

Los genotipos con mayores pesos al nacimiento obtuvieron mayores pesos al destete y, por ende, mayores pesos a lo largo de la vida productiva. Lo anterior se explica principalmente, por la alta correlación fenotípica existente entre el peso al nacimiento y el peso al destete (0,79) (Coffey *et al.* 2006), independiente de si existiese crecimiento compensatorio.

## CONCLUSIONES

A medida que aumentó el componente genético de la raza Holstein Neozelandés, aumentó el potencial de crecimiento, disminuyendo el número de días para duplicar el peso al nacimiento y por ende alcanzando mayores peso de destete.

## REFERENCIAS

COFFEY, M., HICKEY, J., BROTHERSTONE, S. 2006. Genetic aspects of growth of Holstein-Friesian dairy cows from birth maturity. *Journal of Dairy Science*. 89(1):322-329.

HANDCOCK, R., LÓPEZ-VILLALOBOS, N., MCNAUGHTON, L., BACK, P., EDWARDS, G., HICKSON, R. 2020. Body weight of dairy heifers is positively associated with reproduction and stayability. *Journal of Dairy Science*. 103(5):1-9.

MELLA, C. 2012. Crianza de hembras de reemplazo. p. 48-51. In: Olivares, M. (ed.), *Jornadas técnicas COOPRINSEM*. Osorno, Chile. 8 de mayo 2012.

# EFFECTO DEL GENOTIPO EN CARACTERISTICAS DE CRECIMIENTO Y SOBREVIVENCIA DE TERNERAS HOLSTEIN NEOZELANDÉS-JERSEY EN CRIANZA A PASTOREO. II SOBREVIVENCIA

## Effect of genotype on growth and survival characteristics of New Zealand Holstein-Jersey calves rearing on pasture. II Survival

Michelle Riquelme L<sup>1</sup>, Héctor Uribe M.<sup>1\*</sup>, Giorgio Castellaro G.<sup>1</sup> y Víctor Parraguez G.<sup>1</sup>

Universidad de Chile, Facultad Ciencias Agronómicas. Departamento Producción Animal.

E-mail: [\\*hectoruribe@uchile.cl](mailto:*hectoruribe@uchile.cl)

### INTRODUCCIÓN

El éxito de los sistemas estacionales se debe al empleo de razas adecuadas, estas se caracterizan por tener alta eficiencia reproductiva y alta eficiencia biológica, para ajustarse a la realidad del sur del país se han empleado razas como Holstein Neozelandés (HNZ) y jersey (J), además de las cruza de estas. Para asegurar dicha estacionalidad es vital enfocarse en el sistema de crianza, desde el nacimiento las terneras comienzan un proceso tendiente a alcanzar su potencial productivo. Por ello, se deben satisfacer sus requerimientos de manera adecuada, por otro lado, durante este periodo tienden a ser extremadamente susceptibles a los cambios de temperaturas y patógenos afectando su sobrevivencia (Mella, 2015). El objetivo de la investigación fue comparar la sobrevivencia de terneras de cuatro genotipos, desde que ingresan al sistema de alimentación artificial, hasta que se les corta el suministro de leche.

### MATERIALES Y METODOS

El estudio se realizó en la Estación Experimental Oromo (Purranque, región de Los Lagos, Chile). Se trabajó con una base de datos provenientes de partos estacionales de fines de invierno, desde el año 1998 hasta el 2021. El archivo de trabajo incluyó 1.110 registros individuales con información de fecha y peso al nacimiento, fecha y peso al destete. Además, el registro consigna la fecha y causal de muerte, en el caso que eventualmente ocurriera. Adicionalmente contiene el registro histórico de la genealogía de las terneras, las cuales se agruparon en cuatro genotipos de acuerdo con su proporción genética de la raza Holstein Neozelandés según lo propuesto por Handcock *et al.*, (2020): H (aporte raza Holstein Neozelandés  $\geq 14/16$ ); HX ( $10/16 \leq$  aporte de raza Holstein Neozelandés  $\leq 13/16$ ); HJ ( $7/16 \leq$  aporte de raza Holstein Neozelandés  $\leq 9/16$ ); JX ( $3/16 \leq$  aporte de raza Holstein Neozelandés  $\leq 6/16$ ). La sobrevivencia de las terneras al destete es una variable binomial, ya que solo hay dos posibles eventos, sobrevivencia o muerte de la ternera. En este caso se modeló la probabilidad de que ocurra uno de los eventos en función a los otros parámetros del modelo, usando regresión logística (Hosmer et al., 2013).

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se puede observar que no hubo diferencias estadísticamente significativas entre los genotipos de las terneras, siendo más relevante la influencia del mes y el peso al nacimiento.

**Cuadro 1.** Razón de riesgo (odds ratio) de sobrevivencia.

Efecto	Razón de riesgo	Intervalo de confianza (95%)
	Genotipo <sup>1</sup>	

H vs JX	0,89	0,29 – 2,75 <sup>ns</sup>
HX vs JX	1,81	0,46 – 7,09 <sup>ns</sup>
HJ vs JX	1,70	0,52 – 5,62 <sup>ns</sup>
<b>Mes<sup>2</sup></b>		
junio-julio vs septiembre-octubre	3,80	1,39 – 10,39*
agosto vs septiembre-octubre	0,97	0,42 – 2,22 <sup>ns</sup>
<b>Peso al nacimiento</b>		
Coefficiente de regresión	1,11	1,02 – 1,21*

<sup>1</sup> H = aporte raza Holstein Neozelandés  $\geq 14/16$ ; HX =  $10/16 \leq$  aporte de raza Holstein Neozelandés  $\leq 13/16$ ; HJ =  $7/16 \leq$  aporte de raza Holstein Neozelandés  $\leq 9/16$ ; JX =  $3/16 \leq$  aporte de raza Holstein Neozelandés  $\leq 6/16$ .

Los resultados indican que terneras que nacen en agosto, septiembre u octubre tienen menores posibilidades de sobrevivir comparadas con las nacidas en junio y julio, resultado concordante con lo obtenido por Brea *et al.* (2016), quienes, además, indican que en los primeros días de vida los terneros son más susceptibles a las condiciones climáticas y enfermedades. Las terneras que nacen durante los primeros meses de la temporada de partos (junio y julio), parecen recibir atención y nutrición más cuidadosas en comparación con aquellas que nacen más tarde en la temporada. Lo anterior podría atribuirse al sistema de crianza utilizado en el Centro Experimental Oromo, dado que las terneras son alimentadas de forma colectiva, las que nacen al principio de la temporada tienen la ventaja de recibir una mayor proporción de calostro y leche de transición durante su período de crianza. Aunque estos alimentos, por la edad de la ternera, ya no contribuyen con inmunidad pasiva, siguen siendo nutricionalmente superiores a la leche entera.

## CONCLUSIONES

La sobrevivencia de las terneras desde el nacimiento al destete no se vio afectada por diferencias en el genotipo de estas, siendo más relevante la época de parto, en donde las terneras que nacen temprano en la temporada tienen mayores probabilidades de sobrevivir. Sin embargo, es importante destacar que, a pesar de dichas observaciones, el estudio actual no proporciona información suficiente para afirmar o refutar estas conclusiones. Terneras que nacen más pesadas en la temporada de partos tendrán mayor probabilidad de sobrevivir comparada con terneras que nacen más livianas.

## REFERENCIAS

- BREA, M., MEDINA, L., BILBAO, G. 2016. Análisis de mortalidad en una crianza artificial de terneros durante el periodo 2012-2015. 38 p. Tesis Grado Veterinario. Universidad Nacional del centro de la Provincia de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Veterinarias, Buenos Aires, Argentina.
- HANDCOCK, R., LÓPEZ-VILLALOBOS, N., MCNAUGHTON, L., BACK, P., EDWARDS, G., HICKSON, R. 2020. Body weight of dairy heifers is positively associated with reproduction and stayability. *Journal of Dairy Science*. 103(5):1-9.
- HOSMER, D., LEMESHOW, S., STURDIVANT, R. 2013. Introduction to the logistic regression model. p. 1-33. *In*: John Wiley & Sons, Inc, Applied logistic regression. 3. John Wiley & Sons, Inc. Hoboken, New Jersey, United States.
- MELLA, C. 2015. Trece claves para una buena crianza de terneros. p. 19-28. *In*: Luis Piña y Claudia Mella (ed), Circular de Extensión. 40. Santiago, Chile.

# **Sección nutrición y alimentación**

# EFFECTOS DE LA SUPLEMENTACIÓN CON AGAR-AGAR Y HARINA DE *DURVILLAEA ANTARCTICA* SOBRE EL PH Y CARACTERÍSTICAS COLORIMÉTRICAS DE LA CARNE OVINA

## Effects of Supplementation with Agar-Agar and *Durvillaea antarctica* Flour on the pH and Colorimetric Characteristics of Sheep Meat

Paula Olate <sup>1,\*</sup>, John Quiñones <sup>2,3</sup>, Rommy Díaz <sup>2,3</sup>, Néstor Sepúlveda <sup>2,3</sup>, David Cancino <sup>2,3</sup> y Alex Muñoz <sup>2,3</sup>.

<sup>1</sup> Carrera de Biotecnología, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Medioambiente, Universidad de la Frontera, Temuco 4780000, Chile. <sup>2</sup> Facultad de Ciencias Agropecuarias y Medioambiente, Universidad de la Frontera, Temuco 4780000, Chile. <sup>3</sup> Centro de Tecnología e Innovación de la Carne. Universidad de la Frontera, Temuco 4780000, Chile.

\*E-mail: [p.olate02@ufromail.cl](mailto:p.olate02@ufromail.cl)

## INTRODUCCIÓN

La calidad de la carne de ovino es crucial para productores y consumidores, influyendo en la aceptación y el valor del producto. La dieta del animal afecta en las características post mortem, incluyendo el pH y la colorimetría, que son determinantes en la percepción de frescura, sabor y jugosidad de la carne. El agar-agar, obtenida de algas *Rhodophyceae*, ofrece beneficios dietéticos por su capacidad de retención de agua y su aporte de oligoelementos. Además, contiene azúcares con potencial prebiótico y actividad anticancerígena (Yun et al., 2021), mientras que *D. antártica* es atractiva por su contenido de proteína, fibra y aminoácidos esenciales, lo cual se podría utilizar en dietas nutritivas y económicas para animales y humanos (Ortiz et al., 2005). El objetivo de este estudio fue evaluar el impacto de suplementar la dieta de corderos con agar-agar y *D. antártica* en la calidad de la carne.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron dos ensayos con corderos criollos araucanos de 2 meses de edad (n=20 cada ensayo), durante 9 y 11 semanas respectivamente. Los corderos fueron alojados y aclimatados durante 15 días en módulos dentro del Campo Experimental Maquehue de la Universidad de la Frontera. En el primer ensayo, un grupo control (CTRL) (n=10) recibió una dieta estándar, y un segundo grupo (n=10) fue suplementado con un 5% de harina de *Durvillaea antarctica* (BDA). Para el segundo ensayo, se tuvo un grupo control (CTRL) (n=10) y el grupo de tratamiento (n=10) fue suplementado con 5% de agar-agar (BAA). Todos los animales disponían de agua *ad libitum*. Tras el sacrificio, las canales fueron transportadas a una cámara de frío (4°C) y se midió pH (pH-metro IQ150, IQ, Scientific Instruments, USA) y color (CR-10 color-reader, Konica Minolta, Japan) en el músculo *Longissimus dorsi* 24h post-mortem.

El análisis estadístico se realizó con Jamovi (Versión 2.4.14), usando la prueba T de Student ( $P < 0,05$ ). El estudio fue aprobado por el Comité Ético Científico de la Universidad de la Frontera.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se observaron diferencias significativas en los parámetros a\*, b\* y C\* para la carne del grupo BDA y diferencias en b\* y L\* para el grupo BAA. Esto sugiere una leve variabilidad del color y de la opacidad en la carne de ambos tratamientos. Sin embargo, los umbrales de aceptabilidad para el cordero equivalen a un valor de luminosidad (L\*) de 34-35 y un valor de enrojecimiento (a\*) inferior a 19 (D.L. Hopkins, 1996), lo que indica que sigue siendo una



carne aceptada por el consumidor. El pH, característica importante para la terneza y el color, valor idealmente entre 5,5 a 5,8 (Taruman, et al., 2018), no mostró diferencias significativas, indicando que la harina de cochayuyo y el agar no afectan sustancialmente esta característica.

**Cuadro 1.** Efecto de la suplementación de harina de *Durvillaea antarctica* y agar-agar en corderos. Prueba T de Student para pH y colorimetría en músculo *Longissimus dorsi*.

	CTRL ± DE <sup>a</sup>	BAA ± DE <sup>a</sup>	Valor de P
PH	5.67 ± 0.0197	5.70 ± 0.0753	0.189
a*	18.3 ± 2.27	19.0 ± 2.26	0.390
b*	12.7 ± 1.50	14.2 ± 1.70	0.008
C*	22.3 ± 2.54	23.7 ± 2.60	0.119
L*	42.1 ± 2.65	45.3 ± 3.22	0.002
h*	34.8 ± 2.52	36.4 ± 2.59	0.061
	CTRL ± DE <sup>a</sup>	BDA ± DE <sup>a</sup>	Valor de P
PH	5.57 ± 0.05	5.68 ± 0.09	0.003
a*	13.9 ± 1.45	12.4 ± 1.86	0.021
b*	11.9 ± 0.63	10.8 ± 1.03	0.001
C*	18.3 ± 1.16	16.5 ± 1.74	0.002
L*	37.8 ± 3.47	39.7 ± 3.38	0.126
h*	40.7 ± 3.31	41.2 ± 4.27	0.733

<sup>a</sup>DE = DESVIACIÓN ESTÁNDAR

## CONCLUSIONES

La suplementación con harina de cochayuyo y agar-agar en ovinos no afecta negativamente a la calidad de la canal. A pesar de haber diferencias significativas, el color y luminosidad de la carne siguen dentro de los parámetros aceptados por el consumidor. No obstante, es necesario realizar otros análisis que puedan medir otras características fisicoquímicas como perfil de ácidos grasos y evaluar si hubo cambios en la calidad nutricional.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Proyecto PP22-0017. VRIP-UFRO, Fondecyt: iniciación en la investigación N°11220471 (J.Q), Fondecyt: iniciación en la investigación N°11190621 (R.D) y Proyecto PP24-0013 David Esteban Cancino Baier.

## REFERENCIAS

- HOPKINS, D., & FOGARTY, N. (1998b). Diverse lamb genotypes—2. Meat pH, colour and tenderness. *Meat Science*, 49(4), 477-488. [https://doi.org/10.1016/s0309-1740\(98\)00051-5](https://doi.org/10.1016/s0309-1740(98)00051-5).
- ORTIZ, J., ROMERO, N., ROBERT, P., ARAYA, J., LOPEZ-HERNÁNDEZ, J., BOZZO, C., NAVARRETE, E., OSORIO, A., & RIOS, A. (2005). Dietary fiber, amino acid, fatty acid and tocopherol contents of the edible seaweeds *Ulva lactuca* and *Durvillaea antarctica*. *Food Chemistry*, 99(1), 98-104. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.07.027>.

TARUMÁN, J. A., SMULDERS, J. P., & GALLO, C. B. (2018). Risk Factors for Bruises and High Muscle pH in Lamb Carcasses of Tierra Del Fuego, Chilean Patagonia. *OALib*, 05(01), 1-11. <https://doi.org/10.4236/oalib.1104291>.

YUN, E., YU, S., KIM, Y., LIU, J., KANG, N., JIN, Y., & KIM, K. (2021). In Vitro Prebiotic and Anti-Colon Cancer Activities of Agar-Derived Sugars from Red Seaweeds. *Marine Drugs*, 19. <https://doi.org/10.3390/md19040213>.

# EFFECTO DE HARINA DE *DURVILLAEA ANTÁRTICA* COMO SUPLEMENTO ALIMENTICIO EN CORDEROS SOBRE EL PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS EN CARNE.

## Effect of *Durvillaea antarctica* powder as a food supplement in lambs on meat fatty acid profile.

Rodrigo Huaiquipán<sup>1, \*</sup>, John Quiñones<sup>2,3</sup>, Rommy Diaz<sup>2,3</sup>, Néstor Sepúlveda<sup>2,3</sup>, Matías Cortes<sup>4</sup>, Paula Olate<sup>4</sup> y Erika Millahual<sup>4</sup>.

<sup>1</sup> Programa de Doctorado en Ciencias Agroalimentarias y Medioambiente, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Medioambiente, Universidad de la Frontera, Temuco 4780000, Chile. <sup>2</sup> Facultad de Ciencias Agropecuarias y Medioambiente, Universidad de la Frontera, Temuco 4780000, Chile. <sup>3</sup> Centro de Tecnología e Innovación de la Carne. Universidad de La Frontera. Temuco 4780000. Chile, <sup>4</sup>Carrera de Biotecnología. Universidad de La Frontera. Temuco. Chile.

\*E-mail: [r.huaiquipan01@ufromail.cl](mailto:r.huaiquipan01@ufromail.cl)

## INTRODUCCIÓN

La carne de cordero presenta altos niveles de ácidos grasos saturados (AGS) y bajos contenidos de ácidos grasos poliinsaturados (AGPI), lo que ha generado interés en desarrollar estrategias nutricionales para mejorar su perfil lipídico. Las algas marinas han mostrado potencial para modificar el perfil de ácidos grasos en rumiantes (Costa et al., 2021). Se plantea que la inclusión de harina de *Durvillaea antarctica* en la dieta de corderos podría incrementar el contenido de ácidos grasos omega-3 en la carne. El objetivo fue evaluar el efecto de diferentes niveles de inclusión de harina de *D. antarctica* sobre el perfil de ácidos grasos en carne de cordero.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron 23 corderos destetados de raza criolla araucana (3 meses de edad,  $\sim 21,5 \pm 4,92$  kg de peso) desde el 27 de octubre al 19 de enero, los que pasaron por un periodo de aclimatación de 15 días con dieta basal. Los corderos fueron distribuidos en 3 grupos bajo sistema semi intensivo, con acceso a agua y comederos *Ad libitum*. El primer grupo recibió una dieta basal como grupo control (CTRL) (16.9% PB, 12 MJ/kg EM, 80% MS) consistió en lupino (30%), triticale (20%), avena (50%) y sales minerales (2%), seguido de 2 tratamientos con inclusión de 5% (BDA) y 10% (ADA) de harina de *D. antarctica*. Tras el sacrificio, se obtuvieron muestras del músculo *Longissimus dorsi*, las cuales se conservaron a  $-80^{\circ}\text{C}$ . Los lípidos totales se extrajeron mediante el método de Folch y se saponificaron con KOH en metanol. El perfil de ácidos grasos se determinó por cromatografía de gases comparando con estándares comerciales F.A.M.E. C4-C24. Los resultados se presentan como valores medios. Se aplicó un análisis de varianza (ANOVA) y prueba de Tukey, considerando diferencias significativas con  $P < 0,05$ , utilizando el software R versión 4.3.2.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados sobre el efecto de la inclusión de harina de *D. antarctica* en el perfil de ácidos grasos se observan en el Cuadro 1. No se encontraron diferencias significativas ( $P > 0,05$ ) entre tratamientos en los ácidos grasos predominantes, siendo estos los saturados C16:0 y C18:0, el monoinsaturado C18:1n9c, así como en los niveles de omega-3 (C20:3, C20:5, C22:6) y omega-6 (C18:2, C20:4). Estos resultados contrastan con lo reportado por Fan et al. (2019) y Ponnampalam et al. (2016), quienes encontraron aumentos significativos en ácido eicosapentaenoico (EPA) y el ácido docosahexaenoico (DHA). Las diferencias observadas

en estudios similares podrían atribuirse al proceso de biohidrogenación ruminal y a las características específicas de las algas utilizadas. Cuadro 1. Composición de ácidos grasos (g/100 g de ácidos grasos totales) del musculo

*Longissimus dorsi* del cordero suplementado con concentrado con harina de *Durvillaea antarctica*.

Ácidos grasos	Tratamientos			Valor p
	CTRL	BDA	ADA	
C14:0	3,275	2,30	3,68	0.138
C16:0	20,48	20,21	22,18	0.182
C16:1	1,97	1,21	1,70	0.273
C17:0	1,88	1,27	1,45	0.289
C18:0	22,62	23,86	19,68	0.398
C18:1n9c	39,123	40,68	40,24	0.266
C19:0	1,88	1,74	1,91	0.493
C18:2 ω-6c	3,56	3,82	4,25	0.461
C20:3 ω-3	1,30	0,94	0,95	0.175
C20:4 ω-6	1,78	2,32	2,26	0.379
C20:5 ω-3	1,08	0,70	0,95	0.333
22:6 ω-3	1,08	0,95	0,75	0.373
AGS	50,13	49,38	48,91	0.840
AGMI	41,10	41,89	41,93	0.694
AGPI	8,79	8,73	9,16	0.927

AGS = Ácidos grasos saturados; AGMI = Ácidos grasos monoinsaturados; AGPI = Ácidos grasos poliinsaturados

## CONCLUSIONES

Los resultados de este estudio sugieren que la inclusión de harina de *D. antarctica* hasta un 10% en la dieta no modificó significativamente el perfil de ácidos grasos en la carne de cordero. Las diferencias observadas con otros estudios realizados con algas podrían estar relacionadas con variables como el proceso de biohidrogenación ruminal, que afecta la disponibilidad final de ácidos grasos para su incorporación en el tejido muscular. Se requieren estudios adicionales para comprender mejor los factores que influyen en la efectividad de *D. antarctica* como suplemento alimenticio y su impacto en el perfil lipídico de la carne de cordero.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer a la Beca Nacional de Doctorado ANID N ° 21240789 (R.H.), Proyecto DI22-2008. VRIP-UFRO, al Proyecto Fondecyt: Iniciación en la investigación N ° 11220471 (J.Q.) y al Proyecto Fondecyt: Iniciación en la investigación N ° 11190621 (R.D.).

## REFERENCIAS

COSTA, M., CARDOSO, C., AFONSO, C., BANDARRA, N. M., & PRATES, J. A. M. (2021).

Current knowledge and future perspectives of the use of seaweeds for livestock production and meat quality: A systematic review. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 105(6), 1075-1102. <https://doi.org/10.1111/JPN.13509>

FAN, Y., REN, C., MENG, F., DENG, K., ZHANG, G., & WANG, F. (2019). Effects of algae supplementation in high-energy dietary on fatty acid composition and the expression of genes involved in lipid metabolism in Hu sheep managed under intensive finishing system. *Meat Science*, 157, 107872. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.06.008>

PONNAMPALAM, E. N., HOLMAN, B. W. B., & SCOLLAN, N. D. (2016). Sheep: Meat. *Encyclopedia of Food and Health*, 750-757. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384947-2.00620-6>

# DIETAS REDUCIDAS EN PROTEINA CRUDA Y AMINOACIDOS AUMENTAN LAS PREFERENCIAS GUSTATIVAS DE POLLOS BROILER POR LISINA, METIONINA, TREONINA Y TRIPTÓFANO

**Diets deficient in crude protein and amino acids increase the taste preferences of broiler chickens for the amino acids Lysine, Methionine, Threonine and Tryptophan**

Paloma Cordero<sup>1</sup>, Andrea Philp<sup>1</sup>, Amanda Briones<sup>1</sup>, Sergio A. Guzmán-Pino<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Fomento de la Producción Animal, Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias, Universidad de Chile, Santiago, Chile.

Email: [sguzmanp@uchile.cl](mailto:sguzmanp@uchile.cl)

## INTRODUCCIÓN

El sentido del gusto en las aves se convierte en una herramienta útil para la detección de deficiencias nutricionales y la posterior adaptación del comportamiento alimentario a la consecución de dietas perfectamente balanceadas (Castro & Roura, 2023). El análisis de las preferencias en aves nos permite determinar su sensibilidad gustativa en respuesta a compuestos químicos presentes en las dietas. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de dietas reducidas en proteína cruda (PC) y aminoácidos (AA) sobre las preferencias gustativas de pollos broiler por cuatro AA esenciales.

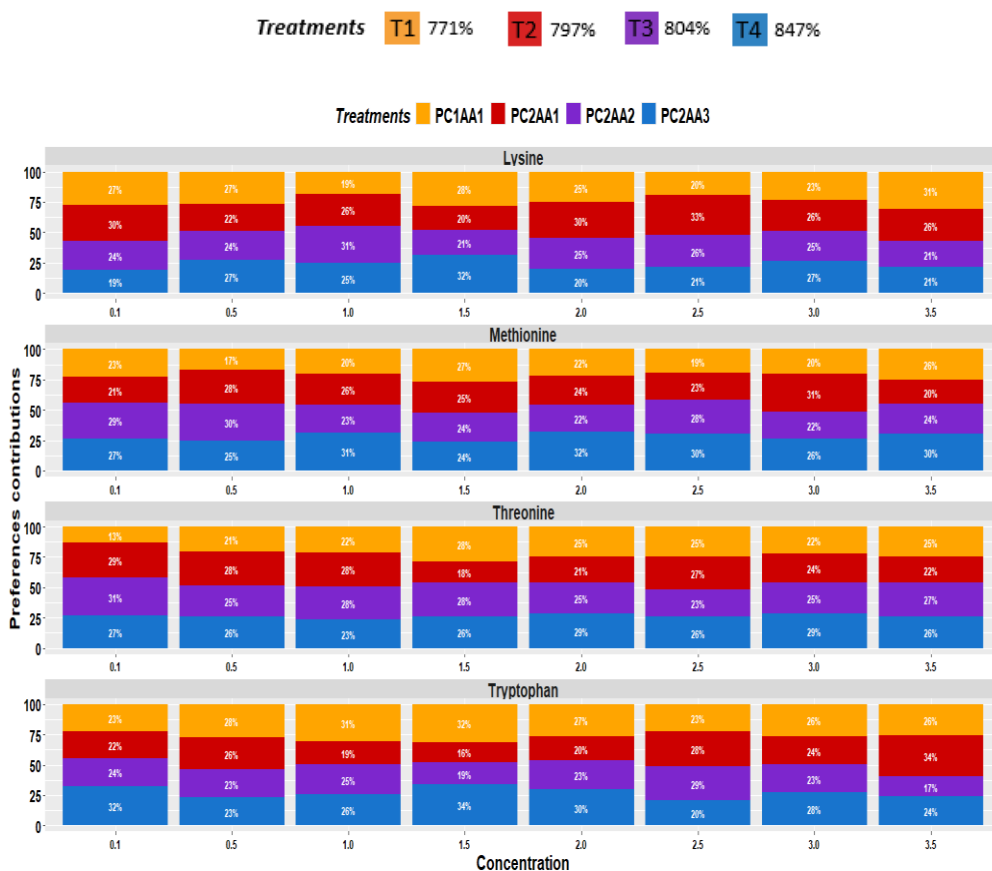
## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en las dependencias de la Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias de la Universidad de Chile, entre septiembre y octubre del 2022. Un ensayo experimental de 39 días incluyó 64 aves de la línea Ross 308 que se distribuyeron en parejas en 32 corrales de piso. Las aves fueron alimentadas con 4 dietas experimentales las cuales presentaron variación respecto del % de inclusión de PC y AA las que fueron asignadas a un total de 8 corrales cada una (T1= control o dieta estándar, que cubrió los requerimientos de las aves broiler (Aviagen, 2022); T2= dieta -30g/kg de PC; T3= dieta -30g/kg de PC con reducción de 50% de incorporación de cuatro AA esenciales sintéticos: Lisina, Treonina, Metionina y Triptófano; T4= dieta -30g/kg de PC sin incorporación de AA). Las pruebas de preferencia se desarrollaron desde el día 7 de las aves y consistieron en la entrega de dos matrices idénticas, una con un compuesto neutro (agua) y otra con agua más un AA (Lisina, Treonina, Metionina y Triptófano) diluido, los que se entregaron en 8 concentraciones crecientes. El valor de preferencias se calculó como el aporte porcentual del consumo del compuesto sávido sobre el consumo de ambas matrices. El análisis estadístico se llevó a cabo por ANDEVA, con el software RStudio (versión 4.1.3, Boston, MA) considerando un nivel de significancia  $\alpha < 0,05$ .

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las aves expuestas a los distintos tratamientos dietarios mostraron preferencias significativamente distintas por los compuestos ofrecidos ( $p = 0,032$ ). Aves alimentadas con dietas deficientes en un 50 y 100% de AA (T3 y T4) prefirieron Lisina a una concentración menor respecto de aves alimentadas con dietas balanceadas en AA (T1 y T2), lo que se asocia con una mayor la sensibilidad gustativa en respuesta al déficit nutricional. Así mismo, aves alimentadas con la dieta bajo una reducción de PC y AA (T4) prefirieron Metionina y Treonina a una concentración mayor respecto de aves alimentadas con una dieta estándar (T1). El recuento total de los porcentajes de preferencias por los AA entregados a cada tratamiento fue de 771% en aves de dieta T1, 797% en aves de dieta T2, 804% en aves de dieta T3 y 847% en aves de dieta T4, lo que indicaría que dietas con menor incorporación de

PC y AA aumentarían las preferencias ante la selección exógena de las aves por estos compuestos. Esto podría deberse a que los organismos condicionan la selección y el consumo de alimentos en base a sus necesidades nutricionales (Jacobs et al., 1957; Wilson & Downs, 2011).



**Figura 1.** Diagrama de barras proporcionales del % de preferencias gustativas por los AA Lisina, Metionina, Treonina y Triptófano a concentraciones de 0,1, 0,5, 1,0, 1,5, 2,0, 2,5, 2,0 y 3,5 % en pollos broiler expuestos a los tratamientos dietarios T1, T2, T3 y T4.

## CONCLUSIONES

Dietas reducidas en PC y AA aumentan las preferencias por Lisina, Metionina, Treonina y Triptófano y la sensibilidad gustativa por Lisina en aves broiler.

## AGRADECIMIENTOS

FONDECYT Iniciación 11190569

## REFERENCIAS

- CASTRO, C & ROURA, E. 2023. (junio, 2024). El aparato gustativo: componente clave en la nutrición de aves. *NutriNews*, (Ed. noviembre 2023), 86-96. [https://issuu.com/grupoagrine/news/docs/00\\_nutrinews-noviembre23-v3?fr=sNjFIMzY4NzU5NTk](https://issuu.com/grupoagrine/news/docs/00_nutrinews-noviembre23-v3?fr=sNjFIMzY4NzU5NTk)
- JACOBS, H.; SCOTT, H M. 1957. Factors Mediating Food and Liquid Intake in Chickens: 1. Studies on the Preference for Sucrose or Saccharine Solutions. *Poult. Sci.* 36 (1): 8-15.
- WILSON A.-L.; DOWNS C. T. 2011. Food preferences of Knysna and purple-crested turacos fed varying concentrations of equicaloric and equimolar artificial fruit. *J. Exp. Biol.* 21: 613-618.

# EVALUACIÓN DE UN NUEVO SUPLEMENTO DE HIERRO DEXTRANO DE LIBERACIÓN CONTROLADA COMO PREVENCIÓN DE LA ANEMIA FERROPRIVA EN CERDOS

## Evaluation of a new controlled release dextran iron supplement as prevention of iron deficiency anemia in pigs

Sebastián Castro, Constanza Arellano, Fabrizio Valdés, Carolina Valenzuela. Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias de la Universidad de Chile. sebastian.castro.r@ug.uchile.cl

### INTRODUCCIÓN

La anemia por deficiencia de hierro (Fe), es la carencia nutricional más relevante durante la lactancia y destete en los sistemas de producción intensiva de cerdos. Como prevención, se utiliza una dosis única de 200 mg de hierro dextrano (FeDex) intramuscular a los 3 días de vida (Starzyński *et al.*, 2013). Sin embargo, esta dosis se metaboliza rápidamente presentando toxicidad y poca eficiencia (Antileo *et al.*, 2016). El objetivo de este trabajo fue evaluar la seguridad y eficiencia de un nuevo suplemento a base de FeDex microencapsulado en cerdos destetados.

### MATERIALES Y MÉTODOS

El nuevo suplemento de FeDex fue desarrollado en base a micro cápsulas de zinc alginato. El estudio se realizó en la granja de cerdos Dag, en San Francisco de Mostazal. Se usaron 40 cerdos destetados de 21 días de edad, divididos en 4 tratamientos: Control (200 mg de FeDex sin encapsular), SE 200 (200 mg de FeDex encapsulado), SE 150 (150 mg de FeDex encapsulado) y SE 100 (100 mg de FeDex encapsulado). Se tomaron muestras de sangre para determinar los biomarcadores: eritrocitos, hemoglobina (Hb), eritrocitos, hematocrito (VGA), volumen corpuscular medio (VCM) y Fe sérico, antes de la inoculación (día 0) y en los 10 y 21 días post inoculación. Se evaluó la seguridad del suplemento mediante indicadores físicos de inflamación y se determinó el efecto del suplemento sobre parámetros productivos (peso vivo y ganancia diaria de peso). El análisis estadístico fue mediante pruebas paramétricas (ANOVA de medidas repetidas y Tukey,  $p < 0,05$ ) y no paramétricas (Friedmann y Conover,  $p < 0,05$ ).

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El nuevo suplemento fue seguro y ningún animal experimentó signos de inflamación en la zona de inoculación. Los parámetros productivos no tuvieron diferencias significativas entre los tratamientos. Los biomarcadores del estado de nutrición de Fe tuvieron comportamientos similares (Cuadro 1), con excepción del Fe sérico, que fue diferente entre tratamientos. Siendo superior para el tratamiento microencapsulado SE 200 el día 21. Esto se puede explicar por la liberación controlada del FeDex desde las micropartículas en el sitio de inoculación, ya que el efecto sobre la mayor concentración de FeDex se observa en el último punto de análisis (día 21).

**Cuadro 1.** Biomarcadores del estado de hierro en cerdos destetados, pre y post suplementación.

Tto	Eritrocitos (µL)	Hb (g/dL)	VGA (%)	VCM (fL)	Fe sérico (µg/dL)
-----	------------------	-----------	---------	----------	-------------------



	Día 0	Día 10	Día 21	Día 0	Día 10	Día 21	Día 0	Día 10	Día 21	Día 0	Día 10	Día 21	Día 0	Día 10	Día 21
<b>Control</b>	6,2 ± 0,3	5,8 ± 0,4	6,1 ± 0,3	11,4 ± 0,7	10,4 ± 0,9	11,± 0,9	37,5 ± 1,9	34,5 ± 2,3	35,5 ± 2,7	60,2 ± 3	59,3 ± 2,8	57,9 ± 2,4	127,2 ± 35,4	100,6 ± 43,9	91,7 <sup>2,3</sup> ± 36,1
<b>SE 200</b>	6,2 ± 0,6	5,7 ± 0,4	5,9 ± 0,7	11,2 ± 1,8	10,1 <sup>1</sup> ± 0,8	11,6 ± 0,7	36,8 ± 5,8	33,2 <sup>5</sup> ± 2,5	34,3 ± 4	59,2 ± 5,3	58,5 ± 4,2	58,4 ± 3,4	136,± 45,7	97,5 ± 33,8	183,1 <sup>4</sup> ± 27,7
<b>SE 150</b>	6,7 ± 0,4	6,1 ± 0,5	6,4 ± 0,5	11,8 ± 0,9	10,8 ± 0,6	11,5 ± 0,6	38,7 ± 2,4	35,3 ± 1,8	37,1 ± 1,8	58,2 ± 2,9	58,5 ± 3,6	58,1 ± 2,7	122,4 ± 45	111,± 32,9	149,8 <sup>2</sup> ± 62,9
<b>SE 100</b>	6,5 ± 0,4	6,2 ± 0,4	6,2 ± 0,4	11,8 ± 0,8	10,8 <sup>1</sup> ± 0,8	11,± 0,8	38,7 ± 2,1	35,5 <sup>5</sup> ± 2,5	35,9 ± 2,2	59,5 ± 1,3	57,8 ± 1,1	58,2 ± 2	116,7 ± 43,7	99,2 ± 35,6	109 <sup>3</sup> ,4 ± 25,4

<sup>1,2,3,4,5</sup> Corresponden a diferencias significativas entre tratamientos en el mismo día.

## CONCLUSIONES

El nuevo suplemento fue seguro para los cerdos y no influyó en los parámetros productivos. Si bien los cerdos al destete se encontraban en un estado de suficiencia de Fe, se destaca que la microencapsulación del FeDex en micro cápsulas de zinc-alginato es recomendado, ya que luego de 21 días de administrado el Fe, se observó un importante aumento del Fe sérico con el tratamiento SE 200. Se recomienda realizar estudios en base a una administración mixta de FeDex sin encapsular más nuestro nuevo suplemento, con el propósito de obtener liberaciones rápidas y lentas en el tiempo para mejorar eficiencia y reducir toxicidad.

## REFERENCIAS

STARZYŃSKI, R.; LAARAKKERS, C.; TJALSMA, H.; SWINKELS, D; PIESZKA, M.; STYŚ, A.; MICKIEWICZ, M.; LIPÍŃSKI, P. 2013. Iron supplementation in suckling piglets: How to correct iron deficiency anemia without affecting plasma hepcidin levels. *PLoS One* 8(5):e64022.

ANTILEO, R.; FIGUEROA, J.; VALENZUELA, C. 2016. Characterization of a novel encapsulated oral iron supplement to prevent iron deficiency anemia in neonatal piglets. *Journal of Animal Science* 94(3):157-160.

# EFFECTO DE LA INCLUSIÓN DE ACHICORIA (*CICHORIUM INTYBUS L.*), RAPS (*BRASSICA NAPUS L.*) O PRADERA EN COMPORTAMIENTO INGESTIVO DE VACAS LECHERAS EN CONFINAMIENTO

## Effect of the inclusion of forage rape (*Brassica napus L.*), chicory (*Cichorium intybus L.*) and irrigated pasture on the ingestive behavior of cows under confinement

Edgar Castillo<sup>1</sup>, Juan P. Keim<sup>1</sup>, Rubén Pulido<sup>2</sup>, Josepha León<sup>1</sup>, David Pacheco<sup>3</sup>, Camila Muñoz<sup>4</sup>, Einar Vargas-Bello<sup>5</sup>.

<sup>1</sup>Instituto de Producción Animal, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Austral de Chile. <sup>2</sup>Instituto de Ciencia Animal, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Austral de Chile. <sup>3</sup>Animal Nutrition Team, Agresearch Grasslands, New Zealand. <sup>4</sup>INIA Remehue, Osorno, Chile. <sup>5</sup>Facultad de Zootecnia y Ecología, Universidad Autónoma de Chihuahua, Chihuahua, México. E-mail: rpulido@uach.cl

## INTRODUCCIÓN

Actualmente se ha renovado el interés por estudiar los cultivos suplementarios y la pradera regada como forraje de verano sobre la respuesta animal (productiva y de comportamiento), debido a su importante rendimiento de MS/ha y aporte nutritivo durante el verano, permitiendo sostener e incrementar los niveles productivos de las vacas lecheras en una época de restricción de pradera. No obstante, a la fecha no existe información respecto a la mejor alternativa de uso de estos alimentos sobre la respuesta animal en condiciones de alimentación en confinamiento durante el verano. El objetivo del presente estudio fue evaluar el raps forrajero (*Brassica napus L.*), achicoria (*Cichorium intybus L.*) y pradera regada (PR) sobre el comportamiento ingestivo de vacas lecheras en confinamiento.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se desarrolló durante el verano de 2023 en la Estación Experimental Agropecuaria Austral de la Universidad Austral de Chile. Se utilizaron 12 vacas multíparas raza Holstein Friesian con una producción diaria de 25 L, 130 días de lactancia y 520 kg de peso vivo. Las vacas se estabularon y manejaron en cubículos individuales dentro de la unidad de metabolismo ruminal. Las vacas fueron sometidas a un diseño de cuadrado latino de 3x3 replicado y balanceado para efectos residuales. Los tratamientos correspondieron a: Achicoria; dieta control + 30% de achicoria, Raps; dieta control + 30% raps forrajera, y Pradera; dieta control + PR. La dieta control consistió en 50% ensilaje de pradera, 20% de concentrado en achicoria y pradera y 15 % de concentrado y 5% de afrecho de soya en raps forrajero. Todas las vacas recibieron 0,30 kg de sales minerales. Los forrajes se ofrecieron luego de los ordeños. Cada periodo experimental fue de 21 días; 14 días de acostumbramiento y 7 días de evaluación. El comportamiento ingestivo se registró durante 2 días consecutivos por 24 horas en cada periodo experimental. Los criterios de comportamiento fueron: Rumiano (R), bebiendo (B), comiendo (C), echada (E), parada (P), y otras actividades (OA). El consumo de materia seca (MS) fue medido pesando la cantidad de alimento ofrecido y el rechazo que quedaba en el comedero en 24 horas. Para el análisis estadístico de los datos se utilizó PROC MIXED de SAS donde se consideró el tipo de dieta y el período como efectos fijos, la hora (para la proporción de animales en cada actividad) como medida repetida en el tiempo y, el cuadrado y la vaca dentro del cuadrado como efectos aleatorios, declarando un nivel de significancia de  $P < 0,05$ .

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El consumo de MS fue diferente entre tratamientos (Cuadro 1), siendo mayor para Pradera y Raps, pero menor en Achicoria. Esto pudo deberse a la menor concentración de MS y metabolitos secundarios contenida en la achicoria, lo cual podría limitar la ingesta de alimento (Muir et al., 2014). Así mismo, el aporte de FDN en la dieta explicaría los mayores tiempos de rumia en las vacas alimentadas con pradera regada (Cuadro 2). No obstante, el tiempo destinado al consumo de alimento fue similar entre tratamientos a pesar de que ha sido señalado que era esperable un aumento en el tiempo de consumo por cambios en la morfología de la dieta (Stefanski et al., 2010), esperable en el grupo recibiendo raps. Lo anterior explicaría similares porcentajes de ensilaje de pradera (50 % de la dieta). Finalmente, el tiempo destinado a OA fue mayor en Achicoria, explicándose según Van Soest (1994), debido a que dietas densas y con bajo contenido de FDN, la vaca tiende a consumir más rápido el alimento y a rumiar menos, disponiendo de mayor tiempo para OA.

Cuadro 1. Consumo promedio de MS, EM y FDN por tratamiento durante el estudio.

Actividades	Tratamientos			Valor P
	Achicoria	Pradera	Raps	
Consumo de MS (kg/día)	17,2b	19,2a	19,6a	0,001
PC (kg/día)	3,01c	3,52b	3,72a	0,001
EM (Mcal/día)	46,9c	51,4b	54,9a	0,001
Consumo de FDN (kg/día)	6,26c	8,41a	6,83b	0,001

Cuadro 2. Comportamiento ingestivo de vacas lecheras en confinamiento durante verano.

Actividades	Tratamientos				Valor P
	Achicoria	Pradera	Raps	EEM	
Comiendo (minutos)	351	360	359	19,0	0,932
Rumiando (minutos)	383b	446a	406ab	19,9	0,034
Otras actividades (minutos)	613a	541b	583ab	19,4	0,004
Echada (minutos)	217a	153b	224a	16,1	0,003
Parada (minutos)	261a	243ab	215b	24,1	0,016

## CONCLUSIONES

Las dietas no modificaron el tiempo dedicado a consumo de alimento, sin embargo, las dietas que incluyeron pradera y raps tuvieron mayores tiempos de rumia y menor tiempo destinado a otras actividades, con un mayor consumo de alimento.

## FINANCIAMIENTO :

Fondecyt Regular 1220559

## REFERENCIAS

Stefanski, E., Garcia, S., Farina, S., Tan, D., Tanner, D. 2010. Effects of sowing rate and grazing management of forage rape (*Brassica napus*) on grazing behaviour and utilisation by dairy cattle. *Animal Production Science*, 50(6), 560-567.

Van Soest, P. 1994. *Nutritional Ecology of the Ruminant*. 2nd ed. Cornell University. Pp 476.

Muir, K., Ward, N., Jacobs, L. 2014. Milk production and composition of mid-lactation cows consuming perennial ryegrass-and chicory-based diets. *Journal of Dairy Science*, 97(2), 1005-1015

# EFFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN CON N-CARBAMILGLUTAMATO DURANTE EL ÚLTIMO TERCIO DE GESTACIÓN SOBRE VARIABLES MATERNAS Y DE CORDEROS, EN OVEJAS MELLICERAS CON RESTRICCIÓN NUTRICIONAL

## The effect of N-carbamylglutamate supplementation during last third of gestation on maternal and lamb variables in nutrient restricted twin-bearing ewes.

Francisco Sales<sup>1</sup>; Víctor H. Parraguez<sup>2</sup>; Camila Sandoval<sup>1</sup>; Sue McCoard<sup>3</sup>; Claudia Silva<sup>2</sup>; Matías Araya<sup>2</sup>; Javiera Bahamondez<sup>4</sup>; Pablo Alarcón<sup>4</sup>

<sup>1</sup>INIA Kampenaike, Punta Arenas [fsales@inia.cl](mailto:fsales@inia.cl); <sup>2</sup>FAVET Universidad de Chile, Santiago;

<sup>3</sup>AgResearch, Palmerston North, Nueva Zelanda; <sup>4</sup>Universidad Austral de Chile, Valdivia.

## INTRODUCCION

La suplementación desde el día 35 al 110 de gestación con N-carbamilglutamato (NCG), un análogo del N-acetilglutamato, a ovejas gestantes mantenidas bajo restricción nutricional (50% NRC), ha demostrado mejorar el reciclaje de urea, la utilización de nitrógeno, así como el crecimiento fetal (McCoard y Pacheco, 2023). Sin embargo, existe escasa información respecto al efecto de la suplementación de NCG en el último tercio de gestación en ovinos, periodo donde se produce el mayor crecimiento fetal. Trabajos previos indican que la suplementación de ovejas bajo una restricción nutricional natural del 70% (oferta de alimento del 30% del requerimiento), no mejora el crecimiento fetal. Sin embargo, no está claro el efecto de la suplementación con NCG con una restricción nutricional menor. El objetivo del estudio fue establecer el efecto de la suplementación con NCG sobre variables maternas y de los corderos al parto, al suplementar con NCG hembras con gestación mellicera, durante el último tercio de gestación y mantenidas bajo un manejo nutricional restrictivo del 50% en Magallanes.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo, previa aprobación de bioética de INIA (CICUA 07-2022), en la Estación Experimental de INIA Kampenaike, ubicada 60 km al norte de la ciudad de Punta Arenas, Magallanes. Se utilizaron 41 ovejas Corriedale con gestación mellicera (edad: 4-6 años; peso vivo: 57.6±6.3 kg; condición corporal: 1.9±0.5), seleccionadas desde el rebaño comercial de INIA, a los 80 días de gestación mediante ultrasonografía. Se conformaron dos grupos: tratamiento (NCG, n=20) que recibió diariamente, a partir del día 100 y hasta el parto, una suplementación con NCG (60 mg/kg P.V.) por vía oral (suspendido en agua) y un grupo Control (CON, n=21), que recibió agua de forma oral, para emular el manejo del grupo tratado. Todos los animales se manejaron en corrales individuales, recibiendo una dieta para cubrir el 50% de los requerimientos (NRC, 2007), con heno de alfalfa (12,12% PC y 2,10 Mcal/kg EM) y pradera (6,85% PC y 2,13 Mcal/kg EM). Al parto se registró peso, medidas morfométricas y temperatura de corderos. Se recolectó las placentas para registrar su peso y número de placentomas. El análisis estadístico de las variables se realizó mediante REML de R, utilizando el tratamiento, sexo del feto y la interacción, como efecto fijo. Se consideró un valor de P<0,05 como significativo.

## RESULTADOS Y DISCUSION

El Cuadro 1 resume los valores para las medidas de los corderos y variables placentarias. No se observó diferencia entre los grupos, para ninguna de las variables evaluadas. Esto contrasta con estudios reportados en la literatura, donde hembras melliceras con la misma restricción nutricional, pero que recibieron la suplementación con NCG entre los 35 y los 110 días de

gestación, se observó un aumento del 20% en el peso de los fetos a esta última edad gestacional (Zhang et al., 2016).

Cuadro 1. Variables maternas y de corderos al parto de animales y suplementados con NCG.

	<b>Control</b>	<b>NCG</b>	<b>P</b>
<b>Peso corporal (kg) y dimensiones (cm)</b>			
Peso corderos	3,05 ± 0,10	2,95 ± 0,09	0,45
Longitud corporal	35,22 ± 0,63	36,21 ± 0,62	0,26
Diámetro biparietal	6,04 ± 0,06	6,08 ± 0,06	0,65
Diámetro tórax	34,01 ± 0,49	36,62 ± 0,48	0,58
Largo mano	30,23 ± 0,35	29,53 ± 0,34	0,16
Largo pata	35,50 ± 0,46	35,57 ± 0,46	0,91
<b>Variabes</b>			
Largo gestación (días)	143,9 ± 0,84	143,5 ± 0,84	0,74
Temperatura cordero (° C)	37,96 ± 0,27	38,21 ± 0,26	0,50
<b>Placenta</b>			
Peso placenta (g)	554,5 ± 18,95	536,0 ± 18,47	0,49
Peso placentomas (g)	208,1 ± 8,35	181,8 ± 7,92	0,16
Número placentomas	90,1 ± 2,09	85,4 ± 2,04	0,12

Una restricción nutricional mayor al 50% durante el último tercio de gestación, impone a las madres un estrés nutricional tal, que afecta el desarrollo de los fetos, que no es contrarrestado con la suplementación con NCG durante el último tercio de gestación. Además, la suplementación materna con arginina permite el aumento de temperatura de corderos al parto (McKnight et al, 2020). Sin embargo, si bien se postula que NCG aumenta la concentración de arginina (Chacher, 2013) bajo la metodología utilizada, no se observó diferencia de temperatura entre corderos de madres tratadas con NCG y del grupo control. Lo anterior refuerza la tesis que el efecto observado con suplementación antes de los 110 días podría estar asociado a un mejor desarrollo placentario, lo que no ocurriría en una suplementación posterior a esta fecha. No se puede descartar que un régimen nutricional mejor permita observar efectos positivos de NCG sobre variables al parto.

## CONCLUSIONES

La suplementación con NCG en el último tercio de gestión a ovejas de melliceras y con un 50% de restricción nutricional, no permite contrarrestar el efecto negativo sobre el desarrollo de los fetos y su impacto sobre el peso o temperatura al nacimiento. Se debe estudiar su efecto bajo condiciones nutricionales menos restrictivas.

## AGRADECIMIENTOS

FONDECYT 1221042

## REFERENCIAS

CHACHER, BAHRAM, HONGYUN LIU, DIMING WANG, AND JIANXIN LIU. 2013. Potential role of N-carbamoyl glutamate in biosynthesis of arginine and its significance in production of ruminant animals. *Journal of animal science and biotechnology* 4: 1-6.

MCCOARD, SUSAN A., AND DAVID PACHECO. 2023. The significance of N-carbamoylglutamate in ruminant production. *Journal of Animal Science and Biotechnology* 14, no. 1: 1-17.

MCKNIGHT, SORIN M., REBECCA M. SIMMONS, GUOYAO WU, AND M. CAREY SATTERFIELD. 2020. Maternal arginine supplementation enhances thermogenesis in the newborn lamb. *Journal of Animal Science* 98, no. 5 (2020): skaa118.

NRC. 2007 Nutrient Requirements of Small Ruminants: Sheep, Goats, Cervids, and New World Camelids

(1st ed.), National Academy Press, Washington, DC.

ZHANG, H., L. W. SUN, Z. Y. WANG, M. T. DENG, G. M. ZHANG, R. H. GUO, T. W. MA, AND F. WANG. 2016. Dietary N-carbamylglutamate and rumen-protected L-arginine supplementation ameliorate fetal growth restriction in undernourished ewes. *Journal of Animal Science* 94, no. 5: 2072-2085.

# **EFECTO DEL REEMPLAZO DEL AFRECHO DE SOYA POR GRANO DE ARVEJA SOBRE EL METABOLISMO RUMINAL EN LA DIETA DE VACAS LECHERAS**

## **Effect of replacing of soybean meal by peas on rumen metabolism in the diet of dairy cows**

Héctor Uribe<sup>1</sup>, Juan P. Keim<sup>2\*</sup> y Mónica Gandarillas<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Escuela de Graduados, Facultad de Ciencias Agrarias y Alimentarias, Universidad Austral de Chile, Valdivia – Chile. <sup>2</sup>Instituto de Producción Animal, Facultad de Ciencias Agrarias y Alimentarias, Universidad Austral de Chile, Valdivia – Chile. \* [juan.keim@uach.cl](mailto:juan.keim@uach.cl)

### **INTRODUCCIÓN**

En los sistemas lecheros basados en praderas permanentes complementar la dieta es fundamental en periodos de baja disponibilidad de esta, ya sea con forrajes conservados, cultivos suplementarios o alimentos concentrados energéticos y/o proteicos (Teuber y Balocchi, 2003). El afrecho de soya es el suplemento proteico más utilizado, sin embargo, el costo de este ingrediente ha aumentado considerablemente en los últimos años. Entre las posibles alternativas, la arveja parece un suplemento interesante, por su alto contenido de proteína y almidón (Pirzadeh et al., 2019), la cual su inclusión cambia la producción de ácidos grasos volátiles (AGV) favoreciendo la relación acetato: propionato (Corbett et al., 1995). El objetivo del presente estudio fue evaluar la producción de AGV y amoniaco al reemplazar parcial o totalmente el afrecho de soya por grano de arveja en la dieta de vacas lecheras.

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

El estudio se desarrolló entre enero y marzo de 2022 en la Estación Experimental Agropecuaria Austral, perteneciente a la Universidad Austral de Chile, en la unidad de metabolismo para rumiantes. Se utilizaron 12 vacas multíparas, con  $152 \pm 18,58$  días en lactancia al inicio del estudio y con una producción de  $26 \pm 1,93$  kg de leche al día, las cuales fueron estabuladas en cubículos individuales y fueron asignadas aleatoriamente en uno de los tres tratamientos, S: 55% ensilaje de pradera, 9% heno de alfalfa, 17,5% concentrado, 10% maíz molido, 8,5% afrecho de soya; AS: 55,5% ensilaje de pradera, 9% heno de alfalfa, 11,5% concentrado, 4,5% maíz molido, 5% afrecho de soya, 14,5% grano de arveja; A: 56% ensilaje de pradera, 9% heno de alfalfa, 7% concentrado, 2,5% maíz molido, 25,5% grano de arveja. El diseño experimental correspondió a un cuadrado latino de 3x3 replicado (tres tratamientos, tres periodos y cuatro cuadrados) y balanceado para efecto residuales. Cada periodo experimental fue de 21 días, correspondiente a 14 días de acostumbamiento a la dieta y 7 días de evaluación. Durante la semana de evaluación se realizó la colección de licor ruminal (10 ml por vaca), en la mañana y en la tarde mediante una sonda oro-esofágica, para determinar AGV mediante cromatografía de gases y NH<sub>3</sub>, por colorimetría. Otro día de período de medición, se recolectaron muestras de orina cada 3 horas mediante estimulación vulvar, para determinar derivados de purinas (DP; alantoína y ácido úrico) y la creatinina mediante HPLC. La síntesis de proteína microbiana se calculó a partir de la excreción de DP, utilizando las ecuaciones descritas por Chen y Orskov. Para el análisis estadístico se utilizó PROC MIXED de SAS donde se consideró el tipo de dieta y el período como efectos fijos y, el cuadrado y la vaca dentro del cuadrado como efectos aleatorios. Se realizaron contrastes polinomiales para determinar el efecto lineal o cuadrático de la inclusión de grano de arveja con un nivel de significancia de un 5%.



## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el cuadro 1 se puede observar que no hubo diferencias en la producción de AGV totales, concentración de ácido propiónico, isobutírico, valérico, amoniac, nitrógeno microbiano y derivados de purinas entre tratamientos ( $P>0,05$ ). Esto puede atribuirse a una composición nutricional e ingesta de materia uniforme entre tratamientos. Por otro lado, se reporta un efecto lineal ( $P<0,05$ ) en la concentración de ácido acético, disminuyendo desde 63,4 hasta 62,9 %, al reemplazar el afrecho de soya por grano de arveja. La concentración de ácido acético disminuyó linealmente en la mañana con la inclusión de arveja, mientras que para la concentración de ácido butírico, se reporta un aumento lineal ( $P<0,05$ ) desde 13,62 hasta 14,01 % al sustituir totalmente el afrecho de soya por grano de arveja. También, se puede observar un incremento lineal ( $P<0,05$ ) en la concentración de ácido isovalérico, desde 1,83 hasta 1,91 % con el reemplazo total de afrecho de soya por grano de arveja. Asimismo, la concentración de ácido isovalérico disminuye con la sustitución parcial de afrecho de soya por grano de arveja durante la mañana, lo que puede deberse al tipo de almidón que posee el grano de arveja.

**CUADRO 1.** Efecto del reemplazo del afrecho de soya por grano de arveja sobre el metabolismo ruminal en la dieta de vacas lecheras.

	S	AS	A	EEM	Valor p	
					Lineal	Cuadrático
AGV totales (mM)	135,7	132,8	131,7	3,889	0,359	0,652
Acético (mol/100mol)	63,4	63,4	62,9	0,256	0,046	0,289
Propiónico (mol/100mol)	16,5	16,4	16,3	0,121	0,188	0,712
Isobutírico (mol/100mol)	2,9	3,0	3,1	0,07	0,07	0,971
Butírico (mol/100mol)	13,6	13,5	14,0	0,12	0,005	0,067
Isovalérico (mol/100mol)	1,8	1,8	1,9	0,036	0,025	0,557
Valérico (mol/100mol)	1,8	1,8	1,9	0,041	0,173	0,395
Amoniac (mmol/L)	8,2	8,5	8,4	0,42	0,811	0,635
N microbiano	455,7	425,9	426,6	18,1	0,143	0,375
Alantoína (mmol/d)	656,7	613,1	619,2	25,56	0,209	0,341
Ácido úrico (mmol/d)	24,9	24,5	22,5	3,48	0,608	0,846
Creatinina (mmol/d)	138,1	137,4	137,6	2,75	0,611	0,565
DP totales (mmol/d)	681,6	638,5	641,2	24,39	0,146	0,342

S: 100% afrecho de soya; AS: 50% afrecho de soya y grano de arveja; A: Reemplazo total de afrecho de soya; N: Nitrógeno; DP: Derivados de purinas; D\*h: Interacción dieta-hora; EEM: Error estándar de la media.

## CONCLUSIONES

La producción de AGV totales derivados de purinas, nitrógeno microbiano y amoniac no se vio alterada, sin embargo, hay un incremento de concentración de ácido butírico e isovalérico al incluir arveja en la dieta de vacas lecheras, lo que conduciría a un aumento en la grasa láctea.

## **REFERENCIAS**

CORBETT, R., et al. (1995). *Canadian Journal of Animal Science* 75: 625-629.

PIRZADEH, A., et al. 2019. *Iranian Journal of Applied Animal Science* 9: 45-50.

TEUBER K., N. y BALOCCHI L., O. (2003) Recursos forrajeros en producción de leche. 1. Balance alimenticio con los recursos del sur de Chile.

# UNA REDUCCION DE 30 G/KG DE PROTEÍNA CRUDA Y TOTAL DE CUATRO AMINOACIDOS ESENCIALES EN DIETAS DE POLLOS BROILER DETERMINA LA DISMINUCIÓN DE SU RENDIMIENTO PRODUCTIVO

## The deficiency of crude protein and four essential amino acids in broiler chicken's diets affects their performance and productive outcomes

Paloma Cordero<sup>1</sup>, Andrea Philp<sup>1</sup>, Amanda Briones<sup>1</sup>, Sergio A. Guzmán-Pino<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Fomento de la Producción Animal, Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias, Universidad de Chile, Santiago, Chile.

Email: [sguzmanp@uchile.cl](mailto:sguzmanp@uchile.cl)

## INTRODUCCIÓN

La nutrición es uno de los pilares fundamentales para lograr un óptimo performance productivo en avicultura. La tendencia actual se basa en reducir la proteína cruda (PC) dietaria manteniendo un balance en la inclusión de aminoácidos esenciales (AA), mejorando la rentabilidad, sustentabilidad y salud de las aves (Kidd & Choct, 2017; Chrystal et al 2020a; Greenhalgh et al., 2020). Numerosas investigaciones han buscado determinar el porcentaje óptimo de reducción de PC con la inclusión de AA suficientes para no comprometer el crecimiento y la producción de los animales (Chrystal et al., 2020b). No obstante, a la fecha no existen estudios que pongan en juego la restricción tanto de PC como de AA. El objetivo de este estudio fue determinar el efecto de una reducción de 30 g/kg de PC y un 50 y 100% de cuatro AA sobre los parámetros productivos de aves broiler durante un ciclo productivo completo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en las dependencias de la Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias de la Universidad de Chile, entre septiembre y octubre del 2022. Un ensayo experimental de 39 días incluyó 64 aves de la línea Ross 308 que se distribuyeron en parejas en 32 corrales de piso. Las aves fueron alimentadas con 4 dietas experimentales las cuales presentaron variación respecto del % de inclusión de PC y AA, las que fueron asignadas a un total de 8 corrales cada una (T1= control o dieta estándar, que cubrió los requerimientos de las aves broiler (Aviagen, 2022); T2= dieta -30g/kg de PC; T3= dieta -30g/kg de PC con reducción de 50% de incorporación de cuatro AA esenciales sintéticos: Lisina, Treonina, Metionina y Triptófano; T4= dieta -30g/kg de PC sin incorporación de AA). El consumo de alimento (CA), la ganancia diaria de peso (GDP), y la eficiencia de conversión alimentaria (ECA) se calcularon por medio del pesaje periódico de las aves y los comederos desde el día 1 hasta el día 39 de ciclo. El análisis estadístico se llevó a cabo por medio de ANDEVA y post-hoc de Tukey con el software RStudio (versión 4.1.3, Boston, MA) considerando un nivel de significancia  $\alpha < 0,05$ .

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las aves expuestas a los distintos tratamientos dietarios mostraron diferencias significativas entre los parámetros productivos globales del ensayo (días 1 al 39), siendo la GDP ( $p < 0,0001$ ), la ECA ( $p = 0,007$ ) y el PV final ( $p < 0,0001$ ) mayor en las aves expuestas al tratamiento dietario equilibrado en PC y AA esenciales (T1) y menor en las aves expuestas al tratamiento dietario con una reducción de 30 g/kg de PC y sin inclusión de AA esenciales (T4). Estos resultados refuerzan numerosas investigaciones que indican la incorporación de AA no ligados en dietas con reducción tangible de PC con el fin de suplir los requerimientos mínimos que aseguren la productividad de los animales (Chrystal et al., 2020b)

**Cuadro 1. Parámetros productivos de aves expuestas a cuatro tratamientos dietarios durante un ciclo productivo de 39 días.**

	T1	T2	T3	T4	SEM	<i>p-Valor</i>
<i>Días 1 al 39</i>						
PV inicial	52,5	54,3	53,8	54,6	1,45	0.480
CA	81,3 <sup>a</sup>	67,5 <sup>b</sup>	75,1 <sup>a</sup>	74 <sup>ab</sup>	2,629	<b>0.043</b>
GDP	46,4 <sup>a</sup>	35,5 <sup>b</sup>	33,9 <sup>b</sup>	28,1 <sup>c</sup>	1,475	<b>&lt;0.0001</b>
ECA	1,76 <sup>c</sup>	1,90 <sup>bc</sup>	2,24 <sup>b</sup>	2,69 <sup>a</sup>	0,1277	<b>0.007</b>
PV final	1891 <sup>a</sup>	1482 <sup>b</sup>	1388 <sup>b</sup>	1100 <sup>c</sup>	78,39	<b>&lt;0.0001</b>

## CONCLUSIONES

Este estudio concluyó que la alimentación de pollos broiler con una dieta formulada bajo una reducción de 30 g/kg de PC y sin incorporación de cuatro AA esenciales sintéticos afecta su rendimiento, lo que se ve reflejado en una disminución de su PV, GDP y ECA.

## AGRADECIMIENTOS

FONDECYT Iniciación 11190569

## REFERENCIAS

- CHRYSTAL, PV.; MOSS, AF.; KHODDAMI, A.; NARANJO, VD.; SELLE, PH.; LIU, SY. 2020a. Impacts of reduced crude protein diets on key parameters in male broiler chickens offered maizebased diets. *Poult. Sci.* 99(1): 505-516
- CHRYSTAL, PV.; GREENHALGH, S.; SELLE, PH.; LIU, SY. 2020b. Facilitating the acceptance of tangibly reduced-crude protein diets for chicken-meat production. *Anim. Nutr.* 6 (3): 247–257. ISSN 2405-6545. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2020.06.001>
- GREENHALGH, S.; MCINERNEY, BV.; MCQUADE, LR.; CHRYSTAL, PV.; KHODDAMI, A.; ZHUANG, MA.; LIU, SY.; SELLE, PH. 2020. Capping dietary starch: protein ratios in moderately reduced crude protein, wheat-based diets showed promise, but further reductions generated inferior growth performance in broiler chickens from 7 to 35 days' post-hatch. *Anim. Nutr.* 6(2): 168-178.
- KIDD, MT.; CHOCT, M. 2017. Assessment of nutritional strategies to reduce dietary crude protein in commercial broilers. In: *Proc. Australian Poultry Science Symposium*, Sydney, Australia. 28: 175-178.

# VARIACIÓN DE LOS UMBRALES DE CONSUMO POR MOTIVACIÓN SENSORIAL DE AMINOÁCIDOS ESENCIALES EN POLLOS BROILER ALIMENTADOS CON UNA DIETA BAJA EN PROTEÍNA CRUDA Y CUATRO AMINOÁCIDOS ESENCIALES

**The sensory motivated intake thresholds for Lysine decrease, while those for Methionine, Threonine, and Tryptophan increase in broiler chickens fed a diet low in crude protein and four essential amino acids.**

Paloma Cordero<sup>1</sup>, Andrea Philp<sup>1</sup>, Amanda Briones<sup>1</sup>, Sergio A. Guzmán-Pino<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Fomento de la Producción Animal, Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias, Universidad de Chile, Santiago, Chile.

Email: [sguzmanp@uchile.cl](mailto:sguzmanp@uchile.cl)

## INTRODUCCIÓN

Es sabido que en aves las sensaciones gustativas percibidas guían sus elecciones nutricionales, condicionando una mayor motivación por el consumo y regulando la ingesta de alimentos (Gentle, 1971; Niknafs y Roura, 2018; Liu et al, 2018). Los umbrales de consumo por motivación sensorial (SMI), ayudan a determinar la capacidad de un compuesto por aumentar la eficiencia alimentaria a través de mayores incentivos de consumo y el potencial aumento del apetito (Roura et al., 2003). El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de dietas reducidas en proteína cruda (PC) y aminoácidos (AA) sobre los umbrales de SMI de pollos broiler por Lisina, Metionina, Treonina y Triptófano.

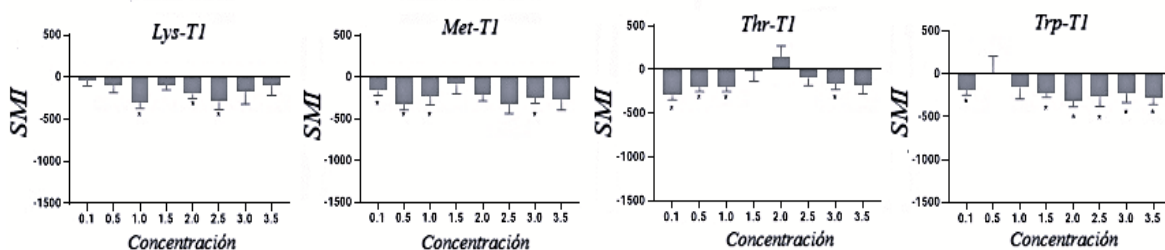
## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en las dependencias de la Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias de la Universidad de Chile, entre septiembre y octubre del 2022. Un ensayo experimental de 39 días incluyó 32 aves de la línea Ross 308 que se distribuyeron en parejas en 32 corrales de piso. Las aves fueron alimentadas con 4 dietas experimentales las cuales presentaron variación respecto del porcentaje de inclusión de PC y AA, las que fueron asignadas a un total de 8 corrales cada una (T1= control o dieta estándar, que cubrió los requerimientos de las aves broiler (Aviagen, 2022); T2= dieta -30g/kg de PC; T3= dieta -30g/kg de PC con reducción de 50% de incorporación de cuatro AA esenciales sintéticos: Lisina (Lys), Metionina (Met), Treonina (Thr) y Triptófano (Trp); T4= dieta -30g/kg de PC sin incorporación de AA). Las pruebas de SMI se desarrollaron desde el día 7 de las aves y consistieron en la entrega de dos matrices idénticas, una con un compuesto neutro (agua) y otra con agua más un AA (Lys, Met, Thr, y Trp) diluido, los que se entregaron en 8 concentraciones crecientes. El valor de SMI se calculó por medio de la diferencia entre los consumos de las matrices entregadas contrastándolo con un consumo cero. El análisis estadístico se llevó a cabo por medio de pruebas de t de Student, con el software SAS (versión 9.0, SAS Institute; Cary, EE. UU) considerando un nivel de significancia  $\alpha < 0,05$ .

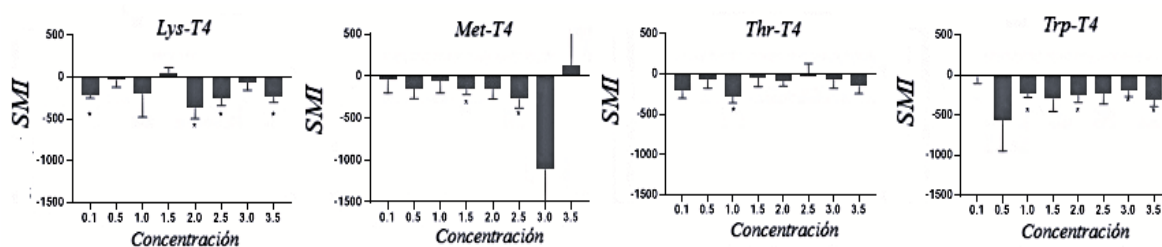
## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los umbrales de SMI en los pollos T1 se determinaron en la concentración 1,0% para Lys ( $p = 0,003$ ; Figura 1A), 0,1% para Met ( $p = 0,007$ ; Figura 1C), 0,1% para Thr ( $p = 0,001$ ; Figura 1B) y 0,1% para Trp ( $p = 0,008$ ; Figura 1D). En cambio, en los pollos T4 el umbral de Lys disminuyó a la concentración 0,1% ( $p = 0,0005$ ; Figura 2A), que podría deberse a un mayor incentivo por seleccionar y consumir este AA debido la deficiencia de la dieta, y con aumento en el umbral de Met 1,5% ( $p = 0,026$ ; Figura 2C), Thr al 1,0% ( $p = 0,034$ ; Figura 2B) y Trp 1,0% ( $p = 0,001$ ; Figura 2D), lo que podría deberse a un menor incentivo en el consumo dado

por un efecto del desequilibrio mismo de AA en la dieta (Barroeta et al. 2002).



**Figura 1.** Umbrales de SMI de aves broiler alimentadas con una dieta equilibrada (T1) por los AA Lisina (Lys) Metionina (Met) Treonina (Thr) y Triptófano (Trp) ofrecidos en 8 concentraciones a través de pruebas de doble elección (\*) = detección de AA a concentración mínima estadísticamente significativa.



**Figura 2.** Umbrales de SMI de aves broiler alimentadas con una dieta deficiente en PC y AA (T4) por los AA Lisina (Lys) Metionina (Met) Treonina (Thr) y Triptófano (Trp) ofrecidos en 8 concentraciones a través de pruebas de doble elección. (\*) = detección de AA a concentración mínima estadísticamente significativa.

## CONCLUSIONES

En pollos broiler el umbral de SMI por Lisina aumentó mientras que los de Metionina, Treonina y Triptófano disminuyeron debido al consumo de una dieta reducida en PC y AA, lo que se vio reflejado en variaciones de la conducta alimentaria de las aves a través de pruebas de elección.

## AGRADECIMIENTOS

FONDECYT Iniciación 11190569

## REFERENCIAS

- AVIAGEN. 2022. Ross Broiler Nutrition Specifications. [En línea] [http://eu.aviagen.com/assets/Tech\\_Center/Ross\\_Broiler/RossBroilerNutritionSpecs2022-EN.pdf](http://eu.aviagen.com/assets/Tech_Center/Ross_Broiler/RossBroilerNutritionSpecs2022-EN.pdf). [consulta: 01-03-2023]
- BARROETA, A; CALSAMIGLIA, S; CEPERO, R; LOPEZ-BOTE, C; HERNÁNDEZ, JM. 2002. Óptima nutrición vitamínica de los animales para la producción de alimentos de calidad: avances en la nutrición vitamínica de broilers y pavos. Editorial Pulso. España. 208 p.
- GENTLE, M. 1971. Taste and its importance to the domestic chicken, British Poult. Sci. 12(1): 77-86.
- LIU, H.X; RAJAPAKSHA, P.; WANG, Z.; KRAMER, N.E.; MARSHALL, B.J. 2018. An Update on the Sense of Taste in Chickens: A Better Developed System than Previously Appreciated. Int. J. Food. Sci. Nutr. 8(2).

NIKNAFS, S.; ROURA, E. 2018. Nutrient sensing, taste and feed intake in avian species. *Nutr. Res. Rev.* 31(2): 256-266.

ROURA, E.; BALDWIN, M. W.; KLASING, K. C. 2013. The avian taste system: Potential implications in poultry nutrition. *Anim. Feed. Sci. Tech.* 180(1-4): 1-9.

# CONCENTRACIÓN DE SELENIO EN OVEJAS A PASTOREO DURANTE GESTACIÓN TARDÍA: ESTUDIO DE CASO EN LA REGIÓN DE LOS RÍOS

## Selenium concentration in grazing sheep during late pregnancy: a case study in the Los Ríos Region

Silvana Bravo<sup>1\*</sup>, Sebastián Bravo<sup>2</sup>, Álvaro Morales<sup>2</sup>, Mario Díaz Matus de la Parra<sup>3</sup>, Cristian Norambuena<sup>4</sup>.

<sup>1</sup>Instituto de Producción Animal, Facultad de Ciencias Agrarias y Alimentarias, Universidad Austral de Chile, Campus Isla Teja, Valdivia, Chile. <sup>2</sup>Instituto de Ciencia Animal, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Austral de Chile, Campus Isla Teja, Valdivia, Chile. <sup>3</sup>Escuela de Graduados, Facultad de Ciencias Agrarias y Alimentarias, Universidad Austral de Chile, Campus Isla Teja, Valdivia, Chile. <sup>4</sup>Cristian Norambuena, Representante de ventas DRAG PHARMA, Región de Los Ríos y Región de Los Lagos, Chile \*Email: [silvana.bravo@uach.cl](mailto:silvana.bravo@uach.cl)

### INTRODUCCIÓN

El selenio (Se) es un oligoelemento que cumple funciones esenciales en todos los organismos. En rumiantes su concentración sérica y plasmática refleja de manera confiable el estado de salud del animal (HUMANN-ZIEHANK et al., 2013). Sin embargo, su presencia y concentración en el suelo, pastos y forrajes es muy variable, y depende de muchos factores. Los suelos volcánicos del sur de Chile se caracterizan por presentar baja cantidad de selenio y su deficiencia en rumiantes se relaciona con la disfunción del sistema inmunitario, distrofia muscular, osteocondropatía, cardiomiopatía, enfermedad del músculo blanco, problemas de capacidad productiva y el daño en las membranas de los glóbulos rojos (GARDUÑO-ZEPEDA & MÁRQUEZ-QUIROZ, 2018). Por lo tanto, es muy importante conocer sus concentraciones en los animales. El objetivo de este estudio fue estimar la concentración plasmática de Se en ovejas en pastoreo durante gestación tardía en la comuna de Valdivia, Región de Los Ríos.

### MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la Unidad Ovina de la Estación Experimental Agropecuaria Austral (EEAA) de la Universidad Austral de Chile, comuna de Valdivia, región de los Ríos. El 22 de julio del presente año se trabajó con 71 ovejas de la raza Suffolk Down, que se encontraban en su el último tercio de la gestación con un peso promedio  $87 \pm 8$  kg, condición corporal de  $2,8 \pm 2$  y una edad de  $3,2 \pm 1,3$  años. Estas ovejas basaron su alimentación en el pastoreo de praderas naturalizadas. De cada oveja se colectó 4 mL de sangre a través de venopunción yugular. Para ello se utilizaron tubos BD Vacutainer® con heparina de litio. Las muestras de sangre fueron almacenadas en frío (4°C) y enviadas el mismo día del muestreo al Laboratorio de Diagnóstico Veterinario de Cooprinsem en la ciudad de Osorno. Las concentraciones plasmáticas de Se fueron estimadas a través de la actividad de la enzima Glutación Peroxidasa (GPx-1) intraeritrocítica de forma cuantitativa a través del kit comercial Glutathione Peroxidase (Ransel). Se utilizó la técnica de espectrofotometría en el equipo DIRUI CS-1200 y los resultados se expresaron en U/g Hemoglobina (Hb). Se utilizó un diseño experimental completamente al azar, donde se consideró a cada oveja como una unidad experimental y observacional, comparando según la edad, tipo de parto y edad. Los datos obtenidos fueron analizados a través de una comparación de medias de un factor, utilizando una prueba post hoc de Tukey, para ello se utilizó el software estadístico IBM SPSS Statistics versión 29.0.20. Los resultados obtenidos fueron presentados en promedios y desviaciones estándar.



## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El rango de referencia de Se en ovinos de acuerdo con el Laboratorio de Diagnóstico Veterinario de Cooprism fue de 130 a 600 (U/g Hb). El valor promedio de Se del total de ovejas evaluadas fue de 524±110 U/g Hb, valor normal según el rango de referencia y rango cuatro veces mayor al descrito por CEBALLOS&WITTNER (1996). En el cuadro 1 se puede observar que no existieron diferencias significativas ( $p>0,05$ ) entre las concentraciones de Se según las edades de las ovejas evaluadas. Resultados que concuerdan con los descrito por DÍAZ-ZARCO et al. (2022).

**Cuadro 1.** Concentraciones de selenio (Se) según la edad de las ovejas.

Edad (años)	1	2	3	4	5	6	7	P-Valor
	(n=2)	(n=24)	(n=18)	(n=17)	(n=6)	(n=2)	(n=2)	
Se (U/g Hb)	468±87	522±105	566±90	483±128	527±114	519±137	523±110	0,878

En el cuadro 2 y 3 se puede observar que no existieron diferencias significativas ( $p>0,05$ ) entre las concentraciones de Se según el tipo parto y condición corporal que presentaron las ovejas evaluadas. Sin embargo, DÍAZ-ZARCO et al. (2022) indicaron que durante la gestación la oveja prioriza el transporte de Se al o los fetos, vía transplacentaria.

**Cuadro 2.** Concentraciones de selenio (Se) según el tipo de parto de las ovejas.

Tipo de parto	Simple	Doble	Triple	P-Valor
	(n=13)	(n=47)	(n=11)	
Se (U/g Hb)	498±153	541±98	477±85	0,221

**Cuadro 3.** Concentraciones de selenio (Se) según condición corporal de las ovejas evaluadas.

Condición corporal	1,5	2	2,5	3	3,5	P-Valor
	(n=5)	(n=8)	(n=46)	(n=10)	(n=2)	
Se (U/g Hb)	533±101	510±144	522±108	507±94	677±5	0,099

## CONCLUSIONES

No existieron deficiencias de Se en ovejas de la raza Suffolk Down en pastoreo en la comuna de Valdivia en la Región de Los Ríos y las concentraciones de Se no variaron según la edad, tipo de parto y condición corporal. Las altas concentraciones de selenio obtenidas se podrían atribuir a una buena alimentación y fertilidad del suelo, ya que no disponían de suplementación del mineral.

## REFERENCIAS

- CEBALLOS, A., & WITWER, F. 1996. Metabolismo del Selenio en rumiantes. Archivos de Medicina Veterinaria, 28(2), 5-18.
- DIAZ-ZARCO, S., MONTES-DE-OCA-JIMENEZ, R., RODRIGUEZ-DOMINGUEZ, M. 2022. Niveles de Selenio en suelo, pasto y en ovejas: Influencia del suplemento de Selenio en la concentración de IgG en ovejas gestantes y corderos. Terra Latinoam, 40, 1-14.
- GARDUÑO-ZEPEDA & MÁRQUEZ-QUIROZ, 2018. Aplicación de selenio en cultivos agrícolas. ITEA, 114 (4), 327-343.
- HUMANN-ZIEHANK1, E., TEGTMEYER, P., SEELIG, B., ROEHRIG, P., GANTER, M. 2013. Variation of serum selenium concentrations in German sheep flocks and implications for herd health management consultancy. Acta Veterinaria Scandinavica, 55:82.

# FRACCIONAMIENTO DE BAGAZO DE CERVEZA PARA LA OBTENCIÓN DE UN INGREDIENTE ALTERNATIVO

## Fractionation of brewer spent grain to obtain an alternative ingredient

Daniela Tapia<sup>1,3\*</sup>, Erika Millahual<sup>3</sup>, Rommy Díaz<sup>2,3</sup>.

<sup>1</sup>Programa de Doctorado en Ciencias Agroalimentarias y Medioambiente, Universidad de La Frontera. <sup>2</sup>Facultad de Ciencias Agropecuarias y Medioambiente. <sup>3</sup>Laboratorio de Tecnología e Innovación en la Carne (CTI-Carne), Universidad de La Frontera. \*[d.tapia01@ufromail.cl](mailto:d.tapia01@ufromail.cl)

## INTRODUCCIÓN

Se han desarrollado diferentes estrategias para incrementar o reducir la presencia de componentes bioactivos en la carne y productos cárnicos para producir *alimentos cárnicos funcionales*. Algunas de estas estrategias se basan en modificar la calidad de la carne en el animal vivo o a través de manejo genético o nutricional. La otra vía es hacerlo sobre el producto procesado incorporando o reduciendo algunos componentes críticos. Con el fin de aportar al desarrollo de productos cárnicos alternativos se plantea como una solución innovadora la incorporación de bagazo de cerveza (BSG) en la elaboración de productos cárnicos procesados. Por ello, el objetivo de este trabajo fue caracterizar y evaluar distintas fracciones de BSG previamente secado y molido. En esta primera etapa se determinó presencia de almidón, contenido de fibra dietaria, materia grasa y perfil de ácidos grasos. Los resultados preliminares sugieren diferencias en todas las fracciones analizadas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio se realizó el primer semestre de 2024, los análisis se realizaron en el Centro de Tecnología e Innovación de la Carne, en el instituto de Agroindustria, de la Universidad de La Frontera (Chile). Las muestras de BSG fueron facilitadas por dos cervecerías artesanales (BSG-CRF) de la región de La Araucanía, mientras que el BSG industrial fue facilitado por Compañía Cervecerías Unidas S.A. de Temuco (BSG-CCU). Los tratamientos realizados corresponde al fraccionamiento realizado donde la fracción (A) corresponde a partículas superiores a 0,75 mm, la fracción (B) corresponde a las partículas entre 0,75 y 0,5 mm, y la fracción (C) corresponde a las partículas entre 0,5 y 0,3 mm.

Una vez la humedad fue estabilizada se utilizó un molino de ultracentrífuga (Modelo ZM200) con tamices de 0,75 mm a 0,30 mm de diámetro de partícula para obtener distintas fracciones de BSG (Cuomo *et al.*, 2022), En esta primera etapa se determinó la presencia de almidón utilizando Lugol como solución reveladora (Sanches *et al.*, 2023), el contenido de fibra dietaria según la AOAC 991.43, el contenido de grasa total y perfil de ácidos grasos (Folch *et al.*, 1967), además se determinó la capacidad antioxidante mediante el uso del radical libre DPPH (Farcas *et al.*, 2021) y el contenido fenólico total (Singleton *et al.*, 1999) en las distintas fracciones obtenidas de BSG.

Para el análisis estadístico se realizaron análisis de varianza previo a la determinación de normalidad y homecedasticidad, definiendo como diferencias significativas un valor de  $p < 0,05$ . Los datos de las variables experimentales medida se expresan como valor medio  $\pm$  desviación estándar. Todos los análisis estadísticos se realizaron utilizando el software JAMOV 2.5.3.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados se muestran en el **Cuadro 1**.

**Cuadro 1.** Cuadro resumen de los resultados preliminares obtenidos en la primera etapa.

<b>Fraccionado</b>	<b>Fenoles totales (mg/100g)</b>	<b>Capacidad antioxidante (%)</b>	<b>Grasa cruda total (gr)</b>	<b>Fibra Dietaria</b>	<b>Presencia de almidón</b>
<b>CCU (A)</b>	35,30 ± 0,24	22,70 ± 2,70	3,7 ± 0,94	13,77 0,24	± -
<b>CCU (B)</b>	47,70 ± 0,96	23,30 ± 6,20	9,7 ± 0,47	13,44 0,14	± -
<b>CCU (C)</b>	59,30 ± 0,87	23,60 ± 7,50	14,0 ± 0,82	15,70 0,29	± +
<b>CRF (A)</b>	82,40 ± 1,29	24,60 ± 0,07	3,7 ± 0,94	16,88 0,36	± -
<b>CRF (B)</b>	105,40 ± 1,46	25,00 ± 1,40	5,0 ± 0,82	15,83 0,40	± -
<b>CRF (C)</b>	122,40 ± 0,41	25,00 ± 2,70	7,3 ± 0,47	18,58 0,35	± +

Los principales ácidos grasos encontrados en ambos BSG fueron ácido linoleico, ácido palmítico, ácido oleico, ácido  $\alpha$ -linolénico, además de EPA y DHA en un porcentaje inferior al 1%. Esto concuerda con lo reportado por Tan *et al.* (2019) donde los principales ácidos grasos son ácido palmítico, ácido oleico y ácido linolénico. En este análisis previo se observó un mayor contenido de ácidos grasos en BSG-CCU o industriales ( $\sum$  SFA: 3,34 ± 0,09 y 1,47 ± 0,14;  $\sum$  MUFA: 1,71 ± 0,06 y 0,77 ± 0,05;  $\sum$  PUFA: 8,12 ± 0,11 y 3,83 ± 0,27, BSG-CCU y BSG-CRF respectivamente).

Por otro lado, Cuomo *et al.*, (2022) indica importantes diferencias dependiendo de la fracción reportando mayores valores de proteína y fibra en aquella fracción de BSG inferior a 100 $\mu$ m, mientras que fracciones de BSG entre 300- 500 $\mu$ m estos componentes fueron inferiores, lo que contrasta con los resultados obtenidos, ya que a medida que disminuye el tamaño de partícula de la fracción los valores de fenoles totales, grasa total y fibra dietética fueron en aumento, lo que evidencia una mayor disponibilidad de los elementos contenidos en los BSG independiente de su origen. En cuanto a la capacidad antioxidante, esta se pudo ver afectada por la temperatura de secado, el método de fracciones entre otras, ya que en análisis previos se observó un porcentaje de actividad antirradicalaria de 34,15 ± 2,54% para BSG-CCU y 63,65 ± 19,01% para BSG-CRF. Debido a que no se pudo determinar el perfil de ácidos grasos a las distintas fracciones para la fecha de entrega de este resumen, no se puede determinar si BSG puede sustituir el contenido de grasas saturadas de origen animal por grasas saludables de origen vegetal.

## CONCLUSIONES

La caracterización de fraccionados de BSG en esta primera etapa permite concluir que se evidencia una mayor disponibilidad de fenoles totales, fibra dietaria y grasa total en los BSG evaluados. Si bien la normativa chilena establece que no se puede incorporar sustancias amiláceas en productos cárnicos, se establece un punto de referencia para futuros estudios que busquen evaluar otras fracciones como un tamaño de partículas entre 0,5 y 0,3 mm, o menores, con la finalidad de establecer una molienda y separación por tamiz eficiente para el uso de esta materia prima en la elaboración de productos cárnicos procesados enriquecidos

con fibra dietética, antioxidantes naturales, y una disminución del contenido de grasas saturadas.

## **AGRADECIMIENTOS**

Beca de Doctorado Nacional No 21231645, ANID.

Financiado parcialmente por la Dirección de Investigación, Universidad de La Frontera, Proyecto PP23-0030.

## **REFERENCIAS**

CUOMO, F., TRIVISONNO, M. C., IACOVINO, S., MESSIA, M. C., & MARCONI, E. 2022. Sustainable Re-Use of Brewer's Spent Grain for the Production of High Protein and Fibre Pasta. *Foods*, 11(5), 642.

TAN, Y., MOK, W., LEE, J., KIM, J., & CHEN, W. 2019. Solid State Fermentation of Brewers' Spent Grains for Improved Nutritional Profile Using *Bacillus subtilis* WX-17. *Fermentation*, 5(3), 52.

SANCHES, M., AUGUSTO, P., POLACHINI, T., & TELIS-ROMERO, J. 2023. Water sorption properties of brewer's spent grain: A study aimed at its stabilization for further conversion into value-added products. *Biomass & Bioenergy*, 170, 106718.

FARCAS, A.C.; SOCACI, S.A.; CHIȘ, M.S.; POP, O.L.; FOGARASI, M.; PĂUCEAN, A.; IGUAL, M.; MICHIU, D. 2021. Reintegration of Brewers Spent Grains in the Food Chain: Nutritional, Functional and Sensorial Aspects. *Plants*, 10(11), 2504.

# CAMBIOS EN LOS PARÁMETROS DE PESO EN VAQUILLAS ALIMENTADAS CON ESPECIES FORRAJERAS PERENNES EN LA ÉPOCA ESTIVAL

## Variation in weight parameters of heifers fed with perennial forages during the summer

Cristian J. Moscoso<sup>1,\*</sup>, Sergio Iruira<sup>1</sup>, Ignacio Beltrán<sup>1</sup>. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA-Remehue, \*[cristian.moscoso@inia.cl](mailto:cristian.moscoso@inia.cl).

### INTRODUCCIÓN

El uso de especies forrajeras mejor adaptadas al estrés hídrico, tales como festuca, pasto ovillo y bromo son una buena opción para enfrentar el déficit hídrico estival en la macrozona sur, pero presentan un bajo uso por parte de los agricultores (Moscoso y col., 2021). En contraposición, diversos estudios se han realizado para determinar la productividad de estas especies en distintos ambientes (Ortega y col, 2013), como también, preferencias de consumo por parte de vaquillas en estaciones críticas como la primavera y el verano (Urrutia y col., 2021) con la finalidad de incentivar su uso. En este ámbito, el uso de este tipo de especies en la alimentación de vaquillas ha sido poco estudiado, desconociéndose su impacto sobre parámetros productivos. El objetivo del presente estudio fue determinar el efecto de distintas especies forrajeras perennes sobre parámetros de peso en vaquillas Frisón europeo durante el período estival.

### MATERIALES Y MÉTODOS

En INIA Remehue se realizó una siembra en otoño de 2022 de macroparcels monofíticas de ballica perenne diploide (cv. 24 Seven), festuca (cv. Kora), pasto ovillo (cv. Amba) y bromo (mezcla Poker INIA) con una dosis de siembra de 25, 25, 15 y 28 kg semillas/ha respectivamente. La superficie de cada macroparcels correspondió a 2 hectáreas y la dosis de fertilizante a la siembra fue de 50, 200, 50, 50, 23 unidades de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, S y Mg, respectivamente. Las macroparcels se mantuvieron bajo pastoreo, y desde diciembre de 2022 en adelante, 15 vaquillas Frisón europeo (177±12 kg de peso vivo) se mantuvieron en cada una de las macroparcels, sin acceso a otro tipo de especie forrajera. El pastoreo se realizó por medio de cerco eléctrico manteniendo una oferta de pradera que permitió un consumo equivalente al 3 % del peso vivo de los animales, bajo un porcentaje de utilización del 60 % y con un periodo de rezago aproximado de 30 días. Desde enero a abril de 2024 y cada 15 días, se registró la ganancia de peso de los animales, iniciando con un peso promedio de 371 ±3,8 kg. La comparación de pesos se realizó por medio medidas repetidas en el tiempo usando el PROC MIXED de SAS, considerando como efecto fijo el tratamiento (especies forrajeras), el tiempo (periodo) como medida repetida, y la interacción entre ambos, mientras que el efecto aleatorio correspondió al animal. El peso fue analizado incluyendo como covariable el periodo experimental (15 días), mientras que para la ganancia de peso no fue necesario el uso de covariables.

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La condición climática desde enero a abril de 2024 presentó una pluviometría acumulada de 234 mm, un 10,8% inferior a un año promedio (263 mm). En relación al peso vivo (Figura 1a), se presentó un efecto significativo del periodo ( $p<0,01$ ) y de su interacción con la especie forrajera ( $p<0,01$ ), que se evidenció en el cuarto periodo de muestreo donde los animales que se alimentaron de festuca (385 kg PV) y bromo (389 kg PV), presentaron mayor peso vivo promedio que aquellos alimentados con pasto ovillo (368 kg PV), mientras que las vaquillas que tenían acceso a ballica perenne, presentaron peso vivo intermedio entre ambos grupos (378 kg PV).

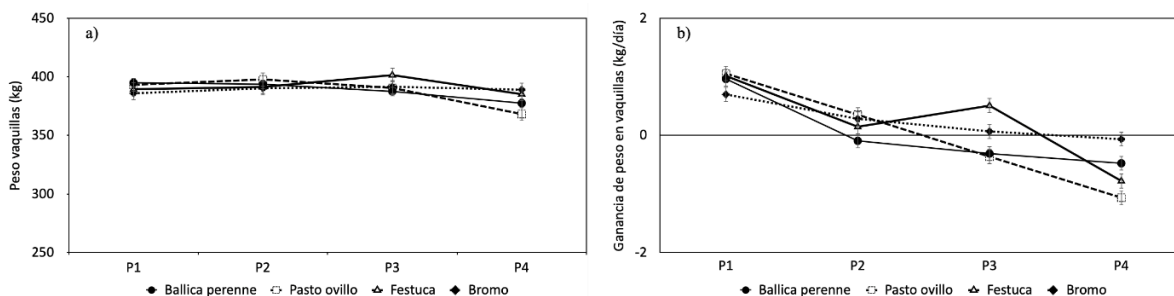


Figura 1. Efecto de la especie forrajera sobre a) peso vivo y b) ganancia de peso vivo de vaquillas durante la época estival. Barras indican error estándar de la media.

Las ganancias de peso vivo (Figura 1b) también presentaron un efecto significativo de la especie ( $p < 0,01$ ), el periodo ( $p < 0,01$ ) y su interacción ( $p < 0,01$ ). Para el segundo pesaje (P2), se registró una mayor ganancia de peso para las vaquillas alimentadas con bromo y pasto ovilla (0,28 y 0,35 kg/animal/día, respectivamente), y la más baja para el tratamiento con ballica perenne (-0,09 kg/animal/día). En el tercer pesaje (P3), la mayor ganancia de peso fue con festuca (0,51 (kg/animal/día) y las menores con ballica perenne y bromo (-0,31 y -0,07 kg/animal/día, respectivamente). Para el último pesaje todas las vaquillas presentaron pérdida de peso (Figura 1b). Al considerar la ganancia promedio en el periodo evaluado, las especies que generaron estadísticamente ( $p < 0,01$ ) una mayor ganancia de peso vivo fueron bromo (0,246 kg/animal/día) y festuca (0,224 kg/animal/día), el cual se vió reflejado en un mayor peso vivo al finalizar el periodo experimental, mientras que las alimentadas con pasto ovilla presentaron las menores ganancias de peso (0 kg/vaca/día).

## CONCLUSIONES

El peso de los animales sólo se vio afectado en un periodo por el uso de la especie forrajera, mientras que la ganancia de peso presentó una continua disminución durante el período estival. El uso de especies forrajeras mejor adaptadas al déficit hídrico, con excepción de pasto ovilla, permitió mantener ganancias de peso promedio superiores a 0,220 kg/animal día durante el periodo estival, siendo mayor a la tradicionalmente utilizada ballica perenne.

## REFERENCIAS

- Moscoso, C., Ortega-Klose, F., y Acuña, A. 2021. Are Chilean Pasture Seed End-Users Adopting New Species? Trends and Joinpoint Regression Analysis of the Last 19 Years of Seed Imports. *Agriculture* 11(6): 552. DOI: 10.3390/agriculture11060552.
- Ortega, K., Torres, A., Moscoso, C., Santana, G. y Melo, M. 2013. Gramíneas forrajeras perennes para el sur de Chile. Evaluación de cultivares 2010-13. Boletín INIA N° 226. 62p.
- Urrutia, N., Muñoz, C. y Torres, A. 2021. Preferencias de consumo de forraje en bovinos lecheros de sistemas pastoriles. Informativo INIA Remehue. N° 268.

# EVALUACIÓN DE DOS MÉTODOS DE CONSERVACIÓN DE ORUJO DE CEBADA RESIDUAL PARA ALIMENTACIÓN ANIMAL

## Evaluation of two conservation methods of Brewer's Spent Grain for animal feed

Oscar Martínez<sup>1</sup>, José Daza<sup>2</sup>, Verónica González<sup>2</sup>, Ignacio Beltrán<sup>3</sup>, Juan Pablo Keim<sup>4</sup>, Daniel Estroz<sup>2</sup>, Paulina Flores<sup>1</sup>, José L. Urrejola<sup>5</sup> y Rodrigo Moldenhauer<sup>5</sup>,

<sup>1</sup>Universidad de Aysén, Departamento Ciencias Naturales y Tecnología, Agronomía.

<sup>2</sup>Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA Tamel Aike, Coyhaique, Chile. <sup>3</sup>Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA Remehue, Osorno, Chile. <sup>4</sup>Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Alimentarias, Instituto de Producción Animal.

<sup>5</sup>Cervecería D'OLBEK, Coyhaique, Chile.

E-mail: [jose.daza@inia.cl](mailto:jose.daza@inia.cl)

## INTRODUCCIÓN

La limitada disponibilidad de alimentos nutritivos durante los meses de invierno, debido a la estacionalidad en el crecimiento de las praderas, representa una de las principales amenazas para el rubro ganadero en la XI Región de Aysén y, por consiguiente, el uso de suplementos alimenticios, como concentrados comerciales y granos de cereales, se ha convertido en una de las alternativas más comunes para mitigar estos efectos. En este contexto, el orujo de cebada residual proveniente de la industria cervecera, ha demostrado ser una buena alternativa para la elaboración de un concentrado alimenticio. En estado fresco, se han identificado porcentajes de materia seca (MS) cercanos al 25%, así como altos contenidos de proteína, fibra, carbohidratos, vitaminas y minerales (Daza et al., 2022). Sin embargo, la mayor disponibilidad se concentra en los meses de verano, cuando la necesidad de suplementos alimenticios es menor en comparación con el invierno. Por ello, el objetivo general de este trabajo, fue evaluar dos métodos de conservación del orujo de cebada residual para su uso en la alimentación animal.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo desde febrero hasta mayo del año 2024, en el predio del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria INIA Tamel Aike, ubicado en el sector Valle Simpson, a 29 km al Sur Este de la comuna de Coyhaique, región de Aysén (45°45'39.21"S 72° 2'29.54"O). El orujo se recolectó en la cervecería D'OLBEK, ubicada en la ciudad de Coyhaique, para trasladarlo a un secador parabólico, donde se dispusieron 60 bandejas con hasta 15 kg de orujo, siendo deshidratado mediante temperatura y circulación de aire. Este proceso se realizó ocho veces, entre febrero y mayo del 2024. Diariamente se tomaron muestras de orujo para evaluar la pérdida de humedad y tiempo de secado. Una vez se alcanzó un 50 y 15% de humedad del orujo, se procedió a su procesamiento en ensilaje y pellet, utilizando bolsas de 25 kg. Para el ensilaje, las bolsas fueron selladas herméticamente mediante el uso de una aspiradora, con el fin de extraer la mayor cantidad de oxígeno posible y así prevenir la proliferación de microorganismos indeseados. Para la elaboración del pellet, se utilizó una peletizadora Power Classic con una capacidad de rendimiento de 50 a 80 kg/hora. Posteriormente, se tomaron muestras de ensilaje y pellet a los 30, 60, 90 y 120 días post conservación, con el fin de evaluar los cambios en la calidad nutricional y fermentativa. Para el análisis estadístico de los datos, se empleó una prueba t para muestras relacionadas, que busca diferencias significativas entre la media de los dos métodos de conservación.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Resultados preliminares de calidad nutricional para los tipos de orujo se observan en el Cuadro 1, donde se presentan diferencias en MS, PC y EM. Al realizar la conservación en forma de ensilaje el contenido de PC aumentó y disminuyó la EM, en comparación al orujo fresco. Contrario a lo ocurrido en el pellet, donde la PC y EM fue similar al orujo fresco. Los valores de PC del orujo en estado fresco, concuerdan con Anrique (2014) y en comparación con los dos métodos de conservación, no se identifica una disminución considerable e incluso el ensilaje experimentó un incremento del 3,8%. Respecto a la FDN los valores son entre un 3,7 y un 8,6% superiores a los descritos por el autor. Además, se identificaron mayores contenidos de EM a los registrados por Ferrari (2019), para el orujo fresco y los dos métodos de conservación.

Cuadro 1. Calidad nutricional de orujo de cebada fresco, ensilado y peletizado.

Ítem	Tipo de Orujo		
	Fresco	Ensilaje	Pellet
MS, %	22,71	42,53	82,88
CT, %	3,33	3,93	3,23
PC, %	22,99	26,72	21,22
FDN, %	50,8	50,08	44,90
VD, %	66,46	61,24	65,25
EM, Mcal/kg MS	2,44	2,27	2,40
EE, %	6,7	6,69	3,77
pH	-	4,33	-
N-NH <sub>3</sub> , %	-	6,13	-

MS: Materia Seca; CT: Ceniza Total; PC: proteína cruda; FDN: Fibra Detergente Neutro; VD: Valor "D"; EM: Energía Metabolizable; EE: Extracto Etéreo; N-NH<sub>3</sub>: Nitrógeno Amoniacal.

## CONCLUSIONES

El orujo en estado fresco y conservado presenta un alto contenido nutricional, de acuerdo a lo descrito en la literatura, por su parte, el pellet cuenta con un mayor porcentaje de Materia seca, por ende, sobresale respecto del orujo fresco y ensilado. El manejo y transporte de los tres formatos de orujo comparten grandes similitudes, sin embargo, aspectos relacionados a la conservación, como la incidencia de variables climáticas en el secado, especialmente en la región de Aysén o los costos de inclusión de ambos suplementos alimenticios, representan desafíos adicionales.

## AGRADECIMIENTOS

Este resumen hace parte del proyecto FIA "Orujo de cebada: Estrategias de conservación e inclusión de un residuo cervecero para alimentación ganadera en la región de Aysén". Y al proyecto URY 2295, la "Desarrollo de tesis de pregrado con impacto territorial universidad de Aysén".



## REFERENCIAS

Anrique, R., Molina, X., Alfaro, M., Saldana, R., 2014. Composición de alimentos para el ganado bovino. Cuarta edición. Consorcio Lechero, Universidad Austral de Chile, Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIA Remehue. Valdivia, Chile.

Daza, J., Reyes S., C., González M., V., Moldenhauer, R., & Urrejola, J. L. (2022). Residuos de cervecería: Una oportunidad de uso en alimentación ganadera.

Ferrari, J. L., Villagra, E. S., Caballero, V. J., Deluchi, S. G., & Orden, L. (2019). Utilización de bagazo de cebada y pellets reformulados con maíz.

# EFECTO DE LA DISRUPCIÓN CELULAR SOBRE LAS FRACCIONES NITROGENADAS DE UN EXTRACTO PROTEICO MICROBIAL DE ORIGEN RUMINAL

## Cell disruption effect on nitrogen fractions of microbial protein extract of ruminal origin

Alejandro Velásquez<sup>1,2,3</sup>, Pablo Mercado<sup>1,3</sup> y Cristóbal Vidal<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Ciencias Agropecuarias y Acuícolas, Facultad de Recursos Naturales, Universidad Católica de Temuco. Rudecindo Ortega 02950. Temuco-Chile. <sup>2</sup>Núcleo de Investigación en Producción Alimentaria, UC-Temuco. <sup>3</sup>Proyecto FONDEF-IDeA I+D/24-ID24I10028. E-mail: [avelasquez@uct.cl](mailto:avelasquez@uct.cl).

## INTRODUCCIÓN

La generación de un extracto proteico microbial de origen ruminal, permitiría disponer de un bioproducto constituido, entre otros atributos nutricionales, por proteínas de alto valor biológico y en una alta concentración, posicionándola como una innovadora alternativa nutricional para animales no-rumiantes (Sok *et al.*, 2017). Por otro lado, la disrupción celular constituye un procedimiento fundamental durante el proceso de purificación proteica desde una biomasa microbial, dado que a través de este procedimiento se pueden liberar proteínas y otras fracciones nitrogenadas almacenadas en la matriz protoplasmática de los microorganismos y en las paredes bacterianas. También, se espera que el contenido de Proteína Cruda y Verdadera se encuentre en una mayor proporción en los extractos proteicos obtenidos tras la disrupción celular. Luego, el objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de la disrupción celular sobre el contenido de las fracciones nitrogenadas de un extracto proteico microbial de origen ruminal.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se procedió a coleccionar fluido ruminal (FR) desde seis ovejas Suffolk Down, a través de cánula oro-ruminal, con el propósito de generar un bioproducto en base a microorganismos ruminales. Las ovejas se mantuvieron a pastoreo (Ballica perenne y Trébol blanco) durante todo el estudio bajo requerimientos de mantención. Luego de coleccionar varias muestras de FR, estas fueron mezcladas para generar un solo batch. Esta mezcla fue homogenizada en una Blender (8011S), para luego ser filtrada en paño queso. A continuación, se procedió a incubar por 72 h el FR filtrado en un biorreactor bajo condiciones anaerobias, a 39°C, pH 6,8 y con agitación permanente. Transcurrido este tiempo, se centrifugó el cultivo a 6000 rpm a 4°C, obteniendo de esta forma una biomasa rica en microorganismos ruminales (EBMR<sub>72</sub>), constituyendo, experimentalmente, el tratamiento sin disrupción celular. Se consideró como un control la obtención de EBMR<sub>0</sub> sin incubar (tiempo 0). Por otro lado, se seleccionaron al azar tres muestras de cada tipo de EBMR generado (control y con incubación a las 72 h), para luego ser resuspendidas en buffer fosfato de potasio pH 7,0 (KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>) 50 Mm, 4 g/l (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) y 13 mM ((NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>). Posteriormente, la biomasa fue sometida a varias fases de sonicación (ultrasonido), produciendo de esta forma la disrupción celular. Tras una centrifugación a 12.500 rpm, se aislaron las proteínas desde el sobrenadante a través de una precipitación con sulfato de amonio (550 g/l) mediante la técnica *salting out*. Luego de lo anterior, se centrifugó a 12.900 rpm durante 20 minutos (recogiendo el pellet), generando de esta forma el tercer y cuarto tratamiento, denominados experimentalmente Extractos Proteicos Purificados con Disrupción (EPPD<sub>0</sub> y EPPD<sub>72</sub>). Luego de obtener los cuatro tipos de extractos proteicos, se procedió a determinar MS, Cenizas, PC (Kjeldahl), PV, NS, N-FDN, N-FDA (Velásquez y Pichard, 2010) y BMG/FRI. Este último parámetro indicó la eficiencia de producción de EBMR y EPPD en relación al volumen de inóculo (FR) incubado en los biorreactores. El diseño experimental fue completamente aleatorizado en una sola

dirección con cuatro niveles (EBMR<sub>0</sub>; EBMR<sub>72</sub>, EPPD<sub>0</sub> y EPPD<sub>72</sub>). Se realizaron tres replicas/tratamiento. Para evaluar las diferencias de medias se utilizó la Prueba No Paramétrica Ordinal Mann-Whitney. Se infirió que las diferencias fueron significativas cuando  $P < 0,01$ . El análisis estadístico se realizó a través del programa IBM SPSS Statistics 19.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se observó un efecto ( $P < 0,01$ ) de la disrupción celular de la biomasa microbial sobre los contenidos de las diferentes fracciones nitrogenadas evaluadas (Cuadro 1). Para el caso de la PC, el valor más alto fue hallado para EPPD<sub>72</sub> (77,8 %), evidenciando una mayor posibilidad de purificación proteica cuando la biomasa inicial es sometida a un proceso de sonicación, con el consecuente aumento de la concentración de N. Es interesante indicar que el contenido de PV se incrementó en EBMR<sub>72</sub> y en EPPD<sub>72</sub>, respecto al control, producto, probablemente, de la síntesis de proteína microbial durante la incubación. El NS se incrementó en EBMR<sub>72</sub>, debido al proceso de solubilización de los compuestos nitrogenados, como consecuencia de la acción proteolítica de las bacterias y protozoos durante el cultivo. Finalmente, se pudo apreciar una mayor eficiencia de producción de bioproducto (BMG/FRI: 56,82) en el tratamiento EBMR<sub>72</sub>, fenómeno explicado por el crecimiento de la biomasa microbial durante las 72 horas de incubación en los biorreactores.

**Cuadro 1.** Efecto de la disrupción celular sobre las fracciones nitrogenadas de un extracto proteico microbial de origen ruminal.

Extracto	MS**	Cenizas	PC	PV	NS	N-FDN	N-FDA	BMG/FRI
Proteico	%	% MS	% MS	% PC	% PC	% PC	% PC	mg/ml
EBMR <sub>0</sub> *	94,8	8,35a	58,3b	67,12c	23,4b	1,15a	0,67a	35,67b
EBMR <sub>72</sub>	93,5	8,46a	58,1b	78,32b	34,7a	1,31a	0,72a	56,82a
EPPD <sub>0</sub>	98,2	4,71b	74,6 <sup>a</sup>	80,57b	18,6c	0,78b	0,34b	11,24d
EPPD <sub>72</sub>	97,4	4,35b	77,8 <sup>a</sup>	87,23a	17,8c	0,72b	0,37b	19,37c
Valor P	0,13	0,002	0,0056	0,007	0,0024	0,001	0,001	0,0013

\*EBMR<sub>0</sub>-EBMR<sub>72</sub>, Extracto Bruto Microorganismos Ruminales sin disrupción celular (0 y 72 h de incubación); EPPD<sub>0</sub> y EPPD<sub>72</sub>, Extracto Proteico Purificado con disrupción (0 y 72 h de incubación). \*\*MS, Materia Seca; PC, Proteína Cruda; PV, Proteína Verdadera; NS, Nitrógeno Soluble; N-FDN, Nitrógeno insoluble en Fibra Detergente Neutro; N-FDA, Nitrógeno insoluble en Fibra Detergente Ácida; BMG/FRI, Relación Biomasa Microbial Generada/Fluido Ruminal Incubado.

## CONCLUSIONES

La técnica de disrupción celular permite incrementar el contenido de PC y PV a través de un mejoramiento en el proceso de purificación proteico. Así también, la incubación de los inóculos ruminales en los biorreactores, logra incrementar la biomasa microbial y la PV en el bioproducto generado. Todo proceso de incubación tiende a incrementar la eficiencia de producción de biomasa microbial en relación al volumen de fluido ruminal cultivado.

## REFERENCIAS

SOK, M., OUELLET, D.R., FIRKINS, J.L., PELLERIN, D., AND LAPIERRE H. 2017. Amino acid composition of rumen bacteria and protozoa in cattle. *Journal of Dairy Science* 100(7): 5241-5249.

VELÁSQUEZ, A. AND G. PICHARD. 2010. Effects of rumen fluid pre-incubation on *in vitro* proteolytic activity of enzymatic extracts from rumen microorganisms. *Animal Feed Science and Technology*. 162:75-82.

# **Sección producción y utilización de praderas**

# EFFECTOS DEL MANEJO DE DEFOLIACIÓN EN LA CONCENTRACIÓN DE CARBOHIDRATOS SOLUBLES Y COMPUESTOS BIOACTIVOS DE *PLANTAGO LANCEOLATA*

## Effects of Defoliation Management on Soluble Carbohydrates and Bioactive Compound Concentration in *Plantago lanceolata*

Verónica M. Merino <sup>1\*</sup>, Claudia Pérez M. <sup>2</sup>, Lúbia M. Guedes <sup>3</sup>, M. Jordana Rivero <sup>4</sup>, Luis F. Piña <sup>5</sup>, María D. López-Belchi <sup>6</sup>, Iván P. Ordóñez <sup>7</sup>, René I. Aguilar <sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Prod. Animal, Fac. de Agronomía UdeC; <sup>2</sup>Departamento de Botánica, Fac. de Cs. Naturales y Oceanográficas UdeC; <sup>3</sup>Laboratorio de Semioquímica Aplicada, Fac. de Cs. Forestales UdeC; <sup>4</sup>Rothamsted Research, North Wyke, Reino Unido; <sup>5</sup>Departamento de Prod. Animal, Fac. de Cs. Agronómicas U. de Chile; <sup>6</sup>Departamento de Cs. Vegetales, Fac. de Agronomía UdeC; <sup>7</sup>INIA Kampenaike, Punta Arenas \*Email: [veronicamerino@udec.cl](mailto:veronicamerino@udec.cl)

### INTRODUCCIÓN

*Plantago lanceolata* L. ayuda a reducir el nitrógeno (N) en la orina de vacas lecheras siendo una estrategia eficaz para disminuir las emisiones de óxido nítrico en sistemas a pastoreo (Nguyen et al. 2022). Esta capacidad se asocia a sus compuestos bioactivos (CB) como aucubina, catalpol y acteósido. Para lograr una reducción significativa del N en el suelo la especie debiese representar al menos el 30% de la materia seca (MS) en praderas permanentes (Minneé et al. 2020), lo cual se dificulta por un manejo inadecuado de defoliación. Considerando que el efecto del manejo de la defoliación en la concentración de CB de *P. lanceolata* aún no ha sido estudiado, en este estudio evaluamos el efecto de diferentes manejos de defoliación sobre la concentración foliar de carbohidratos solubles (CHOs) y CB con el fin de optimizar su manejo y reducir el impacto ambiental en sistemas de pastoreo.

### MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en una cámara de crecimiento de plantas del Laboratorio de Evaluación de Especies Forrajeras UdeC durante un período de nueve meses (temperatura promedio de 20 °C y 14 horas de luz). Se utilizó un diseño completamente aleatorizado con arreglo factorial de tres frecuencias de defoliación, determinada en base a la longitud de la hoja extendida (LHE; 15, 25 y 35 cm), y dos intensidades (5 y 8 cm de altura residual), con cuatro repeticiones por tratamiento (24 macetas en total, cada una con cuatro plantas del cultivar ‘Ceres Tonic’). La frecuencia de defoliación se estableció en función del tiempo necesario para que el promedio de LHE alcanzara el largo objetivo (Merino et al. 2024). Muestras de 25 mg por maceta, compuestas por los cortes realizados durante el período, fueron molidas y tamizadas a 1 mm. La concentración de CHOs se determinó usando rafinosa pentahidratada como estándar de calibración. La absorbancia se midió con un lector de microplacas Synergy H1M (BioTek, Santa Clara, CA, EE. UU.). Al final del estudio, las plantas se cosecharon a 6 cm de altura. Las muestras del forraje se secaron por congelación, y se molieron a 1 mm para cuantificar la concentración de aucubina, catalpol y verbascósido por cromatografía HPLC (Hitachi technologies, Merck, Darmstadt, Germany), utilizando una columna Kromasil C18. Los estándares de aucubina y catalpol se midieron a 204 nm mientras que verbascósido a 330 nm. Los datos se analizaron mediante un ANOVA de dos vías utilizando Genstat 22 (©VSN International Ltd., Hemel Hempstead, UK). Se utilizó la prueba de la diferencia mínima significativa de Fisher para la separación estadística de las medias cuando las diferencias fueron significativas (p-valor<0.05).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La menor frecuencia de defoliación a 35 cm LHE aumentó en 1,40 puntos porcentuales la concentración foliar de CHOs ( $p = 0,047$ ), debido a que permiten un mayor tiempo para la recuperación de las reservas de CHOs de *P. lanceolata*, coincidiendo con estudios previos (Lee et al. 2015). La concentración de acteósido varió tanto con la frecuencia de defoliación ( $p = 0,009$ ) como con la altura de corte ( $p > 0,001$ ). Las plantas defoliadas a 15 y 25 cm LHE mostraron concentraciones similares de acteósido ( $3,42 \text{ mg g}^{-1}$  de MS en promedio), superiores a las de 35 cm LHE ( $2,75 \text{ mg g}^{-1}$  MS, SEM = 0,15). Respecto de la altura de corte, las plantas cortadas a 5 cm presentaron mayor concentración de acteósido comparadas con aquellas cortadas a 8 cm ( $3,61$  vs.  $2,69 \text{ mg g}^{-1}$  MS, SEM = 0,13). Ambos resultados sugieren un beneficio en la acumulación de este CB bajo defoliaciones más severas. El catalpol, sin embargo, permaneció constante entre tratamientos (promedio de  $18,65 \text{ mg g}^{-1}$  MS), lo cual es coherente con su limitada variabilidad observada en estudios previos. En contraste, la aucubina presentó una interacción significativa ( $p = 0,019$ ), con una concentración máxima de  $2,09 \text{ mg g}^{-1}$  MS en plantas defoliadas a 35 cm LHE y a 5 cm de altura residual, en consonancia con una mayor concentración de CHOs. Estos hallazgos reflejan la capacidad adaptativa y las estrategias de asignación de recursos de *P. lanceolata* frente a diferentes manejos de defoliación. La planta responde optimizando la producción de CB, mejorando su resiliencia y sostenibilidad en sistemas de pastoreo, especialmente en condiciones de defoliación moderada (25 cm LHE) que permiten una mayor recuperación y acumulación de CHOS y CB.

## CONCLUSIONES

La frecuencia e intensidad de defoliación afectan las concentraciones de carbohidratos de reserva y compuestos bioactivos en *P. lanceolata*. Defoliaciones menos frecuentes favorecen mayores concentraciones de CHOs y aucubina, mientras que el catalpol permanece estable. Defoliaciones más severas aumentan la concentración foliar de acteósido. Estos resultados subrayan la importancia de un manejo adecuado de defoliación para mejorar la persistencia y sostenibilidad de *P. lanceolata* en sistemas a pastoreo, contribuyendo a reducir su impacto ambiental.

## AGRADECIMIENTOS

Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo, Proyecto Fondecyt de Iniciación 11231053.

## REFERENCIAS

- LEE J. *et al.* 2015. Management strategies for chicory (*Cichorium intybus*) and plantain (*Plantago lanceolata*): impact on dry matter yield, nutritive characteristics and plant density. *Crop and Pasture Sci.* 66(2), 168–183.
- MERINO V. *et al.* 2024. Regrowth Dynamics and Morpho-Physiological Characteristics of *Plantago lanceolata* under Different Defoliation Frequency and Residual Heights. *PLoS ONE* 19, e0310009.
- MINNEÉ E. *et al.* 2020. Meta-analyses comparing the nutritional composition of perennial ryegrass (*L. perenne*) and plantain (*P. lanceolata*) pastures. *J. N. Z. Grassl.* 81, 117–124.
- NGUYEN T. *et al.* 2022. Forage plantain (*Plantago lanceolata*). Meta-analysis quantifying the decrease in nitrogen excretion, the increase in milk production, and the changes in milk composition of dairy cows grazing pastures containing plantain. *Anim. Feed. Sci. Technol.* 285, 115244.

# RENDIMIENTO Y VALOR NUTRITIVO DE PRADERAS MONOFITICAS, MIXTA (*Lolium perenne* L. MÁS *Bromus valdivianus* Phil.) y UNA POLIFÍTICA DURANTE PRIMAVERA-VERANO

## Yield and nutritional value of monophytic, mixed (*Lolium perenne* L. plus *Bromus valdivianus* Phil.) and a polyphytic pasture during spring-summer

Renato Hornig, Mario Vásquez, Oscar Balocchi\*, Iván Calvache, Juan Pablo Keim, Máximo Alonso

Instituto de Producción Animal, Facultad de Ciencias Agrarias y Alimentarias, Universidad Austral de Chile. \*Email: [obalocch@uach.cl](mailto:obalocch@uach.cl) – Proyecto FONDECYT: 1220448

### INTRODUCCIÓN

En el sur de Chile, existe una gran diversidad de especies pratenses nativas e introducidas, algunas con más tolerancia al estrés hídrico, lo que influye en la arquitectura, composición botánica, valor nutritivo y funcionalidad de las especies, como crecimiento y capacidad fotosintética, de tal forma que, el uso de praderas polifíticas o multiespecie se presenta como una alternativa a la pradera en monocultivo (Elgersma et al., 2013). Por lo tanto, para el presente estudio se planteó como hipótesis que praderas polifíticas tendrán mayor rendimiento, dinámica de crecimiento y valor nutritivo (VN) que praderas monofíticas y mixtas, especialmente con menor frecuencia de defoliación. El objetivo fue evaluar el rendimiento y valor nutritivo de praderas monofíticas, mixta de dos especies de gramíneas y otra con seis especies pratenses que incluyen tres grupos funcionales de plantas (dos gramíneas, dos leguminosas y dos latifoliadas) durante primavera-verano bajo dos frecuencias de defoliación.

### MATERIALES Y MÉTODOS

En la Estación Experimental Agropecuaria Austral de la Universidad Austral de Chile, región de Los Ríos, durante primavera de 2022 y verano de 2023, se evaluaron 24 parcelas de 20 m<sup>2</sup> c/u distribuidas en 3 bloques. Los tratamientos correspondieron a la interacción entre 4 tipos de praderas (TP) con sus respectivas densidades de siembra [Mix – (*L. perenne* (15kg ha<sup>-1</sup>) + *B. valdivianus* (30kg ha<sup>-1</sup>), Pol – (*L. perenne* (5.1kg ha<sup>-1</sup>) + *B. valdivianus* (10.2kg ha<sup>-1</sup>) + *T. repens* (1.7kg ha<sup>-1</sup>) + *T. pratense* (3.4kg ha<sup>-1</sup>) + *C. intybus* (1.7kg ha<sup>-1</sup>) + *P. lanceolata* (1.7kg ha<sup>-1</sup>), Lp – compuesta solo por *L. perenne* (30kg ha<sup>-1</sup>) y Bv – compuesta solo por *B. valdivianus* (45kg ha<sup>-1</sup>)], bajo 2 frecuencias de defoliación (FD) determinadas por el tiempo térmico [150 y 300 grados día acumulados (GDA)] durante primavera – verano. La altura de residuo fue 5 cm sobre el nivel del suelo. Las variables evaluadas fueron: rendimiento (Rdto) corte<sup>-1</sup> (Cte - kg MS ha<sup>-1</sup>) y acumulado (Acu - kg MS ha<sup>-1</sup>), tasa de crecimiento (TC - kg MS ha<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>), valor nutritivo (PC, EM, FDN, FDA y CHOS) y, solo en TP Mix, Lp y Bv se evaluó la dinámica de crecimiento [largo total de lámina (LTL – cm macollo<sup>-1</sup>), número de láminas macollo<sup>-1</sup> (NLM), tasa de crecimiento de lámina (TCL – cm día<sup>-1</sup>), y tasa de aparición de lámina (TAL- días lámina<sup>-1</sup>). El estudio se desarrolló bajo un diseño en bloques completos al azar con arreglo factorial de 4 × 2 (4 TP × 2 FD), con 3 repeticiones por tratamiento. Cuando las variables presentaron diferencia estadística, se procedió a realizar una prueba de comparación múltiples de promedios según Tukey con un 95% de confianza. Todos los datos se procesaron y analizaron en el software estadístico SAS (V9.4, NC, USA).

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En cuanto al Rdto Cte<sup>-1</sup>, Acu y TC, no se observó una interacción significativa (Cuadro 1;  $p>0,05$ ), por lo tanto, se evaluó los efectos simples por separado. No hubo diferencias



estadísticas entre TP para las variables de Rdto y TC, presentando un Rdto Cte<sup>-1</sup> y Acu promedio entre TP de 2.758 y 13.424 kg MS ha<sup>-1</sup> respectivamente y, para la TC un promedio de 91,4 kg MS ha<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>. La FD si tuvo efecto significativo ( $p < 0,05$ ) sobre el Rdto Cte<sup>-1</sup> y Acu, pero no así sobre la TC, demostrando que, defoliaciones cada 300 GDA, permiten acumular mayor kg MS ha<sup>-1</sup> que FD cada 150 GDA.

**Cuadro 1.** Rendimiento de cuatro tipos de pradera bajo dos frecuencias de defoliación.

TP	TC	Rdto Cte <sup>-1</sup>	Rdto Acu.
Pol	102,8	2990,1	13151,9
Mix	81,9	2446,7	12482,7
Bv	93,4	2891,5	14930,1
Lp	87,5	2705,5	13130,4
EEM	8,1	180,3	1042,5
Valor - $p$	0,5446	0,3468	0,3577
FD (GDA)			
150	86,1	1612,2	12094,5
300	98,6	3824,4	13540,2
EEM	5,5	125,6	737,2
Valor - $p$	0,0661	0,0001	0,0344
Interacción	Valor - $p$		
TP × FD	0,8874	0,807	0,7535

Rdto Cte<sup>-1</sup> y Acu: kg MS ha<sup>-1</sup>, TC: kg MS ha<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>. EEM: error estándar de la media.

**Cuadro 2.** Dinámica de crecimiento de *L. perenne* y *B. valdivianus* bajo dos FD.

TP	LTL	NLM	TCL	TAL
BvMix	57,8 <sup>a</sup>	3,7 <sup>a</sup>	1,9 <sup>a</sup>	8,1 <sup>a</sup>
LpMix	34,6 <sup>c</sup>	2,7 <sup>b</sup>	1,1 <sup>b</sup>	11,4 <sup>b</sup>
Bv	51,7 <sup>b</sup>	3,6 <sup>a</sup>	1,7 <sup>a</sup>	8,3 <sup>a</sup>
Lp	33,5 <sup>c</sup>	2,7 <sup>b</sup>	1,2 <sup>b</sup>	10,5 <sup>b</sup>
EEM	1,59	0,07	0,07	0,2
valor- $p$	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
FD (GDA)				
150	29,95	2,81	1,55	7,65
300	58,94	3,61	1,51	11,53
EEM	1,73	0,07	0,06	0,21
valor- $p$	0,0001	0,0001	0,9018	0,0001
Interacción				
TP × FD	0,0015	0,1600	0,8745	0,4646

LTL: cm, TCL: cm día<sup>-1</sup>, TAL: días lámina<sup>-1</sup>, EEM: error estándar de la media.

La dinámica de crecimiento fue afectada por la interacción entre efectos principales (Cuadro 2;  $p < 0,05$ ) para LTL en, donde, se pudo observar que en FD cada 150 GDA LpMix y Lp se comportan igual (23,4 y 24,3 cm respectivamente), pero difieren con BvMix y Bv que tuvieron valores de 36,1 y 35,2 cm respectivamente. Para amplias FD (300 GDA), las diferencias entre TP fueron más marcadas, en especial para BvMix con respecto a Bv, las cuales reportaron valores de 78,9 y 68,2 cm respectivamente, mientras que, LpMix (47,7 cm) y Lp (42,8 cm) tuvieron valores más cercanos. Para el resto de variables, no se presentó una interacción significativa. Cuando se analizaron los efectos principales por separado, se observó que en cuanto a NLM *B. valdivianus* creciendo solo o en mezcla (Bv y BvMix) presenta 0,9 láminas más que *L. perenne* igualmente creciendo solo o en mezcla (Lp y LpMix); no obstante, las diferencias fueron marcadas principalmente por las especies creciendo en forma mixta e individual (Cuadro 2). La TAL conservó la misma tendencia que el NLM, donde, en promedio BvMix y Bv requiriere menos días (-2,75 días) que el promedio de LpMix y Lp. Entre FD también se presentaron diferencias para LTL, NLM y TAL, donde, FD a 300 GDA presentan los mayores valores, aclarando que la TAL en defoliaciones a 300 GDA requiere +3,88 días para la aparición de una nueva lámina. La TCL no fue afectada por la FD. En cuanto al VN, la PC fue afectada por la FD principalmente (23.2 y 20.6% para F1 y F2 respectivamente), mientras que, en TP Mix a los 300 GDA las concentraciones de FDN (47,6%) y FDA (29.7%) fueron mayores que en praderas POL (39.7 y 25,1% respectivamente).

## CONCLUSIONES

El Rdto Cte<sup>-1</sup> y Acu es más afectado por la FD que por el TP, siendo la menor FD (300 GDA), la que favorece el rendimiento, pero afecta negativamente el valor nutritivo. La dinámica de crecimiento de *L. perenne* y *B. valdivianus* es dependiente tanto del TP como de la FD.

## REFERENCIAS

ELGERSMA, A., SEEGAARD, K., & JENSEN, S. K. (2013). Herbage dry-matter production and forage quality of three legumes and four non-leguminous forbs grown in single-species stands. *Grass and Forage Science*, 69, 705-716.

# RESPUESTA PRODUCTIVA DE ALFALFA Y PRADERA POLIFITICA AL USO DE “MEJORADORES DE SUELO” EN LA REGION DE AYSÉN-PATAGONIA

## Alfalfa and poliphytic pastures response to soil improvers in Aysen Region-Patagonia

Oswaldo Teuber W<sup>1</sup>. y Andrés Naguil T<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA Tamei Aike.

Camino Coyhaique Alto km 4.5, Coyhaique, Chile. e-mail: [oteuber@inia.cl](mailto:oteuber@inia.cl);

<sup>2</sup>Instituto de Desarrollo Agropecuario, Coyhaique, Región de Aysén.

## INTRODUCCIÓN

La intensificación del uso del suelo en los sistemas agropecuarios, está generando desequilibrios en cuanto a su fertilidad química, física y biológica, que bajo la nueva visión de sustentabilidad, se está intentando revertir. El uso de mejoradores de suelo, que son cualquier material químico o biológico añadido al suelo para mejorar su condición química, física y/o biológica, permitirían contribuir al crecimiento de las plantas y/o a mejorar la capacidad de retención de agua del suelo (Universidad de Cornell, 2018). El objetivo de este ensayo fue determinar la respuesta productiva de un cultivo de alfalfa y de una pradera polifítica, a la adición de diferentes elementos mejoradores de suelo, usados en forma pura y en mezcla con los tradicionales fertilizantes inorgánicos.

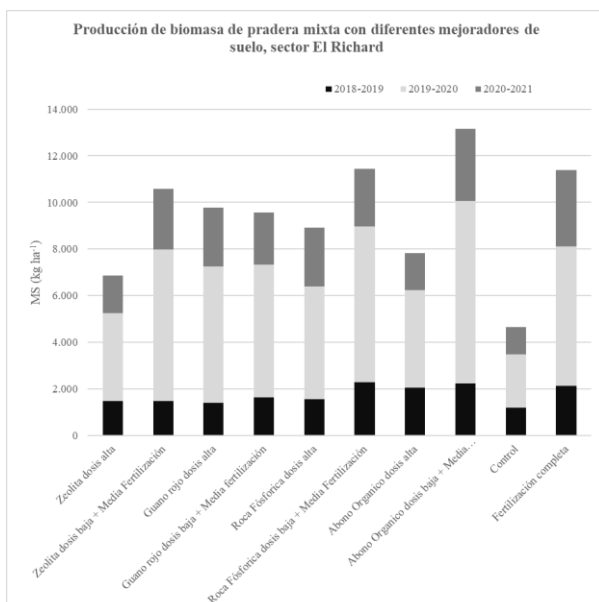
## MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se estableció en el Sector de El Richard (45°19'85"S., 71°49'00"O y 734 m s.n.m), en una pradera naturalizada y degradada por sobrepastoreo, perteneciente al predio del Sr. Elizardo Aguilar. El sitio del ensayo fue cercado con cerco tradicional y malla conejera, para evitar el ingreso de animales mayores y lagomorfos. La cubierta vegetal fue eliminada químicamente (Panzer<sup>®</sup> + MCPA 750 SL<sup>®</sup>, con 3 y 1,2 l/ha, respectivamente) y posteriormente el suelo fue preparado con dos pasadas de rotovator y una de rodillo. En el sitio se sembraron parcelas de 100 metros de largo y 2,3 metros de ancho, con tres repeticiones, con alfalfa (25 kg semilla ha<sup>-1</sup>) y pradera mixta (pasto ovillo, ballica, trébol blanco y trébol rosado), con 30 kg de mezcla de semillas ha<sup>-1</sup>. Cada una de esas parcelas de 100 m de largo, fueron divididas cada 10 metros y en cada una de esas parcelas (2,3 x 10 m), se dispuso uno de los 10 tratamientos. Los tratamientos fueron un control sin nada y un control sólo con fertilización convencional/dosis alta (80-80-80-30 de N-P-K-S), más los tratamientos con roca fosfórica, abono orgánico, zeolita y guano rojo, en aplicación pura/dosis alta, más aplicación dosis media + dosis media de fertilizantes convencionales. La aplicación de los tratamientos se hizo en cobertera, para posteriormente sembrar las parcelas sobre los mejoradores de suelo aplicados. La evaluación se realizó a través de corte directo, con barra segadora manual. Las muestras fueron procesadas en el laboratorio de INIA Tamei Aike, para determinación de materia seca y composición botánica. El diseño del ensayo fue de parcelas divididas, con tres repeticiones, donde los resultados fueron analizados mediante ANOVA y las diferencias entre medias se determinó a través de LSD, usando el programa Statgraphics.

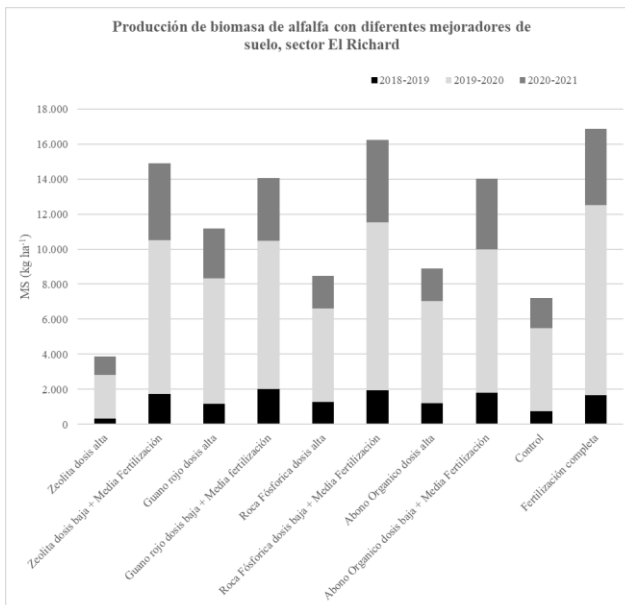
## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La pradera mixta y de cultivo de alfalfa presentaron baja acumulación de biomasa, cuando no se utiliza ningún mejorador de suelo, ni fertilización con fertilizantes convencionales. En ambos sistemas forrajeros, la producción acumulada en tres temporadas de producción, no superaron los 4.700 y 7.200 kg MS h<sup>-1</sup>, respectivamente (Figura 1 y 2). Adicionalmente, la

utilización de cualquier mejorador de suelo en forma pura, nunca supere en acumulación de biomasa al uso de ese mejorador de suelo con la mitad de la dosis/ha + 50% de fertilización convencional completa, salvo en el caso de la pradera mixta con el mejorador guano rojo, donde la acumulación de biomasa fue similar (Figura 1).



**Figura 1:** Rendimiento de materia seca (kg MS ha<sup>-1</sup>) de una pradera mixta, sometida a diferentes tratamientos de mejoradores de suelo en el sector El Richard, durante las temporadas 2018/19 a la 2020/21



**Figura 2:** Rendimiento de materia seca (kg MS ha<sup>-1</sup>) de un cultivo de alfalfa, sometida a diferentes tratamientos de mejoradores de suelo en el sector El Richard, durante las temporadas 2018/19 a la 2020/21

También es destacable que la fertilización convencional completa, si bien siempre fue de los tratamientos que acumuló la mayor biomasa, la respuesta fue similar y comparable con el uso de los mejoradores de suelo aplicados en dosis media + dosis media de fertilizantes convencionales. Aquí se destacaron las aplicaciones mixtas del abono orgánico, la roca fosfórica y la fertilización convencional completa, que en la pradera mixta permitieron acumular sobre 11.400 kg MS ha<sup>-1</sup>, sumando la producción de las tres temporadas productivas. Para el caso de la alfalfa, la zeolita, el guano rojo, la roca fosfórica y abono orgánico usados en forma mixta con fertilizantes convencionales, permitieron acumular sobre 14.000 kg MS ha<sup>-1</sup>, mientras que la fertilización convencional completa acumuló 16.800 kg MS ha<sup>-1</sup>, durante las tres temporadas de evaluación.

## CONCLUSIONES

El uso de mejoradores de suelo en forma pura, permitió generar una respuesta positiva en la producción de la pradera mixta y el cultivo de la alfalfa, comparado con el control absoluto sin aplicación.

El uso mixto de mejoradores de suelo, con fertilizantes convencionales, permite potenciar el impacto positivo del uso del mejorador de suelo en forma pura.

El estudio de estos mejoradores de suelo y otros existentes debería profundizarse, para afinar el impacto sobre la producción primaria, pero también sobre la fertilidad química, biológica y física del suelo.

## REFERENCIAS

CORNELL UNIVERSITY, 2018. Mejoradores de suelo. Disponible en: [https://cpb-us-e1.wpmucdn.com/blogs.cornell.edu/dist/9/3801/files/2019/09/Tab-4-Modulo-3-V1\\_1-V1\\_2.p](https://cpb-us-e1.wpmucdn.com/blogs.cornell.edu/dist/9/3801/files/2019/09/Tab-4-Modulo-3-V1_1-V1_2.p)

**PERDURO INIA®, NUEVO CULTIVAR CHILENO DE TRÉBOL ROSADO (*Trifolium pratense* L.): UN APOORTE PARA LOS SISTEMAS GANADEROS SUSTENTABLES POR SU RENDIMIENTO ELEVADO, ESTABLE y PERSISTENCIA**

**Perduro INIA®, new Chilean cultivar of red clover (*Trifolium pratense* L.): a contribution to the sustainable livestock systems due to its high yield, stability and persistence**

Fernando Ortega-Klose <sup>1\*</sup>, Alfredo Torres <sup>2</sup>, Rafael López-Olivari <sup>1</sup> y Cristian Moscoso <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA Carillanca. <sup>2</sup> INIA Remehue. \*Email: [fortega@inia.cl](mailto:fortega@inia.cl).

**INTRODUCCION**

El trébol rosado es una leguminosa forrajera botánicamente perenne cuya persistencia (sobrevivencia de plantas) es afectada por la interacción de múltiples factores bióticos y abióticos (Ortega et al., 2018). Dadas las características de la especie y su potencial, el Instituto de Investigaciones Agropecuarias de Chile ha mantenido en forma permanente un programa de fitomejoramiento de la especie, generando a partir de 1962 los cultivares Quiñequeli INIA, Redqueli INIA, Superqueli INIA (Ortega et al., 2018) y, recientemente, Perduro INIA®. El objetivo de este trabajo es describir las principales características del nuevo cultivar Perduro INIA®, resumiendo los resultados más relevantes obtenidos a través de múltiples experimentos desarrollados en el sur de Chile.

**MATERIALES Y METODOS**

Se presentan en forma resumida los resultados de rendimiento de forraje (kg MS/ha) de seis ensayos detallados en el siguiente cuadro:

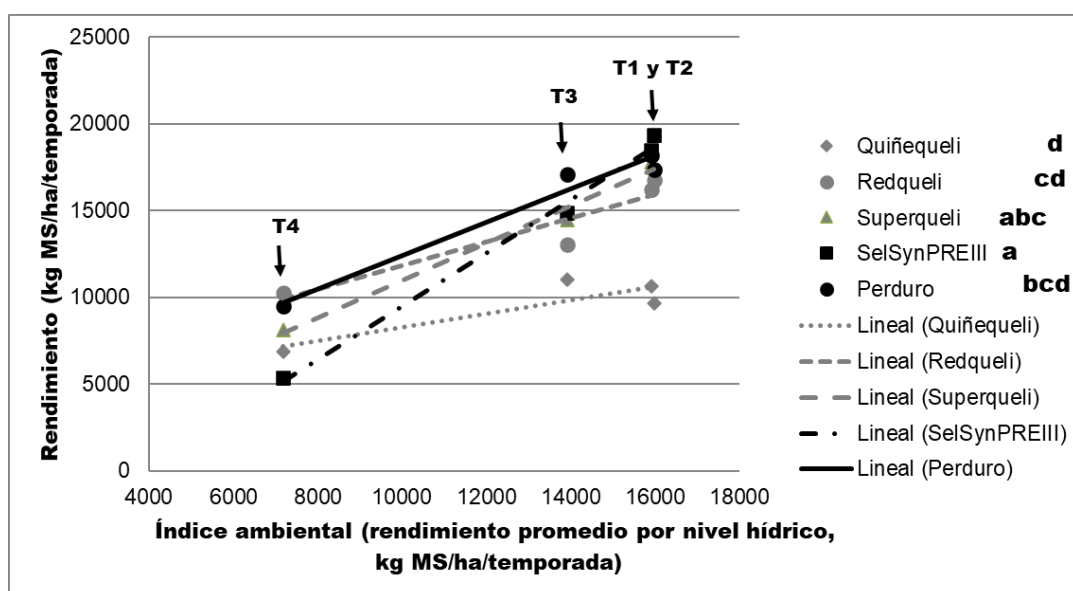
Localidad	INIA Carillanca (1)				INIA Remehue (1)	INIA Carillanca(2)
Manejo hídrico	Con riego	Con riego	Sin riego	Sin riego	Sin riego	4 niveles
Diseño	BCA4	BCA4	BCA4	BCA4	BCA4	FD3
# genotipos evaluados	13	9	13	13	13	9
Temporadas de evaluación	4	5	2	3	4	2

BCA4: 4 bloques comp.Azar.; FD: franja dividida 3 reps; (1) Ensayos en jardines de evaluación; (2) Ensayo niveles hídricos. T1: riego completo; T2: 80% de T1; T3: 60% de T1; T4: sin riego.

Los resultados de cada ensayo fueron analizados mediante ANDEVA y la prueba de Duncan (p = 5%). Adicionalmente, se realizó un análisis combinado de varianzas para el rendimiento promedio por temporada de los ensayos en jardines (1) considerando genotipo como factor fijo, ensayo y ensayo\*genotipo como factores aleatorios, utilizando Proc Mixed (SAS software) y separación de medias (LSMeans) para las interacciones por PDMIX800. Adicionalmente, para el ensayo niveles hídricos se analizó además la respuesta utilizando la metodología de Finlay y Wilkinson (1963).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis combinado de varianzas (ACV) de todos los jardines se observó una interacción significativa en genotipo x ensayo (G x E) ( $p \leq 5\%$ ). El ACV de los ensayos realizados con riego de INIA Carillanca e INIA Remehue sin riego no mostraron interacción significativa G x E ( $p > 95\%$ ), siendo el rendimiento promedio (kg MS /ha/temporada) de cuatro temporadas para Perduro INIA® (12.269 ab), Superqueli INIA (12.361 ab), Redqueli INIA (11.366 c) y Quiñequeli INIA (9.433 d). El ACV de los ensayos sin riego de INIA Carillanca no presentó interacción significativa G x E ( $p > 95\%$ ) y tampoco diferencias significativas entre las medias. La figura 1 muestra que el genotipo con mayor respuesta al riego fue SelSynPREIII, el que tuvo un alto rendimiento en los tratamientos sin restricción hídrica (T1 y T2) pero un bajo rendimiento sin riego (T4); por el contrario, para Quiñequeli INIA se observó un bajo rendimiento en los distintos niveles hídricos y baja respuesta al riego. Mientras que Perduro INIA® presentó un buen rendimiento en los distintos niveles de riego y respuesta moderada, lo que lo destaca como un cultivar con buen rendimiento y estabilidad.



**Figura 1.** Rendimiento de cinco genotipos de trébol rosado (kg MS/ha/temporada) en función del índice ambiental (rendimiento promedio de los genotipos en cada nivel hídrico del ensayo. T1: riego completo; T2: 80% de T1; T3: 60% de T1; T4: sin riego). Letra distinta a la derecha de cada genotipo indica diferencia significativa para la pendiente (Duncan 5%,  $n=9$ ). Segunda temporada, 2015-16, INIA Carillanca, ensayo sembrado en primavera de 2014. Adaptado de López-Olivari and Ortega-Klose, 2020.

## CONCLUSIONES

Los resultados mostraron un buen rendimiento, persistencia productiva y estabilidad en distintos niveles hídricos de suelo del nuevo cultivar Perduro INIA®.

## REFERENCIAS

FINLAY, K.W. and WILKINSON, G.N. 1963. The analysis of adaptation in plant-breeding programme. Australian Journal of Agricultural Research, 14, 742-754.

LÓPEZ-OLIVARÍ, R. and ORTEGA-KLOSE, F. 2020. Response of red clover to deficit irrigation: dry matter yield, populations, and irrigation water use efficiency in southern Chile. Irrig Sci. <https://doi.org/10.1007/s00271-020-00693-0>.

ORTEGA, F., L. INOSTROZA, C. MOSCOSO, L. PARRA, and A. QUIROZ. 2018. Persistence and yield stability of temperate grassland legumes for sustainable animal

production. In Marshall, A., Collins, R. (eds.), Improving grassland and pasture management in temperate agriculture, Burleigh Dodds Science Publishing, Cambridge, UK (ISBN: 978 1 78676 200 9). Chapter 8.

## **IMPACTO DEL MANEJO DE DEFOLIACIÓN SOBRE LA MORFOLOGÍA RADICULAR DE *PLANTAGO LANCEOLATA***

### **Impact of Defoliation Management on Root Morphology of *Plantago lanceolata***

Lubia M. Guedes<sup>1\*</sup>, Verónica M. Merino<sup>2</sup>, Luis F. Piña<sup>3</sup>, Iván P. Ordóñez<sup>4</sup>, M. Jordana Rivero<sup>5</sup>, Mauricio I. Schoebitz<sup>6</sup>, René I. Aguilar<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratorio de Semioquímica Aplicada, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Concepción; <sup>2</sup> Departamento de Producción Animal, Facultad de Agronomía, Universidad de Concepción, Concepción; <sup>3</sup> Departamento de Producción Animal, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile; <sup>4</sup> Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA Kampenaike, Punta Arenas; <sup>5</sup> Rothamsted Research, North Wyke, Reino Unido; <sup>6</sup> Departamento de Suelos y Recursos Naturales, Facultad de Agronomía, Universidad de Concepción. \*Email: [lguedes@udec.cl](mailto:lguedes@udec.cl)

## **INTRODUCCIÓN**

*Plantago lanceolata* (siete venas) ha demostrado ser un recurso valioso en sistemas de pastoreo debido a su tolerancia a la sequía. Sin embargo, su densidad en praderas permanentes tiende a disminuir tras el tercer año, posiblemente por efectos del manejo de defoliación. Este estudio se centró en investigar los efectos de diferentes frecuencias (15, 25 y 35 cm de longitud de hoja extendida, LHE) e intensidades de defoliación (5 y 8 cm de altura residual) sobre la morfología radicular y las dimensiones de los elementos del vaso de *P. lanceolata*. La hipótesis es que frecuencias de defoliación menos severas promoverán un mayor desarrollo radicular y desarrollo de los elementos del vaso, promoviendo la eficiencia en la adquisición de recursos y la persistencia de *P. lanceolata*.

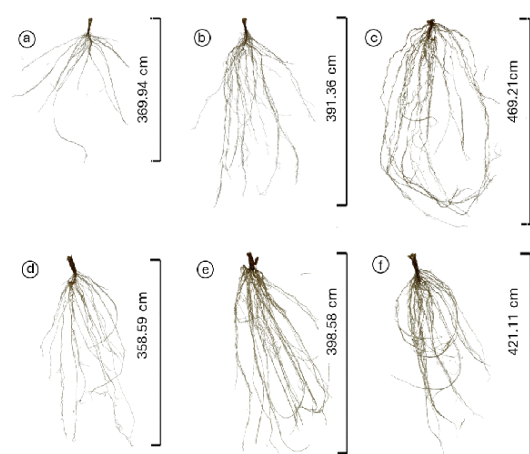
## **MATERIALES Y MÉTODOS**

El estudio se desarrolló en el Laboratorio de Evaluación de Especies Forrajeras de la Universidad de Concepción, Concepción, Región del Biobío, durante un período de nueve meses. Las plantas crecieron bajo condiciones ambientales controladas (promedio de 20 °C, 60% de humedad relativa, fotoperiodo de 14 horas luz) con un diseño completamente aleatorizado con arreglo factorial que incluyó tres frecuencias (LHE de 15, 25 y 35 cm) y dos intensidades de defoliación (5 y 8 cm de altura residual), con cuatro repeticiones por tratamiento (24 macetas en total de 4 plantas cada una del cv. ‘Ceres Tonic’). La frecuencia de defoliación se basó en el tiempo necesario para que las hojas alcanzaran el LHE objetivo (Merino et al. 2024). Al final del período, se realizó una cosecha destructiva. La biomasa de cada planta (por encima y debajo del suelo) se midió en base al peso seco. Los rasgos morfológicos de las raíces fueron evaluados en una planta por maceta. Los elementos vasculares de cada tratamiento se midieron disociando las raíces (n = 3 por tratamiento) usando hipoclorito de sodio al 80%. Secciones de 1 cm de las raíces principales se sumergieron en la solución hasta volverse transparentes, luego se enjuagaron con agua corriente y destilada, y se tiñeron con safranina al 5%. Se tomaron tres alícuotas de cada muestra, se colocaron en un portaobjetos y se cubrieron. Se fotografiaron 15 elementos del vaso por muestra con un fotomicroscopio Leica y se determinaron su ancho y longitud mediante el programa ImageJ. Los datos se analizaron mediante un análisis de varianza de dos vías. Se utilizó la prueba de la diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher para la separación estadística de las medias cuando los resultados del ANOVA fueron significativos

(p-valor < 0.05). Los datos fueron analizados utilizando Genstat 22 (©VSN International Ltd., Hemel Hempstead, UK).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las dimensiones de los elementos del vaso de las raíces de *P. lanceolata* sólo se vieron afectadas significativamente por la intensidad de la defoliación ( $p < 0,01$ ) (Figura 1). Cuando las plantas se cortaron a 8 cm, hubo una disminución significativa en la longitud de los elementos del vaso en comparación con las defoliadas a 5 cm (Figura 1), lo que indica una posible restricción en la capacidad de transporte de agua y nutrientes bajo mayores intensidades de defoliación. Sin embargo, no se observaron diferencias significativas en el ancho de los elementos vasculares entre los diferentes tratamientos.



**Figura 1.** Características morfológicas de raíces de *P. lanceolata* (a–f) bajo diferentes frecuencias de defoliación (15 cm en a y d; 25 cm en b y e; y 35 cm en c y f) e intensidades (5 cm en a–c, 8 cm en d–f); (g) Comparación de la longitud y el ancho de los elementos vasculares; (h) Dimensiones (ancho y largo) de los elementos vasculares.

(g)	Defoliation treatment (cm)	Vessel length (µm)	Vessel width (µm)	(h)
	15	237.17 ± 15.68	38.78 ± 15.68	
Frequency	25	221.93 ± 55.17	11.21 ± 20.18	
	35	221.15 ± 23.59	36.11 ± 20.63	
	<i>p</i> value	0.573	0.262	
	5	271.59 ± 114.76	53.16 ± 38.42	
Intensity	8	205.91 ± 12.91	37.62 ± 9.72	
	<i>p</i> value	< 0.0009	0.142	

## AGRADECIMIENTOS

Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo, Proyecto Fondecyt de Iniciación 11231053.

## CONCLUSIONES

A frecuencias de defoliación más altas, las plantas de *P. lanceolata* redujeron la longitud de sus raíces, afectando negativamente la capacidad de exploración del suelo y, en consecuencia, la captación de recursos.

## REFERENCIAS

Lee, J.M.; Hemmingson, N.R.; Minnee, E.M.K.; Clark, C.E.F. 2015. Management strategies for chicory (*Cichorium intybus*) and plantain (*Plantago lanceolata*): Impact on dry matter yield, nutritive characteristics and plant density. *Crop and Pasture Science* 66(2), 168–183.

Merino, V.M.; Aguilar, R.I.; Rivero, M.J.; Ordóñez, I.P.; Piña, L.F.; López-Belchí, M.D.; Schoebitz, M.I.; et al. 2024. Distribution of Non-Structural Carbohydrates and Root Structure of *Plantago lanceolata* L. under Different Defoliation Frequencies and Intensities. *Plants* 13, 2773.

Powell, A.; Kemp, P.; Jaya, I. D.; & Osborne, M. 2007. Establishment, growth and development of plantain and chicory under grazing. *Pr. N.Z. Grassl. Assoc.* 69, 41–45.



## **Fertilización nitrogenada, días de rebrote, frecuencia de defoliación y época del año sobre la concentración de nitratos y valor nutritivo de *Lolium perenne* L.**

### **Nitrogen fertilizer, regrowth days, defoliation frequency, and season on the nitrate concentration and nutritive value of *Lolium perenne* L.**

Esteban Bustamante-Henríquez<sup>1,2\*</sup>, Oscar Balocchi<sup>3</sup>, Iván Calvache<sup>3</sup>, Pablo Loaiza<sup>2</sup>, Annemarie Mohr<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias de la Naturaleza, Carrera Medicina Veterinaria, Universidad San Sebastián; <sup>2</sup>Escuela de Graduados, Facultad de Ciencias Agrarias y Alimentarias, Universidad Austral de Chile; <sup>3</sup>Instituto de Producción Animal, Facultad de Ciencias Agrarias y Alimentarias, Universidad Austral de Chile; \*Email: [esteban.bustamante@uss.cl](mailto:esteban.bustamante@uss.cl)

## **INTRODUCCIÓN**

La fertilización nitrogenada (FN), frecuencia de defoliación, días de rebrote y época del año son prácticas agronómicas que influyen significativamente en la calidad de las praderas, modificando el valor nutritivo para la alimentación de rumiantes. Sin embargo, el uso excesivo de FN podría conllevar a una acumulación de sustancias tóxicas en las praderas, afectando la salud animal, pérdidas económicas y problemas medioambientales, lo que subraya la importancia de un manejo adecuado en cuanto a la interacción entre FN y frecuencia de defoliación (FD) dependiendo la época del año. El objetivo de la investigación fue evaluar el efecto del nivel de fertilización nitrogenada y frecuencia de defoliación en una pradera de *L. perenne* L. sobre la concentración de nitratos durante primavera y otoño, relacionar la concentración de nitratos en función de los días post-aplicación del fertilizante nitrogenado y los días de rebrote sobre, en dos épocas del año.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

Con datos obtenidos en un experimento que consideró 4 niveles de FN más un control sin aplicación de N (0, 75, 150, 300 y 450 kg N ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>), y dos FD (2 y 3 hojas macollo<sup>-1</sup>) y cinco tiempos de rebrote [(dR) 0, 7, 14, 21 y 28 días post aplicación de FN], durante primavera y otoño en la Estación Experimental Agropecuaria Austral de la Universidad Austral de Chile, se planteó un estudio cuantitativo mediante el uso de estadística descriptiva, análisis de regresión múltiple por la técnica de mínimos cuadrados parciales modificados (MCPL), análisis multivariado mediante variables canónicas (VC) y un modelo de varianza factorial, con el fin de tipificar la dinámica estacional relacionada con las variables nutricionales de la pradera [proteína cruda (PC) y soluble (PS), energía metabolizable (EM), concentración de carbohidratos solubles (CHOS), nitrógeno indigestible en fibra detergente neutro (NIFDN) y concentraciones de NO<sub>3</sub><sup>-</sup>], y determinar las relaciones entre variables, factores y desarrollar modelos de predicción para determinar la concentración de NO<sub>3</sub><sup>-</sup> dependiendo el nivel de FN y los dR.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Las regresiones simples y múltiples mostraron que la FN y dR explican entre el 35 y 70% de la variabilidad en las estaciones. Los mejores ajustes en las regresiones simples frente a FN

fueron modelos lineales en otoño para PC, cuadrado de X para  $\text{NO}_3^-$  (r: 0,76 y 0,69, respectivamente) y en primavera para PS (r: 0,87). En función de dR, destacaron modelos cuadrado doble en primavera para EM (r: 0,74) y lineal para NIFDN (r: 0,71). Los modelos múltiples con mejor ajuste fueron para NIFDN, EM, PC y PS, siendo dR determinante en EM y NIFDN; y FN en PC y PS (Cuadro 1). El análisis factorial muestra que la FN ejerce un efecto positivo sobre todas las variables con excepción de CHOS. El efecto de la FN sobre los niveles de  $\text{NO}_3^-$  alcanza valores preocupantes en otoño con dosis de  $450 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$  ( $> 3000 \text{ ppm kg}^{-1} \text{ MS}$ ). El dR influyó en la acumulación de  $\text{NO}_3^-$  durante el otoño alcanzando valores potencialmente riesgosos el día 14 ( $> 2100 \text{ ppm kg}^{-1} \text{ MS}$ ), para luego descender hacia el día 28 (Figura 1a,b). La FD de 3 hojas tuvo efecto positivo sobre EM, NIFDN, PC y PS. El análisis multivariado identificó una relación significativa (Wilks' Lambda  $< 0,0001$ ) entre factores y valor nutritivo, siendo principales determinantes de la variabilidad la estación para EM, CHOS y PS; la FN para PS, PC y  $\text{NO}_3^-$  y el dR para NIFDN (Figura 1c).

Cuadro 1. Regresiones lineales y múltiples para predecir el valor nutritivo de una pradera de *Lolium perenne* L. en dos épocas del año.

Variable	Estación	Modelo	Ecuación	r	Rajustado2	AIC	BIC	RMSE	P-Valor
$\text{NO}_3^-$	Otoño	$X^2$	$Y = 1062,58 + 0,012859(\text{FN}^2)$	+ 0.69	47.3	519.1	519.2	1860.8	0.001
PC	Otoño	Lin	$Y = 21,101 + 0,0170142(\text{FN})$	+ 0.76	57.8	103.3	103.5	28.6	0.001
PS	Primavera	Lin	$Y = 13,3077 + 0,00884323(\text{FN})$	+ 0.87	74.9	39.4	39.5	15.3	0.001
NIFDN	Primavera	Lin	$Y = 0,705714 + 0,022585(\text{dR})$	+ 0.71	49.8	-	-	2.4	0.001
EM	Primavera	DD	$Y = \sqrt{6,66138 + 0,00260005(\text{dR}^2)}$	+ 0.74	54.9	-30.2	-29.9	8.6	0.001
PS	Otoño	múltiple	$Y = 11,7312 + 0,0380955(\text{dR}) + 0,00628079(\text{FN})$	+ -	58.8	-5.0	-4.8	8.3	0.001
PC	Otoño	múltiple	$Y = 19,682 + 0,0988754(\text{dR}) + 0,0163095(\text{FN})$	+ -	64.3	79.5	79.5	21.4	0.001
EM	Otoño	múltiple	$Y = 2,34983 + 0,00682313(\text{dR}) + 0,000491699(\text{FN})$	+ -	50.6	-	-	0.8	0.001
NIFDN	Primavera	múltiple	$Y = 0,571315 + 0,022585(\text{dR}) + 0,000689229(\text{FN})$	+ -	64.0	-	-	1.9	0.001

$\text{NO}_3^-$ : Nitratos, PC: Proteína cruda, PS: Proteína soluble, NIFDN: Nitrógeno en fibra detergente Neutra, EM: Energía metabolizable,  $X^2$ : Cuadrado de X, Lin: Lineal, DD: Cuadrado doble, r: coeficiente de correlación, Rajustado2: coeficiente de determinación ajustado por grados de libertad, AIC: Criterio de información de Akaike, BIC: Criterio de información Bayesiano, RMSE: Raíz del error cuadrático medio.

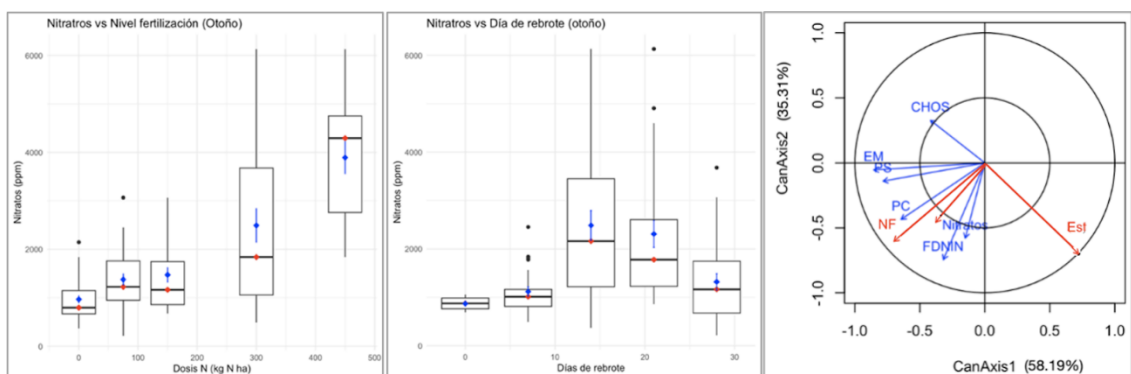


Figura 1. Concentración de nitratos en otoño según fertilización nitrogenada (a) y día de rebrote (b). Mediana de cada grupo en puntos rojos y la media en puntos azules con intervalos de confianza del 95%; (c) Análisis de variables canónicas entre variables independientes (líneas rojas) y dependientes (líneas azules).

## CONCLUSIONES

Se concluye que la fertilización nitrogenada mejora el valor nutritivo de la pradera de *Lolium perenne* L., pero puede elevar peligrosamente los  $\text{NO}_3^-$  en otoño, por lo que se deben considerar dosis y dR adecuados para la utilización de estas praderas en la alimentación de rumiantes, evitando el pastoreo entre día 14 y 21 post FN de 300 y 450  $\text{kg N ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ .

## REFERENCIAS

BALOCCHI, O., NIKLITSCHK, M., y LOAIZA, P. 2021. Dinámica de crecimiento y calidad nutritiva de una pradera de *Lolium perenne* L. sometida a dos frecuencias de defoliación y dosis crecientes de nitrógeno. *Agro Sur* 49(2), 7-20.

## **EFECTO EN LA FUNCIONALIDAD DEL SUELO EN UNA VEGA BAJO PASTOREO REGENERATIVO Y CONTINUO CON AJUSTE DE CARGA**

### **Effect on soil functionality in a wetland meadow under regenerative grazing and continuous grazing with stocking rate adjustment**

Iván Ordóñez<sup>1,2</sup>, Jorge Ivelic-Sáez<sup>1,2,3</sup>, Jaime Valenzuela<sup>1</sup>, Francisco Sales<sup>1</sup>, Raúl Lira<sup>1</sup>, Camila Sandoval<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> INIA Kampenaike, Punta Arenas 6212707, Chile.

<sup>2</sup> Centro de Investigación en Suelos Volcánicos, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.

<sup>3</sup>Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile. \*E-mail: ivan.ordonez@inia.cl

## **INTRODUCCIÓN**

Los sistemas denominados regenerativos están siendo recomendados y utilizados en distintos ecosistemas en el mundo. Se basan en altas cargas animales instantáneas para aumentar la concentración de heces y orina, y así incrementar el aporte de nutrientes y materia orgánica al suelo. Esto puede ser perjudicial desde el funcionamiento del suelo (conducción de agua y gas), especialmente en aquellos suelos que no presentan una gran capacidad de resistir o recuperarse de un estrés mecánico (p. ej. pisoteo animal) (Reszkowska et al., 2011). La hipótesis es que el pastoreo regenerativo (PRV modificado) genera una pérdida en la funcionalidad del suelo debido a la alta carga animal instantánea en comparación a un pastoreo continuo con ajuste de carga. El objetivo general fue evaluar la funcionalidad de un suelo en un sistema de pastoreo regenerativo (PRV modificado o PRVm) y pastoreo continuo con ajuste de carga (PC) con cargas instantáneas contrastantes.

## **MATERIAL Y MÉTODO**

EL estudio se realizó en la estación experimental de Kampenaike durante dos ciclos productivos. La vega estudiada tenía un manejo histórico de pastoreo con bovinos de carne. El pastoreo PRVm fue realizado en franjas y una carga animal instantánea de 552,0 ovinos ha<sup>-1</sup>. El tiempo de pastoreo fue entre 2-3 días en cada franja para luego moverlas a la siguiente franja. Según lo planteado por el PRVm, es pastorear lo más cercano al 100% del forraje disponible. Por otro lado, el PC presentó una carga animal instantánea promedio de 38,8 ovinos ha<sup>-1</sup>. Cada potrero y franja se pastoreó una vez por cada ciclo productivo. Los muestreos en el sistema de pastoreo PRVm fueron en 6 franjas y para el PC en 4 potreros. Se utilizaron muestras de suelo sin disturbar de los primeros 10 cm de suelo, con cilindros de

220 cm<sup>3</sup>. Esas muestras posteriormente fueron analizadas para desarrollar la curva de retención de agua, densidad aparente (Dap), conductividad hidráulica en fase saturada (Ks) y permeabilidad de aire (Ka).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El Cuadro 1 muestra los valores de Dap y Ka para los pre y post pastoreo. El pre-pastoreo fue significativamente menor en Ka en comparación al post-pastoreo ( $P < 0,01$ ), mientras que la Dap no presentó diferencias estadísticas ( $P > 0,05$ ). Con respecto al Ka, los valores de pre-pastoreo fueron de -3,86 y -3,83 log m s<sup>-1</sup> para PRVm y PC, respectivamente. Para el caso del post-pastoreo los valores fueron de -4,23 y -4,27 log m s<sup>-1</sup> para PRVm y PC, respectivamente. El Cuadro 2 muestra los valores de Ks para PRVm y PC al comienzo del ensayo (antes del primer pastoreo) y al final del ensayo (posterior al último pastoreo) indicando diferencias significativas ( $P < 0,01$ ). Para el tratamiento PC, la evaluación inicial fue de 1,81 log cm día<sup>-1</sup> ( $\pm 0,21$ ), aumentando significativamente el valor de Ks al final del ensayo con un valor de 3,38 log cm día<sup>-1</sup> ( $\pm 0,21$ ). Por otro lado, el PRVm no presentó diferencias significativas entre la evaluación inicial y final.

**Cuadro 1** Dap y Ka en pre y post pastoreo para PRVm y PC en un suelo de vega con sus respectivos errores estándar de la media (ESM).

	Densidad aparente (g cm <sup>3</sup> )	ESM	Permeabilidad de aire (log m s <sup>-1</sup> )	ESM
PRVm pre-pastoreo	0,29	0,01	-3,86 a	0,09
PRVm post-pastoreo	0,33	0,02	-4,23 b	0,09
PC pre-pastoreo	0,28	0,01	-3,83 a	0,13
PC post-pastoreo	0,28	0,01	-4,27 b	0,06

**Cuadro 2** Ks para el pastoreo PRVm y PC en un suelo de vega con sus respectivos errores estándar de la media (ESM).

	Conductividad de agua (log cm día <sup>-1</sup> )	ESM
PRVm inicial	2,49 bc	0,28
PRVm final	3,08 ab	0,16
PC inicial	1,81 c	0,21
PC final	3,38 a	0,21

El estrés mecánico efectuado por el pastoreo mostró un impacto negativo en el funcionamiento del suelo de la vega estudiada para PRVm y PC. Esto indica una baja resistencia a la deformación del suelo, generando una disminución de Ka para ambas cargas instantáneas (38,9 y 552,0 ovejas ha<sup>-1</sup>). Cuando se evaluó Ks al comienzo y final del ensayo, se observó una mejora en el tratamiento PC, a diferencia del PRVm donde no se observaron diferencias entre la evaluación inicial y final. Esto puede deberse a que en un mediano plazo (2 temporadas) el suelo no fue capaz de recuperar su funcionamiento que podría haber sido afectado negativamente por el manejo histórico de la vega con pastoreo de bovinos de carne. El suelo al verse sometido a una baja carga animal instantánea de ovinos en el pastoreo PC,

podría haber generado una recuperación en su funcionalidad. Por el contrario, el pastoreo PRVm no generó tal recuperación, manteniendo valores estadísticamente similares entre el comienzo y final del ensayo.

## **CONCLUSIONES**

El suelo de la vega no mostró una resistencia a la deformación mecánica post pastoreo, observándose una disminución en la funcionalidad para PC y PRVm. El PC mostró una mayor recuperación en el mediano plazo en la Ks al final del ensayo en comparación a la condición inicial. No se observaron efectos regenerativos del PRVm en el corto plazo para la condición de la vega estudiada.

## **AGRADECIMIENTOS**

Fundación para la innovación agraria (FIA), PYT-2020-1422.

## **REFERENCIAS**

RESZKOWSKA, A., KRÜMMELBEIN, J., GAN, L., PETH, S., HORN, R. 2011. Influence of grazing on soil water and gas fluxes of two Inner Mongolian steppe ecosystems. *Soil and Tillage Research*, 111: 180-189.

## **KAUKE: NUEVA VARIEDAD DE ALFALFA DE SECANO**

### **Kauke: new alfalfa variety for dryland environments**

Luis Inostroza<sup>1</sup>, Viviana Barahona<sup>1</sup>, Paulina Etcheverría<sup>1</sup>, Alejandro del Pozo<sup>2</sup>, Carlos Ovalle<sup>1</sup>, Soledad Espinoza<sup>1</sup>, Macaren Gerding<sup>3</sup>,

<sup>1</sup>Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Chile [linostroza@inia.cl](mailto:linostroza@inia.cl)

<sup>2</sup>Facultad de Agronomía, Universidad de Talca, Talca, Chile

<sup>3</sup>Facultad de Agronomía, Universidad de Concepción, Chillán, Chile

## **INTRODUCCIÓN**

La agricultura del Secano Mediterráneo de Chile es la más vulnerable a los efectos del cambio climático, debido a su dependencia del agua de lluvia. La ganadería es un eje productivo fundamental del Secano Mediterráneo y se sustenta en la pradera natural, que es de baja productividad (2-4 toneladas de materia seca por hectárea al año). En el año 2015, INIA introdujo a Chile una colección de 70 accesiones de alfalfa originarias de distintos ambientes semiáridos del mundo (Inostroza et al., 2021). Con todo este acervo genético se dio inicio al programa de mejoramiento genético de alfalfas de secano de INIA, que tiene por objetivo desarrollar variedades tolerantes a sequía que expresen alta productividad, persistencia y calidad de forraje en el Secano Mediterráneo de Chile. Este trabajo describe el método de selección genética y valor agronómico de la nueva variedad ‘Kauke’ desarrollada por INIA para los sistemas ganaderos del secano Mediterráneo de Chile.

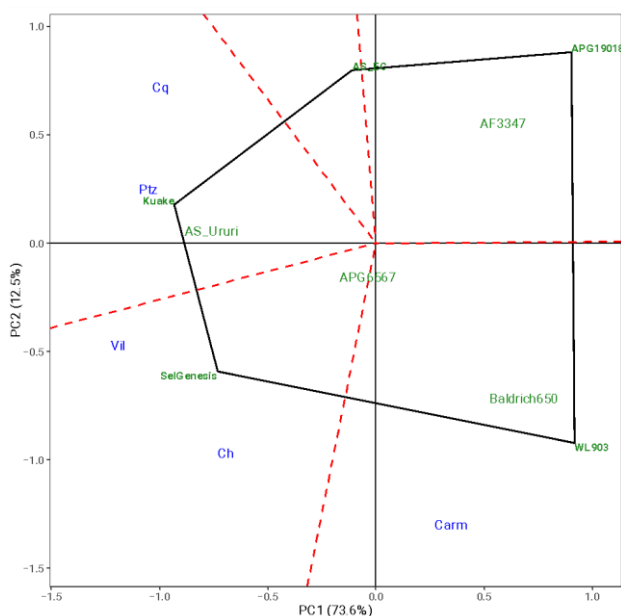
## **MATERIALES Y MÉTODOS**

‘Kauke’ se desarrolló mediante un método de selección dentro de familia. ‘Kauke’ proviene del cruzamiento de plantas seleccionadas a partir de la familia CTA002, entregada al Programa de Mejoramiento Genético de Alfalfas de Secano de INIA por el Australian Pasture Genbank, del South Australian Research Development Institute (SARDI). CTA002 proviene del cruzamiento *Medicago sativa* cv. Genesis x Alborea101. Genesis es un cultivar de origen australiano, adaptado a condiciones de clima Mediterráneo. Alborea101, es un híbrido interespecífico entre *M. sativa* ( $2n = 4x = 32$ ) y *M. arborea* ( $2n = 4x = 32$ ) desarrollado por la Universidad de Wisconsin, Estados Unidos. En el año 2017, 750 plantas de CTA002 fueron establecidas en la Estación Experimental Cauquenes de INIA (35°57’S; 72°19’O). Se establecieron en hileras distanciadas a 20 cm; sobre la hilera, las plantas se plantaron cada 10 cm. Durante dos temporadas de crecimiento (2017/18 y 2018/19), se evaluó la producción de materia seca y persistencia de plantas, después de dos veranos con al menos 5 meses sin

lluvia. En el otoño del 2019, se seleccionaron 85 plantas de CTA002. La selección se basó en atributos de vigor de planta después del verano (tallos verdes, tamaño de corona, crecimiento erecto). Después de dos ciclos de policruzamiento en condiciones de invernadero se obtuvo la semilla genética de 'Kauke'. Se establecieron cinco ensayos de valor agronómico en las Regiones del Maule (Cauquenes), Ñuble (Chillán y El Carmen y Portezuelo), y Araucanía (Vilcún). Todos los experimentos se manejaron bajo condiciones de secano, excepto Chillán, donde el experimento recibió riego eventual durante la segunda y tercera temporada de crecimiento. El propósito de regar fue estimar el potencial productivo de las líneas candidatas en condiciones de riego. Las localidades incluyen condiciones de secano de precordillera (El Carmen y Vilcún), secano interior (Portezuelo y Cauquenes) y valle central (Chillán), con una temporada estival de 3 a 6 meses. En cada localidad se sembraron ocho líneas candidatas a variedad y dos testigos comerciales (WL903 y Baldrich650). Los experimentos fueron organizados en un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones. Se midió producción de materia seca (MS) y persistencia de planta. Las variables fueron analizadas mediante análisis de varianzas con un nivel de confianza del 95%. Las medias se compararon con prueba de diferencia mínima significativa (DMS) usando el paquete Agricolae en el software R

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La producción de MS total mostró una interacción población x localidad (PxL) altamente significativa ( $P < 0.001$ ). Al analizar la interacción PxL (Figura 1), se observó que las localidades fueron agrupadas en 3 megambientes (MA), estos fueron: MA1 que incluyó Cauquenes y Portezuelo; MA2, que incluyó a Vilcún y Chillán; MA3 que incluyó El Carmen. La variedad 'Kauke' mostró la mayor producción de MS en el MA1 (Cauquenes y Portezuelo; Figura 2), el que corresponde a la condición ambiental más extrema, con una precipitación anual de 500-700 mm, suelo granítico de baja fertilidad y con 5-6 meses de temporada estival. Además, en el MA1 'Kauke' logró una densidad poblacional significativamente superior a los testigos. En Cauquenes, 'Kauke' mostró una densidad poblacional un 40% superior a los testigos al finalizar la tercera temporada de crecimiento. En Portezuelo, 'Kauke' mostró una densidad poblacional un 22% superior a los testigos al terminar la segunda temporada de crecimiento.



## CONCLUSIONES

'Kauke' es una nueva variedad de alfalfa desarrollada por el programa de mejoramiento genético de alfalfas de INIA. 'Kauke' se caracteriza por expresar un alto valor agronómico en el Secano Mediterráneo de Chile. En ambientes con temporada estival de 5-6 meses y



precipitación anual menor a 800 mm, 'Kauke' presenta un 40% más productividad y persistencia que los testigos comerciales.

## AGRADECIMIENTOS

Investigación financiada por INIA (500302-70), Fondecyt 1180821, Fondecyt 1230399, Crop Trust GS19001, FIA PYT-2020-1423.

## REFERENCIAS

Inostroza, L., S. Espinoza, V. Barahona, M. Gerding, A. Humphries, et al. 2021. Phenotypic Diversity and Productivity of Medicago sativa Subspecies from Drought-Prone Environments in Mediterranean Type Climates. *Plants* 10(5): 862. doi:10.3390/plants10050862

### **EFECTO DE BACTERIAS PROMOTORAS DEL CRECIMIENTO VEGETAL SOBRE EL VIGOR TEMPRANO Y LA TASA DE GERMINACIÓN DE ALFALFA**

#### **Influence of growth promoting bacteria on early vigor and germination rate of alfalfa**

Matías Guerra<sup>1</sup>, Gerson Monzón<sup>1</sup>, Geraldín Cabrera<sup>2</sup>, Jean Franco Castro<sup>1</sup>, Luis Inostroza<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Chillán, Chile. [matias.guerra@inia.cl](mailto:matias.guerra@inia.cl)

<sup>2</sup>Facultad de Agronomía, Universidad de Concepción, Chillán, Chile

## INTRODUCCIÓN

La alfalfa es la leguminosa forrajera más cultivada en los países templados, utilizada por su valor nutricional, especialmente en proteína y fibra digestible. La alfalfa puede establecer en sus raíces una simbiosis con bacterias fijadoras de nitrógeno, rizobios, fijando hasta 770 kg/ha/año de nitrógeno atmosférico para las plantas, promoviendo su crecimiento (Campillo, 2003). Algunas bacterias conocidas como rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal (PGPR, por su sigla en inglés) pueden solubilizar fósforo, producir sideróforos, fijar nitrógeno y sintetizar fitohormonas (Carrasco-Fernández, 2020). El principal problema en el establecimiento de la alfalfa sembrada en otoño es el bajo vigor temprano, lo cual repercute en una alta mortalidad de las plantas. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la inoculación de PGPR en semillas de alfalfa sobre el vigor temprano y su tasa de germinación.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Bacterias rizosféricas aisladas desde plantas del Altiplano de la Región de Arica y Parinacota y de la isla Robinson Crusoe en la Región de Valparaíso y almacenadas en la Colección Chilena de Recursos Genéticos Microbianos (CChRGM) del INIA se caracterizaron *in vitro* por su actividad PGPR (117 cepas). Se evaluó su capacidad de solubilizar fósforo en agar NBRIP, producir sideróforos en agar CAS y sintetizar compuestos indólicos (AIA) en caldo YMD con triptófano 0,1% con el método de Salkowski. Para los ensayos *in vivo* con semillas de alfalfa, se seleccionó 8 cepas productoras de compuestos indólicos y 3 bacterias con actividad PGPR comprobada (Carrasco-Fernández, 2020). Se establecieron 10 tratamientos de inoculación de semillas en condiciones de invernadero en INIA-Quilmapu (36°31'49"S, 71°54'47"O), en cada tratamiento se inoculó 100 semillas con una solución bacteriana ( $1 \times 10^8$  UFC·mL<sup>-1</sup> en solución salina 0,9%), además de un tratamiento control sin bacterias. Las soluciones bacterianas estaban conformados por *Pseudomonas* sp. RGM2738, *Pseudomonas* sp. RGM2741, *Pseudomonas atacamensis* RGM2860, *P. atacamensis* RGM2986, *Pseudomonas* sp. RGM2987, *P. atacamensis* RGM2988, las cepas EPS 3\_02 y

EPS 18\_4N, una mezcla de las cepas RGM2860, RGM2986 y RGM2988 (Mix EPS) y una segunda mezcla conformada por *Serratia* sp. RGM2525, *Raoultella* sp. RGM2526 y *Pseudomonas* sp. RGM2607 (Mix Darwin). En cada tratamiento, se sembró 25 semillas (fecha de siembra: 05-01-2024) por maceta con un diseño experimental de bloques completos al azar con 4 repeticiones. Se utilizó macetas de 3 L que contenían como sustrato suelo de la serie Arrayan, la temperatura y humedad relativa del ambiente se mantuvo a 25 °C y 40%, respectivamente. Desde la siembra hasta 20 días después de la siembra (DDS), se evaluó diariamente el número de semillas emergidas (cotiledones expandidos). A los 12 y 19 DDS se midió el área foliar mediante imágenes RGB, para ello cada maceta se dispuso en una caja con condición lumínica estandarizada. Se colectó una imagen RGB por maceta con una cámara fotográfica Canon Rebel T5i. En cada maceta se incluyó un disco de color rojo con superficie conocida. El área verde por maceta se estimó con el software Easy Leaf Area (Easton and Bloom, 2014). La tasa de germinación se evaluó mediante el ajuste de un modelo logístico en el paquete ‘drc’ de R. Se analizó los datos mediante análisis de varianza y se comparó las medias con la prueba de diferencia mínima significativa (DMS) con un 99% de confianza.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La caracterización de las cepas bacterianas por su actividad PGPR mostró que 70 producen compuestos indólicos, 44 cepas solubilizan fosfato y 42 producen sideróforos. Todas las cepas seleccionadas para los ensayos *in vivo* con semillas de alfalfa solubilizan fosfato y producen las siguientes cantidades de compuestos indólicos: *Pseudomonas* sp. RGM2738 (29,7 ±8 µg/mL); *Pseudomonas* sp. RGM2741 (24,9 ±12,7 µg/mL); *P. atacamensis* RGM2860 (71,8 ±31,2 µg/mL); *P. atacamensis* RGM2986 (53,4 ±7,4 µg/mL); *Pseudomonas* sp. RGM2987 (41,0 ±7,6 µg/mL); *P. atacamensis* RGM2988 (15,6 ±8,7 µg/mL); Bacteria EPS 3\_02 (30,9 ±1,0 µg/mL); Bacteria EPS 18\_4N (12,4 ±5,0 µg/mL); *Serratia* sp. RGM2525 (8,6 ±2,80 µg/mL); *Raoultella* sp. RGM2526 (25,7 ±7,0 µg/mL); *Pseudomonas* sp. RGM2607 (33,3 ±6,5 µg/mL).

Los ensayos con semillas de alfalfa muestran un incremento significativo de la tasa de germinación, producción de biomasa y área foliar en los tratamientos con las cepas RGM2738, RGM2741, RGM2860, EPS 18\_4N y el Mix Darwin con respecto al control (Figura 1). Estos resultados señalan que los microorganismos evaluados presentan actividad PGPR. Se sugiere que la producción de fitohormonas como el AIA podría estar vinculado al incremento de la tasa de germinación y del vigor temprano de las plántulas.

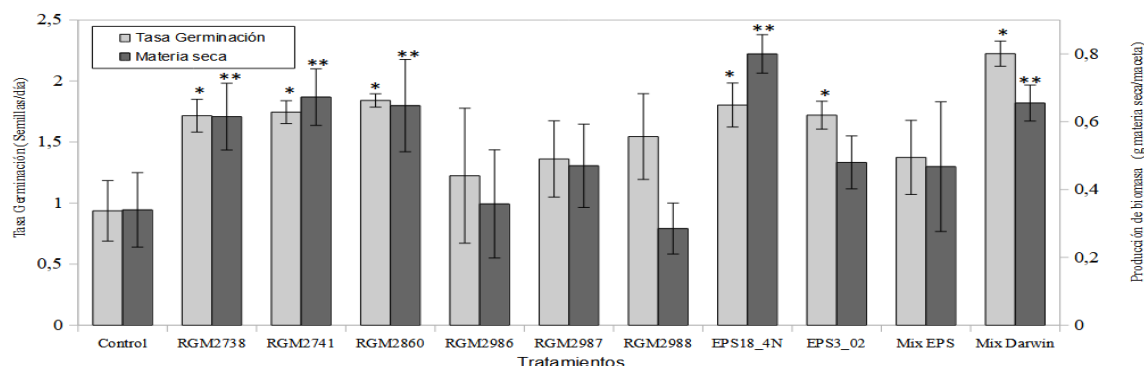


Figura 1. Evaluación de la tasa de germinación y materia seca de plántulas de alfalfa inoculadas con PGPR. (\*) Indica diferencias significativas con respecto al control de tasa de germinación, (\*\*) indica diferencias significativas con respecto al control de materia seca.

## CONCLUSIONES

Se concluye que las soluciones bacterianas probadas en este estudio presentan actividad PGPR, logrando incrementar la tasa de germinación y producción de biomasa en plántulas de alfalfa.

## **AGRADECIMIENTOS**

Investigación financiada por INIA (500302-70), Fondecyt 1180821, Fondecyt 1230399, Crop Trust GS19001, FIA PYT-2020-1423 y FONDEQUIP EQM200205.

## **REFERENCIAS**

Carrasco-Fernández, J., Guerra, M., Castro, J... & France, A. (2020). Plant growth promoting rhizobacteria from Juan Fernández archipelago improve germination rate of endangered plant *Solanum fernandezianum* Phil. *Chilean journal of agricultural research*, 80(1), 41-49.

Easlon, H. M., & Bloom, A. J. (2014). Easy Leaf Area: Automated digital image analysis for rapid and accurate measurement of leaf area. *Applications in plant sciences*, 2(7), 1400033.

Campillo, R., Urquiaga, S., Pino, I., & Montenegro, A. (2003). Estimación de la fijación biológica de nitrógeno en leguminosas forrajeras mediante la metodología del 15N. *Agricultura Técnica*, 63(2), 169-179.

## SELECCIONANDO POBLACIONES DE ALFALFA DE ALTO RENDIMIENTO FORRAJERO EN UN ENTORNO MEDITERRÁNEO PROPENSO A LA SEQUÍA MEDIANTE EL USO DE FENOTIPADO DE ALTA PRODUCTIVIDAD

### Selecting high forage-yielding alfalfa populations in a Mediterranean drought-prone environment by using high-throughput phenotyping

Hamza Armghan Nousahi <sup>a</sup>, Luis Inostroza <sup>b</sup>, Viviana Barahona <sup>c</sup>, Soledad Espinoza <sup>b</sup>, Carlos Ovalle<sup>b</sup>, Katherine Quitral <sup>a</sup>, Gustavo A. Lobos <sup>a</sup>, Fernando Guerra <sup>d</sup>, Shawn Kefauver <sup>e</sup> and Alejandro del Pozo <sup>a,\*</sup>

<sup>a</sup> *Centro de Mejoramiento Genético y Fenómica Vegetal, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Talca, Talca, Chile.*

<sup>b</sup> *CRI-Quilamapu, Instituto de investigaciones Agropecuaria, Chillán, Chile*

<sup>c</sup> *CRI-Raihuén, Instituto de investigaciones Agropecuaria, Cauquenes, Chile*

<sup>d</sup> *Instituto de Ciencias Biológicas, Universidad de Talca, Talca, Chile.*

<sup>e</sup> *Integrative Crop Ecophysiology Group, Plant Physiology Section, Faculty of Biology, University of Barcelona, 08028 Barcelona, Catalonia, Spain*

\*Corresponding author: [adelpozo@utalca.cl](mailto:adelpozo@utalca.cl) (A. del Pozo)

## INTRODUCCIÓN

One of the primary environmental factors affecting forage crop yield globally is drought, particularly in Mediterranean climatic conditions, where drought typically persists for 5-6 months, usually between October and March in countries like Chile. Alfalfa, a perennial forage crop with deep roots, employs a diverse range of drought-tolerant strategies at the physiological, morphological, and molecular levels. In the current study, 250 alfalfa half-sib populations containing different genetic makeups were grown for three growing seasons (2021 to 2023) to identify drought-resistant populations with high forage yield in two water regimes (irrigated and rainfed) under the Mediterranean drought-prone region of Central Chile, Cauquenes. The objectives were to i) develop new field phenotyping methods using remote sensing technologies such as Red-Green-Blue (RGB) and thermal cameras to identify high-yielding and drought-tolerant alfalfa populations, and ii) select outstanding genetic material for plant breeding.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Field phenotyping involves using remote sensing technology, including RGB and thermal cameras mounted on unmanned aerial vehicles, and measuring the forage yield of 250 alfalfa half-sib populations grown under rainfed and irrigated water regimes in a Mediterranean

drought-prone environment, during three growing seasons (2021-2023). Both trials were arranged in an  $\alpha$ -lattice experimental design with two replications. Each replicate has 10 partial blocks including 25 half-sib populations. RGB-derived indices and canopy temperature difference (CTD), determined by subtracting the canopy temperature ( $T_c$ ) from the ambient temperature ( $T_a$ ), were related with forage yield.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Results indicate that forage yield exhibited significant variability among the alfalfa populations, in both rainfed and irrigated conditions. During winter, it ranged from 1.4- to 6.1 Mg ha<sup>-1</sup> in rainfed conditions and from 1.4 to 8.2 Mg ha<sup>-1</sup> under the irrigated regime. Total forage yield ranged from 3.7 to 14.7 Mg ha<sup>-1</sup> in rainfed conditions and from 6.3 to 25.1 Mg ha<sup>-1</sup> in the irrigated regime. Among half-sib populations, the most productive populations were AlfaL4-5 (parent SARDI7), AlfaL57-7 (parent WL903), and AlfaL62-9 (parent Baldrich350), which produced the highest (>13 Mg ha<sup>-1</sup> mean total FY and > 4.5 Mg ha<sup>-1</sup> mean winter FY during 2021-2023) forage yield in both water regimes. RGB indices Hue, Saturation, b\*, v\*, GA, and GGA exhibited positive correlations, whereas Intensity, Lightness, a\*, and u\* showed negative correlations with forage yield in both water regimes. In 2021, RGB-derived indices showed a weak correlation ( $r < 0.5$ ) with CTD. However, strong correlations were observed in November 2022 ( $r = -0.8$  to  $+0.8$ ) and 2023 ( $r = -0.7$  to  $+0.7$ ), specifically in the irrigated regime, indicating better performance under higher water availability. Moreover, the CTD was negatively correlated with FY ( $r = -0.28$  for rainfed and  $-0.32$  for irrigated in 2021,  $r = -0.57$  for rainfed and  $r = -0.76$  for irrigated in 2022, and  $r = -0.34$  for rainfed and  $r = -0.52$  for irrigated in 2023) of 250 alfalfa half-sib populations. It is concluded that CTD and RGB-derived indices were the most effective tools for identifying drought-resistant populations grown in Mediterranean drought-prone environments. In rainfed alfalfa, the most highly productive populations were AlfaL29-4 (parent AS3), AlfaL61-9 (parent Genesis), and AlfaL4-7 (parent SARDI7). Meanwhile, in irrigated conditions, the alfalfa half-sib populations AlfaL56-4 (parent Venus) and AlfaL57-2 (parent WL903) demonstrated maximum FY.

## CONCLUSIONES

Alfalfa winter and total FY varied widely between the three growing seasons (2021-2023) under two water regimes, rainfed and irrigated. There were three alfalfa half-sib populations, AlfaL4-5 (parent SARDI7), AlfaL57-7 (parent WL903) and AlfaL62-9 (parent Baldrich350), that exhibited high FY in both water regimes, rainfed and irrigated. The thermal camera derived index CTD ( $T_c-T_a$ ) showed negative correlation with FY and appeared to be the most powerful tool in identification of alfalfa genotypes grown under Chilean Mediterranean drought prone environment.

## AGRADECIMIENTOS

This work was supported by grants FONDECYT 1230399, and ANILLO ATE220001.

# EFICIENCIA EN EL USO DEL FÓSFORO DE UN CULTIVO DE ALFALFA FERTILIZADA CON BIOFERTILIZANTES DERIVADOS DE LA INDUSTRIA ACUÍCOLA EN UN SUELO ANDISOL

## Phosphorus use efficiency of an alfalfa crop established in a Andisols fertilized with aquaculture derived biobased fertilizers

Gerson Monzon<sup>1</sup>, Luis Inostroza<sup>1\*</sup>, Juan Hirzel<sup>1</sup>, Francisco Salazar<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Chile \*[linostroza@inia.cl](mailto:linostroza@inia.cl)

### INTRODUCCIÓN

La deficiencia de fósforo (P) en los suelos constituye una de las principales limitantes para la producción forraje de alfalfa (Toniutti and Fornasero, 2020). El P es un nutriente que interviene en múltiples procesos, tales como fotosíntesis, desarrollo de la biomasa aérea y radical y capacidad y actividad de los nódulos. La industria acuícola y pesquera de Chile produce cerca de 1 millón de toneladas de residuos. Estos residuos contienen minerales como el nitrógeno, fósforo, potasio, hierro, cobre, zinc, además de vitaminas y otros compuestos, que se podrían utilizar en la producción agrícola. El objetivo de este trabajo fue evaluar la eficiencia en el uso del fósforo de tres biofertilizantes (BBF) elaborados a partir de residuos de la industria acuícola chilena en una pradera de alfalfa establecida en suelo Andisol.

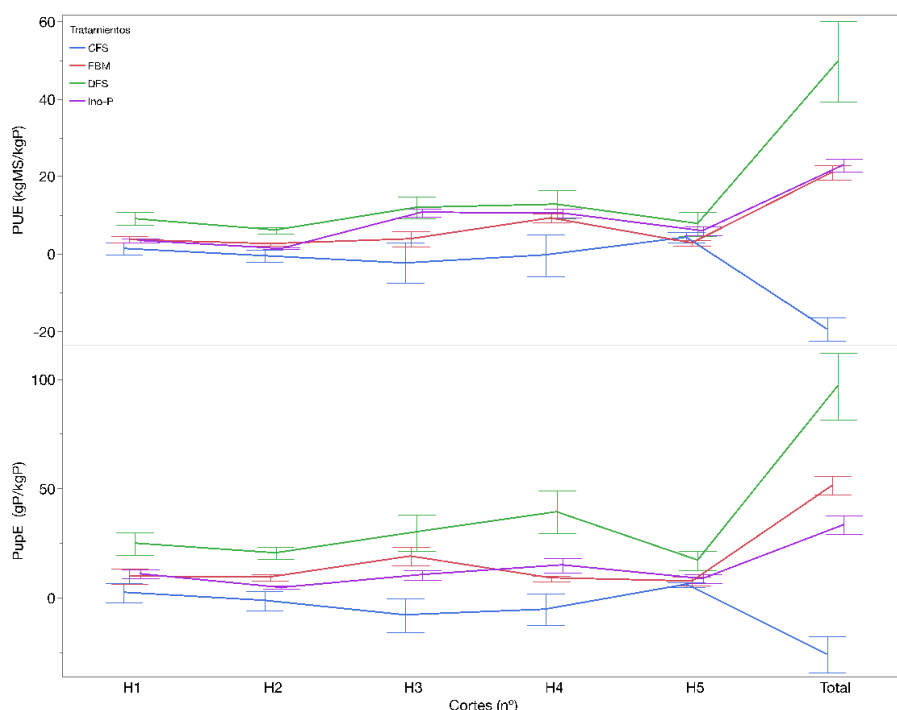
### MATERIALES Y METODOS

El experimento se estableció en el campo experimental Santa Rosa de INIA en Chillán (36°32'S y 71°54'W), se evaluó el valor agronómico de tres BBFs en una pradera de alfalfa establecida el 15 de diciembre del 2022. Previo a la siembra se realizó un análisis químico de suelo para determinar la contribución de P Olsen del suelo (7,14 mg kg<sup>-1</sup>). Se realizó una fertilización que incluyó 100 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O. Se aplicó una única fertilización fosforada consistente en 100 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. El P se aplicó con cuatro tratamientos BBFs: 1) Compost (CFS) elaborado a partir de lodos y mortalidades de salmón en mezcla con paja de cereales (5,5% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>); 2) Harina de hueso (FBM) derivada de la producción de hidrolizados proteicos de salmón (19% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>); 3) lodo seco (DFS) obtenido por un proceso de secado industrial de alta eficiencia (3% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>). Se incluyó un tratamiento control con fósforo inorgánico (Ino-P) aplicado como superfosfato triple (46% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) y un control sin fertilización fosforada (Pcontrol). Todos los fertilizantes fueron incorporados al suelo con roto-cultivador. Los tratamientos se organizaron en un diseño experimental de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Las unidades experimentales fueron parcelas de 2x8m. Se evaluó la producción de materia seca (MS) en 5 cortes (H1: 27/04/23, H2: 27/07/23, H3: 13/12/2023, H4: 25/01/2024 y H5: 04/03/2024) y la concentración de P en los tejidos. Se calculó la eficiencia de uso ( $PUE = \Delta MS / \Delta P$ ) y de absorción ( $PupE = \Delta Pabs / \Delta P$ ) del P (Zhang et al., 2020). Donde  $\Delta MS$  y  $\Delta Pabs$  son la diferencia en producción de MS y P absorbido entre cada tratamiento y P control, respectivamente y  $\Delta P$  el P aplicado al suelo. Los datos fueron

analizados mediante ANDEVA y las medias comparadas con prueba de diferencia mínima significativa ( $P < 0,05$ ). Todos los análisis se efectuaron en el software estadístico R (<http://www.r-project.org/>).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Producción de MS varió significativamente entre tratamientos ( $P < 0,05$ ) en todas los cortes (H1-H5) y en el total anual, excepto en H3. El tratamiento DFS mostró la mayor producción de MS. La PUE y PupE variaron significativamente entre tratamientos en todos los cortes y en el total anual (Figura 1). En el total anual, la PUE varió entre -19,4 (CFS) y 49,6 (DFS) kgMS/KgP; la PupE entre -26,1 (CFS) y 96,8 (DFS) gP/kgP. Se observó un efecto negativo del tratamiento CFS sobre la producción de MS y la eficiencia del P, lo que se atribuyó un estado inmaduro del proceso de compostaje, lo que pudo provocar un desbalance en la relación C/N.



**Figura 1.** Eficiencia de uso (PUE) y absorción (PupE) de fósforo de biofertilizantes derivados de la industria acuícola. Datos de 5 cosechas (H1-H5) y producción anual (Total). Barra de error corresponde al error estándar de la media.

## CONCLUSIONES

El tratamiento lodo seco (DFS) mostró la mayor producción de MS y eficiencia del P (PUE y PupE) en una pradera de alfalfa. Estos resultados demuestran el valor agronómico de BBF derivados de residuos de la industria acuícola.

## AGRADECIMIENTOS

Proyecto SEA2LAND (<https://sea2landproject.eu>)

## REFERENCIAS

Toniutti, M. A, & Fornasero, L. V. (2020). Effect of rhizobia inoculation and phosphate fertilization on the nodulation and production of alfalfa (*Medicago sativa* L.) In the center of Santa Fe (Argentina). *Agriscientia*, 37(2), 1-10.

Zhang, Q., J. Liu, X. Liu, Y. Sun, S. Li, et al. 2020. Optimizing the nutritional quality and phosphorus use efficiency of alfalfa under drip irrigation with nitrogen and phosphorus fertilization. *Agron. J.* 112(4): 3129–3139. doi: <https://doi.org/10.1002/agj2.20267>.

## **POTENCIAL DE PRODUCCIÓN DE SEMILLA Y COMPONENTES DEL RENDIMIENTO DE SIETE LÍNEAS GENÉTICAS AVANZADAS DE ALFALFA**

### **Seed production potential and yield components of seven Alfalfa advanced genetic lines**

Soledad Espinoza<sup>1</sup>, Luis Inostroza<sup>1\*</sup>, Paulina Etcheverría<sup>1</sup>, Alejandro del Pozo<sup>2</sup>, Carlos Ovalle<sup>1</sup>, Viviana Barahona<sup>1</sup>, Gerson Monzon<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Chile \*[linostroza@inia.cl](mailto:linostroza@inia.cl)

<sup>2</sup>Facultad de Agronomía, Universidad de Talca, Talca, Chile

## **INTRODUCCIÓN**

Los sistemas ganaderos de zonas de clima mediterráneo, incluyen hace tiempo el cultivo de alfalfas en sus sistemas productivos. El acceder a semillas para sus siembras, se convierte en una problemática debido a que el 50% de la semilla de alfalfa comercializada en Chile es importada, algunas veces sin stock de la variedad que se necesita. Chile, posee climas mediterráneos con veranos secos, ideales para producir semilla de alfalfa, lo que le confiere un potencial productivo para futuras variedades destinadas a condiciones de clima mediterráneo. El objetivo de este experimento fue determinar el potencial de producción comercial de semillas de siete líneas avanzadas de alfalfa tolerantes a sequía.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

El experimento se sembró el 1 de abril del 2022 en el campo experimental Santa Rosa de INIA en Chillán, Región de Ñuble (36° 52'38,8"S; 71° 91'23,2"O). El suelo se preparó mediante subsolador y rastra de discos. Dos semanas antes de la siembra se aplicó 2 Mg CaCO<sub>3</sub>/ha e incorporada con rubín. Al momento de la siembra se fertilizó por hectárea con: 200 kg Superfosfato Triple, 100 kg Sulpomag, 100 kg Muriato de potasio y 20 kg Boronatrocalcita. La dosis de siembra utilizada fue 3 kg semilla/ha. Siete líneas genéticas avanzadas de alfalfa (APG19018, APG6567, AF3448, AF3347, Alta Sierra Ururi, Alta Sierra EC y SelGenesis) más un testigo comercial (Baldrich 650) se sembraron en hileras distanciadas a 75 cm. La unidad experimental fue una parcela de 4,5 x 8 m. Cada parcela tuvo 6 hileras de 8 m de largo, la distancia entre parcelas fue de 1 m. El diseño estadístico fue bloques completos al azar con tres repeticiones. En enero del 2023, se cortó un metro lineal por parcela, donde se determinó: número de tallos, racimos y vainas, además, de rendimiento de semillas y peso de 1.000 semillas. Con la información se calculó el número de racimos/tallo, número de vainas/racimo y número de semillas/vaina. En marzo del 2024, se cosechó la parcela completa y se determinó el rendimiento de semilla. Las variables evaluadas fueron analizadas mediante análisis de varianza (ANDEVA) con un nivel de confianza del 95%. Las medias de las poblaciones se compararon con la prueba de diferencia mínima significativa (DMS) utilizando el paquete Agricolae del software R.



## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El éxito agronómico de una nueva variedad de alfalfa depende de la habilidad para producir biomasa y su vigor reproductivo, expresado en producción de semillas. Es común obtener variedades de alto potencial de producción de biomasa, pero que no producen semilla. La semilla es el componente comercial de una nueva variedad. En alfalfa, una producción de semilla cercana a 700 kg/ha, es considerada sobresaliente.

Los resultados muestran que el rendimiento de semilla de las poblaciones evaluadas varió significativamente ( $P < 0,05$ , Tabla 1). El rendimiento de semillas varió desde 325 (APG19018) a 890 kg/ha (Baldrich650). Las líneas candidatas AF3448 y SelGenesis produjeron 860 y 680 kg/ha, respectivamente, lo que fue estadísticamente similar al testigo Baldrich650.

En general, los componentes del rendimiento del testigo Baldrich650 fueron similares a los de las líneas candidatas AF3448 y SelGenesis (Tabla 1). Excepto, en número de racimos por vaina y número de semillas por vaina. En estos componentes se diferenciaron Baldrich650 y AF3448. Baldrich650 mostró mayor número de racimos por vaina pero menor número de semillas por vaina (Tabla 1).

**Tabla 1.** Rendimiento de semilla y componentes del rendimiento de semilla de siete líneas genéticas avanzadas de alfalfa, evaluado en campo experimental Santa Rosa de INIA-Quilamapu. Primera temporada de crecimiento 2022/23.

Accesiones	Rendimiento Semilla (kg ha <sup>-1</sup> )		Nº racimos tallo <sup>-1</sup>		Nº vainas racimo <sup>-1</sup>		Nº Semillas Vaina <sup>-1</sup>		Peso 1000 semillas (g)
AF3448	868,0	A	10,7	E	9,7	bc	2,6	a	2,4
AF3447	331.8	G	14.5	C	5.7	e	1.9	c	2.3
APG19018	393.3	F	21.7	A	6.2	de	1.4	d	2.4
APG6567	572.9	E	17.6	B	8.1	cd	2.1	ab	2.1
AS-EC	462.3	E	11.2	de	7.8	cd	2.3	ab	2.2
AS-Ururi	585.1	D	11.1	de	8.9	c	1.5	d	2.4
SelGen	632.2	C	13.2	cd	12.1	a	1.5	d	2.5
Baldrich 650acb	890,0	A	14,6	C	11,2	ab	1,5	d	2,5
Significancia	***		***		***		***		ns
CV (%)	4,6		10,7		13,5		14,5		8,9

\*, \*\*, y \*\*\* para  $P < 0,05$ ,  $P < 0,01$ , y  $P < 0,001$ , respectivamente. ns: no significativo

## CONCLUSIONES

La línea genética avanzada de alfalfa AF3448, posee un rendimiento de 860 kilos de semilla por hectárea sin diferencia de producción con la variedad comercial. AF3448, es una alfalfa tolerante a sequía para climas mediterráneos, con un potencial de ser producida a gran escala en nuestro país.

## AGRADECIMIENTOS

## EFEECTO DE LA INTERACCIÓN ENTRE AÑOS DE EVALUACIÓN Y GENOTIPOS DE BALLICA (*Lolium perenne* L.) SOBRE LA PRODUCCIÓN DE METANO *IN VITRO*

### Effect of the interaction between evaluation years and ryegrass (*Lolium perenne* L.) genotypes on *in vitro* methane production

Nelson Vera-Aguilera<sup>1</sup>, Nathaly Cancino-Padilla<sup>1</sup>, Paulina Etcheverría T.<sup>1</sup>, Fernando Ortega-Klose<sup>1</sup> y Emilio M. Ungerfeld<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA Carillanca, Vilcún, La Araucanía, Chile.

E-mail: [nevera81@gmail.com](mailto:nevera81@gmail.com)

## INTRODUCCIÓN

En estado vegetativo, distintos genotipos (GN) de ballica perenne (*Lolium perenne*) difirieron en composición química y producción de metano (CH<sub>4</sub>; Vera-Aguilera *et al.*, 2022). No obstante, las condiciones climáticas de cada año influyen en la composición química de las ballicas, lo que podría modificar las diferencias relativas en la capacidad metanogénica de los diferentes GN. El objetivo de este experimento *in vitro* fue comparar la producción de CH<sub>4</sub> y variables de fermentación ruminal de distintos GN de ballica durante tres años consecutivos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en INIA Carillanca, comuna de Vilcún como un arreglo factorial 4 × 3 (4 GN y 3 años). De entre 13 GN de ballica perenne, se seleccionaron los 2 que previamente tuvieron la menor (Base y Tar-2) y los 2 que tuvieron la mayor (Int-3 y Tar-1) producción de CH<sub>4</sub> *in vitro* (Vera-Aguilera *et al.*, 2022). Los detalles de la siembra fueron proporcionados anteriormente en Vera-Aguilera *et al.* (2022). Los GN se cortaron en estado vegetativo, altura de 15 a 20 cm, dejando 5 cm de residuo. Debido a variaciones interanuales de crecimiento, se cortó en diciembre 2021, octubre 2022, y noviembre 2023. Las muestras fueron congeladas inmediatamente en N<sub>2</sub> líquido para luego ser liofilizadas, molidas (1 mm) y conservadas a -80 °C hasta la incubación. Previo a la incubación, se mezclaron en partes iguales las réplicas de campo de cada GN de cada año. Se muestreó contenido ruminal de 2 vacas fistuladas, el cual se procesó y mezcló separadamente con medio de Mould para obtener un inóculo por vaca fistulada. Por cada tratamiento y vaca se incubaron 500 mg de ballica en botellas de 100 mL. Se transfirieron 40 mL de medio inoculado de cada vaca a las botellas bajo CO<sub>2</sub> y se incubaron a 39 °C por 24 h. La incubación se realizó 3 veces en distintas semanas. La producción de gas (PG) se midió con un transductor de presión y se extrajo una muestra para análisis de CH<sub>4</sub> e hidrógeno (H<sub>2</sub>) por cromatografía de gases (GC). Se determinó pH, y los residuos fueron secados (60 °C) e incinerados para determinar la desaparición *in vitro* de la de materia orgánica (DIVMO). Se determinó la concentración de amonio (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) por espectrofotometría, y ácidos grasos volátiles (AGV) por GC. El análisis

estadístico se realizó mediante ANOVA utilizando un diseño factorial de bloques completos al azar: respuesta = media general + inóculo (aleatorio) + incubación (aleatorio) + GN + Año + GN × Año + error. Además, se realizó un contraste ortogonal entre los GN de baja y alta producción de CH<sub>4</sub>. La comparación de medias se realizó mediante Tukey HSD (P < 0,05). Los datos se analizaron en JMP ver. 16.1.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las condiciones climáticas promedio de la temporada hasta el muestreo fueron: en 2021, temperatura 12,1 °C, precipitación 29,6 mm y radiación solar 17,5 MJ/m<sup>2</sup>; en 2022, 9,35 °C, 74,9 mm y 13,8 MJ/m<sup>2</sup>; y en 2023, 9,43 °C, 103,4 mm y 14,9 MJ/m<sup>2</sup>, respectivamente. En promedio (% MS ± DE), la composición química de las ballicas fue: en 2021, fibra detergente neutra (FDN, 44,5 ± 1,34%), lignina detergente ácida (LDA, 1,99 ± 0,427%) y proteína cruda (PC, 16,1 ± 1,05%); en 2022, FDN (41,4 ± 1,57%), LDA (2,31 ± 0,664%) y PC (10,3 ± 0,22%); y en 2023, FDN (42,4 ± 2,86%), LDA (1,83 ± 0,299%) y PC (12,8 ± 1,65%). La producción de CH<sub>4</sub> varió entre los años y los GN de ballica (Cuadro 1), siendo la producción de CH<sub>4</sub> en 2021 menor que en 2022 (P = 0,012), y la de los GN de baja producción de CH<sub>4</sub> menor a la de los de alta producción (P = 0,021). La acumulación de H<sub>2</sub> fue menor en 2021 en comparación con 2022 (P = 0,001). Hubo interacciones GN × Año sobre PG (P = 0,041), DIVMO (P = 0,046) y pH final (P = 0,031). En la PG, el GN Tar-1 en 2022 se diferenció de 2023, y en la DIVMO, Tar-1 en 2022 se diferenció de los años 2021 y 2023. En cuanto al pH, Tar-2 en 2021 se diferenció de los años 2022 y 2023. Los cambios en composición química por las condiciones climáticas pueden haber influido en la producción de CH<sub>4</sub> *in vitro*. En 2022, las ballicas tuvieron menor FDN, pero mayor LDA. La lignina reduce la digestibilidad del forraje. La fermentación de forrajes menos digestibles favorece la formación de acetato, lo que se asocia con un incremento en la producción de CH<sub>4</sub>, ya que este proceso libera H<sub>2</sub> y la metanogénesis actúa como el principal sumidero de H<sub>2</sub> en el rumen (Janssen, 2010).

**Cuadro 1.** Producción de metano (CH<sub>4</sub>) y variables de fermentación ruminal *in vitro*.

Item	CH <sub>4</sub> , μmol/g M <sub>Od</sub>	H <sub>2</sub> , μmol/g M <sub>Od</sub>	PG, mmol	DIVMO, %	AGV, mM	Ac/Pr	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , mM	pH
GN								
Base	2063	32,3	4,59 <sup>A</sup>	41,6 <sup>A</sup>	73,2	2,43	16,8	6,41
Tar-2	2061	33,1	4,53 <sup>AB</sup>	40,9 <sup>A</sup>	70,4	2,55	15,5	6,43
Tar-1	2230	33,3	4,52 <sup>AB</sup>	37,5 <sup>B</sup>	70,1	2,53	15,1	6,43
Int-3	2171	32,0	4,51 <sup>B</sup>	39,8 <sup>AB</sup>	71,0	2,55	15,4	6,44
EEM	87,5	9,74	0,082	3,18	4,77	0,182	3,43	0,057
Años								
2021	2050 <sup>B</sup>	27,4 <sup>B</sup>	4,51 <sup>B</sup>	42,0 <sup>A</sup>	72,5 <sup>A</sup>	2,50 <sup>AB</sup>	17,6 <sup>A</sup>	6,46 <sup>A</sup>
2022	2256 <sup>A</sup>	37,3 <sup>A</sup>	4,49 <sup>B</sup>	36,0 <sup>B</sup>	68,9 <sup>B</sup>	2,59 <sup>A</sup>	15,5 <sup>AB</sup>	6,43 <sup>B</sup>
2023	2087 <sup>AB</sup>	33,2 <sup>AB</sup>	4,61 <sup>A</sup>	41,9 <sup>A</sup>	72,2 <sup>AB</sup>	2,45 <sup>B</sup>	14,0 <sup>B</sup>	6,39 <sup>C</sup>
EEM	82,5	9,69	0,081	3,15	4,73	0,181	3,41	0,057
P-valor								
GN	0,118	0,964	0,038	0,004	0,267	0,143	0,385	0,072

Años	0,012	0,001	< 0,001	< 0,001	0,032	0,019	0,001	< 0,001
GN × Años	0,686	0,596	0,041	0,046	0,141	0,815	0,982	0,031
– vs +	0,021	0,973	0,033	0,002	0,296	0,220	0,218	0,038

<sup>A-C</sup> Letras distintas en las columnas indican diferencias significativas (Tukey HSD,  $P < 0,05$ ). Ac/Pr = relación acetato/propionato; AGV = ácidos grasos volátiles; DIVMO = desaparición *in vitro* de la materia orgánica; EEM = error estándar de la media; GN = genotipos; H<sub>2</sub> = hidrógeno; MOd = materia orgánica desaparecida; NH<sub>4</sub><sup>+</sup> = amonio; PG = producción de gas. – vs + = contraste genotipos (Base y Tar-2 frente a Int-3 y Tar-1).

## CONCLUSIONES

La producción de CH<sub>4</sub> *in vitro* varió entre los años de evaluación y los GN de ballica. Los cambios en FDN y ADL afectaron la DIVMO, relación Ac/Pr y producción de CH<sub>4</sub>. Es necesario considerar las interacciones entre GN y condiciones climáticas al evaluar la producción de CH<sub>4</sub> en ballicas.

## AGRADECIMIENTOS

Financiado por ANID, FONDECYT de Postdoctorado N°3210422. Agradecemos a ANASAC, Cooprinsem, SG 2000, e INIA por proveer las semillas utilizadas.

## REFERENCIAS

- JANSSEN, P.H. 2010. Influence of hydrogen on rumen methane formation and fermentation balances through microbial growth kinetics and fermentation thermodynamics. *Animal Feed Science and Technology* 160:1–22.
- VERA-AGUILERA, N., CANCINO-PADILLA, N., ETCHEVERRÍA, P., ORTEGA, F., UNGERFELD, E. 2022. Producción de metano y variables de fermentación ruminal *in vitro* de diferentes genotipos de ballica (*Lolium perenne* L.). XLVII Congreso Sochipa, pp: 20–21.

## **ESTIMACIÓN DE LA DORMANCIA INVERNAL DE 185 PROGENIES DE MEDIOS HERMANOS DE ALFALFA MEDIANTE ANÁLISIS DE IMÁGENES AÉREAS RGB**

### **Estimation of winter dormancy of 185 half-sib progenies of alfalfa through aerial RGB images analyses**

Luis Inostroza<sup>1</sup>, Soledad Espinoza<sup>1</sup>, Alejandro del Pozo<sup>2</sup>, Gerson Monzon<sup>1</sup>, Manuel Palacios<sup>1</sup>, Marcelino Claret<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Chile [linostroza@inia.cl](mailto:linostroza@inia.cl)

<sup>2</sup>Facultad de Agronomía, Universidad de Talca, Talca, Chile

## **INTRODUCCIÓN**

La dormancia de plantas se define como la ausencia de crecimiento visible y se considera una estrategia de adaptación que permite sincronizar el desarrollo con la sobrevivencia en condiciones de estrés ambiental (Liu et al., 2019). Las variedades de alfalfa se diferencian según su grado de dormancia invernal, la que se manifiesta en diferencias en la tasa de crecimiento después del último corte del verano o principio de otoño. A nivel comercial, las variedades de alfalfa se categorizan en 11 grupos de dormancia (GD), los que se subdividen en tres categorías: variedades dormantes (GD 1-4); variedades semi-dormantes (GD 5-7); variedades no-dormantes (GD8-11). Existe una metodología estandarizada por la UPOV para medir la dormancia invernal en alfalfa. Se basa en mediciones de altura de planta en fechas específicas usando como referencia el equinoccio de otoño. Así, las variedades dormantes y no dormantes muestran la menor y mayor altura de planta en otoño, respectivamente. El objetivo de este trabajo fue implementar y evaluar una metodología, basada en la colecta y análisis de imágenes aéreas RGB, para estimar altura de planta en una población de 185 medios-hermanos de alfalfa.

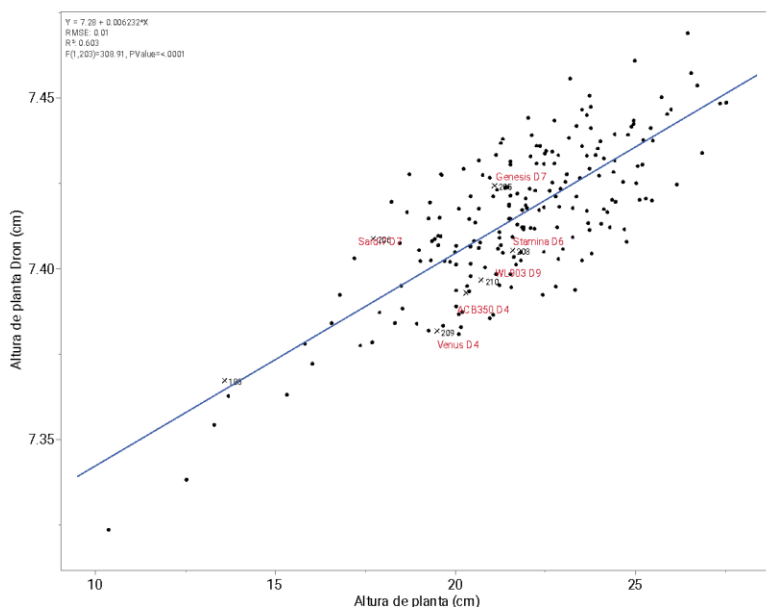
## **MATERIALES Y MÉTODOS**

El experimento se estableció en el campo experimental Santa Rosa de INIA en Chillán (36°32'S y 71°54'W). El experimento forma parte del proyecto FONDECYT 1230399, donde se evalúa el valor agronómico de 185 progenies de medios hermanos desarrolladas por el programa de alfalfas de INIA. Las progenies fueron plantadas en noviembre del 2023 en parcelas compuestas por cuatro hileras, cada una de 1 m de longitud, separadas a 20 cm. El ensayo se organizó en un diseño experimental de alpha-lattice con tres repeticiones (185 progenies + 25 padres x 3 repeticiones = 630 parcelas). Cada repetición incluye 15 bloques incompletos con 14 parcelas. Se midió la altura de planta a fines de invierno (18/08/2024). Un día después, se realizó la colecta de imágenes RGB con dron Mavic 3T (DJI, China), equipado con sensor RTK, cámara RGB (4/3 CMOS, 48MP) y térmica-radiométrica (Uncooled VOx Microbolometer). El plan de vuelo se configuró en el software DJI pilot2, el cual consideró una altura de vuelo de 20 m, un 80% de traslape entre imágenes y

georreferenciación corregida por sensor RTK. Previo al vuelo se instaló en el potrero un trípode con antena RTK (GNSS DJI D-RTK2). Se construyó el Modelo Digital de Elevación (DEM) y ortomosaico en el software Matashape Pro V1.7 (Agisoft, Rusia). El ensayo se cortó el 28/08/2024 y luego se realizó el control de malezas de invierno mediante aplicación de Paraquat (2 L/ha). El 4/09/2024 se realizó otro vuelo para construir el DEM sin cubierta vegetal (sólo suelo). Los DEM y ortomosaicos fueron analizados con el paquete FieldImageR de R (Matias et al., 2020). Se estimó altura de planta mediante la comparación de DEMs con y sin cubierta vegetal, se extrajo de las imágenes la temperatura de planta, índices-RGB (HUE, NGRDI, GLI) y porcentaje de cobertura. La relación entre altura de planta observada y los índices derivados de imágenes RGB y térmicas, se estudiaron mediante análisis de regresión en el software JMP ProV17.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La altura de planta observada ( $AP_{obs}$ ) varió significativamente entre progenies ( $P < 0,001$ ) evidenciando un gradiente amplio de dormancia invernal. La  $AP_{obs}$  varió en un rango de 8,0 a 31,5 cm. La  $AP$  estimada con dron ( $AP_{dron}$ ), fue cuantitativamente distinta a la  $AP_{obs}$ . La  $AP_{dron}$  varió entre 7,20 y 7,50 cm. Pese al rango estrecho, la  $AP_{dron}$  también varió significativamente entre progenies ( $P < 0,001$ ). La relación entre  $AP_{obs}$  y  $AP_{dron}$  fue altamente significativa con un valor de  $R^2 = 0,60$  (Figura 1). En este trabajo, la  $AP$  se evaluó a fines de invierno, por lo que la medición representa la sensibilidad de cada progenie para finalizar el estado de dormancia y activar el crecimiento de primavera.



**Figura 1.** Relación entre altura de planta observada y altura de planta estimada mediante análisis de imágenes-RGB colectadas con dron. Variedades comerciales con su respectivo grado de dormancia invernal (D) se indican en color rojo.

## CONCLUSIONES

En etapas tempranas de un programa de mejoramiento genético, donde cientos o miles de poblaciones se evalúan de forma simultánea, la altura de planta estimada mediante colecta y análisis de imágenes RGB es un criterio efectivo para seleccionar poblaciones.

## AGRADECIMIENTOS

Investigación financiada por INIA (500302-70), Fondecyt 1180821, Fondecyt 1230399, Crop Trust GS19001, FIA PYT-2020-1423.

## REFERENCIAS

Liu, Z.-Y., T. Baoyin, X.-L. Li, and Z.-L. Wang. 2019. How fall dormancy benefits alfalfa winter-survival? Physiologic and transcriptomic analyses of dormancy process. *BMC Plant Biol.* 19(1): 205. doi: 10.1186/s12870-019-1773-3.

Matias, F.I., M. V Caraza-Harter, and J.B. Endelman. 2020. FIELDimageR: An R package to analyze orthomosaic images from agricultural field trials. *Plant Phenome J.* 3(1): e20005. doi: <https://doi.org/10.1002/ppj2.20005>.

## RESPUESTA A LA FERTILIZACIÓN AZUFRADE DE UNA PRADERA DEL VALLE DEL RÍO ÑIREHUAO, REGIÓN DE AYSÉN-PATAGONIA

### Sulphur response of Ñirehuao River Valley grassland, Aysen Region-Patagonia

Oswaldo Teuber W<sup>1</sup>. y Andrés Naguil T<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA Tamel Aike.

Camino Coyhaique Alto km 4.5, Coyhaique, Chile. e-mail: [oteuber@inia.cl](mailto:oteuber@inia.cl);

<sup>2</sup>Instituto de Desarrollo Agropecuario, Coyhaique, Región de Aysén.

## INTRODUCCIÓN

La Zona de Estepa de la región de Aysén, ubicada al oriente de la Cordillera de Los Andes y colindante a la frontera con Argentina, tiene una superficie aproximada de 234.000 ha (Hepp y Stuardo, 2014), de pastizales naturales y naturalizados, relevantes para la producción ovina regional y en menor grado para la producción bovina. Dentro de esta superficie, dominada principalmente por coironales, existen sectores húmedos, tipo vegas, con mayores potenciales productivos y buena respuesta a inputs tecnológicos como fertilización y siembra, que son relevantes de estudiar para maximizar la producción primaria de la zona. El objetivo de este ensayo fue determinar la respuesta productiva y cambios botánicos de un pastizal natural del valle del Río Ñirehuao, a la aplicación de fertilizantes azufrados de tres formulaciones distintas, aplicados en diferentes dosis, tanto en forma pura, como en mezcla con otros macro nutrientes.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se estableció en el Valle del Río Ñirehuao, en un pastizal natural perteneciente a la Estancia Ñirehuao (45°14'24"S., 71°41'24"O y 510 m s.n.m). El sitio del ensayo fue cercado para evitar el ingreso de animales mayores y lagomorfos. En el sitio se dispusieron microparcels de 1.5 x 2.0 m (3 m<sup>2</sup>) de área bajo tratamiento, con 13 tratamientos (Cuadro 1), consistentes en dos fuentes con azufre elemental (azufre perlado Patagonia y Sulfurgran) y una fuente de azufre como sulfato (Sulpomag), siendo usados en diferentes dosis, tanto en forma pura, como en mezclas con otros fertilizantes. Los tratamientos se basaron en el análisis de suelo de: 16, 24, 453 y 1.8 mg kg<sup>-1</sup> de N, P, K y S, respectivamente, más pH de 6.3 y 12.5% de MO.

**Cuadro 1:** Tratamientos de fertilización evaluados en pradera natural del valle del río Ñirehuao.

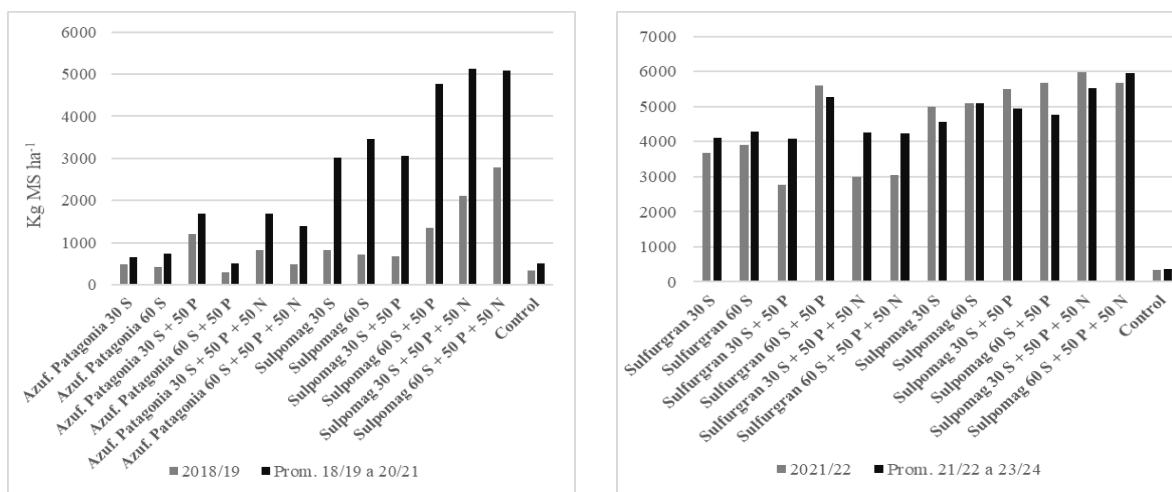
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13
Azufre Patagonia 30 S	Azufre Patagonia 60 S	Azufre Patagonia 30 S + 50 P	Azufre Patagonia 60 S + 50 P	Azufre Patagonia 30 S + 50 P + 50 N	Azufre Patagonia 60 S + 50 P + 50 N	Sulpomag 30 S	Sulpomag 60 S	Sulpomag 30 S + 50 P	Sulpomag 60 S + 50 P	Sulpomag 30 S + 50 P + 50 N	Sulpomag 60 S + 50 P + 50 N	Testigo Sin Fertilización

(\*) El azufre Patagonia se usó las temporadas 2018/19 a la 2020/21, siendo reemplazado por sulfurgran las temporadas 2021/22 a la 2023/24. El sulpomag se utilizó las seis temporadas del ensayo.

La fertilización siempre se realizó en octubre de cada temporada agrícola, en forma manual y en cobertera. La evaluación fue a través de corte directo, generalmente en enero de cada temporada agrícola, a ras de suelo, con un marco metálico de 0.5 m<sup>2</sup> y cortadora eléctrica. Las muestras fueron procesadas para determinación de materia seca y composición botánica (datos de composición botánico no presentados en este resumen). El diseño del ensayo fue de bloques completos al azar con tres repeticiones y los resultados analizados mediante ANOVA y LSD para las diferencias entre medias, usando el programa Statgraphics.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La pradera del Valle del Río Ñirehuao, tiene un potencial de rendimiento que no superó los 440 kg MS ha<sup>-1</sup>, en todas las temporadas de evaluación (Figura 1A y B). Al fertilizar con azufre elemental formulado en lentejuelas (Azufre Patagonia), se pudo observar que, tanto en la primera temporada, como en el promedio de las tres primeras, el rendimiento aumento levemente, no superando los 1.800 kg MS ha<sup>-1</sup> al año. En esas mismas tres temporadas, usando fertilizante azufrado en forma de sulfato (Sulpomag), los rendimientos se incrementan desde la primera temporada, alcanzando máximos 3.000 a 3.500 kg MS ha<sup>-1</sup>, cuando se usaron dosis de 30 o 60 unidades de azufre ha<sup>-1</sup> en forma pura. Esta respuesta fue aun mayor, cuando se adicionaron 50 unidades de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 50 unidades de N, alcanzando producciones de biomasa de hasta 5.000 kg MS ha<sup>-1</sup> (Figura 1A).



**Figura 1A y B.** Rendimiento (kg MS ha<sup>-1</sup>) de una pradera del Valle del Río Ñirehuao, usando tres fuentes de azufre y diferentes dosis, durante seis temporadas (2018/19 a la 2023/24).

Por el mal desempeño del azufre Patagonia, la temporada 2021/22 se decidió usar Sulfurgran (Azufre elemental micronizado al 90% con 10% de bentonita), manteniéndose el uso de Sulpomag. La respuesta de la pradera fue evidente a la primera temporada, donde con Sulfurgran en forma pura, los rendimientos alcanzaron entre 3.800 y 3.900 kg MS ha<sup>-1</sup> y al mezclarlos con P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> o con P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + N, los rendimientos en algunos casos superaron los 5.500 kg MS ha<sup>-1</sup>. En tanto los promedios de las tres temporadas superaron levemente los 4.000 kg MS ha<sup>-1</sup> con Sulfurgran, siendo inferiores entre 200 a 1.500 kg MS ha<sup>-1</sup> con los tratamientos con Sulpomag.



## **CONCLUSIONES**

Algunos suelos de la Zona de Estepa de Aysén tienen alta fertilidad y adecuada provisión de humedad, con bajos niveles de azufre, por lo cual pueden responder positivamente al uso de fertilizantes azufrados.

La respuesta a fertilizantes azufrados permitiría aumentar entre 6 y 13 veces, la producción de la pradera sin fertilizar.

La fuente de azufre es importante para alcanzar altas respuestas en estas praderas, donde es recomendable el uso de fertilizantes con sulfato y/o fertilizantes con azufre elemental, pero de rápida disolución e incorporación al suelo.

## **REFERENCIAS**

HEPP, C. Y R. STUARDO. 2014. Distribución y caracterización productiva de los suelos de interés agropecuario de la región de Aysén. In: Hepp y Stolpe (eds.), Caracterización y propiedades de los suelos de la Patagonia Occidental (Aysén). Instituto de investigaciones agropecuarias, Centro de investigación INIA Tamel Aike, Coyhaique, Aysén-Patagonia, Chile. 160 pp.

## CONTROL ESTAMÁTICO DE *PLANTAGO LANCEOLATA*, *BROMUS VALDIVIANUS* Y *LOLIUM PERENNE* EN CONDICIONES DE CAMPO

### *Stomate control of Plantago lanceolata, Bromus valdivianus and Lolium perenne in field conditions*

Iván Ordóñez<sup>1,2,4</sup>, Ignacio López<sup>1,4</sup>, Peter Kemp<sup>1,4</sup>, Danny Donaghy<sup>1</sup>, José Dörner<sup>3,4</sup>, Verónica Merino<sup>5</sup>, Gabriel Donoso<sup>6</sup>

<sup>1</sup> School of Agriculture and Environment, Massey, Palmerston North, New Zealand.

<sup>2</sup> INIA Kampenaike, Punta Arenas, Chile.

<sup>3</sup> Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.

<sup>4</sup> Centro de Investigación en Suelos Volcánicos, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.

<sup>5</sup> Departamento de Producción Animal, Facultad de Agronomía, Universidad de Concepción, Chile

<sup>6</sup> INIA Raihuen, Chile.

e-mail: ivan.ordonez@inia.cl

## INTRODUCCIÓN

*Plantago lanceolata* (Pl) es una especie herbácea que presenta un alto potencial para la ganadería. La especie Pl presenta un mayor acceso al agua, alta conductancia estomática en momentos de estrés pero con baja eficiencia en su uso en comparación a *Lolium perenne* (Lp; Ordóñez et al., 2024). Además, Pl es una especie que en algunos estudios ha presentado una baja persistencia (Sanderson et al., 2003), probablemente ligada a una alta frecuencia y/o intensidad de foliación (Merino et al., 2024). No obstante, la respuesta fisiológica frente a los estímulos ambientales ha sido poco explorada y puede ser relevante para comprender su rendimiento y persistencia. La hipótesis de este trabajo es que *P. lanceolata* presenta un bajo control estomático en comparación a *Lolium perenne* (Lp) y *Bromus valdivianus* (Bv), reflejado en una alta conductancia estomática en distintos grados de potencial hídrico de la hoja y contenido de agua en el suelo, generando una baja eficiencia en el uso del agua. El objetivo general es evaluar las respuestas fisiológicas de *P. lanceolata*, *B. valdivianus* y *L. perenne* con distintos niveles de contenido volumétrico de agua y distintos niveles de potencial hídrico de la hoja.

## MATERIAL Y MÉTODO

El ensayo se realizó con pastoreo ovino en la Dary Farm 1 de Massey University, Palmerston North, Nueva Zelanda, en parcelas de 110 m<sup>2</sup>. El pastoreo se realizó cuando Bv lograba el estado de hoja 4. Se establecieron 5 tratamientos; T1) Bv; T2) Lp + *Trifolium repens* (Tr); T3) Pl; T4) Bv + Lp + Tr; T5) Bv + Lp + Pl + Tr. El periodo de experimental fue entre marzo 2017 y 2019. El diseño experimental fue de bloques completos al azar (5 tratamientos x 3 bloques). Se evaluó conductancia estomática (CE) y fotosíntesis neta (An; LICOR-6400XT, USA), potencial hídrico de la hoja (PH; Bomba de Scholander; Soil Moisture Equipment Corp., USA) y contenido volumétrico de agua (CVA) a 10 cm de profundidad de suelo con sensores CS616 conectados al CR1000 y multiplexer (Campbell Scientific, USA). Los datos fueron analizados con ANOVA, regresiones no lineales y lineales con sus respectivos R<sup>2</sup> y valor de significancia para la regresión lineal.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

No se observaron diferencias de las variables PH, CE, An cuando la misma especie se comparaban entre monocultivo y mezcla (P>0,05). La correlación entre PH/CVA fue expresada por una función potencial negativa con R<sup>2</sup> de 0,47; 0,54; 0,85 para Bv, Lp y Pl, respectivamente. La correlación entre el PH/CE fue expresada por una ecuación potencial negativa y con R<sup>2</sup> de 0,68; 0,69; 0,17 para Bv, Lp y Pl, respectivamente. La eficiencia en el uso del agua evaluada en la relación entre An/CE fue expresada en función lineal y presentó valores significativos y R<sup>2</sup> de 0,66; 0,48; 0,61 para Bv (P<0,001), Lp (P<0,01) y Pl (P<0,001), respectivamente.

El menor R<sup>2</sup> entre la relación CVA/PH en las gramíneas evaluadas se puede deber al cierre estomático de Bv y Lp cuando detectan el estrés hídrico (Ordóñez et al., 2024), lo que sugiere un mayor control estomático para mantener el potencial hídrico en la hoja. Por lo mismo, El alto R<sup>2</sup> para Pl en la relación CVA/PH podría significar un menor control en la pérdida de agua, constantemente incrementando el PH de la hoja a medida que el agua es más escasa en el suelo. Esto es reforzado con el bajo R<sup>2</sup> mostrado para la relación PH/CE en Pl, indicando un bajo control en la CE cuando la planta se encuentra estresada, mostrando un alto PH en momentos de bajo CVA. Por otro lado, Bv y Lp, muestran un cierre estomático a medida que la hoja incrementa su PH. Se ha observado una relación inversa entre el control de la conductancia estomática con la eficiencia en el uso del agua, incrementando la eficiencia a medida que existe un mayor cierre estomático frente al estrés hídrico (Blum, 2009). La alta CE cuando la planta sufre de estrés hídrico se podría traducir en i) pérdida de carbohidratos solubles debido a la respiración; ii) mayor pérdida de agua en los tejidos (reflejado en el potencial hídrico) disminuyendo la eficiencia en el uso del agua; iii) un mayor crecimiento debido a la generación de ATP dado por la mayor respiración, explicando las altas tasas de crecimiento en momentos de estrés hídrico para Pl. Sin embargo, esto podría estar relacionado a una baja persistencia de Pl.

**Cuadro 1** Regresiones no lineales y lineales con sus respectivos R<sup>2</sup> para las variables de contenido volumétrico de agua/potencial hídrico (CVA/PH), potencial hídrico/conductancia estomática (PH/CE) y fotosíntesis neta/conductancia estomática (An/CE). P-valor es indicado solo para la regresión lineal de An/CE.

Especie	CVA/PH		PH/CE		An/CE		P-valor
	Ecuación	R <sup>2</sup>	Ecuación	R <sup>2</sup>	Ecuación	R <sup>2</sup>	

<i>B. valdivianus</i>	$y = 132,74x^{-0,68}$	$y = 11,014x^{-0,227}$	$y = 30,691x + 4,8032$	$<0.001$
<i>L. perenne</i>	$y = 153,33x^{-0,699}$	$y = 11,512x^{-0,164}$	$y = 21,745x + 7,9921$	$<0.01$
<i>P. lanceolata</i>	$y = 1065,8x^{-1,495}$	$y = 6,9173x^{-0,2}$	$y = 18,075x + 4,9727$	$<0.001$

## CONCLUSIONES

*Plantago lanceolata* tiene un menor control estomático que *B. valdivianus* y *L. perenne*, traduciéndose en una menor eficiencia en el uso del agua.

## REFERENCIAS

- MERINO, V., AGUILAR, R., RIVERO, J., ORÓÑEZ, I., PIÑA, L., LÓPEZ-BELCHÍ, M., SCHOEBITZ, M.I., NORIEGA, F.A., CLAUDIA, I.P., COOKE, A.S., GUEDES, L.M. 2024. Distribution of Non-Structural Carbohydrates and Root Structure of *Plantago lanceolata* L. under Different Defoliation Frequencies and Intensities. *Plants*. 13: 2773.
- ORDÓÑEZ, I.P., LÓPEZ, I.F., KEMP, P.D., DONAGHY, D.J., DÖRNER, J., GARCÍA-FAVRE, J., ZHANG, Y. 2024. A short-term effect of multi-species pastures and the plant's physiological response on pasture growth. *European Journal of Agronomy*. 159: 127232.
- SANDERSON, M.A., LABREVEUX, M., HALL, M.H., ELWINGER, G.F. 2003. Nutritive value of chicory and English plantain forage. *Crop Science*. 43: 1797–1804.
- BLUM, A. 2009. Effective use of water (EUW) and not water-use efficiency (WUE) is the target of crop yield improvement under drought stress. *Field Crops Research*. 112: 119-123.

## EFFECTOS DEL MANEJO DE DEFOLIACIÓN EN LA CONCENTRACIÓN DE CARBOHIDRATOS SOLUBLES Y COMPUESTOS BIOACTIVOS DE *PLANTAGO LANCEOLATA*

### Effects of Defoliation Management on Soluble Carbohydrates and Bioactive Compound Concentration in *Plantago lanceolata*

Verónica M. Merino <sup>1\*</sup>, Claudia Pérez M. <sup>2</sup>, Lúbia M. Guedes <sup>3</sup>, M. Jordana Rivero <sup>4</sup>, Luis F. Piña <sup>5</sup>, María D. López-Belchi <sup>6</sup>, Iván P. Ordóñez <sup>7</sup>, René I. Aguilar <sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Prod. Animal, Fac. de Agronomía UdeC; <sup>2</sup>Departamento de Botánica, Fac. de Cs. Naturales y Oceanográficas UdeC; <sup>3</sup>Laboratorio de Semioquímica Aplicada, Fac. de Cs. Forestales UdeC; <sup>4</sup>Rothamsted Research, North Wyke, Reino Unido; <sup>5</sup>Departamento de Prod. Animal, Fac. de Cs. Agronómicas U. de Chile; <sup>6</sup>Departamento de Cs. Vegetales, Fac. de Agronomía UdeC; <sup>7</sup>INIA Kampenaike, Punta Arenas \*Email: [veronicamerino@udec.cl](mailto:veronicamerino@udec.cl)

## INTRODUCCIÓN

*Plantago lanceolata* L. ayuda a reducir el nitrógeno (N) en la orina de vacas lecheras siendo una estrategia eficaz para disminuir las emisiones de óxido nítrico en sistemas a pastoreo (Nguyen et al. 2022). Esta capacidad se asocia a sus compuestos bioactivos (CB) como aucubina, catalpol y acteósido. Para lograr una reducción significativa del N en el suelo la especie debiese representar al menos el 30% de la materia seca (MS) en praderas permanentes (Minneé et al. 2020), lo cual se dificulta por un manejo inadecuado de defoliación. Considerando que el efecto del manejo de la defoliación en la concentración de CB de *P. lanceolata* aún no ha sido estudiado, en este estudio evaluamos el efecto de diferentes manejos de defoliación sobre la concentración foliar de carbohidratos solubles (CHOs) y CB con el fin de optimizar su manejo y reducir el impacto ambiental en sistemas de pastoreo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en una cámara de crecimiento de plantas del Laboratorio de Evaluación de Especies Forrajeras UdeC durante un período de nueve meses (temperatura promedio de 20 °C y 14 horas de luz). Se utilizó un diseño completamente aleatorizado con arreglo factorial de tres frecuencias de defoliación, determinada en base a la longitud de la hoja extendida (LHE; 15, 25 y 35 cm), y dos intensidades (5 y 8 cm de altura residual), con cuatro repeticiones por tratamiento (24 macetas en total, cada una con cuatro plantas del

cultivar ‘Ceres Tonic’). La frecuencia de defoliación se estableció en función del tiempo necesario para que el promedio de LHE alcanzara el largo objetivo (Merino et al. 2024). Muestras de 25 mg por maceta, compuestas por los cortes realizados durante el período, fueron molidas y tamizadas a 1 mm. La concentración de CHO<sub>s</sub> se determinó usando rafinosa pentahidratada como estándar de calibración. La absorbancia se midió con un lector de microplacas Synergy H1M (BioTek, Santa Clara, CA, EE. UU.). Al final del estudio, las plantas se cosecharon a 6 cm de altura. Las muestras del forraje se secaron por congelación, y se molieron a 1 mm para cuantificar la concentración de aucubina, catalpol y verbascósido por cromatografía HPLC (Hitachi technologies, Merck, Darmstadt, Germany), utilizando una columna Kromasil C18. Los estándares de aucubina y catalpol se midieron a 204 nm mientras que verbascósido a 330 nm. Los datos se analizaron mediante un ANOVA de dos vías utilizando Genstat 22 (©VSN International Ltd., Hemel Hempstead, UK). Se utilizó la prueba de la diferencia mínima significativa de Fisher para la separación estadística de las medias cuando las diferencias fueron significativas (p-valor<0.05).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La menor frecuencia de defoliación a 35 cm LHE aumentó en 1,40 puntos porcentuales la concentración foliar de CHOs (p = 0,047), debido a que permiten un mayor tiempo para la recuperación de las reservas de CHOs de *P. lanceolata*, coincidiendo con estudios previos (Lee et al. 2015). La concentración de acteósido varió tanto con la frecuencia de defoliación (p = 0,009) como con la altura de corte (p > 0,001). Las plantas defoliadas a 15 y 25 cm LHE mostraron concentraciones similares de acteósido (3,42 mg g<sup>-1</sup> de MS en promedio), superiores a las de 35 cm LHE (2,75 mg g<sup>-1</sup> MS, SEM = 0,15). Respecto de la altura de corte, las plantas cortadas a 5 cm presentaron mayor concentración de acteósido comparadas con aquellas cortadas a 8 cm (3,61 vs. 2,69 mg g<sup>-1</sup> MS, SEM = 0,13). Ambos resultados sugieren un beneficio en la acumulación de este CB bajo defoliaciones más severas. El catalpol, sin embargo, permaneció constante entre tratamientos (promedio de 18,65 mg g<sup>-1</sup> MS), lo cual es coherente con su limitada variabilidad observada en estudios previos. En contraste, la aucubina presentó una interacción significativa (p = 0,019), con una concentración máxima de 2,09 mg g<sup>-1</sup> MS en plantas defoliadas a 35 cm LHE y a 5 cm de altura residual, en consonancia con una mayor concentración de CHOs. Estos hallazgos reflejan la capacidad adaptativa y las estrategias de asignación de recursos de *P. lanceolata* frente a diferentes manejos de defoliación. La planta responde optimizando la producción de CB, mejorando su resiliencia y sostenibilidad en sistemas de pastoreo, especialmente en condiciones de defoliación moderada (25 cm LHE) que permiten una mayor recuperación y acumulación de CHOS y CB.

## CONCLUSIONES

La frecuencia e intensidad de defoliación afectan las concentraciones de carbohidratos de reserva y compuestos bioactivos en *P. lanceolata*. Defoliaciones menos frecuentes favorecen mayores concentraciones de CHOs y aucubina, mientras que el catalpol permanece estable. Defoliaciones más severas aumentan la concentración foliar de acteósido. Estos resultados subrayan la importancia de un manejo adecuado de defoliación para mejorar la persistencia y sostenibilidad de *P. lanceolata* en sistemas de pastoreo, contribuyendo a reducir su impacto ambiental.

## AGRADECIMIENTOS

Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo, Proyecto Fondecyt de Iniciación 11231053.

## REFERENCIAS

- LEE J. *et al.* 2015. Management strategies for chicory (*Cichorium intybus*) and plantain (*Plantago lanceolata*): impact on dry matter yield, nutritive characteristics and plant density. *Crop and Pasture Sci.* 66(2), 168–183.
- MERINO V. *et al.* 2024. Regrowth Dynamics and Morpho-Physiological Characteristics of *Plantago lanceolata* under Different Defoliation Frequency and Residual Heights. *PLoS ONE* 19, e0310009.
- MINNEÉ E. *et al.* 2020. Meta-analyses comparing the nutritional composition of perennial ryegrass (*L. perenne*) and plantain (*P. lanceolata*) pastures. *J. N. Z. Grassl.* 81, 117–124.
- NGUYEN T. *et al.* 2022. Forage plantain (*Plantago lanceolata*). Meta-analysis quantifying the decrease in nitrogen excretion, the increase in milk production, and the changes in milk composition of dairy cows grazing pastures containing plantain. *Anim. Feed. Sci. Technol.* 285, 115244.

## PRODUCCIÓN DE ALFALFA EN LA REGIÓN DE LOS RÍOS MEDIANTE LA UTILIZACIÓN DE RIZOBIOS NATURALIZADOS Y BACTERIAS PROMOTORAS DEL CRECIMIENTO

### Alfalfa production in Los Ríos Region using naturalized rhizobia and growth promoting bacteria

Máximo Alonso<sup>1\*</sup>, Oscar Martínez<sup>2</sup>, Raúl Venegas<sup>3</sup>, Iván Calvache<sup>1</sup>, Oscar Balocchi<sup>1</sup>, Mathias Yunge<sup>4</sup> y Pablo Calderón<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Producción Animal, Facultad de Ciencias Agrarias y Alimentarias, Universidad Austral de Chile; <sup>2</sup> Instituto de Bioquímica y Microbiología, Facultad de Ciencias, Universidad Austral de Chile; <sup>3</sup> Instituto de Agricultura Sustentable, Chile; <sup>4</sup> Escuela de Agronomía, Facultad de Ciencias Agrarias y Alimentarias, Universidad Austral de Chile

\* Email: [maximo.alonso@uach.cl](mailto:maximo.alonso@uach.cl)

## INTRODUCCIÓN

Ante un escenario de Cambio Climático, la alfalfa (*Medicago sativa*) destaca como una importante alternativa forrajera. En el sur de Chile, sin embargo, es necesario inocular a la alfalfa con bacterias fijadoras de nitrógeno del género *Ensifer*, ya que éstas no se encuentran naturalmente en el suelo. Además, es posible utilizar bacterias promotoras del crecimiento vegetal (plant growth promoting rhizobacterias, PGPR), entre las que destaca el género *Bacillus*. Así, el objetivo de este estudio fue evaluar el desempeño de un cultivo de alfalfa inoculado con rizobios naturalizados y PGPR del género *Bacillus*. La hipótesis de investigación fue que, bajo condiciones de riego, un cultivo de alfalfa inoculado con rizobios naturalizados y bacterias PGPR obtendría un mayor rendimiento que un cultivo inoculado con rizobios comerciales.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se desarrolló en la Estación Experimental Agropecuaria Austral (EEAA) de la Universidad Austral de Chile. Ésta posee un clima oceánico con influencia mediterránea. La temperatura media anual es de 11,6 °C y la precipitación media anual es de 2.129 mm. El ensayo se estableció en un suelo Andisol de la serie Valdivia, con un pH de 6,1 y sin limitaciones nutricionales. En noviembre 2022 se establecieron 15 parcelas de 3 x 5 m de alfalfa variedad Q31 distribuidas en 5 tratamientos y 3 bloques completos al azar. Los

tratamientos fueron: T0: Control (C); T1: Rizobio comercial (RC); T2: Rizobio naturalizado (RN); T3: Rizobio comercial + PGPR y T4: Rizobio naturalizado + PGPR. El RN fue colectado en alfalfares antiguos de la región. Los PGPR utilizados fueron un consorcio de *Bacillus velezensis*, *B. amyloliquefaciens* y *B. methylotrophicus*, aplicado en una dosis de 5 ml L<sup>-1</sup> de agua con una concentración de 10<sup>8</sup> UFC mL<sup>-1</sup>. El cultivo se sometió a un riego semanal por aspersión para un volumen total de 640 mm de agua durante primavera-verano. La producción de biomasa aérea se muestreó lanzando 4 veces un aro metálico de 0,25 m<sup>2</sup> en cada parcela. Se cortó con tijeras dejando un residuo de 5 cm de altura. Cada muestra fue pesada y secada en un horno de aire forzado a 60°C por 48 h para determinar su materia seca (MS). Los datos fueron sometidos a pruebas de normalidad (Shapiro-Wilk) y de homogeneidad de varianza (Levene), antes de ser sometidos a análisis paramétricos. Los resultados fueron sometidos a análisis de varianza y a la prueba de comparación de medias Tukey (P<0,05). El paquete estadístico utilizado fue InfoStat versión 2020p (Di Rienzo et al., 2020).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados mostraron diferencias significativas (P≤0,05) entre los tratamientos. El rendimiento de biomasa aérea por corte se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Rendimiento de biomasa aérea (g MS m<sup>-2</sup>) por corte

Tratamiento	05.04.2023		10.01.2024		01.03.2024		04.04.2024	
	Corte 1	EE	Corte 2	EE	Corte 3	EE	Corte 4	EE
RN+PGPR	650	a 135	362	a 4	684	a 17	282	a 28
RN	610	ab 73	326	ab 5	543	b 33	213	ab 19
RC+PGPR	477	abc 49	273	bc 26	429	c 7	275	ab 49
RC	412	bc 20	268	c 27	403	c 8	293	ab 36
C	373	c 34	247	c 10	435	c 27	240	b 39
Valor-P	0,05		0,0053		<0,0001		0,05	

Los tratamientos con RN presentaron los mayores rendimientos (P≤0,05). El tratamiento con RN y PGPR presentó un rendimiento acumulado superior en un 44% al tratamiento con cepa comercial (RC; P≤0,05). El tratamiento RC+PGPR tuvo un rendimiento 6% superior al tratamiento RC. Los PGPR produjeron un aumento de 17% en el tratamiento con RN (Figura 1). Así, en promedio, el uso de PGPR produjo un aumento de un 12% en el rendimiento de la alfalfa.



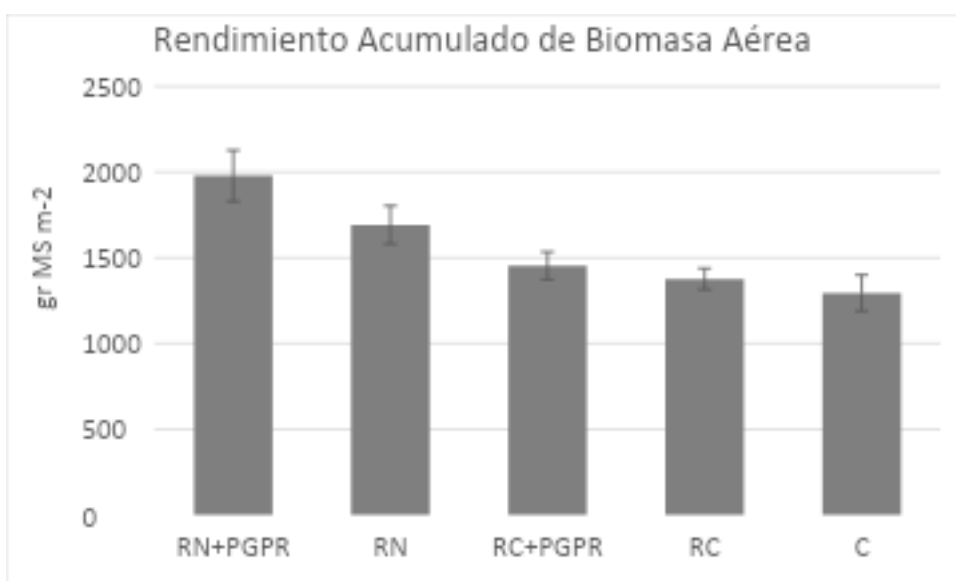


Figura 1. Rendimiento acumulado de biomasa aérea en 4 cortes de alfalfa

## CONCLUSIONES

Estos hallazgos muestran la ventaja del uso de rizobios naturalizados sobre uno comercial importado y el aporte de los PGPR en el rendimiento de un cultivo de alfalfa en la Región de Los Ríos.

## REFERENCIAS

DI RIENZO JA, CASANOVES F, BALZARINI MG, GONZALEZ L, TABLADA M, ROBLEDO CW. 2020. InfoStat versión 2020p. Centro de Transferencia InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>

# Sección salud y bienestar animal

## **PERCEPTION OF LAYING HEN WELFARE AND WILLINGNESS TO PAY FOR WELFARE ASSURED EGGS IN CONCEPCION PROVINCE, CHILE**

Fernando Gonzalez<sup>1</sup>, Hernán Cañon-Jones<sup>1,2</sup> and Karen Fehrmann-Cartes<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Medicina Veterinaria y Agronomía, Universidad de Las Américas, Chile.

<sup>2</sup>Núcleo de Investigación Aplicada en Ciencias Veterinarias y Agronómicas, Facultad de Medicina Veterinaria y Agronomía, Universidad de Las Américas, Chile.

E-mail: kfehrmann@udla.cl; hcanon@udla.cl

### **INTRODUCTION**

The national poultry market has shown a significant increase in recent years, increasing the production and consumption of eggs. As with any production system, animal welfare is essential, and its implementation is associated with higher production costs, which ultimately increases the final price<sup>1</sup>. However, this issue has become more relevant in South America in the last decade, which has allowed a change in the perception, acceptance and willingness to pay a higher cost for products derived from this type of system<sup>2,3</sup>. In relation to the above, few studies have been carried out on the perception of the welfare of hens and the willingness to pay for eggs with a welfare guarantee in Chile, mainly in the capital, Santiago.

## MATERIALS AND METHODS

In this study, we analysed the perception of consumers in Concepcion Province (a southern Chile and highly rural area) on the welfare of laying hens and willingness-to-pay for eggs under welfare certification. We surveyed 335 people (men and women between 18 to 100 years-old, from all education levels) in Concepcion City from July to November 2023 using previously validated questionnaires. We used descriptive statistics and Chi-Squared analysis was used to unravel any differences between categories using Jamovi statistical software.

## RESULTS AND DISCUSSION

Most people (83,7%) believed that laying hen welfare is highly important and were able to recognise indicators of welfare in laying hens (60,6%) but did not know how laying hens are farmed (60,3%) or know just a little (30,6%). Also, when people buy eggs, they do not look for the type of production the eggs come from (82,4%) and most declare that would pay for welfare-assured eggs depending on price (68,4%). Only 19,7% of people would pay as much of 5% more for welfare-assured eggs, and 7,5% of people would not pay more by any means. These results are similar to other studies in Chile<sup>3</sup> and Europe, as people seem to highly care about the welfare of animals and how to measure it. The results may be explained by the recent introduction and implementation of Animal Welfare and Protection Laws in Chile<sup>4</sup>. In southern Chile, people will only pay extra for welfare-assured eggs depending on price and mostly only up to 5% more, which is in contrast with results in urban cities such as Santiago, where people will pay as much as 20% more, or similar to a study in Ecuador<sup>5</sup>. A possible explanation might be that people in Concepcion have direct access to non-industrial eggs from local farmers.

## CONCLUSIONS

The results showed the importance of good communication and education to people regarding the perception of animal welfare and the need for new strategies to change the willingness to pay for animal welfare-assured products.

## REFERENCES

1. Rosas, A. and Lerdón, J. (2018) Factibilidad de un proyecto avícola para producción de huevos bajo sistema free-range en el sur de Chile. *Idesia* 36(3), 131-140. DOI: 10.4067/S0718-34292018005001702.
2. Koknaroglu, H. and Akunal, T. (2013). Animal welfare: An animal science approach. *Meat Science*. 95 (4), 821-827. DOI: [10.1016/j.meatsci.2013.04.030](https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.04.030).
3. Morales, N.; Ugaz, C.; Cañon-Jones, H. (2021). Perception of Animal Welfare in Laying Hens and Willingness-to-Pay of Eggs of Consumers in Santiago, Chile. *Proceedings*, 73, 2. DOI: 10.3390/IECA2020-08836
4. Ministerio de Salud; Chile. (2009). Ley 20380: Sobre protección de animales. Extracted from: <https://bcn.cl/2idag> on 26<sup>th</sup>-august-2024.
5. Tasigchana, E. (2017) Percepción, actitud y comportamiento de los consumidores de carne bovina en relación al bienestar animal en la zona sur de Quito. Undergraduate Veterinary Medicine thesis from Universidad Central del Ecuador

**EL ENRIQUECIMIENTO SOCIAL PROMUEVE UN ESTADO AFECTIVO  
POSITIVO EN COMPARACIÓN AL ENRIQUECIMIENTO FÍSICO,  
MANTENIENDO LOS PARÁMETROS PRODUCTIVOS EN POLLOS BROILER**

**Social enrichment promotes a positive affective state compared to physical enrichment  
while maintaining growth parameters in broiler chickens**

Sofía Herrera-Alcaíno<sup>1,2</sup>, Daniela Luna<sup>2</sup>, Jorge González-Pavez<sup>2</sup>, Paloma Cordero<sup>1,2</sup>, Sergio A. Guzmán-Pino<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Programa de Doctorado en Ciencias Silvoagropecuarias y Veterinarias, Universidad de Chile. <sup>2</sup> Departamento de Fomento de la Producción Animal, Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias, Universidad de Chile. \*Email: [sguzmanp@uchile.cl](mailto:sguzmanp@uchile.cl)

## **INTRODUCCIÓN**

La intensificación de la producción de pollos broiler plantea retos en términos de bienestar animal, debido a ambientes con baja estimulación sensorial. El enriquecimiento ambiental se ha propuesto como una estrategia para promover comportamientos naturales y mejorar el estado afectivo de los animales (Riber et al., 2018). Este estudio plantea la hipótesis de que el enriquecimiento social, mediante interacciones positivas con humanos, promoverá un estado afectivo positivo en comparación con el enriquecimiento físico, lo cual se evaluará a través de la prueba de sesgo de atención, manteniendo los parámetros productivos. El objetivo fue evaluar los efectos del enriquecimiento social sobre el bienestar y el rendimiento productivo de pollos broiler.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El protocolo de estudio animal fue aprobado por el Comité Institucional de Cuidado y Uso de Animales (CICUA) de la Universidad de Chile (certificado N° 24824-VET-UCH). El estudio se llevó a cabo en la Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias de la Universidad de Chile entre los meses de abril y mayo, utilizando 96 pollos broiler Ross 308 machos de 1 día de edad, distribuidos en 16 corrales (8 por tratamiento). Los tratamientos se aplicaron posterior a la semana de habituación (Día 7-42) e incluyeron dos grupos: 1) el tratamiento físico, que consistió en enriquecimiento físico con plataformas, fardos de paja y perchas, los cuales se cambiaron cada 2 semanas para mantener la novedad; y 2) el tratamiento social, que consistió en interacciones positivas con humanos, realizadas durante 15 minutos al día de lunes a viernes. Se registraron los parámetros productivos semanalmente, incluyendo el peso vivo (PV), el consumo promedio diario de alimento (CA), la ganancia diaria promedio de peso (GDP), la eficiencia de conversión alimentaria (ECA) y la mortalidad. Los datos de estos parámetros fueron analizados utilizando un ANDEVA de una vía. El estado afectivo de los pollos se evaluó mediante la prueba de sesgo de atención descrita en Anderson et al. (2021) al final del experimento (día 43). Los datos se analizaron utilizando modelos lineales mixtos, considerando el tratamiento y el corral como efecto fijo y aleatorio, respectivamente, con un nivel de significancia establecido en  $\alpha = 0,05$ .

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En cuanto a los parámetros productivos (Cuadro 1), no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos en cuanto a la PV, CA, GDP y ECA ( $p > 0.05$ ), lo que indica que el enriquecimiento social mantuvo los parámetros productivos de las aves. Este hallazgo está en línea con otras investigaciones que muestran que las mejoras en el bienestar pueden coexistir con una eficiencia productiva sostenida, lo cual es un resultado alentador tanto para el bienestar animal como para la sostenibilidad económica (Rowe et al., 2019; Altan et al., 2013). Los pollos sometidos a enriquecimiento social mostraron una latencia significativamente menor para comenzar a alimentarse tras el estímulo en la prueba de sesgo de atención ( $p = 0,006$ ) (Cuadro 2), lo que sugiere un estado afectivo positivo en comparación con los pollos expuestos al enriquecimiento físico. El estado afectivo de los broilers, evaluado mediante la prueba de sesgo de atención, ha sido previamente estudiado exclusivamente en el contexto del enriquecimiento físico (Anderson et al., 2021; Lourenço Da Silva et al., 2024). Los resultados de este estudio subrayan la importancia de investigar el enriquecimiento social, ya que revelan su potencial para influir positivamente en el bienestar emocional de las aves.

**Cuadro 1.** Parámetros productivos de las aves durante un ciclo de producción de 42 días.

<i>Días 1 a 42</i>	<b>Control Social</b>		<b>SEM<sup>5</sup></b>	<b>P-Value</b>
	<b>(n = 48)</b>	<b>(n = 48)</b>		
PV inicial (gr)	41.0	40.7	0.396	0.542
CA (gr)	92.4	92.5	0.728	0.924
GDP (gr)	49.9	50.0	1.169	0.941
ECA	0.5	0.6	0.019	0.642
PV final (gr)	2136.6	2142.1	49.041	0.938

**Cuadro 2.** Análisis prueba de sesgo de atención.

Mediciones (s)	Intercepto (value)	(p- Tratamiento value)	(p- Corral value)	(p-
Primer paso	0.05*	0.776	0.269	
Inicio de la alimentación	<0.001*	0.006*	0.059	
Tiempo dedicado a la alimentación	<0.001*	0.108	0.027*	
Finalización de la alimentación	<0.001*	0.108	0.027*	

## CONCLUSIONES

El enriquecimiento social en pollos broiler promueve un estado afectivo positivo, manteniendo los parámetros productivos. Estos resultados sugieren que las interacciones humanas positivas son una estrategia viable para mejorar el bienestar animal en sistemas de producción intensiva sin comprometer el rendimiento productivo.

## AGRADECIMIENTOS

Proyecto FIV-Iniciación DI-FAVET, Universidad de Chile.

## REFERENCIAS

- ALTAN, O.; SEREMET, C.; BAYRAKTAR, H. 2013. The effects of early environmental enrichment on performance, fear and physiological responses to acute stress of broiler. *Arch. Geflügelkd.*, 77, 23–28.
- ANDERSON, M.; CAMPBELL, A.; CRUMP, A.; ARNOTT, G.; JACOBS, L. 2021. Effect of environmental complexity and stocking density on fear and anxiety in broiler chickens. *Animals*, 11, 2383.
- LOURENÇO DA SILVA, M.I.; ULANS, A.; JACOBS, L. 2024. Pharmacological validation of an attention bias test for conventional broiler chickens. *PLOS ONE*, 19(4): e0297715.
- RIBER, A.B.; VAN DE WEERD, H.A.; DE JONG, I.C.; STEENFELDT, S. 2018. Environmental enrichment for broiler chickens: A review. *Poultry Science*, 97, 378–396.
- ROWE, E.; DAWKINS, M.; GEBHARDT, H. 2019. A systematic review of precision livestock farming in the poultry sector: Is technology focused on improving bird welfare? *Animals*, 9, 614.

## **EL ENRIQUECIMIENTO SOCIAL PROMUEVE LA CONDUCTA DE FORRAJEO EN COMPARACIÓN AL ENRIQUECIMIENTO FÍSICO EN POLLOS BROILER**

### **Social enrichment promotes foraging behavior compared to physical enrichment in broiler chickens**

Sofía Herrera-Alcaíno<sup>1,2</sup>, Daniela Luna<sup>2</sup>, Jorge González-Pavez<sup>2</sup>, Paloma Cordero<sup>1,2</sup>, Sergio A. Guzmán-Pino<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Programa de Doctorado en Ciencias Silvoagropecuarias y Veterinarias, Universidad de Chile. <sup>2</sup> Departamento de Fomento de la Producción Animal, Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias, Universidad de Chile. \*Email: [sguzmanp@uchile.cl](mailto:sguzmanp@uchile.cl)

## **INTRODUCCIÓN**

La intensificación de la producción de pollos broiler plantea retos en términos de bienestar animal, debido a ambientes con baja estimulación sensorial. El enriquecimiento ambiental se ha propuesto como una estrategia para promover comportamientos naturales y mejorar el estado afectivo de los animales (Riber et al., 2018). Este estudio plantea la hipótesis de que los pollos broiler expuestos a interacciones humanas positivas regulares (enriquecimiento social) demostrarán una mayor expresión de conductas exploratorias, tales como la locomoción y el forrajeo. El objetivo del estudio fue evaluar la influencia del enriquecimiento físico y social en el repertorio conductual de los pollos broiler, centrándose en la actividad de forrajeo como un indicador de motivación exploratoria y bienestar.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

El protocolo de estudio animal fue aprobado por el Comité Institucional de Cuidado y Uso de Animales (CICUA) de la Universidad de Chile (certificado N° 24824-VET-UCH). El estudio se llevó a cabo en la Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias de la Universidad de Chile entre los meses de abril y mayo, utilizando 96 pollos broiler Ross 308 machos de 1 día de edad, distribuidos en 16 corrales (8 por tratamiento). Los tratamientos se aplicaron posterior a la semana de habituación (Día 7-42) e incluyeron dos grupos: 1) el tratamiento físico, que consistió en enriquecimiento físico con plataformas, fardos de paja y perchas, los cuales se cambiaron cada 2 semanas para mantener la novedad; y 2) el tratamiento social, que consistió en interacciones positivas con humanos, realizadas durante 15 minutos de lunes a viernes. Se registraron videos de 5 minutos por corral en los días 14, 21, 28, 35 y 42 a las 10:00 am. El comportamiento se analizó utilizando un etograma adaptado de Sánchez-Casanova et al. (2019).

Los datos fueron analizados mediante un ANOVA de medidas repetidas mixto para el tiempo dedicado a alimentación, bebida, locomoción, reposo y de pie. El tratamiento, el tiempo y su interacción se consideraron efectos fijos, mientras que el corral fue un efecto aleatorio. Se utilizó regresión logística binomial para evaluar la ocurrencia (0–1) de acicalamiento, forrajeo, peleas simuladas, baño de tierra y uso de enriquecimientos. Se estableció un nivel de significancia de  $\alpha = 0,05$ .

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se identificó que el enriquecimiento social promovió significativamente el forrajeo en comparación con el enriquecimiento físico ( $p = 0.027$ ). No obstante, no se observaron efectos generales del tratamiento social sobre otros comportamientos analizados. Al analizar por período, en el día 42, las aves sometidas al tratamiento social mostraron una disminución en la locomoción ( $p = 0.022$ ) y un aumento en el tiempo de reposo ( $p = 0.046$ ) en comparación con el grupo control. La disminución de la locomoción plantea preocupaciones potenciales sobre la salud de las aves, como un aumento en el riesgo de dermatitis por contacto debido a un mayor tiempo en reposo (Bradshaw et al., 2002). Se observó una discrepancia entre los comportamientos de locomoción y forrajeo, lo cual se explicó por la metodología utilizada: la locomoción se registró solo cuando las aves se desplazaban sin realizar otras actividades, mientras que el forrajeo se registró incluso si implicaba movimiento. Incluir el forrajeo dentro de la locomoción podría haber mostrado un mayor tiempo total de actividad. Estos resultados destacan el impacto positivo del enriquecimiento social en la promoción de comportamientos exploratorios, alineándose con estudios previos que indican que el contacto humano favorece la exploración en broilers. Las interacciones regulares con humanos podrían, por tanto, ser una estrategia efectiva para mejorar el bienestar animal sin comprometer los parámetros productivos.

**Cuadro 1.** Ocurrencia de conductas y análisis de regresión logística binomial.

Conductas	Ocurrencia (%)	p-value (regresión)
Pelea simulada	3.7%	-
Acicalamiento mutuo	1.7%	-
Baño de tierra	1%	-
Uso de enriquecimiento	3.5%	-
Acicalamiento	20.4%	0.233
Forrajeo	17.4%	0.027*

## CONCLUSIONES



El enriquecimiento social en pollos broiler promueve el comportamiento exploratorio de forrajeo en sistemas de producción intensiva. Estas interacciones positivas con humanos pueden ser una estrategia efectiva para fomentar la exploración y el bienestar, contribuyendo a la expresión de comportamientos exploratorios sin comprometer el estado general de las aves. Aunque se observó un aumento en el tiempo de reposo y una reducción en la locomoción hacia el final del experimento, estos resultados sugieren que el enriquecimiento social favorece la adaptación de las aves a su entorno.

## AGRADECIMIENTOS

Proyecto FIV-Iniciación DI-FAVET, Universidad de Chile.

## REFERENCIAS

- RIBER, A.B.; VAN DE WEERD, H.A.; DE JONG, I.C.; STEENFELDT, S. 2018. Environmental enrichment for broiler chickens: A review. *Poultry Science*, 97, 378–396.
- SÁNCHEZ-CASANOVA, R.; SARMIENTO-FRANCO, L.; SEGURA-CORREA, J.; PHILLIPS, C.J.C. 2019. Effects of outdoor access and indoor stocking density on behaviour and stress in broilers in the subhumid tropics. *Animals*, 9, 1016.
- BRADSHAW, R.; KIRKDEN, R.; BROOM, D. 2002. A review of the aetiology and pathology of leg weakness in broilers in relation to welfare. *Avian Poultry Biology Reviews*, 13, 45–103.

### **EFFECTOS DE LA CALIDAD DE LA RELACIÓN HUMANO-ANIMAL SOBRE MARCADORES INMUNOHISTOQUÍMICOS DE ESTRÉS CRÓNICO Y LA MORFOLOGÍA DE LAS GLÁNDULAS ADRENALES EN CERDAS DE RECRÍA**

#### **Effects of the Quality of the Human-Animal Relationship on Immunohistochemical Markers of Chronic Stress and Adrenal Gland Morphology in nursery pigs**

Felipe Moya<sup>1</sup>, Daniela Siel<sup>2</sup>, Javiera Calderón-Amor<sup>3</sup>, Daniel Cartes<sup>1</sup>, Sergio Guzmán-Pino<sup>1</sup>, Nicole Butto<sup>1</sup>, Jaime Figueroa<sup>4</sup>, Daniela Luna<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias, Universidad de Chile.

<sup>2</sup>Escuela de Medicina Veterinaria, Facultad de Medicina y Ciencias de la Salud, Universidad Mayor, Santiago, Chile

<sup>3</sup>Escuela de Graduados, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile

<sup>4</sup>Instituto de Ciencias Agroalimentarias, Animales y Ambientales—ICA3, Universidad de O'Higgins, San Fernando, Chile

\*E-mail: [daniela.luna.f@uchile.cl](mailto:daniela.luna.f@uchile.cl).

## INTRODUCCIÓN

Una relación humano-cerdo negativa puede inducir estrés crónico, afectando el bienestar de los animales y, a su vez, reducir sus tasas de crecimiento. El estrés crónico altera el eje hipotálamo-hipófisis-adrenal, generando una liberación continua de cortisol (Moberg, 2000), lo que compromete la función inmune y modifica la morfología de la corteza adrenal. Se

plantea la hipótesis que cerdas de recría expuestas a manejos negativos presentarán mayores concentraciones de citoquinas proinflamatorias, como TNF- $\alpha$  e INF- $\gamma$ , y una hipertrofia de la zona fasciculada, encargada de producir cortisol, en comparación con cerdas expuestas a manejos positivos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la Unidad de Manejo Animal Porcina de la Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias de la Universidad de Chile. El protocolo experimental fue aprobado por el Comité Institucional de Cuidado y Uso de Animales de la Universidad de Chile (22552-VET-UCH). Se utilizaron 36 cerdas destetadas a los 21 días de edad, distribuidas en 12 corrales de recría en grupos de 3 cerdas por corral (1,20m x 2,0m x 0,9m) y mantenidas bajo condiciones controladas. Las cerdas fueron sometidas a un periodo de aclimatación (días 1 al 16) tras lo cual se asignaron aleatoriamente a uno de tres tratamientos (4 corrales/tratamiento; 3cerdas/corral; 12 cerdas/tratamiento), aplicados entre los días 16 y 61 de recría. Los tratamientos consistieron en: 1. Manejo gentil (MG): contactos táctiles positivos siguiendo el protocolo descrito por Tallet et al. (2014); 2. Manejo negativo (MN): exposición a estímulos aversivos aplicados al azar, tales como restricción física, perseguir, capturar y levantar al animal, basados en estudios previos (Hemsworth et al., 1981); 3. Manejo mínimo (MM): exposición a un contacto mínimo con el humano, limitado a labores de limpieza, alimentación y control de salud. Todos los manejos se aplicaron durante 2 minutos por cerda. Se recolectaron 3 muestras de sangre ( $t_0$ = día 16;  $t_1$ = día 37;  $t_2$  = día 58) desde la vena yugular para la obtención de suero, realizando posteriormente un pool de muestras por corral. Las muestras fueron procesadas utilizando kits ELISA (Invitrogen Thermo Fisher SCIENTIFIC) para determinar las concentraciones de las citoquinas TNF-  $\alpha$  e INF- $\gamma$ . El análisis estadístico de las citoquinas se llevó a cabo mediante un ANDEVA mixto de medidas repetidas para evaluar las concentraciones a nivel de corral. En cuanto al análisis histológico, se recolectaron un total de 21 glándulas adrenales (MG = 7; MN = 6; MM = 8). De cada glándula se obtuvieron 3 placas histológicas con cortes transversales, las cuales fueron fotografiadas utilizando un microscopio Nikon Eclipse E400® (Japón) con aumentos de 4x, asistidos por el programa LAS EZ (v 3.2.0, Leica). Se capturaron 4 imágenes por placa, y se realizaron 15 mediciones de la corteza utilizando el software ImageJ (v1.53). El análisis estadístico de la medición de las glándulas adrenales se llevó a cabo mediante un ANDEVA mixto. Para las comparaciones entre grupos, se utilizó la prueba post hoc de Bonferroni, considerando un nivel de significancia de  $p < 0,05$ . Los resultados se expresan como medias marginales estimadas y error estándar.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los grupos experimentales no presentaron diferencias en las concentraciones de TNF-  $\alpha$  ( $F_{4/16,89} = 1,23$ ;  $p = 0,335$ ) e INF- $\gamma$  ( $F_{4/18} = 0,26$ ;  $p = 0,898$ ). En cuanto a la morfología adrenal (Cuadro 1), esta difirió entre los tratamientos, con las cerdas del grupo MN presentando un mayor porcentaje de la zona fasciculada ( $F_{2/7,33} = 8,19$ ;  $p = 0,01$ ) que las cerdas del grupo MG ( $p = 0,009$ ) y MM ( $p = 0,015$ ). No se observaron diferencias entre los tratamientos en la zona glomerular ( $F_{2/6,63} = 4,22$ ;  $p = 0,06$ ). En relación a la zona reticular, los tratamientos difirieron entre sí ( $F_{2/7,82} = 8,06$ ;  $p = 0,01$ ), con el grupo MN presentando un menor porcentaje en comparación al MG ( $p = 0,005$ ) y MM ( $p = 0,05$ ). Los resultados indican que los manejos negativos provocan una hipertrofia de la zona fasciculada de la corteza adrenal, sugiriendo indicios de estrés crónico en comparación con otros manejos. Estos resultados refuerzan la evidencia de que las interacciones negativas entre humanos y animales generan cambios fisiológicos significativos, tal como lo describieron Gonyou et al. (1986). Sin embargo, las concentraciones de TNF- $\alpha$  e INF- $\gamma$  no mostraron diferencias significativas entre

los grupos, lo que sugiere que estos marcadores no son efectivos para detectar estrés crónico en cerdos, en contraste con el estudio previo de Maes et al. (1998).

Cuadro 1. Medias marginales estimadas y error estándar de las medidas, expresadas en porcentajes, de las glándulas adrenales de las cerdas, según tratamientos.

Zona de glándula adrenal	Manejo gentil	Manejo mínimo	Manejo negativo	Valor de p
Zona Glomerular (%)	7.31 ( $\pm 0,39$ )	8.57 ( $\pm 0,41$ )	7,06 ( $\pm 0,36$ )	0,06
Zona Fasciculada (%)	72.15 ( $\pm 1.05$ ) <sup>b</sup>	73,09 ( $\pm 1,07$ ) <sup>b</sup>	77,51 ( $\pm 0,96$ ) <sup>a</sup>	0,01
Zona Reticular (%)	20,55 ( $\pm 0,94$ ) <sup>a</sup>	18,29 ( $\pm 0,94$ ) <sup>a</sup>	15,42 ( $\pm 0,86$ ) <sup>b</sup>	0,01

%. porcentaje; Valores dentro de una fila con letras diferentes difieren significativamente (a, b:  $p < 0,05$ ).

## CONCLUSIONES

El manejo humano negativo puede desencadenar estrés crónico en los animales, manifestado en alteraciones morfológicas de la corteza adrenal, especialmente en la zona implicada en la producción de cortisol. Estos hallazgos destacan el impacto significativo de la calidad de la relación humano-animal en la respuesta fisiológica al estrés y subrayan la importancia de fomentar prácticas de manejo positivas en las interacciones entre humanos y cerdos.

## AGRADECIMIENTOS

Proyecto FONDECYT iniciación 11220280

## REFERENCIAS

- HEMSWORTH, P.; BARNETT, J.; HANSEN, C. 1981. The influence of handling by humans on the behavior, growth, and corticosteroids in the juvenile female pig. *Horm. Behav.* 15: 396-403.
- TALLET, C.; SY, K.; PRUNIER, A.; NOWAK, R.; BOISSY, A.; BOIVIN, X. 2014. Behavioural and physiological reactions of piglets to gentle tactile interactions vary according to their previous experience with humans. *Livest. Sci.* 167: 331-341.
- MAES, M.; SONG, C.; LIN, A.; JONGH, R.; GASTEL, A.; KENIS, G.;...& SMITH, S. 1998. The effects of psychological stress on humans: increased production of pro-inflammatory cytokines and a Th1-like response in stress-induced anxiety. *Cytok.* 10:313-318.
- MOBERG, G. 2000. Biological response to stress: Implications for animal welfare. In: *The biology of animal stress: Basic principles and implications for animal welfare.* CABI Pub. Wallingford, UK. pp 1-22
- GONYOU, H.; HEMSWORTH, P.; BARNETT, J. 1986. Effects of frequent interactions with humans on growing pigs. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 16(3): 269-278.

## **EFECTO DE LA VARIEDAD DE SABORES SOBRE EL NÚMERO DE EVENTOS Y PRESUPUESTO DE TIEMPO DE CONDUCTAS AGONISTAS Y EXPLORATORIAS EN CERDOS DE RECRÍA**

### **Events and time budget of agonistic and exploratory behaviors in relation with feed taste variety in nursery pigs**

\*Naomi Ramos<sup>2</sup>, Rocío Palomo<sup>1</sup>, Elizabeth Huenul<sup>3</sup>, Daniela Luna<sup>2</sup> and Jaime Figueroa<sup>1</sup>,

<sup>1</sup>Instituto de Ciencias Agroalimentarias, Animales y Ambientales—ICA3, Universidad de O'Higgins, San Fernando 3070000, Chile; <sup>2</sup>Departamento de Fomento de la Producción Animal, Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias, Universidad de Chile, Santiago 8820000, Chile. <sup>3</sup>Universitat Autònoma de Barcelona, Facultat de Veterinària, Bellaterra 08193, Spain. \*E-mail: [jaime.figueroa@uoh.cl](mailto:jaime.figueroa@uoh.cl). Proyecto Fondecyt Regular 1200643

## **INTRODUCCIÓN**

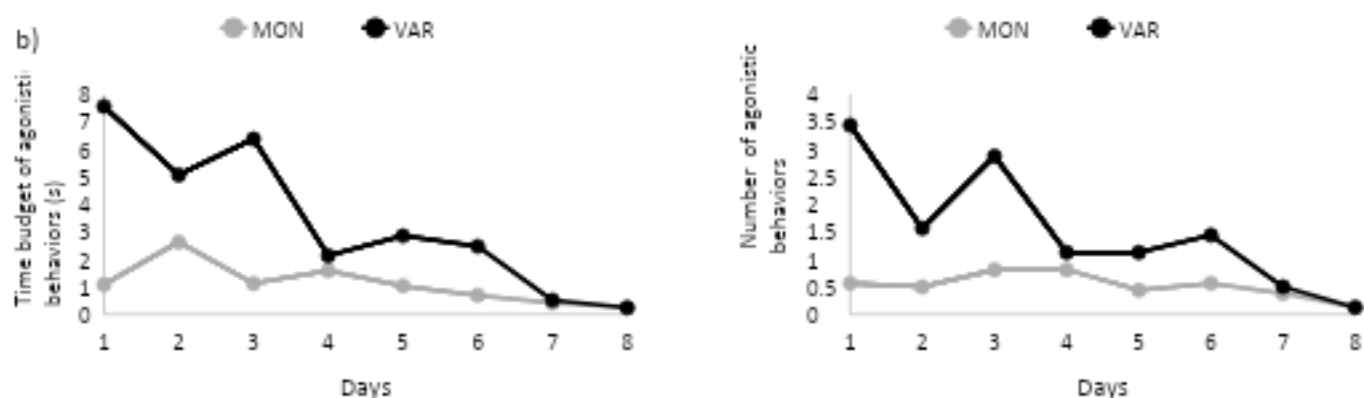
Commercial pigs receive sensorial monotonous diets throughout each stage of production. The absence of sensory variety in feed could reduce voluntary intake in pigs, thus compromising their production and welfare (Middelkoop et al., 2019). Taste variety in feed could increase the hedonic perception of animals during a consumption episode (Huenul et al., 2023). However, little information exists about the effect of taste variety on pig's behavior around meal. The present study evaluated the effect of feed taste variety on agonistic and exploratory behaviors in nursery pigs.

## **MATERIALS AND METHODS**

Thirty-two weaned pigs (21 days old) allocated in pairs into 16 nursery pens were used to explore the effect of feed taste variety between days on the number of events and time budget of agonistic and exploratory behaviors after feed administration (30 minutes). At 28 days old ( $6.73 \pm 0.45$  kg), half of the pens ( $n=8$ ) were exposed for 6 weeks to a commercial feed with the inclusion of 5,07% of monosodium glutamate (MSG-feed; Monotony Group; MON). The other half of the pens ( $n=8$ ) were exposed to a daily rotation between 3 different feeds; MSG-feed, a commercial feed with an inclusion of 8% sucrose and a standard unflavored commercial feed (Variety Group; VAR). The number of events and time budget of agonistic and exploratory behaviors were measured during the first three days of nursery weeks 5, 6 and 7 respectively. Data was analyzed with a linear mixed model with repeated measures using the statistical software SPSS.

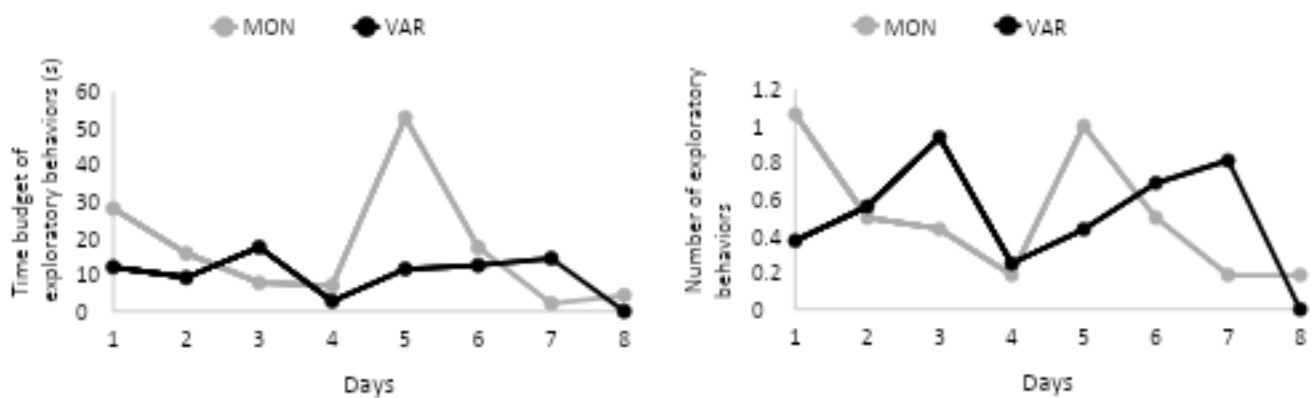
## RESULTS AND DISCUSSION

Results of agonistic and exploratory behaviors are presented in Figures 1 and 2 respectively. The VAR group expressed more agonistic behaviors per day ( $P=0.003$ ) and



during longer periods ( $P=0.003$ ) than the MON group. The day also influenced the number of events and duration of agonistic behaviors which decreased gradually as the days went by ( $P=0.001$ ). No effect of the interaction between diet\*day was observed ( $P>0.05$ ). The exploratory behavior was affected by the diet\*day interaction in their events ( $P=0.052$ ) and time ( $P=0.026$ ), where the MON group started exploring more frequently on day one ( $P=0.034$ ) but that situation was inverted on day 7 ( $P=0.021$ ). The day also effected the exploratory behavior of pigs where animals explored more and more frequently at the beginning of the experiment ( $P=0.001$ ).

**FIGURE 1.** Means of number of events (1a) and time budget (1b) of agonistic behaviors in nursery pigs measured during the 30 min. after the delivery of feed containing a different taste (VAR) or the same taste (MON). Results are expressed by pens and experimental days.



**FIGURE 2.** Means of number of events (2a) and time budget (2b) of agonistic behaviors in nursery pigs measured during the 30 min. after the delivery of feed containing a different taste (VAR) or the same taste (MON). Results are expressed by pens and experimental days.

## CONCLUSION

Results indicate that the time budget of nursery pigs' behaviours around feeding can be influenced by feed taste variety observing more and longer episodes of agonistic encounters and less exploratory behaviors which could indicate an increase in the perceived reward of feed after taste was daily rotated.

## REFERENCES

- HUENUL, E., SALAZAR, L., FRIAS, D., VIDEKA, M., LUNA, D., DWYER, D. M., & FIGUEROA, J. 2023. Effects of flavour variety on the intake and palatability of commercial feed in nursery pigs. *Frontiers in Veterinary Science*, 10, 1218198.
- MIDDELKOOP, A., VAN MARWIJK, M., KEMP, B., BOLHUIS, J. 2019. Pigs like it varied; Feeding behavior and pre- and post-weaning performance of piglets exposed to dietary diversity and feed hidden in substrate during lactation. *Front. Vet. Sci.*, 408,6, 1-20.

## BIOMARCADORES DE SALUD HEPÁTICA Y SU ASOCIACIÓN CON HÍGADO GRASO EN VACAS LECHERAS A PASTOREO

### Biomarkers of liver health and their association with fatty liver in grazing dairy cows

Anghy Ruiz-Salazar<sup>1\*</sup>, Erika Pavez-Muñoz<sup>1,5</sup>, Ricardo Chihuailaf<sup>2</sup>, Carolina Ríos<sup>5</sup>, Michael Fry<sup>4</sup>, P. Sepúlveda-Varas<sup>2,5</sup>

<sup>1</sup>Escuela de Graduados de la Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Austral de Chile (UACH). <sup>2</sup>Instituto de Ciencias Clínicas Veterinarias de la Facultad de Ciencias Veterinarias, UACH. <sup>3</sup>Facultad de Recursos Naturales y Medicina Veterinaria, Universidad Santo Tomás. <sup>4</sup> College of Veterinary Medicine, University of Tennessee. <sup>5</sup> Programa de Bienestar Animal, UACH. \*Email: [anghy.ruiz@alumnos.uach.cl](mailto:anghy.ruiz@alumnos.uach.cl)

## INTRODUCCIÓN

El hígado graso o lipidosis hepática (LH) es una alteración metabólica que afecta a las vacas lecheras durante el periodo de transición (Pinedo & Melendez, 2022). Se han descrito asociaciones entre LH y algunos biomarcadores de salud hepática en vacas lecheras estabuladas de alta producción (Kalaitzakis et al., 2007); aunque en la literatura no se

encontró información respecto a vacas lecheras en sistemas pastoriles es factible que estas asociaciones sean semejantes. Por lo tanto, el objetivo del estudio fue evaluar la asociación entre biomarcadores salud hepática con la severidad de la LH durante el periodo de transición en vacas lecheras en pastoreo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se desarrolló durante la temporada de partos de primavera de los años 2022 y 2023 en la Estación Experimental Agropecuaria Austral de la UACH, ubicada en Valdivia, Chile. A 103 vacas Holstein gestantes (29 primíparas y 74 multíparas) se les realizó una punción hepática con aguja fina el día  $10 \pm 2$  postparto para evaluar el grado de LH mediante citología. Las vacas se clasificaron en categorías de LH leve, moderada y severa. Además, se obtuvieron muestras de sangre de cada animal, los días -18, -11, -4 ( $\pm 2$ ), 7, 10 y 19 ( $\pm 1$ ) respecto del parto, para determinar la concentración de ácidos biliares (AB), bilirrubina total (BT), la actividad de aspartato aminotransferasa (AST), fosfatasa alcalina (ALP), gamma-glutamil transferasa (GGT) y glutamato deshidrogenasa (GLDH) según los protocolos del Laboratorio de Patología Clínica Veterinaria de la UACH. Se utilizó un ANOVA de dos vías y la prueba de Tukey para evaluar las variaciones de los biomarcadores sanguíneos según la LH y el número de partos durante el periodo de transición. La asociación entre los biomarcadores y la LH se determinó por correlación de Pearson ( $r$ ).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las categorías leve, moderada y severa, la presentación de LH fue de 52,4%, 24,3% y 23,3%, respectivamente. Los AB en la categoría de LH severa se mantuvieron significativamente más bajos que en la categoría de LH leve en el periodo preparto (Cuadro 1); estas concentraciones aumentaron en el periodo postparto en las vacas con LH severa, respecto a las vacas con LH leve (Cuadro 2). La LH correlacionó ( $P < 0,05$ ) inversamente con los AB en el preparto (semana -3,  $r = -0,226$  y semana -1,  $r = -0,258$ ), y positivamente con AB en el postparto (semana 2,  $r = 0,248$ ). Kalaitzakis et al. (2007) también encontraron correlaciones positivas y significativas ( $P < 0,05$ ), pero débiles, entre los AB y los lípidos hepáticos totales postparto ( $r = 0,228$ ). Las actividades de ALP y AST en la categoría de LH severa se mantuvieron significativamente más bajas que en las vacas con menor grado de LH durante todo el periodo de transición (Cuadro 1 y 2). En contraste, Kalaitzakis et al. (2007) determinaron que la actividad de AST (U/L) fue muy alta en vacas con LH moderada a severa (media 85, rango 33-1100) y severa (media 95,5, rango 61,5-850), y significativamente menor en comparación con el grupo LH moderada (media 55,5; rango 61,5-850). Se ha descrito que, en casos de enfermedad hepática crónica o lentamente progresiva, la actividad enzimática puede estar dentro o bajo del intervalo de referencia debido a que pocos hepatocitos están dañados o hay una reducción de la masa hepatocelular (Pinedo & Melendez, 2022). Por otro lado, la LH correlacionó inversamente ( $P < 0,05$ ) con las actividades de AST (semana -2,  $r = -0,281$  y semana -1,  $r = -0,243$ ) y GLDH preparto (semana -1,  $r = -0,310$ ). En el postparto, la LH correlacionó inversamente ( $P < 0,05$ ) con ALP (semana 3,  $r = -0,318$ ) y AST (semana 1,  $r = -0,278$ ). Estos resultados son similares a los reportados por Mostafavi et al. (2013) quienes informaron que la AST mostró una baja sensibilidad y, por lo tanto, un bajo poder predictivo para el diagnóstico de LH. Igualmente, Kalaitzakis et al. (2007), determinaron una baja sensibilidad de la actividad de ALP en vacas con diferentes grados de LH; no obstante, observaron una alta sensibilidad de GLDH en vacas que presentaban una LH de grado 4 (69,7%).

Cuadro 1. Asociación entre biomarcadores sanguíneos preparto y lipidosis hepática (LH) en vacas lecheras en pastoreo.

Variable	Lipidosis hepática (media ± DE)			Valor de P							
	Leve	Moderada	Severa	LH	No. Partos (P)	Semana	LH x P	L vs. M	L vs. S	M vs. S	
	(L)	(M)	(S)								
AB (µmol/L)	32 ± 19	27 ± 16	24 ± 13	<b>0,008</b>	<b>0,000</b>	0,562	0,313	0,159	<b>0,009</b>	0,584	
BT (µmol/L)	5,8 ± 7,2	4,3 ± 6,1	4,7 ± 4,8	0,248	0,169	0,973	0,064	0,276	0,493	0,937	
ALP (U/L)	89 ± 36	91 ± 30	66 ± 24	<b>0,031</b>	<b>0,009</b>	0,617	0,956	0,954	<b>0,034</b>	<b>0,042</b>	
AST (U/L)	79 ± 21	80 ± 20	68 ± 14	<b>0,000</b>	0,403	0,896	0,497	0,904	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	
GGT (U/L)	30 ± 9	32 ± 11	29 ± 5	0,496	<b>0,000</b>	0,250	<b>0,002</b>	0,653	0,888	0,479	
GLDH (U/L)	32 ± 32	24 ± 24	26 ± 34	<b>0,044</b>	<b>0,000</b>	0,429	0,923	0,115	0,130	0,940	

Cuadro 2. Asociación entre biomarcadores sanguíneos postparto y lipidosis hepática (LH) en vacas lecheras en pastoreo.

Variable	Lipidosis hepática (media ± DE)			Valor de P							
	Leve	Moderada	Severa	LH	No. Partos (P)	Semana	LH x P	L vs. M	L vs. S	M vs. S	
	(L)	(M)	(S)								
AB (µmol/L)	46 ± 33	48 ± 28	55 ± 27	<b>0,004</b>	<b>0,001</b>	0,416	0,559	0,205	<b>0,003</b>	0,350	
BT (µmol/L)	4,1 ± 8,3	2,7 ± 2,8	3,7 ± 3,4	0,282	0,327	<b>0,000</b>	0,881	0,250	0,863	0,637	
ALP (U/L)	77 ± 19	75 ± 28	64 ± 14	<b>0,041</b>	<b>0,000</b>	<b>0,017</b>	0,092	0,572	<b>0,036</b>	0,275	
AST (U/L)	98 ± 29	96 ± 27	89 ± 23	<b>0,035</b>	0,052	0,298	0,357	0,719	<b>0,026</b>	0,257	
GGT (U/L)	34 ± 13	34 ± 11	32 ± 4	0,356	<b>0,003</b>	0,625	0,473	0,471	0,904	0,363	
GLDH (U/L)	28 ± 21	29 ± 28	25 ± 19	0,581	<b>0,013</b>	0,052	<b>0,006</b>	1,000	0,567	0,630	

## CONCLUSIONES

Durante el periodo de transición de vacas lecheras en pastoreo, existe una débil correlación entre el grado de LH y los biomarcadores de salud hepática analizados.

## REFERENCIAS

- KALAITZAKIS, E., ROUBIES, N., PANOUSIS, N., POURLIOTIS, K., KALDRYMIDOU, E., & KARATZIAS, H. (2007). Clinicopathologic evaluation of hepatic lipidosis in periparturient dairy cattle. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 21, 835–845.
- MOSTAFAVI, M., SEIFI, H. A., MOHRI, M., & JAMSHIDI, A. (2013). Optimal thresholds of metabolic indicators of hepatic lipidosis in dairy cows. *Revue de Medecine Veterinaire*, 164, 564–571.



PINEDO, P., & MELENDEZ, P. (2022). Liver Disorders Associated with Metabolic Imbalances in Dairy Cows. *Veterinary Clinics of North America - Food Animal Practice*, 38, 433–446.

## **FACTORES DE RIESGO ASOCIADOS A MAYORES RECuentOS DE CÉLULAS SOMÁTICAS (RCC) EN CABRAS LECHERAS DE LA REGIÓN DE COQUIMBO**

### **Risk factors associated with higher somatic cell counts (SCC) in dairy goats in the Coquimbo Region**

Roberto Fernández Albornos<sup>1</sup>, Daniel Cartes<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias (FAVET). Universidad de Chile.

[roberto.fernandez@ug.uchile.cl](mailto:roberto.fernandez@ug.uchile.cl); [nncartes@uchile.cl](mailto:nncartes@uchile.cl)

## **INTRODUCCIÓN**

A nivel mundial, la demanda por productos de origen caprino se ha incrementado, especialmente en Europa, pero también en Chile, donde el aumento del poder adquisitivo ha impulsado su consumo. La leche de cabra destaca por su alta digestibilidad, menor contenido de lactosa y reconocidos beneficios terapéuticos (Miller et al., 2019). Las cabras, además, presentan ventajas productivas como su rápida madurez sexual y adaptaciones metabólicas que les permiten prosperar en condiciones climáticas adversas. Este creciente interés ha impulsado la modernización de la producción caprina, diversificando hacia diferentes tipos de quesos, manjar, Ricotta, etc. Pese a este desarrollo, existe limitado conocimiento sobre los factores que influyen en el Recuento de Células Somáticas en caprinos, un indicador clave

de calidad de la leche y la salud animal. Este proyecto tiene como objetivo identificar los factores de riesgo asociados a este recuento en la región de Coquimbo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en siete comunas de la región de Coquimbo durante el primer semestre de 2024, con la participación de 22 productores del programa "Transforma Caprino" de CORFO. Se seleccionaron 300 cabras de manera aleatoria en los predios, asumiendo una prevalencia del 15% de mastitis subclínica (MSC) (Bergonier et al., 2003). Se registraron variables de riesgo individuales y colectivas. Las individuales incluyeron edad, condición corporal, raza, número de partos, producción de leche, días en lactancia, forma y tamaño de la ubre (piriformes o alargadas, oval o elíptica y globular o redonda) y el largo de los pezones. Las variables colectivas incluyeron tipo de alojamiento, tipo de ordeña (mecánica/manual) y prácticas de higiene, como la limpieza de pezones, despunte y el uso de soluciones yodadas. Para determinar el RCS de cada cabra se tomaron muestras de leche de las 300 cabras de forma compuesta (una muestra de ambos pezones) y se analizaron en el laboratorio de la Estación Experimental Las Cardas, Universidad de Chile, utilizando el EKOMILK SCAN®. El análisis estadístico se realizó mediante regresión logística multivariada en Rstudio, categorizando las variables explicativas y considerando como respuesta dos niveles de RCS (bajo y sobre 400.000 células/cm<sup>3</sup>).

## RESULTADOS

La mayoría de los productores caprinos en la región de Coquimbo trabaja en un sistema estabulado, con un promedio de 44 animales por predio. De los 300 animales muestreados, el 63% era de raza Saanen, el 12% Alpina y el 11% Criolla. El 76% de las cabras tenía una condición corporal entre 2,5 y 3,5 en la escala de 1 a 5, y la mayoría producía entre 2 y 4 litros de leche por ordeña. En cuanto a la lactancia, el 47% estaba cerca del *peak* (31-90 días). La ubre estuvo caracterizada por dos tipos de formas predominantes; las ubres piriformes (43%), las globulares (40%) y en tercer lugar, las ovales (17%). En el 91% de los predios se limpiaban los pezones y en el 80% se realizaba despunte, pero solo el 41% aplicaba dipping. Además, el 18% de los predios cumplía con normas de higiene personal como el lavado de manos o el cambio de indumentaria al ordeñar. En cuanto al recuento de células somáticas (RCS), el promedio fue de 415.751 células/ml, con un 23% de los animales presentando recuentos superiores a 400.000 células/ml.

En base al análisis de regresión logística univariado se descartaron 9 de las 12 variables individuales. De esta manera, las variables días en lactancia, largo del pezón y la forma de la ubre fueron incorporadas al modelo de regresión logístico multivariado. Por otro lado, en las variables colectivas, solo dos fueron significativas, siendo el despunte y el tipo de ordeña. Las razones de probabilidades establecieron que, para las variables individuales, aquellas cabras con una lactancia mayor a los 90 días tenían 2,8 veces más probabilidades (OR) de tener recuentos sobre 400.000 células/ml. Asimismo, aquellas cabras con pezones mayores a 2 centímetros tenían un 61% menos de probabilidades de presentar RCS superiores a 400.000 (OR=0,39). En relación a la forma de la ubre, se determinó que aquellas cabras con una ubre piriforme tenían entre 1,5 a 2,5 más probabilidades de tener RCS sobre 400.000, que las cabras con las ubres ovales y globulares, respectivamente. En las variables colectivas, el despunte mostró reducir en un 93% la probabilidad de encontrar RCS sobre 400.000 (OR de 0,07), mientras que una ordeña de tipo mecánica mostró incrementar en 6 veces la probabilidad de presentar altos recuentos en comparación a quienes optan por la ordeña de tipo manual.

## CONCLUSIONES

La investigación concluyó que las cabras lecheras de la región de Coquimbo con lactancias superiores a 90 días, pezones cortos y ubres de forma periforme tienen una mayor probabilidad de presentar recuentos de células somáticas (RCS) superiores a 400.000. Además, se observó que la ordeña mecánica y la falta de despunte previo aumentaron el riesgo de altos RCS. Estos hallazgos subrayan la importancia de considerar tanto las prácticas de ordeña como factores individuales, como la conformación de la ubre, en un rebaño.

## REFERENCIAS

- BERGONIER, D., DE CRÉMOUX, R., RUPP, R., LAGRIFOUL, G., Y BERTHELOT, X. (2003). Mastitis of dairy small ruminants. *Veterinary Research*, 34(5), 689–716.
- MILLER, B. A., Y LU, C. D. (2019). Current status of global dairy goat production: an overview. *Asian-Australasian journal of animal sciences*, 32(8), 1219–1232.

# Sección sistemas de producción y sostenibilidad

## BONOS DE CARBONO: MODELACION EN FEEDLOT BOVINOS

### *Carbon Bonusses: Modelling in Cattle Feedlot*

Catalina Fuenzalida<sup>1</sup>, Jorge Ávila-Stagno<sup>1</sup>, Sandra Suescun-Ospina<sup>2</sup>, Pamela Williams<sup>2</sup>, Emilia Ferrada<sup>1</sup> y Rodrigo Allende<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Facultad Ciencias Veterinarias, Universidad de Concepción. <sup>2</sup>Facultad Agronomía, Universidad de Concepción. E-mail: [rallende@udec.cl](mailto:rallende@udec.cl)

## INTRODUCCIÓN

La ganadería se ha catalogado como una actividad productora de gases de efecto invernadero (GEI). La modelación, como herramienta descriptiva y predictiva, analiza ex ante diferentes escenarios bioeconómicos, como base para incentivar políticas de sustentabilidad. El objetivo fue cuantificar variables productivas y económicas con CH<sub>4</sub> entérico mediante simulación de planes de alimentación para novillos confinados, como mecanismo de sensibilización de balances de carbono.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se adaptó un modelo de simulación dinámico estocástico para engorda de novillos confinados incorporando funciones estocásticas ambientales y comerciales. Se diseñaron seis

tratamientos experimentales (Cuadro 1) modelados con 40 repeticiones iteradas en 18 semanas (junio-septiembre) con 320 kg PV inicial para cada réplica de biotipo británico (Angus). Se contrastaron variables productivas y económicas (Cuadro 2) mediante GLM de bloques aleatorizados con medidas repetidas, efecto fijo del tratamiento y periodo simulado contrastadas mediante LSD Fisher ( $P<0,05$ ).

**Cuadro 1.** Composición nutricional (kg MS) de seis dietas tratamientos (T1-T6).

	T1	T2	T3	T4	T5	T6
% MS	59%	52%	54,2%	58,5%	53,5%	62,9%
EM (Mcal)	2,3	2,4	2,6	2,3	2,4	2,6
PC (%)	14,3%	14,0%	14,2%	14,0%	14,3%	14,3%
NNP (%)	9,2%	8,2%	7,6%	6,9%	6,2%	6,0%
PDR (%)	1,5%	2,3%	3,0%	3,0%	4,0%	4,2%
PNDR (%)	3,6%	3,4%	3,6%	4,1%	4,1%	4,1%
FDN (%)	49,5%	44,3%	38,2%	47,4%	42,5%	38,7%
FDA (%)	31,0%	26,4%	22,3%	29,7%	25,6%	22,8%
Hemicelulosa (%)	18,6%	17,9%	16,0%	17,7%	16,9%	15,9%
Lignina (%)	3,6%	3,2%	2,9%	3,9%	3,6%	3,4%
Celulosa (%)	27,3%	23,2%	19,4%	25,8%	22,1%	19,4%
CNE (%)	26,6%	33,0%	36,5%	27,5%	32,7%	33,8%
\$ CLP (kg MV)	154	170	221	180	198	246

PC: proteína cruda, NNP: nitrógeno no proteico, PDR: proteína degradable en rumen, PNDR: proteína no degradable en rumen, FDN: fibra detergente neutra, FDA: fibra detergente acida, CNE: carbohidratos no estructurales, EE: Extracto etéreo, cenizas y \$ CLP: costo en pesos chilenos.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La modelación generó una mayor producción diaria de CH<sub>4</sub> y CO<sub>2</sub> en los tratamientos con la mayor ingesta de materia seca ( $P<0,001$ , DMS =5,4 g CH<sub>4</sub>). La producción de CH<sub>4</sub> entérico presentó un comportamiento inverso por unidad de peso vivo incremental (kg PV/día), con una marcada disminución en los tratamientos con mayor ingesta de materia seca. El ingreso marginal para los tratamientos simulados presentó un mayor valor en los tratamientos con menores costos de alimentación ( $P<0,001$ ,  $R^2=0,99$ ). El tratamiento T1 y T4 no obtuvieron un peso vivo promedio comercial al finalizar el periodo simulado (Cuadro 2) y los tratamientos T2 y T5 obtuvieron valores promedios al límite comercial para novillos biotipo británico (+460 kg PV). El costo de alimentación (\$CLP/novillo) fue mayor con ingestas superiores, destacándose los tratamientos T6 y T3 ( $P<0,001$ ,  $R^2=0,99$ , DMS=\$CLP 1.365). Ambos tratamientos presentaron el ingreso incremental mayor y menor valor en el tratamiento T1 ( $P<0,001$ ,  $R^2=0,99$ , DMS=\$CLP 1.091). Los tratamientos con menor costo de dieta generaron tasas de crecimiento inferiores (kg/día): T1 (0,89) y T2 (1,19).

**Cuadro 2.** Comparación de medias para variables bioeconómicas de 6 tratamientos (T1-T6) simulados en novillos en feedlot invernal por 18 semanas.

Variable	T1	T2	T3	T4	T5	T6	EE	P
Incremento (kg/día)	0,9e	1,2c	1,6a	0,9d	1,3b	1,6a	0,0018	<0,0001
Peso Vivo final (kg)	431e	469c	517a	442d	477b	517a	0,21	<0,0001

Peso Vivo Incremental (kg/18 semanas)	111e	149c	197a	122d	157b	197a	0,21	<0,0001
CVO acumulado (kg MS/18 semanas)	1.038f	1.216d	1.485a	1.098e	1.275c	1.468b	2,02	<0,0001
Conversión Alimenticia	9,3a	8,2c	7,5e	9,0b	8,1d	7,4f	0,0028	<0,0001
Costo alimentación (\$CLP/18 semanas)	160.072f	206.744d	328.011b	198.305e	252.533c	360.980a	456	<0,0001
Ingreso Incremental (\$CLP/novillo)	193.832e	258.979c	341.495a	211.688d	272.481b	341.930a	367	<0,0001
Ingreso marginal	301b	349a	68e	109d	126c	-96f	0,61	<0,0001

La simulación desarrollada cuantificó diferencias productivas, económicas y de mitigación de CH<sub>4</sub>, constituyendo una aproximación confiable para evaluar la integración de la cadena de valor con el marco legal y financiero público-privadas en transacciones de bonos de carbono en mercados regulados y/o voluntarios (Rutinel and Quaade, 2022).

## CONCLUSIONES

La engorda invernada con mayor margen operacional (\$CLP/kg PV) fue con 2,45 Mcal EM y 3,4% PNDR/kg MS y dietas con 2,6 Mcal EM generaron novillos con pesos vivo finales comerciales requeridos por el mercado entre 510-517 kg.

## REFERENCIAS

RUTINEL, M. AND QUADE, S. 2022. Reducing Animal Agriculture Emissions: The Viability of a Farm Transition Carbon Offset Protocol. *Environmental Law Reporter*, Vol. 52, No. 11, 2022 doi:10.2139/ssrn.383230

## ESTIMACIÓN DE EMISIONES DE CARBONO EN DOS SISTEMAS GANADEROS DE LA REGIÓN DE AYSÉN: PRIMERA APROXIMACIÓN

### Estimation of carbon emissions in two livestock systems in the Aysen region: First approach

José Daza<sup>1</sup>, Ignacio Beltrán<sup>2</sup>, Camila Reyes<sup>1</sup>, Osvaldo Teuber<sup>1</sup>, Daniel Estroz<sup>1</sup>, Pablo Gorlitz<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA Tamei Aike, Coyhaique, Chile. <sup>2</sup>Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA Remehue, Osorno, Chile.

E-mail: [jose.daza@inia.cl](mailto:jose.daza@inia.cl)

## INTRODUCCIÓN

Los sistemas ganaderos tradicionales de la región de Aysén, se basan en el pastoreo de praderas, en combinación con bosque nativo. Sin embargo, los sistemas de cría basan su alimentación en pastoreo de praderas artificiales con una alta carga animal, la cual se mantiene hasta otoño, mientras que en invierno se basa en forrajes conservados. Basado en estos sistemas, en los últimos años se ha venido desarrollando la “ganadería regenerativa”, que se basa en realizar manejo holístico, caracterizada por una planificación de los pastoreos con alta carga animal, sin uso de fertilizantes, sin rotura de suelo para las siembras y minimizando el uso de insumos externos. Estas prácticas tienen como foco la regeneración del suelo, con una mayor diversidad de plantas. A la fecha, no existen en Chile estudios que

determinen las emisiones de carbono en este tipo de sistema. Por lo anterior, el objetivo de presente estudio fue evaluar dos sistemas ganaderos de Aysén, con diferentes prácticas regenerativas, para estimar las emisiones carbono.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Para estimar las emisiones y capturas de carbono, se utilizó la metodología desarrollada por Beltrán et. al, (2023). Basados en esta, se recolectó información en dos predios de la región de Aysén, comuna de Coyhaique. El predio A “Las Golondrinas” (45°39'24.17"S, 72° 8'12.22"O) posee una superficie de 71,6 ha, en un sistema productivo de recría de terneras y engorda de vaquillas con 99 animales. Mientras que el predio B “Lago Frío” (45°42'2.84"S, 71°57'42.53"O) posee una superficie de 588 ha, realizando crianza, recría, engorda y venta de reproductores con 289 animales. En ambos predios se realizan prácticas consideradas en la ganadería regenerativa, tales como planificación de pastoreo, minimización de insumos externos, alta carga de pastoreo, no realización de siembras con rotura de suelo. El inventario del sistema productivo se realizó para el año 2023, considerando todas las fuentes de emisión del sector Agricultura (IPCC 2006), incluyendo emisiones por uso de fuentes de energía. En ambos casos no se estimaron las emisiones desde el manejo del estiércol, pues en ambos predios esto queda en los potreros. En el caso de la captura de carbono por parte de las praderas, se estimó de acuerdo al potencial de captura descrito por la FAO (2022). Cabe mencionar que ambos predios poseen zonas con bosque nativo y plantaciones, las cuales no fueron consideradas en este estudio.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se puede observar el resumen total de emisiones y captura de CO<sub>2</sub>eq de ambos predios, proveniente de las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>) y óxido nitroso (N<sub>2</sub>O). Se puede observar, que las emisiones de CH<sub>4</sub> entérico por fermentación entérica representaron entre 71-74% de las emisiones prediales, seguido de la orina y heces (N<sub>2</sub>O) con aproximadamente un 26 % en ambos casos. En menor medida se encuentran las emisiones de CO<sub>2</sub> y N<sub>2</sub>O por la utilización de energía. Lo anterior permitió determinar que se produjeron alrededor de 386 t CO<sub>2</sub>eq/predio en el predio A y 484 t CO<sub>2</sub>eq/predio en el predio B, donde la diferencia estuvo dada principalmente por la masa animal. No se observaron emisiones por aplicación de cal ni de fertilizantes orgánicos e inorgánicos, las cuales han representado 2% de las emisiones de predios bajo ganadería convencional (Salazar et.al 2023). Por otro lado, las praderas del predio A, lograron capturar 75 t CO<sub>2</sub>eq/predio y en el predio B 805 t CO<sub>2</sub>eq/predio, entendiéndose que el predio B tiene una mayor extensión. Lo anterior, para el predio B, se tradujo en que las capturas de C fueran mayores que sus emisiones, siendo un predio carbono neutral.

**Cuadro 1. Emisiones y captura de CO<sub>2</sub> predial.**

Variables (t CO <sub>2</sub> eq/predio)	Predio	
	A	B
CO <sub>2</sub> – Energía	3,0	14
CO <sub>2</sub> – Urea	0	0
CH <sub>4</sub> – Entérico	284	345
CH <sub>4</sub> – Manejo de estiércol	0	0
N <sub>2</sub> O – Manejo de estiércol	0	0
N <sub>2</sub> O – Orina y heces	99	124
N <sub>2</sub> O – Energía	0	1,0

CO <sub>2</sub> – Capturado por praderas	75	805
Emisiones totales prediales	386	484
Emisiones netas prediales	311	-321

t CO<sub>2</sub>: toneladas de dióxido de carbono equivalente, CO<sub>2</sub>: Dióxido de carbono, CH<sub>4</sub>: metano, N<sub>2</sub>O: óxido nitroso.

## CONCLUSIONES

Las emisiones de ambos sistemas de ganadería regenerativa evidencian que el metano entérico y el óxido nitroso emitido por la excreta animal representaron más del 97% de las emisiones prediales, sugiriendo que prácticas de mitigación deberían estar enfocadas en un mejoramiento de la dieta y en el uso de aditivos que permitan reducir sus emisiones. Sin embargo, el segundo productor, debido a su alta extensión de pradera y baja carga animal, permitió que sus capturas fueran mayores a su capacidad de emisión, siendo un predio carbono neutral.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo es parte del proyecto “Estrategia de agregación de valor de ganadería regenerativa de carne de la macrozona sur-austral”.

## REFERENCIAS

- Beltrán, I.; Salazar, F.; Rojas, Y.; Alfaro, M.; Bahamondez, C.; Molina, E.; Iraira, S.; Panichini, M. (2023). *Guía metodológica para la estimación del Balance de Carbono Predial en sistemas agropecuarios*. Osorno, Chile: Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Boletín N° 476, 36p.
- FAO. (2022). *Global Soil Organic Carbon Sequestration Potential Map – GSOCseq v.1.1. Technical report*. Rome: <https://doi.org/10.4060/cb9002en>.
- Salazar, F.; Beltrán, I.; Alfaro, M.; Rojas, Y.; Panichini, M.; Bahamondez, C.; Molina, E.; Iraira, S. 2023. Balance de carbono en sistemas agropecuarios del sur de Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Boletín N°477



**EFECTO REPELENTE Y PERSISTENCIA DE DOS FORMULACIONES ESTANDARIZADAS A BASE DE BOLDO (*P BOLDUS*) Y EUCALIPTO (*E GLOBULUS*) EN VACAS LECHERAS INFESTADAS CON *HAEMATOBIA IRRITANS***

**Repellent effect and persistence of two standardized formulations based on boldo (*P boldus*) and eucalyptus (*E globulus*) in dairy cows infested with *Haematobia irritans*.**

Carlos Lüders a<sup>1\*</sup>, Myriam Velasco<sup>1</sup>, Rodrigo Rivera<sup>2</sup>, Ricardo Chihuailaf<sup>3</sup>, Claudio Rojas<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Universidad Católica de Temuco. <sup>2</sup>Universidad de la Frontera. <sup>3</sup>Universidad Austral de Chile. \*Email: [cluders@uct.cl](mailto:cluders@uct.cl)

## **INTRODUCCIÓN**

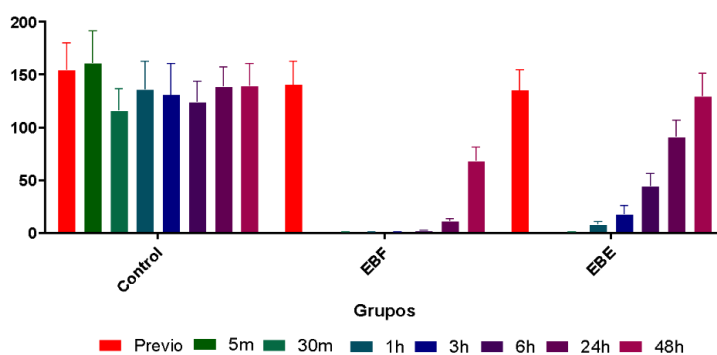
La Mosca de los cuernos (*H.irritans*), genera pérdidas económicas que requiere de la aplicación de productos químicos en su estrategia de control. Se requieren nuevos productos para mitigar la resistencia y reducir el impacto sobre el ambiente de químicos. Muchas plantas demuestran acción repelente/insecticida en ensayos sobre insectos, siendo una opción para sistemas ganaderos tradicionales y de producción orgánica. El objetivo fue evaluar el efecto repelente y la persistencia de dos formulaciones estandarizadas a base de boldo (*Peumus boldus* M.) y eucaliptus (*Eucalyptus globulus*) aplicadas en vaquillas de lechería infestadas con mosca de los cuernos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en enero con un rebaño lechero, a 30 km al sur de la ciudad de Temuco. Se seleccionaron 45 vaquillas overo negro infestadas con *H. irritans* sin tratamientos previos, contando con una carga moderada a severa de moscas y manifiestos signos de intranquilidad. Se sometió a ensayo dos formulaciones estandarizadas, una a base de boldo y otra de boldo + eucaliptus. Los animales fueron distribuidos aleatoriamente en tres grupos: Grupo control: no recibió tratamiento. Grupo 2 (EBF): fueron tratados con boldo formulado. Grupo 3 (EBE): fueron tratados con boldo y eucaliptus formulado en proporción 50:50 v/v. La dosificación del producto fue por aspersión (50 mL) cubriendo ambos flancos y la línea dorsal mediante un aspersor manual. Se registró el número de moscas por animal previo y posterior al tratamiento a tiempos regulares, mediante registro fotográfico según Lima y col (2002). Los registros se realizaron a las 11:30 h. Los grupos de animales una vez tratados se distribuyeron en lotes distanciados entre ellos por al menos 50 metros. El Índice de repelencia (IR) de las formulaciones se calculó como:  $IR = [(CPrT - CPoT) / CPrT] \times 100$ , donde CPrT, corresponde al número de moscas pre tratamientos y CPoT corresponde al número de moscas postratamiento. Cumplidos los supuestos se realizó un ANOVA de una y dos vías con medidas repetidas con un postest de Bonferroni, a un nivel de significación del 5%. Los resultados se expresan como media y sus respectivos errores estándar de la media (SEM).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los animales no evidenciaron reacciones adversas ni rechazos. La población de moscas en el grupo control se mantuvo constante durante el ensayo ( $P > 0,05$ ). Los grupos tratamientos muestran una reducción significativa de la población de moscas intragrupo y con el grupo control, donde solo el grupo de extracto de boldo formulado mantiene una reducción significativa hasta las 48 h postratamiento (Figura 1). Las formulaciones mostraron un efecto repelente del 100 % a los 5 minutos donde se observó una reducción absoluta del número de moscas en la zona de aplicación, a medida que pasa el tiempo se va reduciendo el índice de repelencia como se observa en la tabla 1, registrando el mayor índice de repelencia a las 48 h el extracto de boldo formulado con un valor del 52%. Estudios in vitro han destacado el potencial de ambos extractos de plantas para controlar *H. irritans*, contienen una variedad de fitoquímicos, incluidos alcaloides y compuestos fenólicos con fuerte acción biológica (Ferrante et al., 2020).



**Figura 1:** Evolución del conteo de moscas en función del tiempo durante el periodo de observación en bovinos lecheros.

**Tabla 1:** Índice de repelencia (%) de los tres grupos de tratamiento en función del tiempo

Grupo	5m	30m	1h	3h	6h	24h	48h
IR-EBF	100	99	99	99	99*	92*	52*
IR-EBE	100	99	94	87	67	33	4

\* $P < 0.05$  respecto a los grupos EB y EBE

Bioensayos con aceites esenciales de *E. globulus* tiene efectos letales sobre *H. irritans* (Castro et al., 2023). Similar, la aplicación de extractos de *P. boldus* ha mostrado resultados de laboratorio que podrían alterar el ciclo de vida de *H. irritans*, reduciendo así su población (Chiffelle et al., 2019).

## CONCLUSIONES

Se concluye que la formulación estandarizada de boldo logra mejores resultados de repelencia, siendo inferior cuando se asocia con eucaliptus, se requiere mejorar su persistencia.

## REFERENCIAS

LIMA, L.G.F., S.H.V. PERRI, AND A.P. PRADO. 2003. Variation in population density of horn flies (*Haematobia irritans irritans*)(L.) (Diptera: Muscidae) in Nellore cattle (*Bos indicus*). Vet. Parasitol. 117:309-314. doi:10.1016/j.vetpar.2003.10.002

CASTRO, K., JUNIOR, L., CANUTO, K., ANDRADE, I., MINHO, A., & SOUZA, F. (2023). In vitro efficacy of essential oils against *Haematobia irritans*. Medicina Veterinária (Ufrpe), 16(4), 257-263. <https://doi.org/10.26605/medvet-v16n4-5357>.

CHIFFELLE, Í., HUERTA, A., BOBADILLA, V., MACUADA, G., ARAYA, J., CURKOVIC, T., CEBALLOS, R. (2019). Antifeedant and insecticidal effects of extracts from *Melia azedarach* fruits and *Peumus boldus* leaves on *Xanthogaleruca luteola* larvae. Chilean Journal of Agricultural Research, 79(4), 609-615. <https://doi.org/10.4067/s0718-58392019000400609>

FERRANTE, C., CHIAVAROLI, A., ANGELINI, P., VENANZONI, R., FLORES, G., BRUNETTI, L., ORLANDO, G. (2020). Phenolic content and antimicrobial and anti-inflammatory effects of *Solidago virga-aurea*, *Phyllanthus niruri*, *Epilobium angustifolium*, *Peumus boldus*, and *Ononis spinosa* extracts. Antibiotics, 9(11), 783. <https://doi.org/10.3390/antibiotics9110783>

## MEZCLA DE ALGAS ROJAS-PARDAS COMO ESTRATEGIA DE MITIGACIÓN DE METANO ENTÉRICO USANDO CULTIVOS *IN VITRO*

### Red-brown seaweed mixture as a strategy to mitigate methane emissions using an *in vitro* batch culture

Maria Paz Marin<sup>1\*</sup>, Ignacio Beltrán<sup>2</sup>, Pabla Morales<sup>1</sup>, Jorge Muñoz<sup>3</sup> Juan Pablo Keim<sup>4</sup>, Pedro Meléndez<sup>5</sup>, Marcela Avila<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Escuela de Medicina Veterinaria, Facultad de RRNN y Medicina Veterinaria Universidad Santo Tomás, <sup>2</sup>Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA-Remehue, <sup>3</sup>Centro Acuícola Pesquero de Investigación Aplicada (CAPIA), Universidad Santo Tomás <sup>4</sup>Instituto de Producción Animal, Universidad Austral de Chile<sup>4</sup>, Jockey Club College of Veterinary Medicine & Life Sciences, City University of Hong Kong.<sup>5</sup>

\*Email: mmarin@santotomas.cl

## INTRODUCCIÓN

Estudios recientes, *in vitro* e *in vivo*, han demostrado el potencial de la suplementación con algas marinas en la dieta de rumiantes para reducir las emisiones de metano (Wasson y col., 2023). Algunas especies son ricas en compuestos halogenados (algas rojas) o florotaninos

(algas pardas), con efectos variables según niveles y condiciones experimentales. En particular el bromoformo, por su interacción a nivel ruminal con microorganismos metanogénicos, permite reducir la producción de metano entérico, con un efecto dosis dependiente (Abbott y col., 2020; Min y col., 2021). El objetivo del estudio fue evaluar el efecto de distintas combinaciones de macroalgas marinas sobre la producción total de gas y metano usando un sistema de fermentación ruminal *in vitro*.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó durante el mes de diciembre 2023 en las dependencias de INIA Remehue y de la Universidad Austral de Chile. Se evaluó una combinación de especies de alga roja (AR) y parda (AP) en base a resultados previos, en proporciones de 50:50, 75:25 (AR:AP) y 100% AR en una dieta base compuesta por pradera permanente dominada por *L.perenne* y concentrado, en proporción 75:25. Las algas fueron colectadas durante los meses de primavera en las regiones de Antofagasta y Los Lagos, siendo lavadas con agua de mar, liofilizadas y congeladas hasta su utilización.

Se evaluó el efecto de las algas adicionadas en dos dosis (2,0% y 5,0% de la materia seca, MS). Las fermentaciones se completaron con control negativo (sin macroalgas) y blanco (sustrato) con tres réplicas y tres semanas de repetición. Todas las dietas fueron isoenergéticas e isoproteicas. La producción de gas total fue medida a las 2, 4, 6, 8, 10, 12 y 24 horas posteriores a la incubación. El metano fue medido en las muestras de gas colectadas en las horas 12 y 24, siendo enviadas a laboratorio de medio ambiente de INIA Remehue para determinación de metano (cromatografía de gases). Se utilizó un análisis de varianza de dos vías con arreglo factorial de tratamientos (3 combinaciones de algas x 2 dosis de inclusión) más un control, utilizando un diseño de bloques completos al azar (corrida de incubación) utilizando PROC MIXED de SAS.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se indican los resultados de la producción de gas total (mL) y metano (mL g MO<sup>-1</sup>) para cada proporción de algas y dosis de inclusión. La producción de metano entérico fue inhibida en alrededor de 99% con ambas combinaciones de algas (98,5-99,8%; p < 0,01), independiente de la dosis de inclusión. Sin embargo, se observó una reducción lineal con el aumento en la dosis de inclusión del alga roja, sugiriendo ser el principal inhibidor de la metanogénesis, producto de su alto contenido de compuestos halogenados, los cuales han demostrado ser un potente inhibidor de la metanogénesis (Min y col., 2021). La producción total de gas a las 24 horas de incubación fue en promedio un 9% menor para los tratamientos con inclusión de algas (8,5-9,4%; p < 0,05), independiente de la dosis de inclusión. Estos resultados evidencian que las algas evaluadas afectan en menor medida la fermentación ruminal *in vitro*, similar a lo reportado en otros estudios, donde las reducciones fueron entre un 14 y 30% (Wasson y col., 2023; Kinley y col., 2016). Considerando que la combinación 50:50 (AR:AP) permitió una inhibición del 99% del metano entérico, es posible especular que al 1,0% de inclusión del AR se podría obtener un efecto similar, permitiendo reducir la dosis de inclusión sin ningún impacto en su poder antimetanogénico.

Tabla 1. Producción total de gas (ml) y de metano (ml g MO<sup>-1</sup>) en sistema de fermentación *in vitro* de dos algas en diferentes proporciones y dosis

	Combinación algas (A) Dosis (D)						Valor de P		
	Control	50:50	75:25	100	2%	5%	A	D	A*D
Producción de gas, mL									
12 horas	189 <sup>a</sup>	174 <sup>b</sup>	176 <sup>ab</sup>	175 <sup>ab</sup>	181	177	0,03	0,30	0,90

24 horas	222 <sup>a</sup>	201 <sup>b</sup>	203 <sup>b</sup>	203 <sup>b</sup>	209	206	< 0,001	0,30	0,90
Metano, mL g MO <sup>-1</sup>									
12 horas	21,94 <sup>a</sup>	0,32 <sup>b</sup>	0,13 <sup>b</sup>	0,08 <sup>b</sup>	5,69	5,55	< 0,0001	0,8	0,99
24 horas	37,95 <sup>a</sup>	0,33 <sup>b</sup>	0,14 <sup>b</sup>	0,06 <sup>b</sup>	9,69	9,54	< 0,0001	0,9	0,99

## CONCLUSIONES

Dosis de inclusión bajas de una combinación de algas rojas y pardas inhiben las emisiones de metano y la inclusión de algas rojas por sí sola permite reducir de manera importante las emisiones de metano *in vitro*, y reducen en menor medida la producción total de gas.

## REFERENCIAS

ABBOTT, DW, AASEN, I.M., BEAUCHEMIN, K.A., GRONDAHL F., GRUNINGER, R., HAYES, M., HUWS, S., KENNY, D.A., KRIZSAN, S.J., KIRWAN, S.F., LIND, V., MEYER, U., RAMIN, M., THEODORIDOU, K., VON SOOSTEN, D., WALSH, P.J., WATERS, S., XING, X. 2020. Seaweed and Seaweed Bioactives for Mitigation of Enteric Methane: Challenges and Opportunities. *Animals* 10,2432.

MIN B., PARKER, D., BRAUER, D., WALDRIP, H., LOCKARD, C., HALES K., AKBAY A., AUGYTE S. 2021. The role of seaweed as a potential dietary supplementation for enteric methane mitigation in ruminants: Challenges and opportunities. *Animal Nutrition*, 7:1371-1387.

WASSON, D., STEFENONI, H., CUEVA, C., LAGE, S. E., RÄISÄNEN A., MELGAR, M., FETTER, M., HENNESSY, K., NARAYAN, N., INDUGU, D., PITTA, C., YARISH., HRISTOV, A.N. 2023. Screening macroalgae for mitigation of enteric methane *in vitro*. *Scientific Reports* 13:9835

KINLEY, D., DE NYS, R., VUCKO, M., MACHADO, L., TOMKINS, N. W. 2016 The red macroalgae *Asparagopsis taxiformis* is a potent natural antimethanogenic that reduces methane production during *in vitro* fermentation with rumen fluid. *Animal Production Science* 56, 282-289.

## INCLUSIÓN DE ORUJO DE UVA EN UNA DIETA ALTA EN FORRAJES: EFECTO SOBRE LA PRODUCCIÓN DE GAS Y METANO ENTÉRICO *IN VITRO*.

### **Inclusion of grape pomace in a high forage diet: Effect on gas production and enteric methane *in vitro*.**

Claudia Palacios<sup>1</sup>, Ignacio Beltrán<sup>2,\*</sup>, Daniel Cartes<sup>1</sup>, Joaquín Beltrán<sup>2</sup>, Juan Pablo Keim<sup>3</sup>, Sergio Iraira<sup>2</sup>, Irina Díaz<sup>4</sup>

1FAVET Universidad de Chile. <sup>2</sup> Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA Remehue), <sup>3</sup>Instituto de Producción Animal, Universidad Austral de Chile. <sup>4</sup>Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA Raihuén). \* [Ignacio.beltran@inia.cl](mailto:Ignacio.beltran@inia.cl)

## INTRODUCCIÓN

La mitigación de los factores que contribuyen al cambio climático constituye un desafío prioritario para la producción animal. En este contexto, la producción de carne y leche bovina juega un papel destacado debido a su significativa contribución a las emisiones de gases de efecto invernadero, particularmente metano (CH<sub>4</sub>) y óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) (MMA, 2023), siendo necesario la identificación de estrategias de mitigación de sus emisiones. Entre las distintas estrategias se encuentra la inclusión de compuestos bioactivos en la dieta como los

que se encuentran presentes en el orujo de uva, un residuo de las vitivinícolas que por su contenido de taninos condensados es capaz de reducir la producción de CH<sub>4</sub> entérico (Foiklang et al., 2016). El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto del tipo de orujo de uva y su dosis de inclusión sobre la producción *in vitro* de gas y metano, usando una dieta alta en forrajes.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio se realizó en el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA Remehue) durante los meses de Junio y Julio 2024. La incubación se hizo con la recolección de líquido ruminal de 3 vacas Holstein-friesian. Para el estudio *in vitro* se formularon 8 dietas con diferente porcentaje de inclusión (10%, 15%, 20% y 25%) de orujo de uva dulce y fermentada más una dieta control (25% Pradera; 59% Ensilaje de pradera; 16% Concentrado). La inclusión del orujo de uva se hizo en reemplazo del ensilaje de pradera en dosis equivalentes. Se realizaron 3 corridas experimentales con los tratamientos triplicados en una duración de 48 horas, se registró la producción de gas a las 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 18, 24, 36 y 48 horas post incubación. Adicionalmente, se recolectaron muestras de gases a las 12, 24 y 48 horas post incubación, las que fueron enviadas a laboratorio para determinar su concentración de CH<sub>4</sub>, a través de cromatografía de gases. Se usaron modelos mixtos con factores fijos y aleatorios, realizando contrastes polinomiales para evaluar los efectos lineales y cuadráticos. Adicionalmente, se realizaron contrastes ortogonales para comparar entre el control y orujos de uva y entre orujos de uva. Se consideró un nivel de significancia de 0,05.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El efecto del tipo de orujo de uva y su dosis de inclusión sobre la producción total de gas y de CH<sub>4</sub> se presenta en el cuadro 1. La producción de gas presentó una disminución progresiva a medida que aumentó el porcentaje de inclusión tanto de orujo de uva dulce como orujo de uva fermentada ( $p < 0,01$ ). En los contrastes ortogonales, ambos orujos de uva evidencian una disminución significativa tanto en la producción de gas como en la producción de CH<sub>4</sub>, en comparación al grupo control ( $p < 0,01$ ). El gas total se redujo un 17% cuando se incorporó un 25% de orujo de uva dulce y un 18% con un 25% de orujo de uva fermentado comparados con el control. No así es el caso entre orujos, los cuales no presentaron diferencias significativas sobre la producción de gas ( $p > 0,05$ ). Respecto de la producción de CH<sub>4</sub>, las mayores disminuciones ocurrieron cuando se incorporó un 25% de orujo de uva dulce alcanzando hasta un 31% menos de la producción con el control. En el caso de orujo de uva fermentado, se observa una mayor disminución cuando se incluye una dosis al 20%. Sin embargo, a dosis de 10-15% de inclusión de ambos tipos de orujo, la producción de gas fue reducida en 4-9%, mientras que la de CH<sub>4</sub> entre 9-18%. La disminución de gases y CH<sub>4</sub> podría estar ocurriendo por distintos mecanismos que poseen los taninos presentes en el orujo: su acción anti-metanogénica y reductora de la degradación de fibras y fermentación de carbohidratos, que, en consecuencia reducen la población de microorganismos y la producción de gas total y de CH<sub>4</sub> (Aboagye et al., 2019).

**Cuadro 1. Efecto del tipo de orujo de uva y dosis de inclusión sobre la producción acumulativa *in vitro* de gas y metano, en una dieta alta en forrajes.**

Producción de gas, mL	Metano, mL			Metano, mL/ g MO					
	12 h	24 h	48 h	12 h	24 h	48 h			
<b>Control</b>	<b>166</b>	<b>222</b>	<b>250</b>	<b>18.9</b>	<b>28.4</b>	<b>36.7</b>	<b>21.8</b>	<b>33.2</b>	<b>42.6</b>

<b>Orujo de uva dulce</b>									
10%	156	208	235	17.1	26.2	34.1	19.5	29.7	38.8
15%	151	201	228	16.7	25.6	31.2	19	28.8	35
20%	145	193	219	15.6	23.3	27.8	17.6	26.3	30.6
25%	138	183	208	15	22.2	26.6	16.8	24.8	29.2
<b>Orujo de uva fermentado</b>									
10%	160	210	237	17.6	26.9	31.7	19.8	30.8	37
15%	154	202	228	16.5	24.9	31.6	18.3	27.9	35.4
20%	145	192	217	15.3	24.3	30.2	17.7	26.5	33.4
25%	137	181	205	15	22.8	26.8	16.9	28.1	34.1
SEM	2.81	2.27	2.58	0.74	0.792	1.057	1.00	1.02	1.41
<b>Significancias</b>									
C1	p< 0,01	p< 0,01	p< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
C2	p> 0,05	p> 0,05	p> 0,05	0.82	0.45	0.35	0.95	0.21	0.06
L	p< 0,01	p< 0,01	p< 0,01	< 0,01 <sup>b</sup>	< 0,01 <sup>b</sup>	< 0,01 <sup>b</sup>	< 0,01 <sup>b</sup>	< 0,01 <sup>a</sup>	< 0,01 <sup>a</sup>
Q	p> 0,05	p> 0,05	p> 0,05	0.74	0.71	0.44	0,79	0.81	0.38

MO: Materia orgánica; C1: Control vs Orujos; C2: Orujo uva dulce vs orujo de uva fermentada; L: efecto lineal; Q: Efecto cuadrático. <sup>a</sup> Efecto lineal para OUD; <sup>b</sup> Efecto lineal para OUD y OUF. SEM: Valor estándar de la media.

## CONCLUSIONES

La inclusión al 10-15% de orujo de uva (dulce o fermentado) en la dieta permite reducir la producción in vitro de metano entre 9-18%, con un efecto bajo de inhibición de la producción total de gas (4-9%).

## REFERENCIAS

ABOAGYE, I. A., OBA, M., KOENIG, K. M., ZHAO, G. Y., & BEAUCHEMIN, K. A. (2019).

Use of gallic acid and hydrolyzable tannins to reduce methane emission and nitrogen excretion in beef cattle fed a diet containing alfalfa silage. *Journal of Animal Science*, 97(5), 2230–2244.

MMA. (2023). *Resumen Ejecutivo: Informe de la Brecha de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero para Chile (5IBA)*.

FOIKLANG, S., WANAPAT, M., & NORRAPOKE, T. (2016). Effect of grape pomace powder, mangosteen peel powder and monensin on nutrient digestibility, rumen

fermentation, nitrogen balance and microbial protein synthesis in dairy steers. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 29(10), 1416–1423.

## **EVOLUCIÓN DIRIGIDA DE COMUNIDADES MICROBIANAS RUMINALES SELECCIONADAS POR ALTA Y BAJA ACUMULACIÓN DE DIHIDRÓGENO EN CULTIVOS SERIALES CON METANOGÉNESIS INHIBIDA**

### **Directed evolution of rumen microbial communities selected for high and low dihydrogen accumulation in methanogenesis-inhibited serial cultures**

Emilio M. Ungerfeld<sup>1\*</sup>, Nathaly Cancino<sup>1</sup>, Nelson Vera<sup>1</sup>, Felipe Riffo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Vilcún, La Araucanía; <sup>2</sup>Universidad Católica de Temuco, Temuco, La Araucanía; \*E-mail: [emilio.ungerfeld@inia.cl](mailto:emilio.ungerfeld@inia.cl)

## **INTRODUCCIÓN**

Inhibir la metanogénesis en el rumen para mitigar las emisiones de metano (CH<sub>4</sub>) entérico resulta en acumulación de dihidrógeno (H<sub>2</sub>) *in vitro* y aumentos en emisión de H<sub>2</sub> *in vivo* (Ungerfeld et al., 2022) de varios órdenes de magnitud. El aumento en H<sub>2</sub> expelido es una pérdida de energía para los rumiantes, y el aumento de H<sub>2</sub> disuelto en el fluido ruminal puede inhibir la reoxidación de NADH formado en la glicólisis y consiguientemente inhibir la fermentación, en caso de que el NADH no sea oxidado cediendo electrones (e<sup>-</sup>) a aceptores alternativos. Es deseable entonces redirigir e<sup>-</sup> desde H<sub>2</sub> hacia vías metabólicas cuyos



productos finales sean nutricionalmente útiles para los rumiantes (Ungerfeld et al., 2022). El objetivo de este estudio fue seleccionar comunidades microbianas con inhibición de metanogénesis contrastantes en acumulación de H<sub>2</sub> y comparar sus sumideros de e<sup>-</sup>. Se presentan resultados preliminares.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se muestreó contenido de rumen de dos vacas fistuladas alimentadas con heno de ballica *ad libitum*. Se trasladó al laboratorio, se batió bajo CO<sub>2</sub> por 1 min para separar células adheridas a partículas vegetales y se filtró. Bajo CO<sub>2</sub> se agregó 3% (V/V) de inóculo ruminal al medio de cultivo de Mould y 40 mL de medio inoculado se agregaron a 20 botellas de suero de 100 mL conteniendo 400 mg de sustrato alto en forraje y 33 μM 3-nitrooxipropanol como inhibidor de metanogénesis. Las botellas se incubaron a 39 °C y 60 rpm bajo CO<sub>2</sub>. A las 72 h de incubación se determinó presión y composición de gas (Ungerfeld et al., 2019) y se seleccionaron las dos botellas con mayor y menor porcentaje de H<sub>2</sub> en el gas total (%H<sub>2</sub>). Se inoculó 10 nuevas botellas conteniendo 38 mL de medio fresco y sustrato con 2 mL de una botella seleccionadas con mayor %H<sub>2</sub>, y otras 10 a partir de la botella con menor %H<sub>2</sub>, las cuales que volvieron a incubarse por 72 h. El procedimiento se repitió siete veces dando lugar a las líneas de alto y bajo %H<sub>2</sub>. Los resultados se analizaron como: %H<sub>2</sub> = media general + transferencia serial (2 a 7) + criterio de selección (%H<sub>2</sub> alto o bajo) + interacción + error.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Hubo una interacción entre el criterio de selección y la transferencia serial ( $P < 0,001$ ; Figura 1), donde los cultivos seleccionados por alto %H<sub>2</sub> tuvieron mayor %H<sub>2</sub> solamente en la transferencia 2 ( $P < 0,001$ ), en tanto que en las transferencias 4, 5, y 6, los cultivos seleccionados por bajo %H<sub>2</sub> acumularon más H<sub>2</sub> ( $P \leq 0,004$ ) y no hubo diferencias en la transferencia 7 ( $P = 0,58$ ). El criterio de selección y el número de transferencia serial también interactuaron sobre la producción de gas total ( $P < 0,001$ ; resultados no mostrados), con mayor producción de gas total en la línea seleccionada por bajo %H<sub>2</sub> en las transferencias 3, 4, 5 y 6 ( $P < 0,001$ ) y la respuesta opuesta en la transferencia 7 ( $P < 0,001$ ). Existió una asociación positiva aunque débil entre %H<sub>2</sub> y producción de gas total ( $R^2 = 0,13$ ;  $P < 0,001$ ), lo cual sugiere que el exceso de H<sub>2</sub> disuelto no inhibió la fermentación.

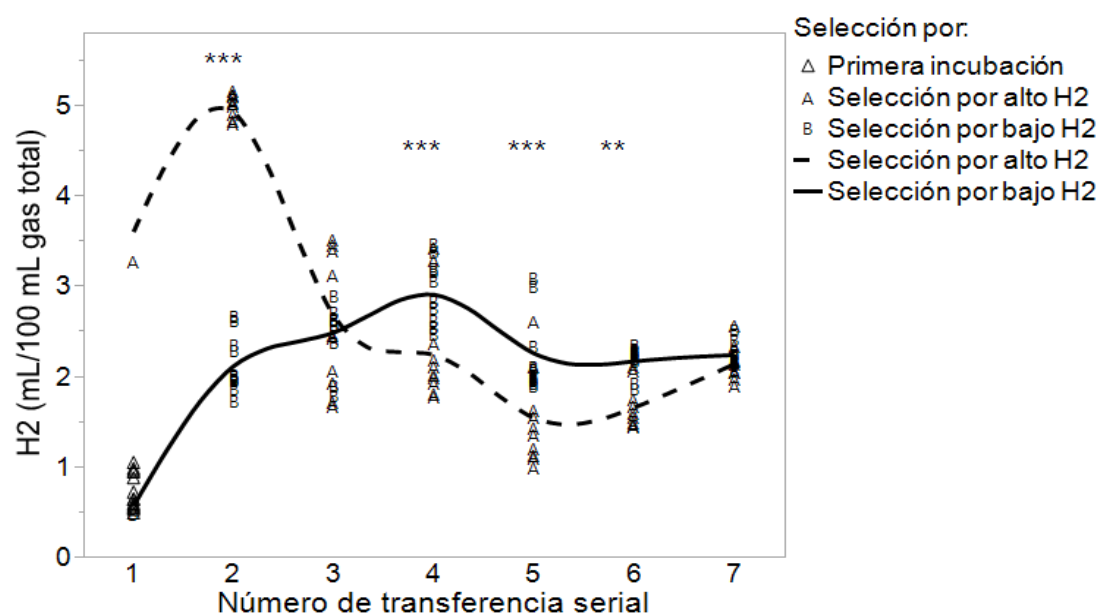


Figura 1. Selección de cultivos ruminales seriales por alto (A, línea discontinua) y bajo (B, línea continua) porcentaje de dihidrógeno (H<sub>2</sub>). \*\* =  $P < 0,01$ ; \*\*\* =  $P < 0,001$ .

## CONCLUSIONES

A pesar de que al final de la segunda transferencia serial la línea seleccionada por alto %H<sub>2</sub> tuvo una concentración de H<sub>2</sub> más de 7 veces mayor a la línea seleccionada por bajo %H<sub>2</sub>, la diferencia entre las líneas luego desapareció o inclusive se revirtió. La magnitud de la reversión en acumulación de H<sub>2</sub> fue disminuyendo en las transferencias 4 a 6, por lo cual tal vez podría deberse a desvíos aleatorios que encuentran el equilibrio a partir de la transferencia 7. La concentración de H<sub>2</sub> podría alcanzar un equilibrio termodinámico controlado por las concentraciones de H<sub>2</sub>, aceptores de e<sup>-</sup>, y productos intermedios reducidos. Manipular el sistema en esas condiciones requeriría de la adición de aceptores alternativos de e<sup>-</sup>. El experimento deberá repetirse posiblemente aumentando el número de transferencias seriales.

## AGRADECIMIENTOS

Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo, Proyectos Fondecyt 1190574 y 1240264.

## REFERENCIAS

UNGERFELD, E.M., BEAUCHEMIN, K.A., MUÑOZ, C. 2024. Current perspectives on achieving pronounced enteric methane mitigation from ruminant production. *Frontiers in Animal Science* 2:795200

UNGERFELD, E.M., AEDO, M.F., M.C., MARTÍNEZ, E.D., SALDIVIA, M. 2019. Inhibiting methanogenesis in rumen batch cultures did not increase the recovery of metabolic hydrogen in microbial amino acids. *Microorganisms* 7:115.

## INTERACCIONES ENTRE TRES INHIBIDORES DE METANOGÉNESIS Y COENZIMA M EN CULTIVOS RUMINALES SERIALES

### Interactions between three inhibitors of methanogenesis and coenzyme M in serial rumen cultures

Emilio M. Ungerfeld<sup>1\*</sup>, Nathaly Cancino<sup>1</sup> y Florencia Samoluk<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Vilcún, La Araucanía; <sup>2</sup>Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina; \*E-mail: [emilio.ungerfeld@inia.cl](mailto:emilio.ungerfeld@inia.cl)

## INTRODUCCIÓN

Los inhibidores de metanogénesis son la herramienta más potente para mitigar las emisiones de metano (CH<sub>4</sub>) entérico. El 2-bromoetanosulfonato (BES) y 3-nitrooxipropanol (3-NOP) inhiben a la metil-coenzima M reductasa por ser análogos estructurales de la coenzima M (CoM) y su forma metilada metil-CoM, respectivamente (Ungerfeld, 2022). El bromoformo (BMFO) contenido en el alga roja *Asparagopsis* spp. inhibe la metanogénesis reaccionado con cobamidas que actúan como cofactores de la metiltetrahidrometanopterin: CoM metiltransferasa (Ungerfeld, 2022). De acuerdo a sus mecanismos de acción, hipotetizamos

que un exceso de CoM revertiría la acción antimetanogénica de BES pero no de 3-NOP o BMFO. Hipotetizamos en segundo término que los cultivos adaptados a una suplementación fisiológica de CoM serían más sensibles a BES por tener mayor proporción de metanógenos sin la capacidad de sintetizar CoM.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó bajo un arreglo factorial  $2 \times 4 \times 2$ . Se obtuvo contenido ruminal de dos vacas fistuladas alimentadas con 0,5 kg/d de concentrado comercial y heno de ballica perenne *ad libitum*. Bajo  $\text{CO}_2$ , se agregó 14 mL de inóculo de cada vaca a dos botellas de suero de 100 mL con 26 mL de medio de cultivo de Mould y 400 mg de un sustrato con 75% de forraje y 25% de concentrado. Una de las dos botellas recibió 25  $\mu\text{L}$  de una solución de CoM a una concentración final de 1  $\mu\text{M}$  (suplementación fisiológica de CoM) y la otra recibió 25  $\mu\text{L}$  de agua destilada (Factor 1). Las botellas se sellaron bajo  $\text{CO}_2$  e incubaron a 39 °C y 60 rpm. A las 24 h, 14 mL de cultivo se usaron como inóculo de una botella de 100 mL con 26 mL de medio fresco y 400 mg de sustrato, repitiéndose los tratamientos del Factor 1. El procedimiento se repitió cuatro veces. El día 5, 4 mL de medio de cultivo de cada botella se agregaron a cada una de otras 8 botellas con 36 mL de medio fresco y 400 mg de sustrato y cada dos botellas, uno de cuatro tratamientos de inhibición de metanogénesis (Factor 2): 1) Control, 25  $\mu\text{L}$  agua destilada + 25  $\mu\text{L}$  etanol; 2) BES, 25  $\mu\text{L}$  solución acuosa de BES + 25  $\mu\text{L}$  etanol; 3) 3-NOP, 25  $\mu\text{L}$  solución acuosa de 3-NOP + 25  $\mu\text{L}$  etanol; 4) BFMO, 25  $\mu\text{L}$  solución de BFMO en etanol + 25  $\mu\text{L}$  agua destilada, con una concentración final de cada compuesto de 5  $\mu\text{M}$ . Cada una de las dos botellas de cada tratamiento del Factor 2 recibió uno de dos tratamientos del Factor 3 (suplementación suprafisiológica de CoM): 1 mL de agua destilada o 1 mL de solución de CoM a una concentración final de 1 mM. Las botellas se incubaron por 72 h y se determinó presión y composición de gas, pH, *Eh*, y digestibilidad aparente de la materia seca (DMS) (Ungerfeld et al., 2019). El experimento se repitió en tres semanas diferentes. El modelo estadístico fue: respuesta = media general + suplementación fisiológica CoM + inhibidores de metanogénesis + suplementación suprafisiológica CoM + interacciones dobles + vaca (aleatorio) + incubación (aleatorio) + error. Cuando las interacciones fueron significativas ( $P < 0,05$ ), las medias de tratamientos de un nivel se compararon dentro de cada tratamiento del nivel interactuante.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La suplementación suprafisiológica de CoM aumentó el gas total ( $P < 0,001$ ), disminuyó el pH ( $P < 0,001$ ) y DMS ( $P < 0,001$ ; resultados no mostrados). Hubo una interacción ( $P = 0,023$ ) entre la suplementación suprafisiológica de CoM y los inhibidores de metanogénesis: en ausencia de suplementación suprafisiológica de CoM, los tres inhibidores BES, 3-NOP, y BMFO disminuyeron la producción de  $\text{CH}_4$  ( $P < 0,001$ ), en tanto que con suplementación suprafisiológica de CoM, 3-NOP y BMFO disminuyeron la producción de  $\text{CH}_4$  ( $P < 0,001$ ), y no hubo efecto de BES ( $P = 0,83$ ; Figura 1):

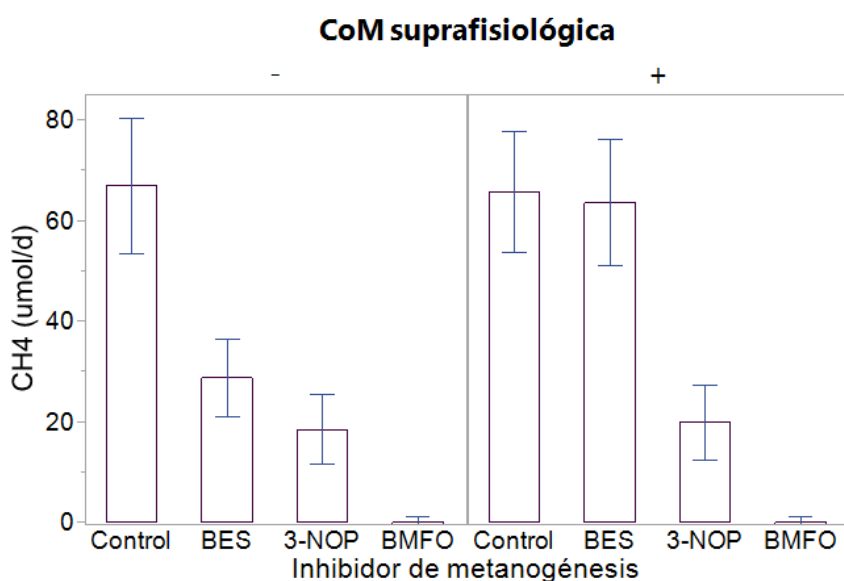


Figura 1. Efecto de 2-bromoetanosulfonato (BES), 3-nitrooxipropanol (3-NOP), y bromoformo (BMFO) sobre la producción de metano (CH<sub>4</sub>) de cultivos ruminales seriales con (+) y sin (-) 1 mM coenzima M (CoM).

## CONCLUSIONES

El exceso de CoM neutraliza BES pero no 3-NOP o BMFO. La concentración de CoM en el rumen podría explicar el efecto transitorio de BES in vivo.

## AGRADECIMIENTOS

Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo, Proyecto Fondecyt 1240264.

## REFERENCIAS

- UNGERFELD, E.M. 2022. Opportunities and hurdles to the adoption and enhanced efficacy of feed additives towards pronounced mitigation of enteric methane emissions from ruminant livestock. *Methane* 1:262-285. doi:10.3390/methane1040021
- UNGERFELD, E.M., AEDO, M.F., MARTÍNEZ, E.D., SALDIVIA, M. 2019. Inhibiting methanogenesis in rumen batch cultures did not increase the recovery of metabolic hydrogen in microbial amino acids. *microorganisms* 7:115. doi:10.3390/microorganisms7050115

## EVALUACIÓN TEMPORAL DE LA CALIDAD COMERCIAL DE HUEVOS DE GALLINA DE PEQUEÑOS PRODUCTORES DE LA REGIÓN DE O'HIGGINS

*Temporary evaluation of the commercial quality of chicken eggs from small producers in the O'Higgins region*

Patricio Lisboa Ulloa<sup>\*1</sup>, Omar Abarca González<sup>2</sup>, Cristina Díaz<sup>2</sup> y Paula Toro-Mujica<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Ciencias Agroalimentarias, Animales y Ambientales. Universidad de O'Higgins, San Fernando, Chile. <sup>2</sup> Empresa Huevos La Campestre

\*Email: patricio.lisboa@uoh.cl

## INTRODUCCIÓN

El huevo es un alimento consumido frecuentemente por el ser humano gracias a su aporte de proteínas y lípidos. La calidad del huevo es influida por distintos factores, tales como nutrición del ave, manejo del plantel, almacenamiento y manipulación de los huevos. La calidad interna del huevo se evalúa, entre otras variables, a través de las unidades de Haugh (UH). Las UH establecen una asociación entre el peso del huevo y la altura de la albumina. La altura del albumina disminuye mientras aumenta el tiempo de almacenamiento, por lo cual es primordial almacenar los huevos en condiciones de temperatura y humedad adecuadas (Revilla and Novel, 2013). El objetivo de la investigación fue evaluar el efecto de la temperatura y tiempo de almacenamiento en variables asociadas a la calidad comercial de huevos producidos en la región de O'Higgins.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Durante el mes de Agosto de 2024, se recolectaron huevos de 4 explotaciones avícolas de la región de O'Higgins, considerando una muestra de 30 huevos por explotación. Las explotaciones compartían las mismas características de producción, considerando gallinas de raza Hy-Line Brown con 41 semanas de edad, alimentadas con fórmula para ponedora (Cuadro 1) y en un sistema libre de jaula. Las muestras se dividieron en dos grupos, considerando 2 tratamientos con temperatura controlada, 4°C (R) y 20°C (A). Las mediciones fueron realizadas cada 7 días, analizando 3 huevos por explotación y medición. De este modo, el ensayo tuvo una duración de 5 semanas. Para determinar las variables asociadas a la calidad interna de huevos se utilizó el equipo Digital Egg Tester 6500 (DET6500), evaluando las siguientes 9 variables: peso, altura de albúmina, color de yema, unidades Haugh, fuerza de cáscara, espesor de cáscara, altura de yema, diámetro de yema e índice de yema. Para el análisis estadístico se realizaron test ANOVA y comparación múltiple de medias, considerando como factores el tratamiento y la semana de muestreo.

**Cuadro 1.** Ingredientes fórmula ponedora.

Insumo	Inclusión (%)
Maíz	70.36%
Conchuela	14.78%
H. Trigo	14.21%
Sal	0.57%
Lisina	0.04%
Metionina	0.03%

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 2 se detallan los valores promedios y la desviación estándar de cada variable. Se observó un efecto significativo de la temperatura de almacenamiento sobre las variables de calidad comercial: altura de albúmina, unidades de Haugh, Altura de yema, diámetro de yema e índice de yema.

**Cuadro 2.** Variables de ensayo entre tratamiento y semanas de muestreo

	Peso (grs)	Altura albúmina (mm)	Color (Yolkfan )	HU	Fuerza cáscara (Kg/f)	Espesor cáscara (mm)	Altura yema (mm)	Diámetro o yema (mm)	Índice yema (mm)	
Trat.	A	60,3±6,2	4,4±1,2 <sup>a</sup>	13,2±1,1	61,3±10 <sup>a</sup>	5,5±1,3	0,42±0,03	13,4±2,1 <sup>a</sup>	42,7±2,3 <sup>b</sup>	0,32±0,06 <sup>a</sup>
	R	62,2±5,1 <sub>0</sub>	6,9±1,0 <sub>b</sub>	13,1±1,2	82,1±6,2 <sup>b</sup>	5,6±0,9	0,42±0,04	18,5±1,1 <sub>b</sub>	39,3±2,4 <sub>a</sub>	0,47±0,05 <sup>b</sup>
Semana muestreo	1	64,2±6,9 <sub>b</sub>	6,7±1,1 <sub>d</sub>	12,8±1,0 <sub>a</sub>	79,9±7,8 <sup>d</sup>	5,7±0,9 <sub>0</sub>	0,4±0,04	17,4±1,8 <sub>d</sub>	39,5±3,2 <sub>a</sub>	0,4±0,07 <sup>c</sup>
	2	61,7±5,1 <sub>ab</sub>	5,9±1,8 <sup>c</sup>	12,9±1,3 <sub>ab</sub>	74,4±12,7 <sup>c</sup>	5,3±1,5 <sub>0</sub>	0,4±0,05	16,3±2,5 <sub>c</sub>	40,6±2,6 <sub>ab</sub>	0,4±0,09 <sup>b</sup>
	3	60,6±4,1 <sup>a</sup>	5,5±1,7 <sub>bc</sub>	12,6±1,1 <sub>a</sub>	70,3±14 <sup>bc</sup>	5,7±0,9 <sub>8</sub>	0,4±0,04	15,9±2,5 <sub>bc</sub>	41,3±2,0 <sub>b</sub>	0,4±0,08 <sup>a</sup>
	4	59,7±5,0 <sub>a</sub>	5,3±1,6 <sub>b</sub>	13,5±1,0 <sub>bc</sub>	70,2±13,3 <sup>b</sup>	5,5±1,2 <sub>0</sub>	0,4±0,04	15,2±3,5 <sub>ab</sub>	41,8±2,8 <sub>b</sub>	0,4±0,10 <sup>a</sup>
	5	59,6±6,3 <sup>a</sup>	4,7±1,6 <sup>a</sup>	13,8±0,9 <sub>c</sub>	64,4±13,6 <sup>a</sup>	5,5±0,9 <sub>6</sub>	0,4±0,02	14,9±3,9 <sub>a</sub>	41,7±3,3 <sub>b</sub>	0,4±0,12 <sup>a</sup>

\* Letras diferentes indican diferencias estadísticas con  $p > 0.05$

Con respecto a la semana de muestreo las variables peso, altura de albúmina, color de yema, unidades de Haugh, altura de yema, diámetro de yema e índice de yema presentan diferencias significativas entre las semanas de muestreo, mostrando incidencia en la pérdida de peso entre la semana 1 y 3. Se observa, además un efecto de la semana de muestreo sobre el color de yema. Esto reafirma lo señalado por Yin et al., (2011), quienes mencionan que la temperatura, humedad y el tiempo de almacenamiento son condiciones críticas para una correcta comercialización de huevos.

## CONCLUSIONES

La calidad comercial del huevo disminuye con el tiempo y condiciones de almacenamiento, la mayor pérdida de calidad se produce entre la semana 1 y 3. La disminución de la temperatura de almacenamiento permite alargar la vida útil del huevo, enlenteciendo la reducción de las unidades Haugh, la altura de la albúmina y el aumento del diámetro de yema. De este modo, resulta primordial evaluar y controlar distintos tratamientos de almacenaje para asegurar la calidad comercial del huevo en la cadena de comercialización.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Gobierno Regional de la Región de O'Higgins por el financiamiento del proyecto FIC 40048415-0 Transferencia Huevos con calidad integral certificada, y la empresa Huevos la campestre por su aporte a este ensayo.

## REFERENCIAS

Revilla, J., & Norel, S., 2023. Factores que afectan a la calidad del huevo. XXIII Congreso Latinoamericano de Avicultura. Punta del este, Uruguay. 19 de septiembre de 2023

Jin, Y.H. & Lee, K.T. & Lee, W.I. & Han, Yung-Keun. (2011). Effects of Storage Temperature and Time on the Quality of Eggs from Laying Hens at Peak Production. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences. 24. 10.5713/ajas.2011.10210.

**EFEECTO DE LA INTENSIDAD DE LA LUZ EN LA PRODUCCION DE HUEVO  
EN GALLINAS HY LINE WHITE**

**Effect of Light intensity on Egg Production in Hy-Line White Hens**

Thiare Araya<sup>1</sup>, Rodrigo Carvajal<sup>2</sup>, Hernan Cañon<sup>1</sup>, Percy Abasto F.<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Núcleo de Investigación Aplicada en Ciencias Veterinarias y Agronómicas, Facultad de Medicina Veterinaria y Agronomía, Escuela de Medicina Veterinaria, Universidad de Las Américas, Chile.

<sup>2</sup> Asesor productores avícolas [www.rimservicios.cl](http://www.rimservicios.cl)

\*Autor correspondiente: Avda. Manuel Montt 948, Providencia, Santiago. Email: [pabasto@udla.cl](mailto:pabasto@udla.cl)

## INTRODUCCIÓN

La luz afecta el crecimiento, la madurez sexual de gallinas y la producción del huevo. Específicamente, se conoce que la longitud de onda y la intensidad de la luz influyen en la conducta y la producción de huevos de aves, y que un fotoperiodo adecuado es esencial para maximizar la cantidad y calidad de los huevos (1). Los programas de luz, tanto en la recría como en la postura, deben ajustarse para optimizar el crecimiento, evitar conductas indeseables (canibalismo) y mejorar el bienestar de las gallinas (1). El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la posición de las jaulas y la intensidad de la luz sobre la producción de huevo (cantidad y %), y la conversión alimenticia en un sistema de producción intensivo.

## MATERIALES Y MÉTODOS.

El estudio se realizó en un plantel avícola ubicado en la Región Metropolitana durante el 2023. Se utilizaron 842 aves de la línea Hy-Line White de 32 semanas de vida. El manejo sanitario, ambiental y alimenticio fue igual para todos los animales (dieta de elaboración propia para aves postura inicial). Periodo otoño, se utilizó un solo pabellón, de orientación este a oeste, se utilizaron jaulas colectivas (6 aves/jaula). Las jaulas estaban ubicadas al centro de los pabellones Se evaluó la postura de huevo y el consumo de alimento durante 8 semanas. La evaluación se realizó por piso: superior (281 aves), medio (282 aves) e inferior (269 aves). El análisis de resultados consistió en estadística descriptiva. La conversión alimenticia = Kg totales de alimento consumido/docenas de huevos.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis del porcentaje de postura entre las semanas 33 y 40 revela diferencias en el % postura según el piso. Esta tendencia sugiere que la incidencia de la luz influye en la productividad. Además, la menor desviación estándar observada en el piso superior indica una mayor consistencia en el rendimiento, mientras que el piso inferior muestra una mayor variabilidad, lo que puede requerir atención para optimizar su desempeño (Tabla 1).

**Tabla 1.** Porcentaje de postura promedio y desvío estándar, por semana y, piso.

Edad (semanas)	Piso superior (N= 281 aves) (%)	Piso medio (N= 292 aves) (%)	Piso inferior (N= 269 aves) (%)
33	82.16 ± 5.0 %	75.88 ± 6.5 %	69.89 ± 8.6 %
34	89.78 ± 3.2 %	83.12 ± 2.4 %	79.82 ± 3.3 %
35	89.02 ± 4.9 %	85.23 ± 4.9%	82.85 ± 4.7 %
36	89.53 ± 1.3 %	84.49 ± 2.3 %	81.15 ± 1.8 %
37	89.53 ± 1.5 %	86.45 ± 2.4 %	83.32 ± 3.3 %
38	88.51 ± 1.7 %	86.15 ± 3.3 %	84.07 ± 4.4 %



39	87.60 ± 1.0 %	81.95 ± 3.1 %	78.49 ± 1.7 %
40	84.90 ± 2.0 %	80.77 ± 5.0 %	76.69 ± 4.6 %
Total	87.60±3.66%	83.00%±4.84%	79.50%±5.90%

Estos resultados son similares que evidenciaron un efecto positivo de posiciones más altas de las jaulas en gallinas en el criadero (2 y 3). A su vez, la conversión alimenticia fue mejor en el piso superior que en el medio e inferior (1.6 piso superior vs. 1.7 y 1.8 para el piso medio e inferior, respectivamente). Estos resultados coinciden con estudios previos que indican que la posición de la luz en galpones puede tener un efecto positivo sobre la postura, toda vez que la luz se encuentre más cercana (3). Futuros estudios deberían identificar la mejor posición de las luces para cada nivel de jaulas y maximizar la producción.

## CONCLUSIONES

Estos hallazgos subrayan la importancia de implementar estrategias de manejo que optimicen la intensidad de la luz, lo que podría mejorar la productividad avícola. Se recomienda realizar estudios adicionales para identificar los niveles de luz óptimos que maximicen la postura, considerando también otros factores ambientales que podrían interactuar con la intensidad lumínica.

## REFERENCIAS

- 1.-Ruíz, B. 2020. Manejos de luz en gallinas ponedoras. BM Editores. <https://bmeditores.mx/avicultura/manejo-de-luz-en-gallinas-ponedoras/>
- 2.- Yıldız, A., Lac, E., Hayirli, E, Macit, M. 2006. Effects of Cage Location and Tier Level with Respect to Light Intensity in Semiconfined Housing on Egg Production and Quality During the Late Laying Period. *The Journal of Applied Poultry Research*, 15:355–361. DOI: 10.1093/japr/15.3.355.
- 3.- Şekeroğlu A, Şentürk YE, Tainika B, Duman M, Akyol A. 2024. The Impact of Laying Hen Age, Egg-Laying Time, Cage Tier, and Cage Direction on Egg Quality Traits in Hens in an Enriched Cage System. *Brazilian Journal of Poultry Science* 26 (2): 001-010. DOI: 10.1590/1806-9061-2024-1902.

## *Evaluation Of 4 Commercial Sustainability Labels For Certification In Sheep Systems In The Magallanes Region And The Chilean Antarctic*

Vanja Matic<sup>1</sup>, Cecilia Cavada<sup>2</sup>, Emilia Ferrada<sup>1</sup> y Rodrigo Allende<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Facultad Ciencias Veterinarias, Universidad de Concepción. <sup>2</sup>Agroindustrial Patagonia. E-mail: [rallende@udec.cl](mailto:rallende@udec.cl)

### **INTRODUCCIÓN**

La globalización ha aumentado la diversidad en las preferencias de los consumidores, incorporando atributos sociales y ambientales a la calidad nutricional y organoléptica basal del alimento (Asioli et al., 2020). El objetivo fue analizar 4 sellos comerciales para sistemas ovinos pastoriles, contrastando variables de las dimensiones de bienestar animal, medioambiental y socioeconómico, para identificar homologación en las dimensiones auditables como herramienta para integrar y/o de transición en la adopción.

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

Se utilizó el protocolo para la evaluación de la sostenibilidad en la agricultura y la alimentación (FAO, 2014), separado en tres dimensiones: animal, medioambiente y socioeconómico con sus diferentes ámbitos vinculados con la caracterización de sostenibilidad. Las variables fueron sistematizadas considerando los cuatro protocolos: Global G.A.P.<sup>®</sup>, Responsible Wool Estándar<sup>®</sup>, Human Farm Animal y USDA organic. Para cada dimensión, las variables de cada protocolo se caracterizaron en listas de chequeo considerando: protocolo, criterio, título (del objetivo a evaluar), tipo de medición (cuantitativa/cualitativa), método de medición (visual/registro) y clasificación de cumplimiento (magnitud). Para las tres dimensiones, en cada punto de evaluación, se cuantificó el número de criterios similares, utilizando 5 estados de clasificación para el contraste de las variables: Homologable: Similitud en objetivo de valorización y relaciones causa/efecto, además de equivalencia de procedimientos; Compatible: Semejanza en objetivo de valorización con diferencias en relaciones causa/efecto; No Homologable: No se observó ninguna similitud en objetivo, procedimiento y relaciones causa/efecto entre las variables contrastadas; No Aplica: No existen variables de contraste en ambos protocolos en comparación y No Comparable: Solo un protocolo en contraste dispone de la variable en estudio. El contraste agrupó las variables con clasificación homologable y compatible en un grupo denominado integrable y las no homologable, no aplica y no comparable fueron calificadas como variable no integrable. El análisis inferencial la distribución de Chi-cuadrado con significancia del 5%. La agrupación de los resultados integrables/no integrables fueron analizados mediante el análisis de conglomerados.

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Se analizaron 18 componentes de dimensión animal, 12 en la dimensión medioambiental y 8 socioeconómicos. En la dimensión animal se observó mayor frecuencia de concordancia homologable de las combinaciones RWS-HFAC, RWS-GLOBAL y HFAC-GLOBAL: 89, 83 y 78%, respectivamente (Cuadro 1). En la dimensión medioambiental, la combinación RWS-USDA presento la mayor frecuencia de homologación. Para la dimensión socioeconómica se observó mayor homologación en las combinaciones RWS-HFAC y RWS-GLOBAL. La comparación en la dimensión animal presentó una mayor frecuencia de clasificación integrable (homologables y compatible) en RWS-HFAC, RWS-GLOBAL y HFAC-GLOBAL (Cuadro 1). En el contraste en la dimensión medioambiental, RWS-HFAC, USDA-HFAC y HFAC-GLOBAL fueron no integrables (no homologable, no aplica y no comparable) en su totalidad (100%). En la dimensión socioeconómica, se observó una mayor frecuencia de clasificación no integrable en su totalidad (100%) de las combinaciones RWS-

USDA, USDA-HFAC y USDA-GLOBAL. Los conglomerados determinados en la dimensión animal presentaron una mayor integración en el contraste RWS-HFAC ( $h^2= 0,99$ ). En la dimensión medioambiental la mayor concordancia fue en combinación RWS-GLOBAL ( $h^2= 0,87$ ). La mayor asociación en ámbito socio económico fue en RWS-GLOBAL ( $h^2=0,88$ ).

**Cuadro 1.** Frecuencia absoluta y relativa (%) de integración para variables de las dimensiones bienestar animal, medioambiental y socio económica.

Dimensión Bienestar Animal (n=18)						
	RWS- USDA	RWS- HFAC	RWS- GLOBAL	USDA- HFAC	USDA- GLOBAL	HFAC- GLOBAL
Integrable	11 (61)	17 (94)	16 (89)	11 (61)	11 (61)	16 (89)
No Integrable	7 (39)	1 (6)	2 (11)	7 (39)	7 (39)	2 (12)
<i>P</i>	0,3458	0,0002	0,001	0,3458	0,3458	0,001
Dimensión Medioambiental (n= 12)						
	RWS- USDA	RWS- HFAC	RWS- GLOBAL	USDA- HFAC	USDA- GLOBAL	HFAC- GLOBAL
Integrable	7 (58)	0 (0)	10 (83)	0 (0)	7 (58)	0 (0)
No Integrable	5 (42)	12 (100)	2 (17)	12 (100)	5 (42)	12 (100)
<i>P</i>	0,5637	SD	0,0209	SD	0,5637	SD
Dimensión Socio económica (n=8)						
	RWS- USDA	RWS- HFAC	RWS- GLOBAL	USDA- HFAC	USDA- GLOBAL	HFAC- GLOBAL
Integrable	0 (0)	2 (25)	4 (50)	0 (0)	0 (0)	3 (38)
No Integrable	8 (100)	6 (75)	4 (50)	8 (100)	8 (100)	5 (63)
<i>P</i>	sd	0,1573	0,9999	sd	Sd	0,4795

SD: sin determinar por frecuencia relativa observada del 100%. 1Global G.A.P (GLOBAL), Responsible Wool Standard (RWS), Human Farm Animal Care (HFAC), USDA Organic (USDA).

La disponibilidad de una amplia oferta de sellos de sostenibilidad para la ganadería no favorece la interoperabilidad entre ellos.

## CONCLUSIONES

La mayor integración en las tres dimensiones de sostenibilidad analizadas fue entre protocolos Responsible Wool Standard® y GLOBAL G.A.P.®.

## REFERENCIAS

ASIOLI, D., ASCHEMANN-WITZEL, J. AND NAYGA, R. (2020). Sustainability-related food labels. Annual Review of Resource Economics, 12(1), 171–185. <https://doi.org/10.1146/annurev-resource-100518-094103>

## MAYOR CARBONO Y NITROGENO EN SUELOS VOLCANICOS CHILENOS BAJO PRODUCCION INTEGRADA AGRICOLA-GANADERA QUE BAJO PRODUCCION AGRICOLA EN CLIMA MEDITERRANEO

## **Integrated crop-livestock farms have higher topsoil carbon and nitrogen than crop-only farms in Chilean Mediterranean climate volcanic soils**

Leah L.R. Renwick<sup>1,\*</sup>, Ayleen Celedón<sup>2</sup>, Francisco Nájera<sup>3</sup>, Juan Pablo Fuentes Espoz<sup>4</sup>, Daniela Celedón<sup>4</sup> and Osvaldo Salazar<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Pontificia Universidad Católica de Chile, Department of Animal Sciences, Faculty of Agriculture and Forestry, Santiago, Chile. <sup>2</sup>Universidad de Chile, Department of Engineering and Soils, Faculty of Agricultural Sciences, Santiago, Chile; <sup>3</sup>Universidad de la Frontera, Department of Chemical Sciences and Natural Resources, Temuco, Chile; <sup>4</sup>Universidad de Chile, Department of Silviculture and Nature Conservation, Santiago, Chile. \*Email: [leah.renwick@uc.cl](mailto:leah.renwick@uc.cl)

### **INTRODUCTION**

Crop-livestock reintegration has been proposed to reduce the environmental footprint of decoupled crop and livestock production related to biogeochemical cycles (Garrett et al., 2017). Previous experiments showed that replacing fallow periods in annual crop rotations with grazed cover crops increases soil organic carbon (SOC) and total nitrogen (N) and based on topsoil sampling and stock estimation on an equivalent soil depth basis (Franzluebbers et al., 2014). SOC stock comparisons based on topsoil sampling or equivalent soil depth, rather than whole-profile sampling or equivalent soil mass, can erroneously report stock gains that have not occurred (Tautges et al., 2019; von Haden et al., 2020). Evidence of crop-livestock integration effects on commercial farms is needed. This study assessed on-farm if winter grass forages and beef cattle grazing in annual crop rotations lead to greater soil total N and SOC to a soil depth of 1 m.

### **MATERIALS AND METHODS**

We sampled soil at eight paired commercial fields, four integrated crop-livestock (ICL) fields with grazed (beef cattle) or ungrazed winter forage (annual ryegrass, oat) in the crop rotation (cereals, grain legumes, industrial crops), and four neighboring fields with winter fallow in the rotation, in volcanic soils in Ñuble Region, central-southern Chile, in fall 2022 and 2023. In each field, 10 soil cores were sampled from a 1 ha plot and separated into four depth layers (0-15 cm, 15-30 cm, 30-60 cm, and 60-100 cm). We quantified soil total N and SOC concentrations and stocks by dry combustion, on an equivalent soil mass basis by cubic spline interpolation (von Haden et al., 2020), soil organic matter by loss-on-ignition, soil texture by hydrometer, and pH throughout the soil profile. The ICL effect on SOC and N concentrations ( $\text{g kg}^{-1}$  soil) and stocks ( $\text{Mg ha}^{-1}$ ) was tested with linear mixed models in R.

### **RESULTS AND DISCUSSION**

ICL sites had 10% higher total N (+0.05% N) and 8% higher SOC concentrations (+0.5% SOC) compared to paired non-ICL sites in the top 15 cm soil layer (Fig. 1). The topsoil layer at ICL sites had 11% higher N (+0.37 Mg N ha<sup>-1</sup>) and 9% higher SOC (+3.9 Mg SOC ha<sup>-1</sup>) stocks, based on an equivalent soil mass (Fig. 2). Cumulative stocks below 15 cm to a depth of 1 m were similar between ICL and non-ICL sites (Fig. 2). Across the 1 m soil profile, 52% and 53% of N and SOC stocks were below 30 cm depth.

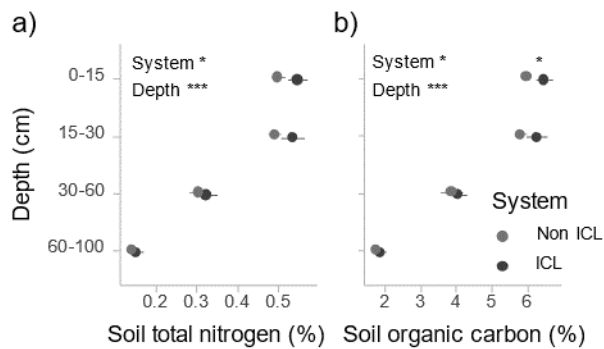


Figure 1. Effects of production system and soil depth on a) soil total nitrogen concentration (%), and b) soil organic carbon (SOC) concentration (%). Production system abbreviations: Non ICL = non integrated crop-livestock, ICL = integrated crop-livestock. Asterisks indicate significance of factor effects from ANOVA and significant differences between ICL and non ICL systems within a soil depth (\*\*\*  $p < 0.001$ , \*\*  $p < 0.01$ , \*  $p < 0.05$ ). Error bars represent standard error,  $n = 4$ .

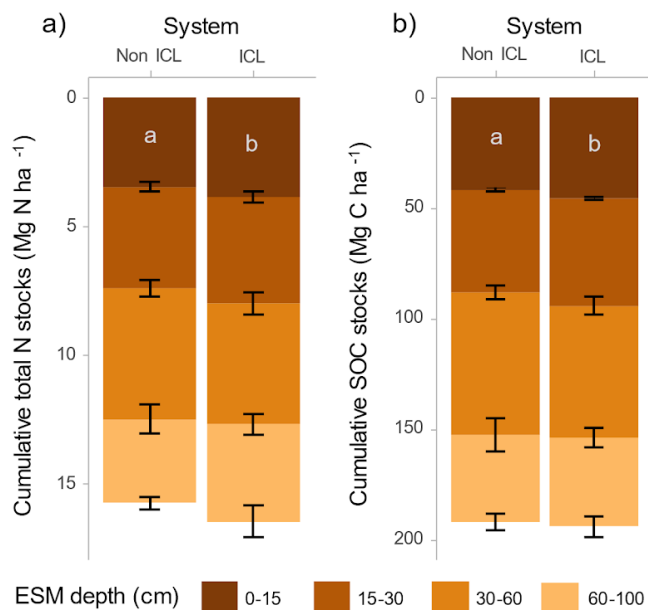


Figure 2. Effects of production system on a) cumulative total N stocks (Mg N ha<sup>-1</sup>), and b) cumulative SOC stocks (Mg SOC ha<sup>-1</sup>) in the 0-15 cm, 0-30 cm, 0-60 cm, or 0-100 cm soil depth layers. Equivalent soil mass (ESM) depth (cm) refers to the depth in non ICL sites (see section 2.4). Letters indicate where cumulative differences between ICL and non ICL farms to a given soil depth are significant ( $\alpha = 0.05$ ). Production system abbreviations: Non ICL = non integrated crop-livestock, ICL = integrated crop-livestock. Error bars represent standard error and correspond to the depth immediately above error bars,  $n = 4$ .

Our results show that commercial ICL farms with winter forages and grazing integrated into annual crop rotations have higher topsoil (0-15 cm) total N and SOC concentrations (%) and stocks (Mg N or SOC ha<sup>-1</sup>), on an equivalent soil mass basis, compared to crop-only farms with winter fallow (Fig. 1, Fig. 2), in Mediterranean climate, medium-textured volcanic soils in Chile.

## CONCLUSIONS

We provided on-farm evidence that integrating non-leguminous winter forages and grazing into annual crop rotations can retain N and store SOC in topsoil, with relevance to land managers and decision-makers who seek to build soil fertility and health through biodiversity and reduce N fertilizer use. Sampling soil to at least 60 cm depth can help capture management effects on N and SOC and quantify deeper N retention and SOC storage.

## ACKNOWLEDGEMENTS

This research was funded by ANID FONDECYT Postdoctorado 2021 3210036 to L.L.R.R, ANID FONDECYT Regular 2020 1201497 to O.S., and FONDEQUIP EQM 160084 to J.P.F.E. We thank producers and their advisors for participating in this study, Javiera Aravena, Ignacio Pacheco, Carla Rojas, and Isidora O'Kuingthon for contributions to field sampling and laboratory analysis, and Andrés Muñoz-Sáez for comments on study design, data analysis, and this manuscript.

## REFERENCES

- FRANZLUEBBERS, A. J., SAWCHIK, J., & TABOADA, M. A. 2014. Agronomic and environmental impacts of pasture-crop rotations in temperate North and South America. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 190, 18–26.
- GARRETT, R. D., NILES, M. T., GIL, J. D. B., GAUDIN, A., CHAPLIN-KRAMER, R., ASSMANN, A., ASSMANN, T. S., BREWER, K., DE FACCIO CARVALHO, P. C., CORTNER, O., DYNES, R., GARBACH, K., KEBREAB, E., MUELLER, N., PETERSON, C., REIS, J. C., SNOW, V., & VALENTIM, J. 2017. Social and ecological analysis of commercial integrated crop livestock systems: Current knowledge and remaining uncertainty. *Agricultural Systems*, 155, 136–146.
- TAUTGES, N. E., CHIARTAS, J., GAUDIN, A. C. M., O'GEEN, A. T., HERRERA, I., & SCOW, K.M. 2019. Deep soil inventories reveal that impacts of cover crops and compost on soil carbon sequestration differ in surface and sub-surface soils. *Global Change Biology*, 25(11), 3753–3766.
- VON HADEN, A. C., YANG, W. H., & DELUCIA, E. H. 2020. Soils' dirty little secret: Depth-based comparisons can be inadequate for quantifying changes in soil organic carbon and other mineral soil properties. *Global Change Biology*, 26(7), 3759–3770.

# EFECTO DE LA INCLUSIÓN DE ACHICORIA (*Cichorium intybus* L.) Y RAPS FORRAJERO (*Brassica napus* ssp. *biennis*) SOBRE RESPUESTA PRODUCTIVA Y EMISIONES DE METANO EN VACAS LECHERAS

## Inclusion of chicory (*Cichorium intybus* L.) and forage rape (*Brassica napus* ssp. *biennis*) on productive performance and methane emissions in dairy cows

Josepha León<sup>1\*</sup>, Juan P. Keim<sup>2\*</sup>, Rubén Pulido<sup>3</sup>, Francisco Menzel<sup>3</sup>, David Pacheco<sup>4</sup>, Camila Muñoz<sup>5</sup>, Einar Vargas-Bello-Pérez<sup>6</sup>.

<sup>1</sup>Escuela de Graduados, Facultad de Ciencias Agrarias y Alimentarias, Universidad Austral de Chile, Valdivia – Chile. <sup>2</sup> Instituto de Producción Animal, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Austral de Chile. <sup>3</sup>Instituto de Ciencia Animal, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Austral de Chile. <sup>4</sup>Animal Nutrition Team, AgResearch Grasslands, New Zealand. <sup>5</sup>INIA Remehue, Osorno, Chile. <sup>6</sup> Facultad de Zootecnia y Ecología, Universidad Autónoma de Chihuahua, Chihuahua, México.

\*[josepha.leon@alumnos.uach.cl](mailto:josepha.leon@alumnos.uach.cl) ; [juan.keim@uach.cl](mailto:juan.keim@uach.cl)

## INTRODUCCIÓN

El uso de cultivos suplementarios como la achicoria y el raps forrajero permite ofrecer a los animales forrajes de calidad durante el periodo verano. Las características de los forrajes pueden tener un efecto importante en la huella de carbono de sistemas pastoriles (Barry, 2013; Lorenz et al., 2019). El metano (CH<sub>4</sub>) es el principal gas de efecto invernadero (GEI) emitido por sistemas lecheros, por lo tanto, se requieren estrategias de mitigación ante el impacto ambiental, que permitan mantener el nivel productivo (Loza et al., 2021; Mangwe et al., 2024). Este estudio tuvo como objetivo determinar el efecto de achicoria (Ach) y raps (RF) dietarios sobre el desempeño productivo y emisiones de CH<sub>4</sub> en vacas lecheras a pastoreo durante el verano.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se desarrolló entre enero y marzo de 2024 en la Estación Experimental Agropecuaria Austral de la Universidad Austral de Chile. Se utilizaron 48 vacas primíparas y multíparas con 125 días de lactancia, las cuales fueron asignadas aleatoriamente a uno de los dos tratamientos dietarios (Ach o RF), constituidos por una ración de 4 kg MS de ensilaje de pradera, 4 kg MS de concentrado comercial y 0,89 kg MS de afrecho de soya, además, 8 kg MS de Ach o RF en sistema de pastoreo en franjas según el tratamiento correspondiente. El ensayo experimental se realizó en dos periodos de 30 días, correspondientes a 15 días de adaptación a la dieta y 15 días de mediciones y toma de muestras. Se registró la producción de leche (PL) durante 10 días, se tomaron muestras de leche en las ordeñas de la mañana y de la tarde tres días consecutivos para analizar su composición (proteína cruda: PC, materia grasa: MG, recuento de células somáticas: SCS, urea en leche: UL), se estimó el consumo de materia seca aparente (CMS), y se midió la producción de CH<sub>4</sub> entérico utilizando la técnica de SF<sub>6</sub> durante cinco días consecutivos, las muestras de gases exhalados y recolectadas se analizaron para concentraciones de CH<sub>4</sub> y SF<sub>6</sub> mediante cromatografía de gases. Se utilizó PROC MIXED de SAS, considerando el tipo de dieta como factor fijo, el bloque y número de partos como efecto aleatorio y el periodo experimental como medida repetida en el tiempo, aplicando un nivel de significancia de P<0,05. Se realizó comparación de medias mediante prueba de Tukey.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Diariamente las vacas alimentadas con RF produjeron más CH<sub>4</sub> (P = 0,006), asociado con una tendencia hacia un mayor CMS (P = 0,054), en comparación al tratamiento con Ach. De igual manera, las emisiones de CH<sub>4</sub> por unidad de ingesta de MS y por energía fueron superiores con RF (P = 0,020 y P = 0,06 respectivamente), sin observarse diferencias en la emisión de CH<sub>4</sub> por PL y leche corregida por energía (LCE). Respecto a la respuesta productiva, la PL promedio fue 22 kg/d, y al igual que LCE y leche corregida por grasa y proteína (PCGP), no mostró diferencia entre tratamientos. Las concentraciones de MG, PC, RSC y la producción de ST, también fueron similares entre tratamientos (P > 0,05), a excepción de UL la cual fue mayor en RF (P < 0,001). La tendencia hacia un menor consumo de materia seca, explicaría las menores emisiones de CH<sub>4</sub> en vaca alimentadas con achicoria.

**CUADRO 1.** Consumo de MS, emisiones de CH<sub>4</sub> y nivel productivo de vacas lecheras alimentadas con achicoria o raps forrajero durante el verano.

Variables evaluadas	Achicoria	Raps Forrajero	Valor - p
<b>CMS y CH<sub>4</sub></b>			
MS (kg/d)	16,5	16,9	0,054
CH <sub>4</sub> (g/d)	532,5	574,3	0,006
CH <sub>4</sub> - CMS (g/kg CMS)	32,3	34,1	0,020
CH <sub>4</sub> - EM (Mcal/d)	7,03	7,58	0,006
CH <sub>4</sub> - PL (g/kg leche)	22,60	24,03	0,138
CH <sub>4</sub> - LCE (g/kg leche)	22,62	24,05	0,133
<b>Producción y composición</b>			
PL (kg/d)	22,5	22,8	0,475
MG (%)	4,30	4,21	0,193
MG (kg/d)	0,95	0,95	0,865
PC (%)	3,38	3,42	0,241
PC (kg/d)	0,75	0,77	0,173
RSC (cel x 1000/ml)	4,07	3,69	0,093
UL (mg/l)	251,4	330,9	<0,001
LCE (kg/d)	25,3	25,6	0,633
LCGP (kg/d)	23,2	23,4	0,638
ST (kg/d)	1,70	1,72	0,607

## CONCLUSIÓN

La inclusión de achicoria en dietas de vacas lecheras en pastoreo durante el verano resulta en niveles productivos similares al raps forrajero y sin presentar diferencias en la composición de la leche. Sin embargo, provoca menores emisiones de CH<sub>4</sub>, resultando ser buena alternativa para reducir el impacto ambiental de sistemas lecheros pastoriles durante el verano.

## FINANCIAMIENTO

Fondecyt Regular 1220559



## REFERENCIAS

BARRY, T. N. (2013). The feeding value of forage brassica plants for grazing ruminant livestock. In *Animal Feed Science and Technology* (Vol. 181, Issues 1–4, pp. 15–25).

LORENZ, H., REINSCH, T., HESS, S., & TAUBE, F. (2019). Is low-input dairy farming more climate friendly? A meta-analysis of the carbon footprints of different production systems. *Journal of Cleaner Production*, 211, 161–170.

LOZA, C., REINSCH, T., LOGES, R., TAUBE, F., GERE, J. I., KLUB, C., HASLER, M., & MALISCH, C. S. (2021). Methane Emission and Milk Production from Jersey Cows Grazing Perennial Ryegrass–White Clover and Multispecies Forage Mixtures. *Agriculture* 2021, Vol. 11, Page 175, 11(2), 175.

MANGWE, M. C., BRYANT, R. H., OLSZEWSKI, A., HERATH, H. M. G. P., & AL-MARASHDEH, O. (2024). Can the Inclusion of Forage Chicory in the Diet of Lactating Dairy Cattle Alter Milk Production and Milk Fatty Acid Composition? Findings of a Multilevel Meta-Analysis. In *Animals* (Vol. 14, Issue 7). Multidisciplinary Digital Publishing Institute.

# EFECTO DEL ESTRÉS CALÓRICO EN LA RESPUESTA FISIOLÓGICA DE VACAS LECHERAS A PASTOREO ESTIVAL

## Effect of heat stress on the physiological response of dairy cows to summer grazing

Daniela Gaona P.<sup>a</sup>, Juan Pablo Keim S.<sup>a</sup>, Rodrigo Arias I.<sup>a</sup>, Reinaldo Pinto P.<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Instituto de Producción Animal, Facultad de Ciencias Agrarias y Alimentarias, Universidad Austral de Chile, Valdivia. E-mail: [juan.keim@uach.cl](mailto:juan.keim@uach.cl); [daniela.gaona.p@gmail.com](mailto:daniela.gaona.p@gmail.com)

## INTRODUCCIÓN

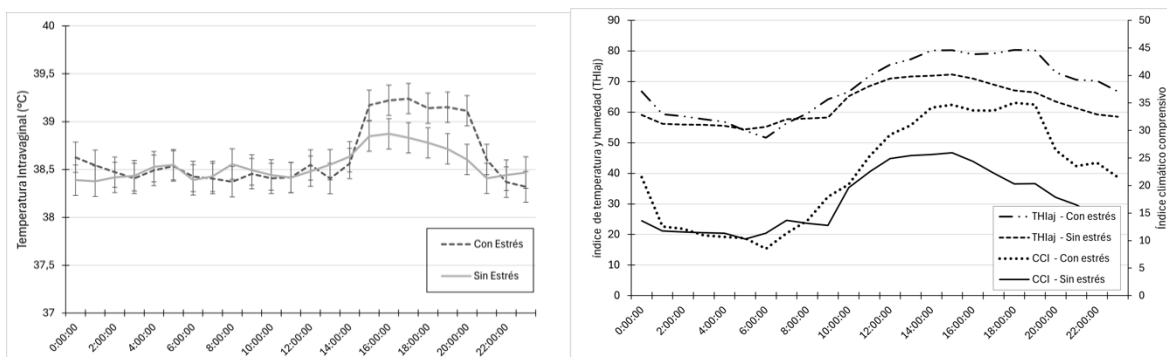
Las vacas lecheras en pastoreo son particularmente vulnerables al estrés por calor, ya que están expuestas a las condiciones climáticas. Usualmente la evaluación del riesgo de estrés calórico se hace a través de índices de confort térmico como son: el índice de temperatura y humedad (THI); su variante ajustada por radiación solar y velocidad del viento (THIaj); y el índice climático comprensivo (CCI). Las vacas están expuestas a condiciones de estrés calórico cuando el THI y THIaj  $\geq 68$  y el CCI  $\geq 25^{\circ}\text{C}$  (Mader et al., 2006, 2010). Sin embargo, la respuesta individual a la carga de calor, suma de horas sobre el valor umbral, puede variar considerablemente. Por tal razón, nuestro objetivo fue evaluar los parámetros fisiológicos en vacas alimentadas con raps y achicoria en condiciones de estrés calórico.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la Estación Experimental Agropecuaria Austral (EEAA) de la Universidad Austral de Chile en Valdivia, entre enero y marzo del 2024. Se utilizaron 48 vacas lecheras Holstein-Friesian multíparas y primíparas en lactancia media con producción de  $24 \pm 2$  L día<sup>-1</sup>. Se asignaron 24 vacas a cada uno de los dos tratamientos correspondientes a la inclusión de raps forrajero (*Brassica napus* ssp. *biennis*) y achicoria (*Cichorium intybus* L.), ofrecidas en pastoreo. La dieta ofrecida fue de 8 kg de materia seca (MS) de raps o achicoria en franjas, 5 kg de concentrado, 1 kg de afrecho de soya y 4,5 kg de MS de ensilaje de pradera. Las vacas fueron ordeñadas dos veces al día, a las 7:00 y 16:00 h. Se realizaron mediciones de temperatura ambiental, humedad relativa, radiación solar y velocidad del viento mediante una estación meteorológica, información con la cual se calculó el THIaj y CCI para determinar la condición del día. Se midió y registró la temperatura intravaginal (IV) durante una semana mediante dispositivos CIDR (libres de hormonas) a los cuales se incorporó un datalogger del tipo iButton. Se midió la frecuencia respiratoria (FR) y puntaje de jadeo (PJ) a las 9, 13 y 17 h, mediante observación visual. El análisis estadístico se realizó con el programa SAS v. 9.4 considerando un modelo mixto con factores fijos y aleatorios con medidas repetidas en el tiempo evaluados con una significancia de  $p < 0,05$ . Para el puntaje de jadeo, se utilizó la función GENMOD, transformando las proporciones de vacas en cada PJ a valores logit.

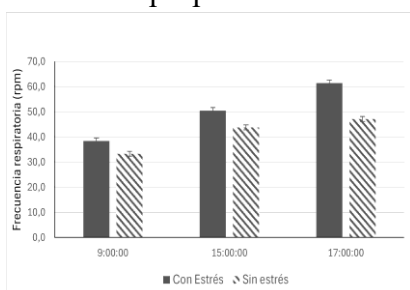
## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La temperatura IV no mostró diferencias entre dietas ( $p > 0,05$ ). Sin embargo, la condición del día sí tuvo efecto ( $p < 0,01$ ), con una mayor temperatura IV en los días con estrés calórico entre las 15:00 – 20:00 h alcanzando temperaturas de  $39,2^{\circ}\text{C}$  (Figura 1.A) coincidiendo con el máximo valor de CCI y THIaj diario (Figura 1.B)



**Figura 1. (A)** Temperatura intravaginal (°C) de vacas en condiciones con y sin estrés calórico. **(B)** Índice de THIaj y CCI en condiciones con y sin estrés calórico.

La FR y el PJ no presentaron diferencias entre las dietas ( $p > 0,05$ ), pero sí en la interacción entre la condición del día y la hora ( $p < 0,01$ ). Los días con estrés presentaron una mayor FR en los tres horarios evaluados. Sin embargo, el único horario en el que se presentó una FR sobre 60 epm fue a las 17 h en condición de estrés calórico (Figura 2), valor sobre el cual se considera que la vaca está en situación de estrés térmico (Mader et al., 2010). En el PJ se observó un aumento en la proporción de vacas con PJ 1 a las 13 h y a las 17 h para los PJ 1



y 2 (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Valores en función logit para los distintos puntajes de jadeo en condiciones sin y con estrés calórico en tres horarios de día.

Hora	9:00			13:00			17:00		
Puntaje jadeo	0	1	2	0	1	2	0	1	2
Sin estrés	-0,69	-38,27	-38,27	0,00	-28,87	-29,87	-0,08	-3,85	-28,87
Con estrés	-0,69	-38,27	-38,27	-0,25	-3,13	-3,85	-0,93	-1,85	-2,40
<i>p-value</i>	1,00	1,00	1,00	0,38	0,01	0,09	<0,05	<0,05	<0,05

## CONCLUSIONES

Bajo condiciones de estrés calórico leve, vacas en lactancia media a pastoreo tienen un respuesta negativa, marcada por la temperatura intravaginal y la frecuencia respiratoria aumentada además de un incremento en la probabilidad de presentar algún nivel de jadeo, aunque no hubo diferencias entre dietas. Se debe procurar tomar las medidas necesarias para adaptarse a las condiciones de estrés térmico.

## AGRADECIMIENTOS

A los PROYECTOS FONDECYT REGULAR 1220559 y FIA PYT-2022-0159.

## REFERENCIAS

- MADER, T. L., DAVIS, M. S., & BROWN-BRANDL, T. (2006). Environmental factors influencing heat stress in feedlot cattle. *Journal of animal science*, 84(3), 712-719.
- MADER, T., JOHNSON, L. Y GAUGHAN, J. (2010). A comprehensive index for assessing environmental stress in animals. *J. Anim. Sci.* 88:2153-2165.

# CONDICIONES TÉRMICAS INVERNALES Y SU EFECTO SOBRE LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE LECHE, REGIÓN DE LOS RÍOS

## Winter thermal conditions and their effect on milk yield and quality Los Ríos region

Luis Moya<sup>1</sup>, Juan Pablo Keim<sup>1</sup>, Reinaldo Pinto<sup>1</sup> y Rodrigo Arias<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Producción Animal, Facultad de Ciencias Agrarias y Alimentarias, Universidad Austral de Chile, Valdivia. E-mail: [rodrigo.arias@uach.cl](mailto:rodrigo.arias@uach.cl)

### INTRODUCCIÓN

Las condiciones térmicas afectan la producción, reproducción y bienestar animal, siendo de particular interés el estudio de sus efectos durante el periodo estival (Arias *et al.*, 2021). Sin embargo, en la última década, en la zona sur de Chile también se ha registrado cambios en el ambiente térmico al cual se expone el ganado, afectando el balance térmico de estos y consecuentemente su respuesta productiva. En este sentido, Arias *et al.*, (2019) reportaron que la velocidad del viento, las precipitaciones y el barro, incrementan de manera importante los requerimientos de mantención en novillos en engorda afectando negativamente la conversión y ganancia diaria de peso. Cabe destacar que existe limitada información respecto del efecto de las condiciones térmicas invernales sobre la producción y calidad de leche, lo que motivo el presente estudio.

### MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la Estación Experimental Agropecuaria Austral (EEAA) de la UACH, ubicada en el sector de Cabo Blanco que contaba con 180 vacas Holstein Friesian con una producción promedio 7.000 L/vaca/año. El estudio fue de carácter longitudinal retrospectivo utilizando registros individuales de las temporadas 2021-2023. Los datos climáticos se obtuvieron de la estación meteorología ubicada en la EEAA incluyendo precipitación (mm), temperatura (°C), humedad relativa (%), radiación solar ( $W m^{-2}$ ) y velocidad del viento ( $m s^{-1}$ ). Con esta información se estimó el índice integral del clima (CCI) para el periodo comprendido entre el 21 de marzo al 21 de septiembre en cada año. Posteriormente, se clasificaron los días como: Normal ( $CCI > 5 °C$ ), Adverso ( $CCI > 0 °C < 5 °C$ ) y Muy adverso ( $CCI < 0 °C$ ). Adicionalmente, se clasificaron las vacas en función del número días en lactancia como: Grupo 1 (< 100 días en ordeño), Grupo 2 (101 a 200 días en ordeño), y Grupo 3 (> 201 días en ordeño).

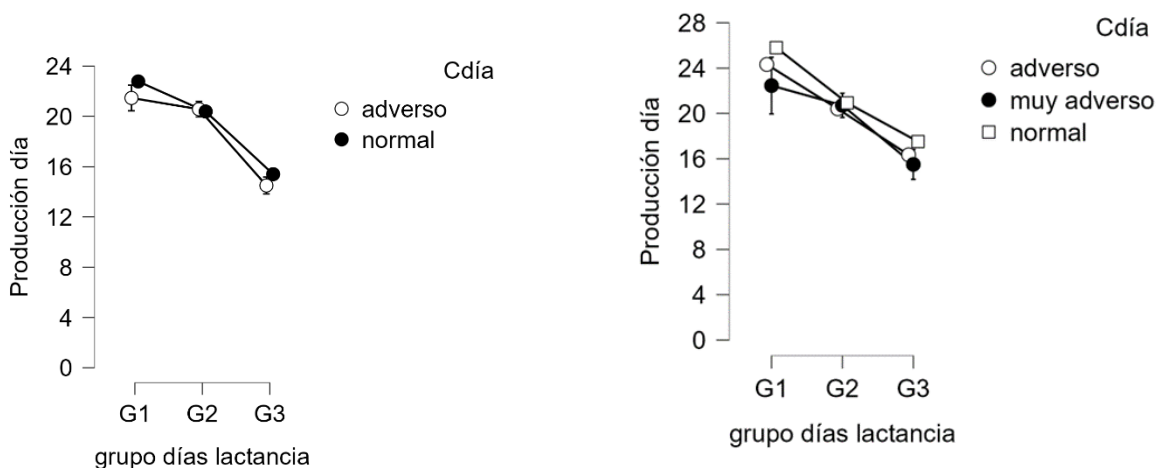
Los datos fueron analizados utilizando un diseño completo al azar con una estructura de tratamientos factorial de 3 x 3, siendo el primer factor la condición del día y el segundo factor los días en ordeño. Se utilizó un ANDEVA y prueba de Tukey. También, se realizaron pruebas de Chi-cuadrado para determinar si hubo diferencias en los días con condiciones climáticas adversas. El nivel de significancia fue del 5% en todos los análisis. Adicionalmente, se realizaron análisis de regresión simple utilizando como variables predictoras los índices térmicos CCI como variable respuesta la producción de leche.

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las variables climáticas presentaron diferencias entre las estaciones ( $P < 0,05$ ) a excepción de la humedad relativa. Destaca la mayor velocidad del viento promedio en el periodo de invierno respecto del otoño ( $1,41 \pm 1,09$  vs.  $0,76 \pm 0,86 m s^{-1}$ , respectivamente). La temperatura ambiental ( $7,46 \pm 2,51$  y  $11,10 \pm 3,14 °C$ ) y la radiación solar ( $165,66 \pm 94,98$  y  $229,25 \pm 118,76 W m^{-2}$ ) presentaron valores más bajos en el periodo de invierno respecto al otoño. El CCI fue menor en el invierno que en el otoño ( $7,46 \pm 3,43$  vs.  $13,81 \pm 5,42 °C$ ) y no se observaron diferencias en el promedio de las precipitaciones ( $9,59 \pm 14,06$  vs.  $6,25 \pm$

11,21 mm para invierno y otoño respectivamente) aunque hubo una mayor variación en el periodo invernal.

Al analizar por temporada, el 2022 presentó las temperaturas invernales más bajas y mayores precipitaciones. El número de horas mensuales con una condición del días adversos y muy adversos fue mayor ( $P < 0,05$ ) en los meses de mayo (19,8%), junio (37,8%), julio (44,5%) y agosto (43,9%). Por el contrario, para los meses de marzo y abril hubo una mayor proporción de horas con condición normal ( $> 93\%$ ). Al analizar por condición del día se observó una mayor proporción de días adversos y muy adversos en el periodo de invierno para las tres temporadas. No se presentaron días muy adversos para el periodo de otoño de las temporadas 2021 y 2022, y en la temporada 2023 solo se observaron días normales. Se observó un efecto de interacción (condición del día x grupo) sobre la producción de leche para la temporada 2021(Figura 1). En el periodo de otoño se encontraron diferencias ( $P > 0,05$ ) en el promedio para los distintos grupos, observándose solo días normales y adversos. En tanto se observó también un efecto de interacción ( $P < 0,05$ ) sobre la producción de leche tanto en otoño como invierno de la temporada 2022. No obstante, no se encontraron diferencias entre la condición del día sobre la producción de leche en el otoño ( $P > 0,05$ ). Finalmente, al utilizar el CCI como predictor de la producción de leche, si bien fue significativa en las tres temporadas ( $P < 0,05$ ), salvo el otoño del 2021, la variabilidad explicada no superó el 7% en el mejor de los casos.



**Figura 1.** Interacción entre la condición del día (C día) y los grupos en función de los días lactancia sobre la producción de leche (L/vaca/día) en la temporada 2021 en el periodo invernal.

## CONCLUSIONES

Las condiciones climáticas adversas y muy adversas tuvieron un impacto negativo en el confort térmico y sobre la producción de leche. Aunque el CCI mostró ser una buena herramienta para evaluar el confort térmico, se requiere más investigación para mejorar su uso como predictor de la producción de leche.

## REFERENCIAS

- Arias, R. A., C. Delgado, J. P. Keim, and M. Gandarillas. 2021. Use of the Comprehensive Climate Index to estimate heat stress response of grazing dairy cows in a temperate climate region. *J. Dairy Res.* 88: 154-161.
- Arias, R., C. Santa-Cruz, and A. Velásquez. 2019. Effect of High Potency Growth Implants on Average Daily Gain of Grass-Fattened Steers. *Animals* 9: 587.

# EFECTOS DE UN EXTRACTO POLIFENOLICO Y ACEITE DE ORUJO DE UVA PAÍS SOBRE LA FERMENTACIÓN RUMINAL Y METANO *IN VITRO*

## *Effects of a polyphenolic extract and País grape marc oil on rumen fermentation and methane in vitro*

Sandra Tatiana Suescún-Ospina<sup>1, 2</sup>, Nelson Vera Aguilera<sup>2</sup>, Pamela Williams Salinas<sup>1</sup>, Rodrigo Allende<sup>2</sup>, Jorge Avila-Stagno<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Producción Animal, Facultad de Agronomía-Universidad de Concepción.  
<sup>2</sup>Departamento de Ciencia Animal, Facultad de Veterinaria-Universidad de Concepción.  
\*Email: jorgeavila@udec.cl

## INTRODUCCIÓN

Información respecto a los efectos de la combinación de polifenoles de orujo de uva y fuentes lipídicas sobre parámetros de la fermentación ruminal y la producción de metano (CH<sub>4</sub>) son limitados. Un extracto polifenólico de orujo de uva País (EOU) usado como aditivo en una dieta alta en forraje redujo la desaparición de la proteína cruda, la producción diaria de nitrógeno amoniacal, y la producción de CH<sub>4</sub> e incrementó la producción de propionato en condiciones *in vitro* (Suescún-Ospina et al., 2023). Aceites dietarios ricos en ácidos grasos poliinsaturados, como oleico y linoleico combinados con taninos de uva demostraron ser mas efectivos para modular la biohidrogenación ruminal y la producción de CH<sub>4</sub> (Thanh et al., 2022). Este estudio tuvo como objetivo determinar los efectos de un extracto polifenólico de OU País solo o en combinación con aceite de OU en dosis crecientes (2.5% y 5% MS) sobre la fermentación y la producción de CH<sub>4</sub> de una dieta alta en forraje en condiciones *in vitro*.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio se realizó en el laboratorio de Nutrición y Sistemas Ganaderos, Departamento de Ciencia Animal, Universidad de Concepción (Chillán-Chile). Se realizó un cultivo tipo batch en un arreglo factorial de 2 × 3 completamente al azar con seis tratamientos, una dieta alta en forraje (relación forraje-concentrado 70:30) fue usada como control (T1), dieta control + 21 g/kg de extracto de orujo de uva (T2), dieta control + 25 g/kg aceite de OU (T3), dieta control + 50 g/kg de aceite de OU (T4), dieta control + 21 g/kg de EOU y 25 g/kg de aceite de OU (T5) y dieta control + 21 g/kg de EOU y 50 g/kg de aceite de OU (T6). Los ingredientes se molieron a 2 mm, y depositaron 0,5 g de cada sustrato en bolsas Ankom® F57. Se incubaron tres botellas ámbar de 50 mL de cada tratamiento en cada tiempo de muestreo (24 y 48 h) y se realizaron tres corridas (réplicas estadísticas) en semanas consecutivas de acuerdo a Suescun-Ospina et al. (2022). Se registró la producción de gas de cada botella por desplazamiento de agua, tomando previamente muestras de gas para determinación de la concentración de CH<sub>4</sub>, y del fluido de cultivo para determinación de ácidos grasos volátiles y nitrógeno amoniacal. Los datos se analizaron en Stata15.1 mediante ANOVA, considerando el nivel de aceite de OU, el nivel de EOU y su interacción como efectos fijos. Se promediaron los resultados de las tres réplicas, siendo estos la unidad estadística para los análisis de parámetros de la fermentación ruminal: desaparición *in vitro* de la materia seca (DIVMS, %), producción diaria de nitrógeno amoniacal (mg/dL), de ácidos grasos volátiles propionato (% del total) y ácidos grasos de cadena ramificada (AGCR, % del total), producción de gas (mL/día) y CH<sub>4</sub> (mg/g MS incubada y mg/g MS desaparecida). Se aplicó estadígrafo de Tukey para comparación de medias y declararon diferencias estadísticas cuando  $p \leq 0.05$ .

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La inclusión de aceite de OU al 5% redujo significativamente la DIVMS ( $p < 0,001$ ). Por otro lado, la inclusión de EOU solo o en combinación con aceite, no afectó la producción de ácidos grasos volátiles, ni la proporción molar de acetato (datos no presentados) pero si incrementó la concentración molar de propionato ( $p < 0,001$ ) (Tabla 1). Además, el EOU redujo la concentración de N-NH<sub>3</sub> en 29% y de ácidos grasos de cadena ramificada en 18% ( $p < 0,001$ ) observándose esto en los tratamientos T2 y T6, pero no en los demás. Se registraron efectos de la interacción entre el extracto de OU y aceite de OU sobre el porcentaje de CH<sub>4</sub> en gas ( $p = 0,033$ ), la producción ( $p = 0,041$ ) y el rendimiento de CH<sub>4</sub> ( $p = 0,041$ ). Las reducciones en la producción de CH<sub>4</sub> fueron del 24% con EOU, 28% cuando se combinó EOU y aceite de OU al 2,5% y de 31% cuando se combinó EOU con aceite de OU al 5% de la MS.

**Tabla 1.** Efectos de la inclusión de aceite y extracto de orujo de uva sobre parámetros de fermentación y metano ruminal de una dieta alta en forraje a las 24 h de fermentación.

Parámetro	T1	T2	T3	T4	T5	T6	EEM	A	E	A×E
DIVMS, %	50.1 <sup>A</sup>	49.7 <sup>AB</sup>	49.5 <sup>AB</sup>	45.7 <sup>B</sup>	48.8 <sup>AB</sup>	45.6 <sup>B</sup>	0.148	<0.001	0.083	0.931
N-NH <sub>3</sub> , mg/dL	10.5 <sup>A</sup>	7.5 <sup>B</sup>	8.3 <sup>AB</sup>	8.5 <sup>AB</sup>	7.9 <sup>AB</sup>	7.6 <sup>B</sup>	0.350	0.436	<0.001	0.061
Propionato (%)	27.9 <sup>B</sup>	32.5 <sup>A</sup>	30.4 <sup>AB</sup>	31.3 <sup>AB</sup>	32.1 <sup>AB</sup>	32.2 <sup>A</sup>	1.486	0.054	0.001	0.917
AGCR (%)	2.8 <sup>A</sup>	2.3 <sup>B</sup>	2.6 <sup>AB</sup>	2.8 <sup>AB</sup>	2.5 <sup>AB</sup>	2.3 <sup>B</sup>	0.089	0.446	0.025	0.535
CH <sub>4</sub> (%)	12.2 <sup>A</sup>	10.1 <sup>B</sup>	11.5 <sup>AB</sup>	11.1 <sup>B</sup>	10.5 <sup>BC</sup>	9.5 <sup>C</sup>	0.157	0.021	0.148	0.033
CH <sub>4</sub> MSI (mg/g)	9.9 <sup>A</sup>	7.5 <sup>B</sup>	9.1 <sup>AB</sup>	8.9 <sup>AB</sup>	7.1 <sup>BC</sup>	6.8 <sup>C</sup>	0.699	0.030	0.062	0.041
CH <sub>4</sub> MSD (mg/g)	20.1 <sup>A</sup>	14.2 <sup>B</sup>	18.0 <sup>AB</sup>	17.5 <sup>AB</sup>	14.0 <sup>BC</sup>	13.3 <sup>C</sup>	1.146	0.001	0.056	0.042

Nota: T1 control, T2 extracto de OU al 2.1% MS, T3 aceite de OU al 2.5% MS, T4 aceite de OU al 5% MS, T5 extracto de OU al 2.1%MS + aceite de OU al 2.5% MS, T6 extracto de OU al 2.1%MS + aceite de OU al 5% MS, EEM: error estándar de la media, A: aceite de OU País, E: extracto polifenólico de OU País, A×E: interacción entre aceite y extracto de OU País. DIVMS: desaparición *in vitro* de la materia seca, AGCR: ácidos grasos de cadena ramificada. MSI: materia seca incubada, MSD: materia seca digerida. <sup>A-C</sup> medias en una fila con superíndices diferentes son significativamente diferentes ( $p < 0,05$ ).

El efecto aditivo entre aceite y extracto de OU sobre la producción y el rendimiento de CH<sub>4</sub> registrado en este estudio indica un mayor potencial antimetanogénico del EOU, dado que una mayor reducción en T6 puede ser resultado de un efecto negativo sobre la DIVMS. De otra parte, se corrobora que EOU reduce la degradación de la proteína y la producción de NH<sub>3</sub>-N, sin afectar la DIVMS, resultados que coinciden parcialmente con Thanh et al. (2022).

## CONCLUSIONES

La combinación de extracto polifenólico con aceite de OU al 2.5% (MS) no genera efectos aditivos sobre parámetros de la fermentación o la producción de CH<sub>4</sub>. Entre tanto la combinación con aceite al 5% (MS) incrementa el potencial antimetanogénico del extracto aunque reduce la DIVMS en 9%.

## REFERENCIAS

SUESCÚN-OSPINA S.T. VERA A. N. WILLIAMS S P, ALLENDE R. AVILA-STAGNO J. Efectos de un extracto de orujo de uva país sobre la fermentación ruminal, metano y metanogenos totales *in vitro*. Libro de resúmenes XLVIII Congreso SOCHIPAA.G. 15-17 de noviembre 2023

SUESCUN-OSPINA, S. T., VERA, N., ASTUDILLO, R., YUNDA, C., WILLIAMS, P., ALLENDE, R., & ÁVILA-STAGNO, J. (2022). Effects of País grape marc inclusion in high and low forage diets: Ruminal fermentation, methane production and volatile fatty acids. *Italian Journal of Animal Science*, 21(1), 924-933.

THANH LP, KHA PTT, LOOR JJ, HANG TTT. 2022. Grape seed tannin extract and polyunsaturated fatty acids affect *in vitro* ruminal fermentation and methane production. *J. anim. Sci.* 100(3):1-9.



# EFFECTO DE DOSIS BAJAS DE UN ADITIVO BASADO EN SAPONINAS Y POLIFENOLES SOBRE PARÁMETROS DE FERMENTACIÓN RUMINAL Y LA PRODUCCIÓN DE METANO EN UN SISTEMA RUSITEC

## Effects of increasing doses of a saponin and polyphenol-based additive on rumen fermentation and methane production in a RUSITEC system

Tatiana Suescun-Ospina<sup>1,2</sup>, Rosa Navarro<sup>3</sup>, Catalina Rivoir<sup>4</sup>, Valentina Olmos-Salvo<sup>1</sup>, Victoria Tapia<sup>3</sup>, María José Salgado<sup>1</sup>, Macarena Pino<sup>1</sup>, Rodrigo Allende<sup>1</sup>, Jorge Ávila-Stagno<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Ciencia Animal, Facultad de Ciencias Veterinarias-Universidad de Concepción. <sup>2</sup>Departamento de Producción Animal, Facultad de Agronomía-Universidad de Concepción. <sup>3</sup>Plantae Labs. <sup>4</sup>Departamento de Producción Animal y Pasturas, Facultad de Agronomía, Universidad de la República, Paysandú, Uruguay \*Email: [jorgeavila@udec.cl](mailto:jorgeavila@udec.cl)

## INTRODUCCIÓN

Existe creciente interés en la evaluación de aditivos basados en compuestos secundarios de plantas con la finalidad de mitigar las emisiones de metano (CH<sub>4</sub>) entérico en sistemas pecuarios. Se espera que los efectos de mitigación se obtengan con dosis que no afecten la utilización de los nutrientes. En un ensayo previo con dosis de 0,8% MS de un aditivo basado en saponinas y Polifenoles, se observó reducciones en la producción de NH<sub>3</sub> y CH<sub>4</sub> con reducciones en la desaparición *in vitro* de materia seca (DIVMS). El objetivo de este ensayo fue evaluar dosis decrecientes del aditivo en una dieta basada en forraje sobre la producción de gas, CH<sub>4</sub>, desaparición *in vitro* de materia seca (DIVMS) y de parámetros de fermentación ruminal (producción de ácidos grasos volátiles totales (AGV totales) y producción de nitrógeno amoniacal (N-NH<sub>3</sub>)).

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio fue realizado en el Laboratorio de Nutrición y Sistemas Ganaderos (Universidad de Concepción) en los meses de julio y agosto de 2023. Se realizó un experimento *in vitro* semicontinuo Rusitec (Czerkawski y Breckenridge, 1977), de dos corridas experimentales de 12 días cada una. Cada corrida incluyó 7 días de adaptación y 5 días de muestreo, utilizando un diseño de bloques completos al azar. El líquido y digesta ruminal se obtuvo de 2 bovinos canulados, alimentados con una dieta con una relación forraje:concentrado de 70:30 durante dos semanas previas a la incubación. Se definió como tratamiento control la dieta basal (PC = 15,09%; FDN 31,92%), sobre la que se incluyó en dosis de 0,015% MS el aditivo Feed Sap, basado en saponinas y polifenoles (Plantae Labs, Chile). Cuatro fermentadores se llenaron con líquido ruminal (800 mL) y solución buffer McDougall (200 mL). Los tratamientos fueron incubados por 48 horas. El gas producido se almacenó en bolsas colectoras y se midió por desplazamiento de agua, previa extracción de una muestra para determinar CH<sub>4</sub> por cromatografía de gases. La DIVMS se determinó por diferencia de peso. La producción de AGV totales y de N-NH<sub>3</sub> fue determinada a partir de muestras de efluentes. El análisis estadístico se realizó con el software Stata 13, utilizando la prueba de Tukey para la comparación de medias, considerando diferencias estadísticamente significativas cuando  $p < 0,05$ .

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La DIVMS y DIVPC no fue afectada ( $p=0,119$ ; Cuadro 1) pero la DIVFDN fue levemente incrementada. No se registró efecto del tratamiento sobre el pH, N-NH<sub>3</sub>, AGV totales ni la producción de gas ( $p= 0,294$ ). Sin embargo, el aditivo redujo el acetato, incrementó el

propionato y redujo la relación A:P en un 11% ( $p < 0,001$ ). El aditivo a una concentración de 0,15% redujo en un 30% la concentración del  $CH_4$  ( $p = 0,001$ ). La producción de  $CH_4$  por unidad de MS incubada (MSI) y por unidad de MS digerida (MSD) se redujo en un 30% ( $p = 0,029$ ). Este efecto asociado a la falta de efecto sobre la DIVMS, la producción de AGV y la producción de gas sugiere que el aditivo podría tener efecto inhibitorio directo sobre los protozoos y/o arqueas metanogénicas, lo que debe ser confirmado por medio de estudios de poblaciones microbianas.

**Cuadro 1.** Efecto de la inclusión de Feed Sap (FS) en una dieta alta en forraje para bovinos sobre la desaparición *in vitro* de materia seca (DIVMS), producción de gas y metano ( $CH_4$ ), nitrógeno amoniacal ( $N-NH_3$ ) y AGV en un sistema *in vitro* de fermentación semicontinuo.

Parámetro	Tratamiento %		EEM	Valor P
	0	0.015		
DIVMS (%)	59,75	58,13	0,765	0,397
DIVFDN	40,25	40,19	0,834	0,087
DIVPC	57,04	56,91	0,825	0,093
pH	6,95	6,97	0,017	0,625
N-NH <sub>3</sub> (mg/día)	9,95	9,65	0,294	0,773
AGV mM	46,5	41,9	2,028	0,906
AGV, mmol/100 mmol				
Acetato	59,84 <sup>A</sup>	55,93 <sup>B</sup>	0,443	<0,001
Propionato	20,35 <sup>B</sup>	23,48 <sup>A</sup>	0,394	0,003
Butirato	11,29 <sup>B</sup>	12,17 <sup>A</sup>	0,201	0,005
A:P	3,00 <sup>A</sup>	2,67 <sup>B</sup>	0,061	<0,001
Gas total (mL)	1494	1497	66,3	0,151
Gas MSI (mL/g)	154,7	153,8	6,86	0,399
Gas MSD (mL/g)	256,77	265,96	12,07	0,692
CH <sub>4</sub> (%)	3,20 <sup>A</sup>	2,25 <sup>B</sup>	0,06	<0,001
CH <sub>4</sub> mg/g MS Incubada	3,98 <sup>A</sup>	2,74 <sup>B</sup>	0,158	0,001
CH <sub>4</sub> mg/g MS Desaparecida	6,39 <sup>A</sup>	4,49 <sup>B</sup>	0,112	0,001

## CONCLUSIONES

La inclusión de Feed Sap, un aditivo natural que contiene saponinas y polifenoles reduce la producción *in vitro* de  $CH_4$  al utilizarse una dosis de 0,015% de MS en una dieta basada en forraje, sin afectar la digestibilidad de la MS, la producción de gas ni la producción de AGV.

## REFERENCIAS

CZERKAWSKI, J. W., & BRECKENRIDGE, G. (1977). Design and development of a long-term rumen simulation technique (Rusitec). *British journal of nutrition* 38(3), 371–384.

# PRADERAS DE PLANTAGO COMO ESTRATEGIA PARA REDUCIR LAS PÉRDIDAS DE NITRÓGENO EN SISTEMAS LECHEROS

## Plantain based pastures as a strategy to reduce nitrogen losses from dairy systems

Soledad Navarrete<sup>1,2\*</sup>, Peter D. Kemp<sup>2</sup>, Dave J. Horne<sup>2</sup>, María J. Rodríguez<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Universidad de Concepción, <sup>2</sup> Massey University, <sup>3</sup> Lowe Environmental Impact

\*Email: [soledadnavarrete@udec.cl](mailto:soledadnavarrete@udec.cl)

### INTRODUCTION

Plantain (*Plantago lanceolata*; PL) can provide a low-cost solution to mitigate nitrogen (N) losses from pastoral dairy systems. The incorporation of plantain into mixed pastures mitigated N losses by a combination of animal and soil pathways influencing the N cycle in pastoral systems (Pinxterhuis et al., 2024). This research aimed to quantify the productivity and reductions in NO<sub>3</sub> leaching and nitrous oxide (N<sub>2</sub>O) emissions from PL compared with ryegrass-white clover (*Lolium perenne*/*Trifolium repens*; RGWC) pastures in a large-scale dairy grazing experiment.

### MATERIALS & METHODS

A grazing system experiment was conducted at Massey University Dairy No 4 in Palmerston North, New Zealand with the approval of Massey University animal ethics committee. The experiments evaluated: 1) PL (cv. Agritonic), 2) PL-clover (*T. repens* and *T. pratense*) mix and 3) RGWC pastures. The pastures were established in a complete randomised design (n=5) using plots of 800 m<sup>2</sup> isolated with a mole-pipe drain systems to monitor all drainage water and collect sub-samples for N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> analysis through the winter-spring drainage seasons. The pastures were grazed with the same group of lactating dairy cows (n=20) in each treatment during the entire grazing seasons (8-9 times/year) for 2 years. The herbage mass pre- and post-grazing (kg DM/ha) were determined from each plot by cutting to ground level the herbage in 0.1 m<sup>2</sup> quadrat (n=3). Hand-plucked samples of herbage (~200 g) from each plot (n=5/pasture) were taken for botanical composition and chemical analysis. Urine spot samples from each cow were taken in summer/autumn to analyse urinary N and creatinine concentrations. In spring N<sub>2</sub>O emissions from PL and RGWC was assessed following the methodology described by Rodriguez (2020).

### RESULTS & DISCUSSION

This research provides a comprehensive assessment of the benefits of PL as strategy to reduce N losses from a dairy system in comparison to RGWC pastures, without compromising productivity (Pinxterhuis et al., 2024; Rodriguez, 2020). Results demonstrated PL potential to reduced NO<sub>3</sub> leaching when compared to RGWC pastures (Table 1). The effectiveness of PL reducing NO<sub>3</sub> leaching was influenced by the % of PL, in agreement with previous research (Pinxterhuis et al., 2024). The largest contributor to N losses from pastoral dairy systems is urinary N deposited in patches at a high N loading rate (Pinxterhuis et al., 2024). PL ability to reduce NO<sub>3</sub> leaching resulted from a lower urine N excretion and a dilution effect in cows, reducing the N loading rate in comparison to RGWC. Plantain increases urine production in cows resulting in a greater spread of urine patches, with lower N load per urine patch (Nguyen et al., 2023). The lack of advantage of PL-clover mix pasture reducing NO<sub>3</sub> leaching suggested that the content of legume in pasture might be vulnerable to high NO<sub>3</sub> leaching due to a higher input from biological N fixation.

Cumulative N<sub>2</sub>O emissions and emission factor from urine patches of cows grazing pasture with PL were lower when compared with RGWC (Table 2), in agreement with previous studies (Vi et al., 2023).

**Table 1.** Average cumulative N leaching, percentage (%) of PL (and clover), and urine N rate and excretion in RGWC, PL, and PL-clover mix pastures during two years.

	Pasture treatments		
	RGWC	PL	PL-Clover
<b>N leaching (kg N-NO<sub>3</sub>/ha)</b>			
Year1	5.4 <sup>a</sup>	2.8 <sup>b</sup>	6.6 <sup>a</sup>
Year2	3.1 <sup>b</sup>	4.0 <sup>b</sup>	9.4 <sup>a</sup>
<b>RG or PL (clover) (%)</b>			
Year1	70 (10)	80 (5)	64 (31)
Year2	69 (9)	46 (26)	15 (29)
<b>Urine N rate (kg N/ha)</b>			
Year1	665 <sup>a</sup>	484 <sup>c</sup>	536 <sup>b</sup>
Year2	887 <sup>b</sup>	786 <sup>b</sup>	945 <sup>a</sup>
<b>Urine N excretion (kg N/cow)</b>			
Year1	158 <sup>a</sup>	125 <sup>b</sup>	144 <sup>a</sup>
Year2	153 <sup>c</sup>	178 <sup>b</sup>	207 <sup>a</sup>

<sup>a, b, c</sup> Mean values in the same row with different superscripts differ significantly (p<0.05).

Plantain's ability to reduce N<sub>2</sub>O emissions resulted from the same animal pathways that reduce urine N loading rate when cows graze PL pastures. In this study, the urine N rate in cows grazing PL (420 kg N/ha) was 28% lower than in RGWC pastures (465 kg N/ha).

**Table 2.** Cumulative nitrous oxide (kg N-N<sub>2</sub>O/ha) emissions and emission factor (EF) from urine under PL and RGWC swards.

Season	Urine Type	Pasture	Cumulative N <sub>2</sub> O	EF (%)
<i>Spring</i>	RGWC	RGWC	4,8 <sup>a</sup>	1,4 <sup>a</sup>
		PL	3,5 <sup>ab</sup>	1,0 <sup>ab</sup>
	PL	RGWC	4,2 <sup>a</sup>	1,4 <sup>a</sup>
		PL	2,8 <sup>b</sup>	0,9 <sup>b</sup>

<sup>a, b, c</sup> Mean values in the same column with different superscripts differ significantly (p<0.05).

## CONCLUSIONS

This research highlights that reductions in N losses can be achieved by incorporating PL in dairy pastures. Plantain caused a greater spread of urine-N and a lower N deposition per ha reducing the urine N loading rate and subsequent N leaching at paddock level and N<sub>2</sub>O emissions from urine patches. These findings indicate the potential of PL to mitigate N losses at farm scale.

## REFERENCES

PINXTERHUIS, J. B., JUDSON, H. G., PETERSON, M. E., NAVARRETE, S., MINNEE, E., DODD, M. B., & DAVIS, S. R. 2024. Implementing plantain (*Plantago lanceolata*) to mitigate the impact of grazing ruminants on nitrogen losses to the environment: A review. *Grass and Forage Science* 79(4).

VI, C.; KEMP, P.D.; SAGGAR, S.; NAVARRETE, S.; HORNE, D.J. 2023. Effective proportion of plantain (*Plantago lanceolata* L.) in mixed pastures for botanical stability and mitigating nitrous oxide emissions from cow urine patches. *Agronomy*, 13, 1447.

NGUYEN, T. T., NAVARRETE, S., HORNE, D., DONAGHY, D., BRYANT, R. H., & KEMP, P. 2023. Dairy cows grazing plantain-based pastures have increased urine patches and reduced urine N concentration that potentially decreases N leaching from a pastoral system. *Animals*, 13(3), 528.

RODRIGUEZ, MARIA JIMENA. 2020. Plantain (*Plantago lanceolata* L.) as a natural mitigation strategy to reduce nitrogen losses from pasture-based dairy systems. PhD Thesis, Massey University, New Zealand.

# BACTERIOFAGOS PARA EL MANEJO DE MASTITIS BOVINA POR STAPHYLOCOCCUS AUREUS Y ESCHERICHIA COLI: FOMENTANDO LA REDUCCIÓN DE ANTIBIÓTICOS EN LECHERIAS.

**Bacteriophages for the management of bovine mastitis caused by *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*: promoting the reduction of antibiotics in dairy farms.**

M. Teresa Ulloa<sup>1</sup>, Scarlett Troncoso<sup>1</sup>, Camila Sanhueza<sup>1\*</sup>, Ingrid Castro<sup>2</sup>, Waleska Dimter<sup>2</sup>, Nicolás Pizarro<sup>3</sup>, Andrés Carvajal<sup>3</sup>. 1: Vertebral, Pudahuel; 2: Cooprinsem, Osorno; 3: INIA Remehue,\*Email: csanhueza@coaniquem.org.

## INTRODUCCIÓN

Uno de los principales problemas de la industria lechera es la mastitis bovina, generando grandes pérdidas anuales. *S. aureus* y *E. coli* son 2 de los agentes más prevalentes. En su control, destaca el uso de sustancias tóxicas y antibióticos, ej: Cefotiofur, Oxacilina, y Tetraciclina, entre otros. Sin embargo; la elevada prevalencia sugiere que los productos disponibles en el mercado no son suficientemente efectivos. Además, el uso masivo de antibióticos selecciona resistencia. En este contexto, la fagoterapia es una alternativa promisoriosa, debido a que, a diferencia de los antibióticos, los fagos son muy específicos, afectan sólo a la bacteria causante de la infección, pueden usarse como tratamiento preventivo, de rápida producción, sin efectos secundarios y son amigables con el medio ambiente. En este contexto, el objetivo de este estudio fue determinar la actividad lítica de 7 fagos contra *S. aureus* y *E coli* provenientes de vacas con mastitis clínica (MC) o subclínicas (MSC).

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se analizó la eficiencia de 3 fagos de *S. aureus* y 4 fagos de *E. coli* frente a una colección de 27 cepas *S. aureus* y 23 cepas de *E. coli* respectivamente, provenientes de leches de vacas con MC o MSC de la región de Los Lagos, Chile. Las cepas fueron aisladas en el laboratorio de Cooprinsem, Osorno (diciembre 2021- julio 2023) y su resistencia antimicrobiana fue evaluada por VITEK y difusión en agar (neomicina - 30 ug, ceftiofur - 30 ug, cefoxitina - 30 ug y ampicilina - 10 ug) para *S. aureus* y solo difusión en agar para *E. coli*. La actividad lítica de los fagos se investigó mediante determinación de rango hospedero en agar doble capa; eficiencia de plaqueo (EoP) siguiendo la metodología de Gibson *et al.*, y curvas de cinética fagos/ hospedero para establecer el porcentaje de lisis y el retraso de la fase exponencial (h de retraso). La especificidad de los fagos se evaluó con diversas especies relacionadas y/o que comparten nicho con *E. coli* (26 cepas de bacilos Gram negativos) y *S. aureus* (9 cepas de cocáceas Gram positivo).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La fagoterapia emerge como una alternativa para superar problemas de resistencia a antibióticos, en consecuencia; en este estudio se examinó la actividad lítica de 7 bacteriófagos *in vitro* frente a una colección de 27 cepas de *S.aureus* y 23 cepas de *E. coli*, para su uso futuro en el tratamiento de la mastitis.

**Susceptibilidad antimicrobiana de las cepas:** Las cepas de *S. aureus* presentan un 11% de resistencia a Bencilpenicilina mediante tarjetas Vitek, mientras que por la técnica de difusión en agar no se observó resistencia a ampicilina, neomicina, ceftiofur o cefoxitina. En el caso de *E. coli* se evidenció resistencia de 21% y 17,39% para amoxicilina/clavulánico y tetraciclina, respectivamente.

**Actividad lítica de los fagos:** La técnica de Rango Hospedero evidencia que los fagos CB y OA presentan actividad lítica en 21/27 (77,8%) de las cepas de *S. aureus*, y el fago NP tiene efecto en 19/27 (70,5%). La determinación del rango hospedero, mostró que el 100% de las cepas desafiadas de *S. aureus* fueron lisadas por al menos uno de los fagos analizados.

En el caso del Rango Hospedero de los fagos para *E. coli*, el fago BECO3, tiene actividad lítica en 9/23 (39,1%) de las cepas. Por su parte los fagos BECO1 y BECO12, tienen actividad contra 6/23 (26,1%) de las cepas y el fago BECO6 tiene efecto en 4/23 (17,4%). La determinación del rango hospedero, mostró que el 69% de las cepas de *E. coli* fueron lisadas por al menos uno de los fagos analizados.

**Eficiencia de Plaqueo:** Con respecto a las cepas de *S. aureus*, los fagos CB y OA son clasificados como altamente virulentos en un 74,1% de los casos, por su parte el fago NP, en el 55,5% de los casos presenta alta o moderada virulencia. En cuanto a las cepas de *E. coli*, el fago BECO1 presenta un mayor porcentaje de casos altamente virulentos, en un 43,5% de los casos, y por su parte el fago BECO3, en el 69,6% de los casos presenta alta o moderada virulencia.

### **Curvas de Cinética Fago - Hospedero**

Los fagos de *S. aureus* se evaluaron contra las 27 cepas de *S. aureus*, siendo el fago CB el que mostró mejores resultados, con un porcentaje de lisis del 87,34% y un retraso de la fase exponencial de 10 horas. En el caso de los fagos de *E. coli*, el fago BECO3 presenta un porcentaje de lisis del 14,66% y un retraso de la fase exponencial de 1,62 horas en promedio, y la combinatoria teórica de los 4 fagos presenta un porcentaje de lisis del 31,88% y 3,58 horas de retraso de la fase exponencial.

### **Especificidad de los bacteriófagos**

La especificidad de los bacteriofagos de *E. coli* fue evaluada contra *K. pneumoniae*, *E. cloacae*, *P. mirabilis*, *C. freundii*, *K. oxytoca*, *E. asbour* y los bacteriofago de *S. aureus* se evaluaron contra *S. chromogenes*, *E. faecium*, *S. equinus* y *S. uberis*, observándose actividad lítica en 1 de las 3 cepas de *S. chromogenes* con los fagos CB y NP, en las otras especies bacterianas no hubo actividad lítica cruzada.

## **CONCLUSIONES**

Los resultados de eficacia mostrados por los 3 fagos de *S. aureus* y los 4 fagos *E. coli* son promisorios, sustentando posibles aplicaciones de terapia basada en el uso de fagos, de manera individual o en cócteles en prevención y/o tratamiento de la mastitis bovina causada por *S. aureus* y *E. coli*, cuidadosa con el microbioma y el medioambiente.

## **AGRADECIMIENTOS**

Proyecto FIA PYT-2023-0088.

Centro Austral de Tecnología Genómica, Universidad de Magallanes.

## **REFERENCIAS**

KUTTER E. 2009. Phage host range and efficiency of plating. *Methods in molecular biology (Clifton, N.J.)*, 501, 141–149.

GIBSON, S. B., GREEN, S. I., LIU, C. G., SALAZAR, K. C., CLARK, J. R., TERWILLIGER, A. L., ... & RAMIG, R. F. (2019). Constructing and characterizing bacteriophage libraries for phage therapy of human infections. *Frontiers in microbiology*, 10, 2537.

# FRECUENCIA DE RESISTENCIA ANTIMICROBIANA DE MICROORGANISMOS AISLADOS EN MUESTRAS DE LECHE DE CHILE, ESTUDIO DESCRIPTIVO ENTRE 2023 Y 2024

## *Antimicrobial Resistance of Microorganisms Isolated from Milk in Chile: A Descriptive Study Conducted Between 2023 to 2024*

Paulina Pacha<sup>1</sup>, Carla Acuña<sup>2</sup>, Waleska Dimter<sup>2</sup>, Cristoffer Torealba<sup>2</sup>, Ingrid Castro<sup>2</sup>, Lilibeth González<sup>2</sup>, Luis Marileo<sup>3</sup>.

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Agropecuarias y Medioambiente, Universidad de La Frontera, Temuco; <sup>2</sup>Laboratorio de Diagnóstico Veterinario Cooprinsem, Osorno, Chile; <sup>3</sup>Escuela de Medicina Veterinaria, Facultad de Recursos Naturales, Universidad Santo Tomás.

[paulina.pacha@ufrontera.cl](mailto:paulina.pacha@ufrontera.cl)

## INTRODUCCIÓN

En los rebaños de producción de leche, la monitorización de infecciones intramamarias a través del aislamiento microbiano y caracterización mediante antibiograma son mecanismos utilizados para una decisión de tratamiento más certera. Los hallazgos recientes de Muñoz et al. (2018) en Chile indican un amplio rango de resistencia a los antimicrobianos (del 0 al 98%) entre varios patógenos intramamarios que incluyeron *S. aureus*, *Staphylococcus coagulasa negativo* (SCN), *S. uberis*, *S. dysgalactiae*, y *E. coli*. Actualmente en sanidad animal la Agencia Europea de Medicamentos (EMA) clasifica los antibióticos en cuatro categorías para uso veterinario, según los riesgos asociados y su espectro de acción. La resistencia antimicrobiana es un fenómeno dinámico, por lo que éste reporte describe la frecuencia de resistencia antibiótica en microorganismos aislados de leche vinculado a la clasificación EMA.

## MATERIAL Y MÉTODOS

En el período comprendido entre 2023 y 2024 (enero-octubre) se examinaron 2096 muestras de leche bovina en el Laboratorio de Diagnóstico Veterinario de Cooprinsem en varias regiones que incluyen Metropolitana, Ñuble, La Araucanía, Los Ríos y Los Lagos. En todas las muestras se identificaron los microorganismos y se evaluaron con antibiogramas la metodología de difusión en disco de Kirby-Bauer. Los datos se analizaron mediante estadísticas descriptivas basadas en los microorganismos identificados y en los antibióticos correspondientes evaluados. Los resultados de cada antimicrobiano se clasificaron en función de su aplicación en la lactancia (L) y en la terapia de secado (TS). Además, cada antibiótico se clasificó en su categoría EMA respectiva, que incluye: A (No usar), B (restringido), C (uso cauteloso) y D (uso prudente).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

*Staphylococcus aureus* (30.1%), SCN (21.2%), y *S. equinus* (10.7%) fueron los microorganismos aislados con mayor frecuencia. Seguidos en frecuencia *E. coli* (7.7%), *S. uberis* (6.2%) y *S. dysgalactiae* (5.1%). Entre todos los microorganismos evaluados, las proporciones de resistencia más altas, aproximadamente el 23%, se registraron en el caso del sulfametaxol/trimetropina y de penicilina. Los niveles de resistencia de *S. aureus* y de SCN oscilaron entre el 0 y el 23%, lo que indica que aún quedan posibles opciones terapéuticas de uso prudente (categoría D) para las terapias relacionadas con la lactancia y terapia de secado. Por otro lado, *E. coli* mostró un espectro de resistencia más amplio con resistencias de hasta un 79.9 y un 13.9% en antibióticos de uso con cautela y restringido, respectivamente. La EMA designa la cefapirina como de uso cauteloso, lo que subraya la necesidad de emplear



antibiogramas para la selección juiciosa de los agentes antimicrobianos adecuados. Nuestros hallazgos coinciden con los resultados, aunque con pequeñas diferencias en frecuencias. En Chile, si bien existe la recomendación de optar por el antimicrobiano con el espectro bacteriano más reducido para las intervenciones terapéuticas, el potencial de establecer un sistema de clasificación de los antimicrobianos, tal como lo ha establecido la EMA en Europa, junto con la utilización de antibiogramas, podrían permitir el mantener bajos los niveles de resistencia a los antibióticos de uso restringido reportados en el presente trabajo.

Tabla 1. Frecuencia de resistencia (R) de antimicrobianos y su categoría en Agencia Europea de Medicamentos en aislados bacterianos identificados de leche en rebaños lecheros de Chile durante 2023 y 2024.

Antimicrobiano	Unidad	Conc.	Uso	CAB <sup>1</sup>	Microorganismos totales analizados (n=2096)		<i>S. aureus</i> (n=664)		SCN (n=467)		<i>E. coli</i> (n=2165)		<i>S. uberis</i> (n= 136)		<i>Streptococcus dysgalactiae</i> (n=113)	
					n <sup>2</sup>	R%	n <sup>2</sup>	R%	n <sup>2</sup>	R%	n <sup>2</sup>	R%	n <sup>2</sup>	R%	n <sup>2</sup>	R%
Sulfamethoxazole / trimetoprim	ug	1.23/ 23.75	L	D	1890	23.9	544	19.7	381	8.7	156	7.1	124	87.9	102	22.5
Penicilina	UI	10	L	D	2004	23.3	591	22.5	405	11	165	93.3	127	1.6	105	0.0
Penicilina G	UI	10	L	D	100	10.0	35	8.6	18	0	13	30.8	6	16.7	6	0
Enrofloxacino	ug	5	L	D	1998	1.2	585	0.3	406	0	169	3.6	128	0.8	102	0.0
Cefapirina	ug	30	L	C	1991	20.7	585	0.0	405	0.2	159	79.9	128	69.5	104	1.0
Cefalexina	ug	30	L	C	3034	7.7	905	0.2	637	0.6	249	49.8	182	2.7	139	2.2
Rifaximina	ug	40	L	C	438	2.1	142	0.0	103	0	-	-	38	5.3	25	0
Amox/ Ac. Clavulánico	ug	20/10	L	C	1997	1.2	583	0.3	408	0	162	3.1	127	0.8	105	0.0
Framicetina/ Penicilina	UI	100/10	L	C	436	0.5	141	0.0	103	1	-	-	37	2.7	25	0
Cefquinoma	ug	30	L	B	1556	2.7	459	0.2	317	0.3	127	5.5	96	2.1	94	1.1
Cefoperazona	ug	75	L	B	1993	1.3	583	0.3	405	0	165	3.0	128	0.8	103	1.0
Cloxacilina/ Ampicilina	ug	(1/10; 5/10); (3/10;10/1)	L/TS	D	1501	11.9	427	0.5	350	0.9	69	68.1	108	25.0	80	2.5
Cefiofur	ug	30	L/TS	B	2202	3.3	657	0.0	463	0.2	162	13.6	137	1.5	112	0.9
Danofloxacino	ug	5	L	D	1709	1.7	505	0.4	346	0	136	4.4	111	0.9	95	0.0
Lincomicina	mcg	2	L	C	1811	28.5	523	2.1	369	4.1	153	90.2	118	13.6	82	14.6
Cloxacilina/ Neomicina	ug	1/30	TS	D	444	13.7	142	0.0	105	1.9	-	-	38	21.1	25	48.0
Cloxacilina	ug	1	TS	D	888	9.3	282	1.4	207	0	7	100.0	74	29.7	50	0.0
Cefapirina	ug	30	TS	C	411	5.8	123	0.0	93	0	8	0.0	35	11.4	25	4.0
Cefalonio	ug	30	TS	C	880	1.1	282	0.0	208	0	-	-	74	8.1	50	0

CAB: Clasificación antibiótica, acorde a Agencia Europea de Medicamentos : A (no usar), B (uso restringido), C (usar con cautela), y D (Usar con prudencia). n<sup>2</sup>: número de aislados evaluados para antibiótico; R%: Porcentaje de resistencia para el antibiótico y microorganismo evaluado

## CONCLUSIONES

Se identificaron *Staphylococcus aureus* y *Staphylococcus coagulasa* negativo (SCN) como los microorganismos patógenos aislados predominantes desde muestras de leche, con un amplio espectro de susceptibilidad a los antimicrobianos. Los microorganismos evaluados mostraron una frecuencia de resistencia no superior al 13,6% en la categoría B, lo que corresponde a una aplicación restringido según EMA.

## REFERENCIAS

- Munoz, M., et al. 2018. Antimicrobial Resistance Profiles of Microorganisms Isolated from Milk Samples from Clinical Mastitis and Subclinical-infected Quarters in Dairy Herds from Chile. NMC Annual Meeting Proceedings, Estados Unidos.
- European Medicine agency. 2019. Categorisation of antibiotics used in animals promotes responsible use to protect public and animal health. Disponible en: <https://www.ema.europa.eu/en/news/categorisation-antibiotics-used-animals-promotes-responsible-use-protect-public-and-animal-health>

# ADAPTACIÓN METABÓLICA ENERGÉTICA DE LOS FAGOCITOS DEL SALMÓN ATLÁNTICO A LA EXPOSICIÓN DE PAMPS DE *PISCIRICKETTSIA SALMONIS*

## Metabolic energetic adaptation of Atlantic salmon phagocytes to the exposure to PAMPs of *Piscirickettsia salmonis*.

Ortiz Daniela<sup>1,5\*</sup>, Guajardo Francisco<sup>2,6,7</sup>, Talamilla-Espinoza Andrea<sup>1,5</sup>, Vera-Tamargo Francisca<sup>1,5</sup>, Pérez-Valenzuela Javiera<sup>1,5</sup>, Mejías Madelaine<sup>1,5</sup>, Pino-Quezada Lucas<sup>1,5</sup>, Galdames-Contreras Felipe<sup>1,5</sup>, Mandakovic Dinka<sup>4</sup>, Wacyk Jurij<sup>3,5</sup>, Urra Félix<sup>2,6,7</sup> Pulgar Rodrigo<sup>1,5</sup>

<sup>1</sup> Laboratory of Genetics and Genomics and Biological Interactions, Institute of Nutrition and Food Technology (INTA), University of Chile, El Líbano 5524, Macul, Santiago 7830490, Chile; Corresponding author \*rpulgar@inta.uchile.cl

<sup>2</sup> Laboratory of Metabolic Plasticity and Bioenergetics, Molecular and Clinical Pharmacology Program, Institute of Biomedical Sciences (ICBM), Faculty of Medicine, University of Chile, Independencia 1027, PO Box 7, Santiago 8380453, Chile; Corresponding author \*felixurraf@u.uchile.cl.

<sup>3</sup> Laboratory of Animal Nutrition, Faculty of Agronomy, University of Chile, Avenida Santa Rosa 11315, La Pintana, Santiago 8820808, Chile.

<sup>4</sup> GEMA Center for Genomics, Ecology and Environment, Universidad Mayor, Camino La Pirámide 5750, Huechuraba, Santiago, Chile.

<sup>5</sup> Center for Research and Innovation in Aquaculture (CRIA), Universidad de Chile, Santiago, Chile

<sup>6</sup> Interdisciplinary Group on Mitochondrial Targeting and Bioenergetics (MIBI), Santiago 8380453, Chile

<sup>7</sup> Network for Snake Venom Research and Drug Discovery, Santiago 7810000, Chile.

\*Email: [daortiz@ug.uchile.cl](mailto:daortiz@ug.uchile.cl)

## INTRODUCCIÓN

Las células fagocíticas son fundamentales para la homeostasis del huésped y la defensa frente a infecciones, y requieren adaptaciones metabólicas en la glucólisis, el ciclo del ácido tricarboxílico (TCA) y la fosforilación oxidativa (OXPHOS). Mientras que los fagocitos de mamíferos cambian hacia la glucólisis y la glutaminólisis durante la polarización, la investigación sobre la reprogramación metabólica de los fagocitos de peces es limitada. Para abordar esta cuestión, la línea celular fagocítica del salmón del Atlántico, SHK-1, constituye un valioso modelo. Utilizando el analizador de flujo Seahorse XFe96, este estudio compara la bioenergética de SHK-1 en condiciones de restricción de glucosa (medio L-15) y de suplemento de glucosa (PM), proporcionando información sobre las características metabólicas y las respuestas a los patrones moleculares asociados a patógenos (PAMP) de la bacteria *Piscirickettsia salmonis*.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en las instalaciones del laboratorio de plasticidad metabólica y bioenergética (MPB Lab) y Laboratorio de Genética y Genómica e Interacciones Biológicas, Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos (INTA), ambos de la Universidad de Chile. Durante los años 2022 y 2023.

### Condiciones de cultivo línea celular SHK-1

La línea celular SHK-1 (ECACC 97111106), derivada de fagocitos del riñón anterior del salmón del Atlántico (*Salmo salar*), se obtuvo de la Colección Europea de Cultivos Celulares Autenticados (ECACC). Estas células se cultivaron a 18 °C y se mantuvieron en dos medios distintos (medio L-15 Leibovitz, Sigma-Aldrich, EE.UU.; y medio DMEM, Sigma-Aldrich, EE.UU.) durante 8 pasajes antes de los ensayos de flujos metabólicos. DMEM se complementó con 5 mM de glucosa y 2 mM de glutamina (ambos de Sigma-Aldrich).

#### **Estimulación de células SHK-1 con *Piscirickettsia salmonis* inactivada por calor.**

La bacteria *Piscirickettsia salmonis*, cepa LF-89 (ATCC VR-1361), se obtuvo de la American Type Culture Collection (ATCC). Se cultivó en un medio de caldo SRS líquido a 18 °C con agitación continua a 180 rpm y se validó su pureza mediante ensayos RFLP. Para la generación de *P. salmonis* inactivo, se realizó la inactivación por calor. Para los ensayos de infección, se inocularon las células SHK-1 con *P. salmonis* inactivado en correlación con la multiplicidad de infección (MOI) de 200. A continuación, las células SHK-1 se incubaron durante 4 h antes del análisis del flujo extracelular. Las células SHK-1 no inoculadas con *P. salmonis* inactivado por calor se utilizaron como control.

#### **Análisis del metabolismo en el analizador de flujo Seahorse XFe96.**

El análisis del flujo extracelular de los fagocitos se realizó midiendo la tasa de consumo de oxígeno (OCR) y la tasa de acidificación extracelular (ECAR), tal como se ha descrito. se sembraron células SHK-1 a 167.000 células/mL (30.000 células/pocillo), con medio de cultivo durante 24 h en microplacas de cultivo celular XF96 V3 PS (Agilent, EE.UU.). A continuación, se sustituyó el medio de cultivo por 175 µL de medio base Seahorse XF no tamponado suplementado con 10 mM de D-glucosa (Sigma-Aldrich, EE.UU.) y 4 mM de L-glutamina (Gibco, EE.UU.) a pH 7,4. Tras la incubación sin CO<sub>2</sub> durante 45 min a 18 °C, se midió la respiración mitocondrial OCR a nivel basal y tras la adición posterior de 1,5 µM de oligomicina, 1 µM de FCCP (tras la evaluación en el intervalo de 0,1 - 1 µM) y 2,5 µM de Rotenona/2,5 µM de antimicina A (Rot/AA) (Merck, EE.UU.). Para la evaluación de la glucólisis, los valores de ECAR se midieron a nivel basal y tras añadir 10 mM de glucosa, 1,5 µM de oligomicina y 100 mM de 2-DG (Sigma-Aldrich, EE.UU.). Los ciclos de medición consistieron en 1 minuto de mezcla, 1 minuto de espera y 3 minutos de medición. Se utilizaron tres réplicas biológicas y cuatro técnicas para cada condición.

#### **Análisis estadístico**

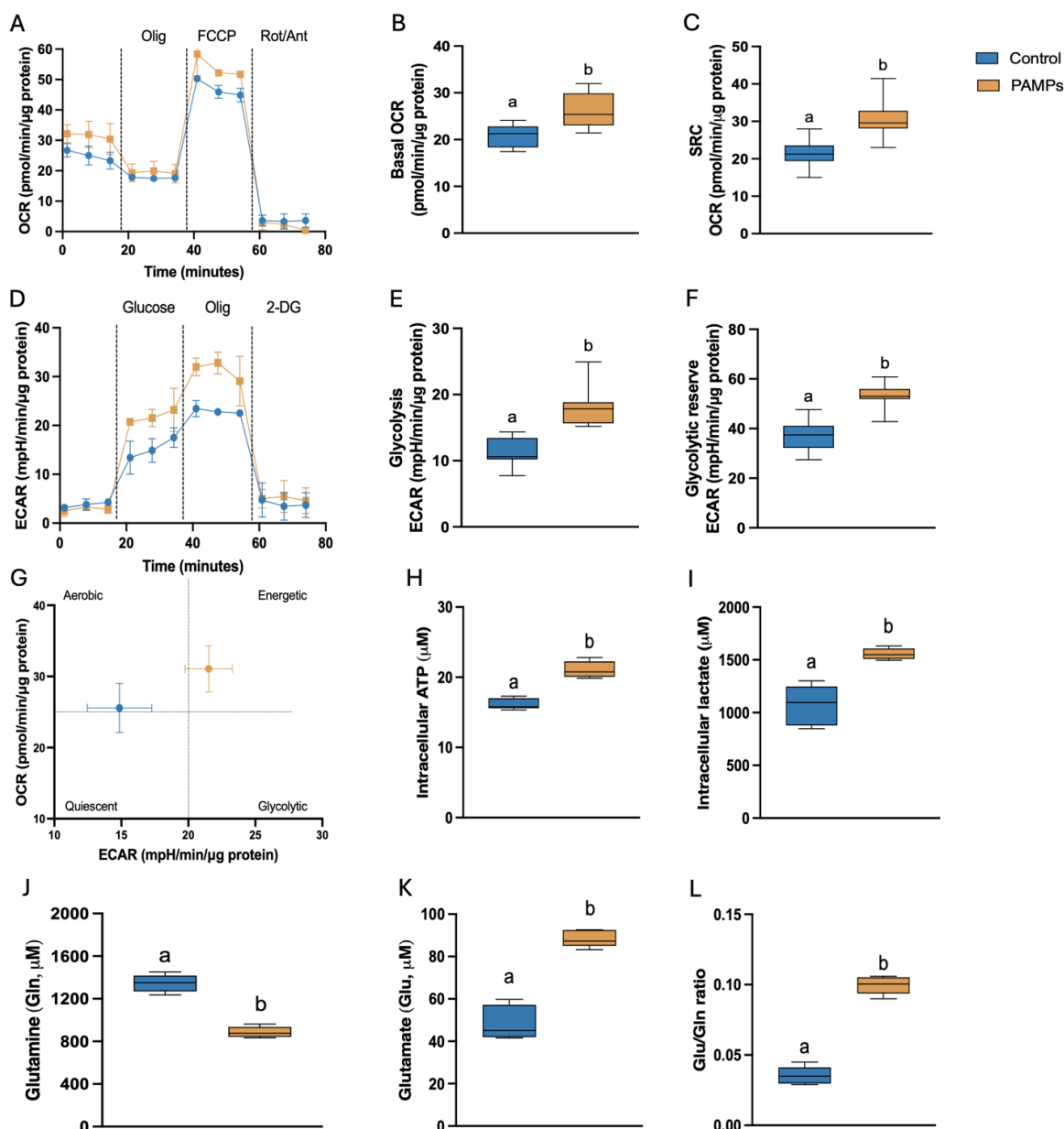
Las distribuciones normales se confirmaron mediante la prueba de Shapiro-Wilk. Y se realizó una prueba t de Student para las comparaciones por pares entre dos condiciones (las variables de L-15 frente a los medios de PM, las variables de PAMPs frente a los medios de control (sin PAMPs). Los resultados se presentan como media ± desviación estándar (DE). Los valores de  $p < 0,05$  se consideraron estadísticamente significativos. Los análisis estadísticos se realizaron con el programa GraphPad Prism (versión 10, GraphPad Software Inc., San Diego, CA, EE.UU.).

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Se ha informado ampliamente que los fagocitos de mamíferos responden a la exposición a patógenos (o sus PAMPs) a través de la polarización celular, que depende de la reprogramación energética metabólica basada en la respiración mitocondrial hacia la glucólisis. Por esta razón, fue relevante para el estudio in vitro de la adaptación metabólica de los fagocitos de peces a las infecciones usar condiciones de cultivo fisiológicamente similares, que incluyeran un flujo glucolítico activo, lo cual en este estudio se estableció mediante el cultivo de las células SHK-1 en el medio PM. Aunque la polarización en los fagocitos del salmón del Atlántico no está completamente descrita, nuestros resultados mostraron un aumento significativo en la actividad glucolítica en respuesta a los PAMPs (Figura 3D-F).

Esto es consistente con un informe reciente que indica que las células SHK-1 infectadas con *Piscirickettsia salmonis* muestran un perfil transcripcional asociado con la polarización tipo M2 [1], lo que sugiere que los fagocitos del salmón del Atlántico podrían estar exhibiendo una polarización similar a M2 en respuesta a esta bacteria. Por otro lado, mientras los hospederos pueden montar una respuesta metabólica a los PAMPs microbianos, los patógenos pueden alterar esa respuesta para establecer un nicho replicativo [2]. Por esta razón, en este estudio expusimos las células SHK-1 a los PAMPs de *Piscirickettsia salmonis* para evaluar los cambios en las respuestas energéticas metabólicas de las células sin el efecto disruptivo de las bacterias activas. Además, se han informado diferentes PAMPs de *Piscirickettsia salmonis*, incluidos componentes de la pared y la membrana externa, como vesículas de la membrana externa (OMVs), proteínas bacterianas y lipopolisacáridos (LPS) [3]. Sin embargo, otros PAMPs, como carbohidratos, flagelina y ADN-CpG, han sido descritos en bacterias Gram-negativas [4]. Por lo tanto, en el presente estudio estimulamos células SHK-1 con *Piscirickettsia salmonis* inactivada por calor para matar la bacteria pero mantener todo el conjunto de PAMPs de *P. salmonis* [5]. Aunque se ha descrito un aumento de la glucólisis en células de mamíferos en respuesta a varias especies de patógenos intracelulares y sus PAMPs [6], se ha encontrado que el ciclo de los TCA tanto disminuye como aumenta en los macrófagos de mamíferos activados por LPS y patógenos bacterianos. Curiosamente, nuestros resultados indicaron que la exposición de SHK-1 a PAMPs bacterianos generó un aumento tanto de la glucólisis como de la OXPHOS en los fagocitos de salmón, lo cual coincide con algunos estudios informados en células de mamíferos y es consistente con un aumento significativo en la producción intracelular de lactato y ATP [7]. Estos hallazgos son interesantes, ya que sugieren que la acidificación del medio extracelular (medida a través del ECAR) se explica por el aumento en la actividad glucolítica y la consecuente producción de lactato intracelular [8] (que es secretado en el medio) en respuesta a los PAMPs. Finalmente, dado que la glutamina es necesaria para el TCA en respuesta a LPS [8] y para la polarización tipo M1 de los macrófagos humanos en respuesta a *Mycobacterium tuberculosis* [7], medimos el contenido intracelular de glutamina y glutamato. Encontramos que la primera disminuyó, mientras que el segundo aumentó en abundancia en respuesta a los PAMPs de *Piscirickettsia salmonis*, lo que sugiere que la glutamina es una fuente de carbono utilizada por los fagocitos del salmón del Atlántico para la adaptación metabólica energética. Estos hallazgos mejoran nuestra comprensión de las adaptaciones en el metabolismo energético de los fagocitos de salmón expuestos a diferentes fuentes de carbono y patógenos, lo que puede guiar nuevas estrategias de intervención nutricional dirigidas al huésped para combatir infecciones.

Figura 1. Caracterización de la adaptación metabólica de los fagocitos de salmón a los PAMPs de *P. salmonis*.



## CONCLUSIONES

Se utilizó el analizador Seahorse XF para medir los flujos de energía metabólica de los fagocitos de salmón (línea celular SHK-1) en tiempo real.

La exposición de los fagocitos de salmón a los PAMP de *Piscirickettsia salmonis* induce un aumento de la actividad de la glucólisis y la OXPHOS.

Los PAMPs bacterianos inducen una mayor utilización de glutamina mitocondrial en los fagocitos de salmón.

## REFERENCIAS

[1] D. PÉREZ-STUARDO. (2023). "KLF17 is an important regulatory component of the transcriptomic response of Atlantic salmon macrophages to *Piscirickettsia salmonis* infection," *Front Immunol*, vol. 14, p. 1264599, doi: 10.3389/FIMMU.2023.1264599/BIBTEX.

- [2] J. D. THIRIOT, Y. B. MARTINEZ-MARTINEZ, J. J. ENDSLEY, AND A. G. TORRES. (2020) “Hacking the host: exploitation of macrophage polarization by intracellular bacterial pathogens,” *Pathog Dis*, vol. 78, no. 1, doi: 10.1093/FEMSPD/FTAA009.
- [3] MARTÍNEZ, D. P., OLIVER, C., SANTIBAÑEZ, N., CORONADO, J. L., OYARZÚN-SALAZAR, R., ENRIQUEZ, R., VARGAS-CHACOFF, L., & ROMERO, A. (2022). PAMPs of *Piscirickettsia salmonis* Trigger the Transcription of Genes Involved in Nutritional Immunity in a Salmon Macrophage-Like Cell Line. *Frontiers in Immunology*, 13. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2022.849752>.
- [4] SILVA-GOMES, S., DECOUT, A., & NIGOU, J. (2014). Pathogen-Associated Molecular Patterns (PAMPs). In *Encyclopedia of Inflammatory Diseases* (pp. 1–16). [https://doi.org/10.1007/978-3-0348-0620-6\\_35-1](https://doi.org/10.1007/978-3-0348-0620-6_35-1)
- [5] RABIEI, P., MOHABATKAR, H., & BEHBAHANI, M. (2019). Studying the effects of several heat-inactivated bacteria on colon and breast cancer cells. *PubMed*, 8(2), 91–98. <https://doi.org/10.22099/mbrc.2019.33958.1413>

## **Póster sesión 27/11**

**CARACTERIZACIÓN DE PATOLOGÍAS PODALES EN UNA LECHERÍA DE LA  
REGIÓN DEL GENERAL LIBERTADOR BERNARDO O'HIGGINS**

## **Characterization of podal pathologies in a dairy farm in the region of general Libertador Bernardo O'Higgins**

Richard Arancibia,<sup>1</sup> Christopher Hamilton-West.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Ciencias Clínicas. <sup>2</sup>Departamento de Medicina Preventiva Animal. Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias. Universidad de Chile. rarancib@uchile.cl

### **INTRODUCCIÓN**

La cojera es una causa importante de pérdidas económicas y una de las principales causas de reducción del bienestar animal en los rebaños de ganado bovino lechero (Navarro et al., 2013, Mahd-gharehbagh et al., 2020). La Hipótesis de este trabajo plantea que las patologías podales presentes en un sistema estabulado lechero, en su mayoría son de origen no infeccioso y su presentación está directamente relacionada con el número de lactancias, afectando negativamente su rendimiento productivo. Por otro lado, el objetivo de este estudio fue caracterizar las principales patologías podales en una lechería ubicada en la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins y determinar sus efectos sobre el rendimiento productivo.

### **MATERIAL Y MÉTODOS**

Este estudio se realizó en una lechería bovina de raza Holstein Friesian, con un sistema estabulado o Free stall, sin medidas estables de control y prevención de cojeras y donde el sistema de alojamiento de las vacas era con capotillo de arroz. Los datos fueron registrados durante los meses de agosto a diciembre del año 2019. Se realizó una evaluación del puntaje de locomoción, y un examen de las pezuñas en la sala de ordeña y en el brete de contención. Se registraron sus lesiones y se estableció un programa periódico de recorte funcional. Se desarrollaron 2 modelos de regresión logística, en el primer caso la variable dependiente binominal “cojeras” se relacionó con la producción de leche estandarizada a 305 días y en el segundo caso, se clasificaron los datos en producciones bajas, medias y altas, para determinar la asociación entre las variables. También se realizó un análisis de varianza (ANOVA), para explicar las variaciones en producción de leche estandarizada a 305 días incluyendo los efectos de cojera, origen, número de lactancia y puntaje de locomoción.

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

De un total de 445 vacas en lactancia, el 41,1% fue clasificada con puntaje de locomoción 1; el 48,3% con puntaje 2 y el 10,6% con puntaje de locomoción 3. Se registraron 608 lesiones, el 65% corresponde a lesiones de origen infeccioso y el 35% a un origen no infeccioso. Las lesiones de mayor presentación fueron la erosión de los talones y el sobrecrecimiento. Las de menor presentación fueron la dermatitis digital, la hiperplasia digital cutánea y la doble suela.

Se determinó ausencia de asociación entre las variables, es decir, el aumento en la producción láctea no implica un aumento o un descenso en el número de individuos con cojera observable. Por otro lado, no existió asociación entre las variables en este estudio cuando los datos de producciones se clasificaron en bajas, medias y altas.

Al realizar un análisis de regresión logística, para la variable binaria “cojera” en relación con el número de lactancia, se determinó que las vacas con 3 o más lactancias tuvieron mayores probabilidades de presentar una cojera en comparación con las vacas de primera lactancia.

A través del análisis de varianza, se logró explicar el 15% de la variación en producción de leche, siendo las variables significativas para el modelo, el efecto de la cojera y el número de lactancia. Las vacas cojas produjeron más leche en promedio a los 305 días, que las no cojas,



y las vacas de segunda lactancia tuvieron una producción de leche mayor que las vacas con una o tres y más lactancias.

## **CONCLUSIONES**

Las patologías podales presentes en este sistema de producción bovina lechera estabulada, en su mayoría fueron de origen infeccioso, y no existió asociación entre la cojera y la producción de leche estandarizada a 305 días. Por otro lado, la cojera y el número de lactancia tuvieron un efecto menor en la variación media en la producción de leche estandarizada a 305 días.

## **REFERENCIAS**

Mahd-gharehbagh, F., Kazemi-darabadi, S. & Akbari, H. Atatürk Üniversitesi Veteriner Bilimleri Dergisi. 2020. 15(1), 7-13.

Navarro, G., Green, L.E., & Tadich, N. The Veterinary Journal, 2013. 197(3), 788-793.

## **PERCEPCIÓN DE ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS SOBRE LA INTENSIDAD DE EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO POR LA GANADERÍA**

**Student perception of greenhouses gas emissions from livestock.**

## INTRODUCCIÓN

La ganadería ha sido identificada con frecuencia como una de las principales activades que contribuyen con el cambio climático. Según un estudio realizado en Chile (Mansky et al., 2023), el posible impacto ambiental es una de las dos razones más importantes para aprobar o rechazar diferentes sistemas de producción por parte del consumidor. Sin embargo, la percepción podría estar influenciada por la cobertura mediática sobre los efectos ambientales de la producción ganadera. Así, una percepción alejada de la realidad por parte de los potenciales compradores puede generar restricciones en los sistemas de cría animal y barreras ambientales al comercio (Elverdin, 2018). El objetivo de este estudio fue evaluar la percepción de estudiantes universitarios sobre la intensidad de las emisiones de gases de efecto invernadero por la ganadería a escala global.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo con estudiantes de tercer y cuarto año de la carrera de Agronomía, de la Pontificia Universidad Católica de Chile, entre septiembre de 2020 y septiembre de 2024. A los estudiantes se les invitó a que respondieran, a través de la plataforma Mentimeter, la pregunta “¿Qué porcentaje de los gases con efecto invernadero de origen antropogénico (humano) proviene de la ganadería?”. Las opciones de respuesta incluyeron: i) menos del 10%, ii) entre 10 y 24%, iii) entre 25 y 39%, iv) entre 40 y 59%, v) 60% o más. Las preguntas se realizaron en septiembre de 2020 (mes 0), abril de 2021 (mes 7), abril de 2024 (mes 43) y septiembre de 2024 (mes 48). Los resultados para cada posible respuesta se describen en bas3 a la distribución porcentual dentro de cada fecha de muestreo. Para describir cambios en el tiempo, se agruparon las posibles respuestas en 3 categorías: a) menos del 10%, b) entre 10 y 39% y c) más del 40%. Con estas categorías de respuestas se realizó un análisis de regresión lineal, con el mes en que se realizó la pregunta como variable independiente. La pendiente de las regresiones se consideró diferentes de cero cuando el valor  $P$  del estimador fue menor a 0,05. El análisis se realizó utilizando el software InfoStat 2020.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados indican que casi el 90% de los estudiantes cree que la ganadería emite más de 10% del total de emisiones de GEI, y que más del 40% de ellos cree que la ganadería emite más del 40% del total. En contraste, si consideramos que la fermentación entérica y el manejo de guanos representa el 39% de las emisiones de la agricultura, y esta representa el 10-12% de las emisiones globales (IPCC, 2018), entonces las emisiones de la ganadería son aproximadamente la mitad de las de la agricultura, es decir, el 5-6% de las emisiones totales. El análisis de regresión lineal (Figura 1) no mostró un efecto significativo del tiempo en las tres categorías de respuestas utilizadas ( $P > 0,05$ ), lo que sugiere que al menos en los últimos 4 años, la percepción de la intensidad de emisiones de GEI por este grupo de estudiantes se mantiene. El que la percepción de la intensidad de emisiones desde la ganadería esté muy por sobre los datos reportados (IPCC 2007), implica un desafío importante para la comunidad asociada a la cría de animales. Debido a que las creencias sobre el cambio climático están fuertemente ligadas a cómo se ejecuta la divulgación de la información científica (Trulove y Parks, 2012), es necesario reforzar las estrategias de divulgación de la información científica si queremos evitar que la errada percepción de los impactos de la ganadería traiga repercusiones sobre políticas ambientales, limitando la producción animal.

Cuadro 1. Percepción de la intensidad de emisiones de GEI por estudiantes de Agronomía entre 2020 y 2024 (n = 4 fechas; 223 estudiantes).

Percepción emisiones	Media (%)	Mediana	DE	CV	Mín (%)	Máx (%)
< 10%	10,28	8,34	5,53	53,83	6,25	18,18
10 – 24%	19,49	18,01	12,31	63,16	6,25	35,71
25 – 39%	28,70	29,19	3,11	10,83	25,00	31,43
40 – 59%	27,60	26,63	10,67	38,65	17,14	40,00
≥ 60%	13,93	10,16	11,09	79,60	5,71	29,69

DE: desviación estándar; CV: coeficiente de variación; Min valor mínimo; Máx: valor máximo.

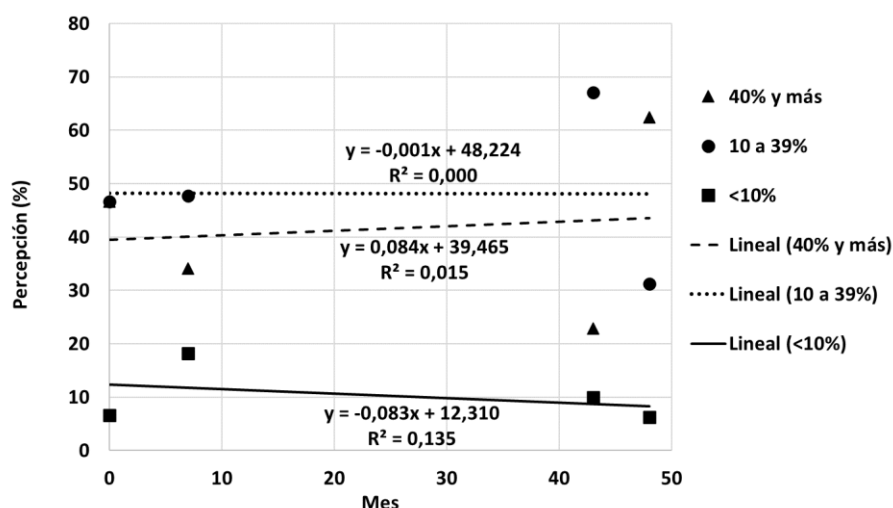


Figura 1. Cambios en la percepción de estudiantes universitarios sobre la contribución de la ganadería a los GEI de origen antropogénico, entre septiembre de 2020 y septiembre de 2024.

## CONCLUSION

El estudio mostró que en este grupo de estudiantes existe una percepción muy diferente a la realidad sobre las emisiones de GEI, y que durante el periodo evaluado no hubo un cambio en esta percepción.

## REFERENCIAS

- ELVERDIN, P. (2018). Cambio climático, agricultura y compromisos ambientales regionales en la COP. <http://doi.org/10.13140/RG.2.2.13787.05924>.
- IPCC (2007): Climate Change: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- MANSKY DE LA FUENTE, V., ENRIQUEZ-HIDALGO, D., LEMOS TEIXEIRA, D., LARRAIN, R., & HÖTZEL, M. J. (2023). Chilean public attitudes towards beef production systems. PLoS ONE, 18(4 April). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0284080>
- TRUELOVE, H. B., & PARKS, C. (2012). Perceptions of behaviors that cause and mitigate global warming and intentions to perform these behaviors. Journal of Environmental Psychology, 32(3), 246–259. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2012.04.002>

## CARACTERIZACIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS DE EUTANASIA Y EL MANEJO DE CADÁVERES EN LECHERÍAS DE LA ZONA CENTRAL DE CHILE

Characterization of euthanasia procedures and carcass handling in dairy farms in the central zone of Chile

## INTRODUCCIÓN

En una lechería la eliminación de animales por motivos productivos o de enfermedad se realiza de diferentes maneras, entre las cuales se incluye la eutanasia. Este procedimiento busca eliminar el dolor y la angustia que experimenta un animal a causa de alguna enfermedad o accidente y debe ser ejecutado con un método que garantice el bienestar animal. Otro aspecto a tener en cuenta es la eliminación posterior de los cadáveres, lo que dependerá de la normativa de cada país. Considerando la escasa información respecto a estos manejos y al interés creciente de las personas sobre el bienestar de los animales en producción, se realizó este estudio exploratorio y descriptivo en 15 lecherías de la zona central de Chile, con el objetivo de caracterizar las prácticas de eutanasia y describir el manejo de los cadáveres utilizados en los planteles lecheros.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se contactaron médicos veterinarios asesores de lecherías ubicadas en la zona central de Chile para participar en el presente estudio en el año 2022. Se seleccionaron 15 predios lecheros y en cada uno se aplicó una entrevista semiestructurada adaptada de Wagner et al. (2020) y Roche et al. (2020). Ésta fue respondida por el dueño, el médico veterinario o el técnico jefe y grabada para su posterior transcripción en un documento de Microsoft Word. Con los datos recolectados se generaron códigos y se realizó un análisis cuantitativo y cualitativo de la información.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 1. Relación entre tamaño predial y prácticas de eutanasia en 15 lecherías de la zona central de Chile

Crterios	Tamaño del predio*	Promedio It/vaca/d**	Realizan eutanasia	Método de eutanasia	Protocolo de eutanasia
Nº de lecherías					
4	pequeño	16,4	no	---	---
1	pequeño		sí	desangrado	no
4	mediano	25,2	no	---	---
1	mediano		solo en temeras	farmacológico + desangrado	no
2	grande	37,1	no	---	---
2	grande		solo en temeras	farmacológico	sí
1	grande		sí	farmacológico	sí

\*Tamaño del predio: grande (> 500 vacas); mediano (100 - 500 vacas); pequeño (<100 vacas); \*\*It: litro, d: día

En las lecherías grandes se está implementando la práctica de eutanasia y el contar con protocolos escritos asociados, con el objetivo de cumplir con estándares de bienestar animal o para obtener certificaciones de calidad de procesos. En la mayoría de las lecherías donde se realiza eutanasia, este procedimiento no se efectúa en animales adultos, lo que podría estar explicado por el elevado volumen de fármacos a utilizar y su costo asociado. En ninguna de las lecherías entrevistadas se realiza eutanasia a terneros machos, sino que estos se crían para engorda o son vendidos a otros predios. El método farmacológico combinado con desangrado o solo el desangrado, no están acorde con lo indicado por la Organización Mundial de Sanidad Animal (OMSA). Las razones declaradas para no realizar eutanasia incluyen la falta de exigencia de parte de las autoridades, la dificultad en el manejo de fármacos y la

alternativa de la venta de los animales caídos o que no se pueden movilizar por sí solos, lo cual incumple la Ley 20.380 del Ministerio de Agricultura.

Respecto a la eliminación de cadáveres, el método indicado por el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) es el entierro. En la tabla 2 se describen los métodos utilizados en las lecherías encuestadas.

Tabla 2. Métodos de eliminación de cadáveres y cumplimiento de protocolo del SAG en 15 lecherías de la zona central de Chile

Criterios	Tamaño del predio	Método de eliminación de cadáveres	Cumplimiento del protocolo del SAG para la eliminación de cadáveres
Nº lechería			
1	pequeño	descomposición al aire libre	no
1	pequeño	alimento para mascotas y venta de cadáver	no
1	pequeño	cremación y venta de cadáver	no
2	pequeño	entierro	no
5	mediano	entierro	no
5	grande	entierro	no

\*Tamaño del predio: grande (> 500 vacas); mediano (100 - 500 vacas); pequeño (<100 vacas)

El incumplimiento de la totalidad del protocolo se podría explicar por la falta de información en las lecherías, pero también se debe mencionar que este protocolo dispuesto por el SAG no está incluido en ninguna normativa o ley en Chile; adicionalmente, éste está destinado para emergencias y no para mortalidad regular en los predios lecheros.

## CONCLUSIONES

El análisis de los resultados muestra que el procedimiento de eutanasia no es una práctica habitual y la mayoría de los predios no posee protocolos escritos. En la disposición de cadáveres, a pesar de que la mayoría cumple con el método dispuesto por el SAG, no cumplen con todos los requerimientos. El desafío a futuro es la implementación de protocolos de eutanasia escritos y la creación de protocolos de disposición de cadáveres adaptados a las necesidades de las lecherías, siendo parte de una normativa oficial. Este estudio preliminar pretende ser el inicio para futuras investigaciones ampliando el número de lecherías y extendiéndolo a otras zonas del país.

## REFERENCIAS

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE SANIDAD ANIMAL. (2024). Código sanitario para los animales terrestres.

ROCHE, S. M., GENORE, R., RENAUD, D. L., SHOCK, D. A., BAUMAN, C., CROYLE, S., BARKEMA, H. W., DUBUC, J., KEEFE, G. P., & KELTON, D. F. (2020). Short communication:describing mortality and euthanasia practices on Canadian dairy farms. *Journal of Dairy Science*, 103(4), 3599–3605.

SERVICIO AGRÍCOLA Y GANADERO. (2020). Protocolo disposición de animales muertos por emergencia.

WAGNER, B. K., CRAMER, M. C., FOWLER, H. N., VARNELL, H. L., DIETSCH, A. M., PROUDFOOT, K.L., SHEARER, J., CORREA, M., & PAIRIS-GARCIA, M. D. (2020). Determination of dairy cattle euthanasia criteria and analysis of barriers to humane euthanasia in the United States: Dairy producer surveys and focus groups. *Animals* 2020, 10(5), 770.

### COMPARACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA FIBRA DE ALPACA (*Vicugna pacos*) EN TRES GRUPOS POBLACIONALES EN CHILE

#### Comparison of alpaca fiber characteristics (*Vicugna pacos*) among three population groups in Chile

Natalia Pavez<sup>2</sup>, Daniel Dartes<sup>1</sup>, Luis Raggi<sup>2</sup>, Benito González<sup>3</sup>, Giorgio Castellaro<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Dpto. de Ciencias Clínicas, FAVET, Universidad de Chile. [nncartes@uchile.cl](mailto:nncartes@uchile.cl)

<sup>2</sup>Dpto. de Cs. Biológicas, FAVET, Universidad de Chile. [lraggi@uchile.cl](mailto:lraggi@uchile.cl);

<sup>3</sup>Depto. Gestión Forestal y M. Ambiente, CFCN. Universidad de Chile [bengonza@uchile.cl](mailto:bengonza@uchile.cl)

<sup>4</sup> Depto. Producción Animal, FCA. Universidad de Chile. [gicastel@uchile.cl](mailto:gicastel@uchile.cl)

## INTRODUCCIÓN

La fibra de alpaca es altamente valorada en los mercados internacionales, siendo clasificada entre las fibras animales especiales. Sus principales características son la finura, suavidad, sedosidad, capacidad aislante y resistencia. La mayor cantidad de alpacas se encuentra en el altiplano de la Región de Arica y Parinacota, que se caracteriza por su ambiente extremo desde el punto de vista climático y nutricional, muy diferente al de la Región de Valparaíso con un clima menos extremo y diferente calidad de la dieta. Lo anterior indicaría que las características de la fibra de alpaca podrían variar en función de la región de producción en Chile. Desde la finura y suavidad de aquellas criadas en el altiplano, hasta la resistencia y brillo de aquellas de ambientes menos extremos. Por ello el propósito de este estudio es comparar las características lanimétricas en dos regiones de Chile.

## MATERIAL Y MÉTODOS

El presente estudio se llevó a cabo en las comunas de Putre y Visviri en la Región de Arica y Parinacota, y en Llay-Llay, Región de Valparaíso. En estos lugares, se obtuvieron muestras de fibra de 240 alpacas (61 Putre, 100 Visviri y 79 Llay-Llay). Las muestras se tomaron desde la mitad del lado izquierdo del animal, detrás de la tercera costilla, a mitad de distancia entre el dorso y la línea del vientre. Las muestras de fibra fueron analizadas en el laboratorio de lanimetría de FAVET, U. de Chile a través del *Optical Fibre Diameter Analyser* (OFDA 2000). El equipo midió el promedio del grosor de la fibra, la desviación estándar, el coeficiente de variación, el factor de confort (fibras menores a 30 micrómetros en %) y largo de la mecha. Además, se identificó el sexo y edad de los animales de la muestra y la coloración de la fibra. Los datos fueron analizados en el programa Rstudio, mediante análisis de varianza y pruebas *post-hoc* de Tukey.

## RESULTADOS

En las localidades de Putre, Visviri y Llay Llay, se observaron diferencias en las características de las fibras de alpaca (Tabla 1). El diámetro promedio de las fibras fue mayor en Visviri (23,5  $\mu\text{m}$ ), seguido por Putre (20,4  $\mu\text{m}$ ) y Llay Llay (18,0  $\mu\text{m}$ ). La desviación estándar del diámetro fue más alta en Visviri (5,0  $\mu\text{m}$ ), lo que indica mayor variabilidad en esta localidad, y más baja en Llay Llay (3,9  $\mu\text{m}$ ). El factor de confort (CF %) muestra que en Llay Llay existe un mayor porcentaje de fibras <30 micrones (98,4 %). En cuanto al largo de la mecha (SL mm), Visviri presentó el mayor valor (113,4 mm), seguido por Llay Llay (93,0 mm) y Putre (38,0 mm). Las alpacas más jóvenes tienen las fibras más finas y con menor variabilidad, que las alpacas mayores de 4 años. El factor de confort es mayor en las alpacas más jóvenes (96,6 %), lo que refleja un mayor porcentaje de fibras finas, lo cual disminuye con la edad. Las alpacas de color blanco tienen las fibras más finas y más homogéneas, con un diámetro promedio de 19,2  $\mu\text{m}$  en comparación al resto de categorías. CF % (Coeficiente de variación): Las alpacas blancas muestran el mayor factor de confort (95,214 %), lo que sugiere un mayor porcentaje de fibras finas en comparación con las de colores más oscuros.

No se observó un efecto del sexo de las alpacas sobre ninguna de las variables evaluadas, lo que es semejante a reciente trabajo de Pinares et al., (2023). Asimismo, no fueron observadas interacciones significativas entre las variables explicatorias.

**Tabla 1.** Efectos de la ubicación, sexo, edad y color en la calidad de la fibra de alpaca (Media  $\pm$  DS)

Variables explicatorias	Variables Fibras			
	Diámetro ( $\mu\text{m}$ )	Desv. Est. muestras ( $\mu\text{m}$ )	Factor confort (%)	Largo mecha (mm)
<b>Localidad</b>				
Putre	20,4 $\pm$ 4,0a	4,4 $\pm$ 1,0a	93,1 $\pm$ 11,4a	38,0 $\pm$ 9,6a
Visviri	23,5 $\pm$ 3,8b	5,0 $\pm$ 0,8a	85,9 $\pm$ 14,6a	113,5 $\pm$ 58,9b
Llay-Llay	18,0 $\pm$ 2,5c	3,9 $\pm$ 0,6b	98,5 $\pm$ 3,0b	93,0 $\pm$ 23,2c
<b>Sexo</b>				
Macho	21,0 $\pm$ 3,5	4,5 $\pm$ 0,9	92,9 $\pm$ 9,4	72,2 $\pm$ 44,1
Hembra	20,0 $\pm$ 4,4	4,3 $\pm$ 1,1	93,1 $\pm$ 12,8	77,4 $\pm$ 47,8
<b>Edad</b>				
1 (< 2 años)	19,1 $\pm$ 3,1a	4,1 $\pm$ 0,9a	96,6 $\pm$ 6,2a	67,9 $\pm$ 43,1
2 (2 a 4 años)	20,1 $\pm$ 3,8b	4,3 $\pm$ 0,9b	94,0 $\pm$ 9,9b	75,1 $\pm$ 43,6
3 (> 4 años)	24,3 $\pm$ 4,7c	5,0 $\pm$ 1,0c	82,2 $\pm$ 17,7c	88,4 $\pm$ 60,6
<b>Color fibra</b>				
1 (Blanco)	19,2 $\pm$ 3,9a	4,1 $\pm$ 0,9a	95,2 $\pm$ 10,0a	60,9 $\pm$ 36,8
2 (Claros)	19,9 $\pm$ 3,5b	4,3 $\pm$ 0,8ab	94,9 $\pm$ 10,1ab	101,9 $\pm$ 40,9
3 (Café)	21,7 $\pm$ 4,0b	4,8 $\pm$ 1,1b	90,6 $\pm$ 12,1ab	71,3 $\pm$ 42,3
4 (Oscuros)	22,8 $\pm$ 4,1b	5,0 $\pm$ 0,9b	87,8 $\pm$ 14,1b	93,7 $\pm$ 62,2

## CONCLUSIONES

Las localidades de Putre, Visviri y Llay Llay mostraron diferencias significativas en las características de las fibras de alpaca. Visviri presentó el mayor diámetro promedio de fibra y la mayor variabilidad, mientras que Llay Llay destacó por tener el mayor porcentaje de fibras finas, con un factor de confort del 98,4 %. Asimismo, factores como la edad y el color del animales fueron determinantes en la calidad de la fibra, independiente de la locación.

Proyecto financiado por DI-favet 01-2023: "Encadenamiento productivo comercial en alpacas (Vicugna pacos) criadas en la zona central de Chile: un modelo productivo integral".

## REFERENCIAS

PNARES, R., MEZA, A., CRISPÍN, N., LOZANO, F., & PEZO, D. (2023). Comparing fiber quality characteristics and staple length in Suri and Huacaya alpacas. *Frontiers in Animal Science*, 4, 1167113.

### PREVALENCIA DE ATAQUES DE PERROS DE LIBRE DEAMBULAR SOBRE PREDIOS OVINOS EN LA REGIÓN DE O'HIGGINS

#### Prevalence of Free-Roaming Dog Attacks on Sheep Farms in the O'Higgins Region

Marcela Gómez-Ceruti<sup>b\*</sup>, Lina Maria Correa<sup>ab</sup>, Giordano Catenacci<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Escuela de Medicina Veterinaria, Facultad de Recursos Naturales y Medicina Veterinaria, Universidad Santo Tomás, Talca.

<sup>b</sup> Centro de Innovación y Desarrollo para ovinos para el secano-OVISNOVA, Universidad Santo Tomás, Talca. \*[marcelagomez@santotomas.cl](mailto:marcelagomez@santotomas.cl)

## INTRODUCCIÓN

Los perros de libre deambular en zonas rurales representan una grave amenaza para la salud pública, la biodiversidad y la ganadería. Al no estar bajo control de sus dueños, atacan a la fauna nativa y al ganado, afectando especialmente la ganadería ovina, que es fundamental para la economía rural. A pesar de la gravedad del problema, no hay una respuesta efectiva por parte de las autoridades o de los sectores responsables. El objetivo principal del estudio fue evaluar la prevalencia de ataques de perros sobre el ganado ovino en agricultores pertenecientes a la Agricultura Familiar Campesina (AFC), identificando las principales causas del problema, evaluando su impacto en la producción ovina y proponiendo soluciones sostenibles para proteger al ganado.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en 52 predios de las comunas de La Estrella, Pumanque y Marchigüe, en la región de O'Higgins, enfocadas en la producción ovina. La muestra fue representativa del 17% de los productores de la región con explotaciones de 60 a 150 ovinos (INE, 2017). La masa total de animales declarada por los predios fue de 4928, representando el 5% de la masa ovina regional (INE, 2017). A cada productor se le aplicó un cuestionario sobre datos del predio, población ovina y registro de ataques. El objetivo fue determinar la incidencia de ataques de perros desde enero hasta agosto de 2024, recopilando información sobre animales heridos, muertos y origen de los perros.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se reportan en este estudio ovejas madres y corderos atacados. De los 52 productores entrevistados, el 65% sufrió ataques, totalizando 1246 animales afectados: 632 heridos y 614 muertos. Las ovejas afectadas fueron 652 (13% del total), y los corderos 594 (13,4% de los proyectados), con un 6,1% de muertes (Tabla 1). Por comuna, el 67% de los productores de Pumanque fueron atacados, 63% en Marchigüe y 75% en La Estrella. Un 70% identificó a los perros agresores como propiedad de vecinos asociados a parcelaciones recientes, mientras un 30% no reconoció a los animales. La cantidad de ataques de perros al ganado reportada resulta altamente preocupante, pues ha introducido una nueva amenaza a los ya complicados ecosistemas de secano. El secano central enfrenta una crisis ecosistémica, la degradación de los suelos ha reducido significativamente la productividad de las praderas naturales, comprometiendo la rentabilidad del sector ganadero. Adicionalmente, la expansión de parcelaciones están fragmentando el ecosistema y aumentando la presión sobre el agua (Jiménez et al., 2018). Este nuevo "habitante rural" además introduce perros que, principalmente sin control, atacan rebaños, agravando la problemática de sostenibilidad de la ganadería. Según datos del INE (2017), los predadores representan el 54% de las pérdidas ovinas en Chile, y el perro es el principal responsable (34%). Datos publicados recientemente en Chile estiman que la densidad promedio de perros de compañía en Chile "con dueño" corresponde a 12 perros/km<sup>2</sup> (Atero et al., 2024). Muchos de estos se transforman en "Free-roaming dogs" o "Perro errante doméstico", por tenencia irresponsable. Este fenómeno es la principal causa de pérdida ganadera, llevando a pequeños productores a abandonar la actividad. (Garde et al., 2022). Para enfrentar la situación, se propone dotar de recursos a los



municipios para establecer estrategia de control de perros según normativas vigentes, imponer multas a dueños irresponsables y fomentar la educación en tenencia responsable y bienestar animal. Esto reduciría el impacto en la salud pública, la ganadería y la fauna silvestre.

Tabla 1. Prevalencia de ataques de perros al ganado ovino en comunas de la Región de O'Higgins entre Enero y Agosto de 2024.

	Comuna			Total
	Pumanque	Marchigüe	La Estrella	
Masa ovina encuestados	850 (100%)	2011 (100%)	2067 (100%)	4928 (100%)
Cantidad de animales atacados y heridos	181 (21%)	309 (15%)	142 (7%)	632 (13%)
Cantidad de animales muertos	173 (20%)	305 (15%)	136 (7%)	614 (12%)
Total de animales heridos y muertos	354 (42%)	614 (31%)	278 (13%)	1246 (25%)

## CONCLUSIONES

Se logró calcular la prevalencia de ataques de perros al ganado ovino. Los resultados son concluyentes en relación al daño que los perros de libre deambular están provocando en los sistemas ganaderos, considerada como la principal causa de pérdida de ganado. La mayoría de los agricultores identificó a los perros involucrados como perros con dueño conocido. Se destaca la necesidad de establecer mecanismos más efectivos de control sobre la tenencia responsable de animales.

## REFERENCIAS

- ATERO, N., CÓRDOVA-BÜHRLE, F., SALGADO-CAXITO, M., BENAVIDES, J. A., FERNÁNDEZ, M., DIETHELM-VARELA, B., ... & MARDONES, F. O. (2024). An assessment of the owned canine and feline demographics in Chile: registration, sterilization, and unsupervised roaming indicators. *Preventive veterinary medicine*, 226, 106185.
- GARDE, E., MARÍN-VIAL, P., PÉREZ, G. E., & SANDVIG, E. M. (2022). A review and analysis of the national dog population management program in Chile. *Animals*, 12(3), 228.
- JIMÉNEZ, V., HIDALGO, R., CAMPESINO, A. J., & ALVARADO, V. (2018). Normalización del modelo neoliberal de expansión residencial más allá del límite urbano en Chile y España. *EURE (Santiago)*, 44(132), 27-46.
- INE. (2017). Encuesta de ganado ovino 2017. Disponible en <https://bcn.cl/3cdde> (marzo 2023).

## ANÁLISIS PRELIMINAR DE INTERACCIONES GENOTIPO X AMBIENTE EN TOROS ABERDEEN ANGUS DE INSEMINACIÓN IMPORTADOS A CHILE DESDE LOS ESTADOS UNIDOS

## Preliminary Analysis of Genotype x Environment Interactions in Imported Insemination Aberdeen Angus Bulls from the United States to Chile

Jaime Piñeira V., Francisco Sales Z. Marilyn Tapia M., Christian Hepp K., Ma. Eugenia Martínez P., Guido Candia A. Paulo Guarda C.

Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) [jpineira@inia.cl](mailto:jpineira@inia.cl)

### INTRODUCCIÓN

La interacción genotipo-ambiente es crucial en biología y producción animal, pues influye en la expresión fenotípica. La importación de semen y embriones requiere considerar esta interacción para maximizar las características deseadas. En Chile, entre 2015 y 2018, se importaron 2.424.514 dosis de semen bovino, principalmente de Holstein Friesian y Aberdeen Angus, con un 46% proveniente de EE.UU. (Piñeira y col., 2019). El Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) inició un programa de mejoramiento genético ganadero, centrado inicialmente en sus rebaños experimentales, pero luego extendido a productores privados. En 2023, se integraron datos genealógicos de toros estadounidenses en la base de datos del ganado Aberdeen Angus, permitiendo analizar interacciones genotipo-ambiente en crías de toros de inseminación de EE.UU.

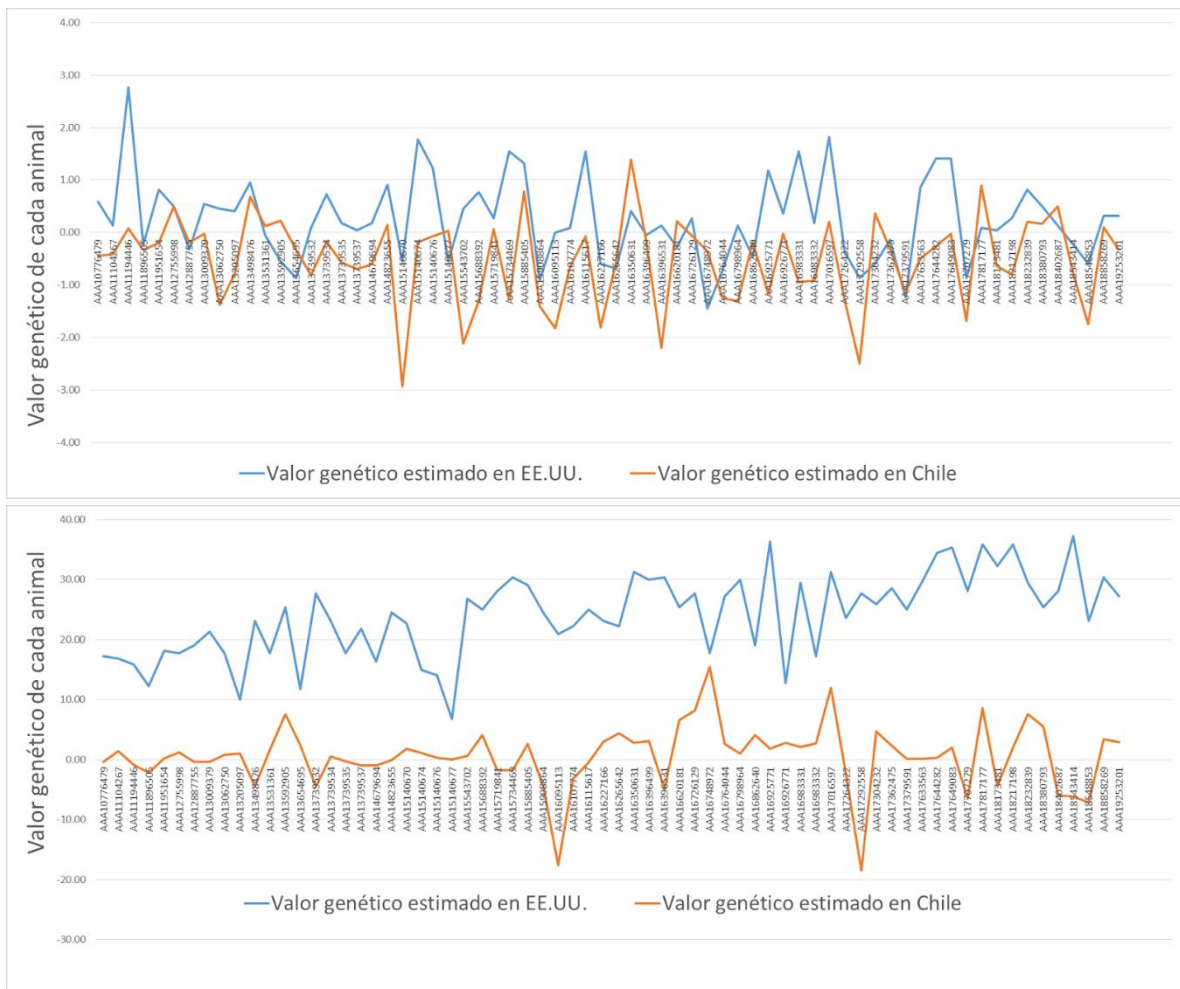
### MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó usando información de 68 toros de inseminación de la raza Aberdeen Angus provenientes de EE.UU. comúnmente utilizados en cuatro criaderos localizados en las comunas de Purranque y Dalcahue en la región de Los Lagos; Coyhaique, región de Aysén y San Gregorio, región de Magallanes. El análisis contempló la estimación de valores genéticos aditivos de cada toro, usando la información de las crías nacidas en Chile. Para ello, se utilizó un modelo animal multicarácter con efecto materno, el cual se resolvió con el paquete estadístico BLUPF90. La comparación de los valores genéticos aditivos obtenidos en Chile y EE.UU. se realizó mediante un análisis de correlación bivariada de Pearson con significancia bilateral (SPSS 15.0). Posteriormente, los valores genéticos aditivos estimados de cada uno de los toros se graficaron en Microsoft Excel.

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se encontró una correlación positiva moderada ( $r = 0,32 \pm 0.12$ ) entre las pruebas de progenie de Peso al Nacimiento (PN) estimadas en EE.UU. y Chile (Cuadro 1, gráfico superior), mientras que la correlación para Peso Ajustado a los 205 días (PA205) fue prácticamente nula ( $r = 0,02 \pm 0.12$ ) (Cuadro 1, gráfico inferior). Estas bajas correlaciones pueden deberse a factores ambientales, prácticas de manejo y a interacción genotipo-ambiente (Menendez Buxadera y Mandonnet 2006). En Nueva Zelandia y Brasil, estudios similares reportan variaciones significativas en pruebas de progenie de toros importados debido a diferencias en clima y manejo (Corrêa y col., 2020). Esto subraya la importancia de realizar pruebas de progenie locales para obtener evaluaciones genéticas precisas y relevantes para las condiciones específicas de cada país. La transferencia de resultados entre países debe considerarse con cautela, ya que las diferencias ambientales y de manejo pueden influir significativamente en la expresión genética.

**Cuadro 1.** Valores genéticos aditivos para Peso al Nacimiento (gráfico superior) y Pesos Ajustados al Destete (parte inferior) de 68 toros evaluados en EE.UU. (Línea azul) y en Chile (Línea naranja)



## CONCLUSIONES

Este estudio destaca la necesidad de realizar evaluaciones genéticas específicas para cada entorno local. La transferencia de resultados de pruebas genéticas entre países debe hacerse con cautela, considerando las posibles diferencias ambientales y de manejo. Futuros estudios deberían enfocarse en comprender mejor las interacciones genotipo-ambiente para optimizar los programas de mejoramiento genético.

## REFERENCIAS

Corrêa JS, Mendes CH., Souza PL., Gonçalves de Rezende CMP., Araujo JC. Genotype-environment interaction for age at first calving in Holstein cows in Brazil, *Veterinary and Animal Science*, Volume 9, 2020, 100098, ISSN 2451-943X, <https://doi.org/10.1016/j.vas.2020.100098>.

Piñeira Vargas JE., Díaz Ortega MA. y Cancino López OC. Genetic relationship between insemination bulls marketed in Chile by two semen suppliers: a case study in Holstein and Angus breeds. *Rev CES Med Zootec.* 2020;15(2):38-48.

Menendez interaction for selection and breeding programmes in tropical conditions. *Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources* Buxadera A. y N. Mandonnet N. The importance of the genotype·environment 2006 1, No. 026

## TASA DE CONCEPCIÓN A CELO DETECTADO EN VACAS NO PREÑADAS DE INSEMINACIÓN A TIEMPO FIJO

Conception rate cow heat insemination no pregnant insemination fixed in time

## INTRODUCCIÓN

En los sistemas de producción de leche del sur de Chile, las pariciones de las vacas se concentran en su mayoría en primavera con el inicio del crecimiento de esta, asegurando así una buena alimentación durante la lactancia (Gonzales J. 2007). Para esto se utilizan protocolo de sincronización de celo, para recuperar la ciclicidad reproductiva, e inducir la ovulación en un determinado momento, en el cual se inseminará con semen congelado. El objetivo de este trabajo es evaluar la tasa de concepción a los 30 días con aquellas hembras que no quedaron preñadas a la inseminación a tiempo fijo (IATF) y fueron inseminadas a celo detectado y determinar los días en que se centra la presentación de celos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

En la temporada 2019-2020 entre el 15 y 28 de octubre, en 8 lecherías se realizaron 13 postas de inseminación con vacas de raza Kiwi-Cross ubicadas en la comuna de Puerto Octay, región de Los Lagos, Chile. La estrategia consistía en concentrar los partos entre julio y septiembre del 2020, se determina aquellas vacas activas ováricamente y aquellas que se encontraban en anestros, a estas se les aplicó un protocolo de IATF. Para seleccionar las vacas en anestro que entraron en el protocolo de sincronización se exigieron las siguientes condiciones: no presentar conducta de celo, mayor a 42 días de parida, sin presencia de endometritis, una condición corporal entre 2,75 y 3,25 puntos en escala de 5 puntos.

El protocolo de sincronización consiste en que el día 0 a las vacas se les inyecta 1 ml de benzoato de estradiol (1 mg/ml) y al mismo tiempo se aplica un dispositivo intravaginal de progesterona de 0,5 gramos por vacas. Al día 7 se hace el retiro del dispositivo de progesterona y se inyecta 5ml de prostaglandina F2-Alfa (Dinoprost 5 mg/ml) y 400 Unidades internacionales de Gonadotrofina coriónica equina (Novormon). El día 8 se aplica 0,5 ml de benzoato de estradiol y en el día 9, a las 56 horas  $\pm$  2 se realiza la posta de inseminación. Los grupos sincronizado se les registro DIIO por animal y la fecha del manejo, días pos-parto a la IATF, fecha en que volvieron a presentar celo, donde 12 horas después se inseminó; información que se lleva registrada en el sistema de gestión lechero (SGL). El diagnóstico de preñez se realizó entre 30 a 80 días post inseminación por medio de ecografía transrectal Easi-scan lineal. Al pasar por el examen ecográfico se revisaba si la preñez pertenece a la IATF o en una cubierta a celo detectado posterior a esta. Esto se hace por medio de la determinación de la edad gestacional midiendo la vesícula embrionaria, el tamaño embrión y del cráneo, al igual que la presencia de placentomas (Fernández 2012). La base de datos del SGL se nutre con el examen ecográfico, teniendo que homogenizar el momento 0 de la sincronización para hacer el análisis de las 13 postas.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se sincronizaron 1.942 vacas con 74.39 (DE 13.6) días postparto, la tasa de concepción a la IATF fue de 40,42% lo que corresponde a 785 con 75,44 (DE 12.81) días postparto. En este caso nos centraremos en las 1.157 vacas que no quedaron preñadas a la IATF. La tasa de preñez a celo detectado de los 30 días postparto fue de 48,14% correspondiente a 557 animales (Figura 1). Los días donde se concentraron las preñeces a celo detectado fue entre el día 18 y 24 post-IATF lo que corresponde 347 vacas siendo un 29,99% de las vacas que no quedaron preñadas al momento de la IATF.

Esta información puede ser útil ya que se puede decir al operario que detecta el celo se enfoque entre los días 18 y 24 pudiendo utilizar de mejor manera la concentración de partos.

Tomando en cuenta que este trabajo fue en vacas lecheras a pastoreo, es interesante usar esta estrategia que se podría replicar en vaquillas e igualmente en ganado de carne.

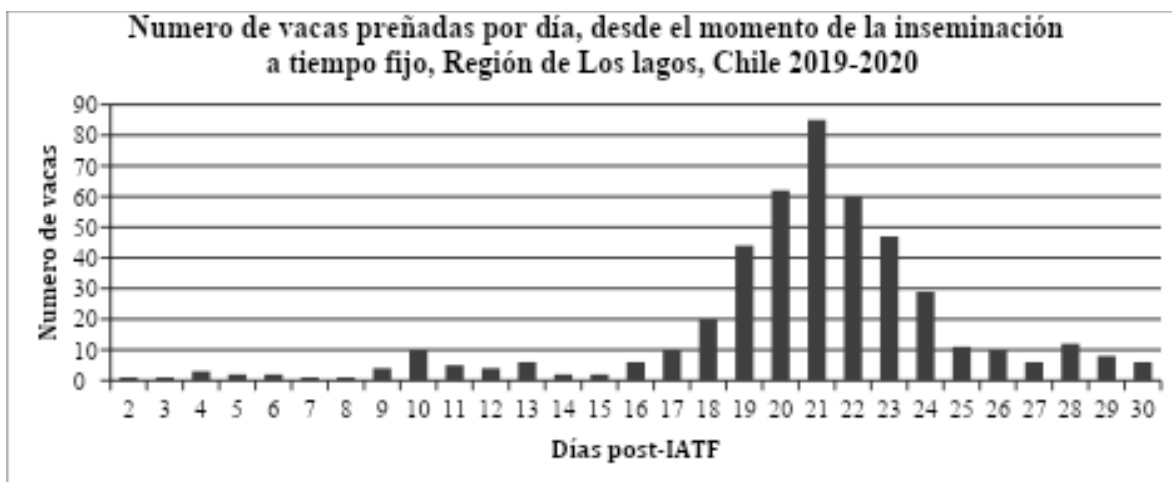


Figura 1

## CONCLUSIONES

La sincronización de la ovulación no solo tiene efecto directo en el momento que se realizó la inseminación a tiempo fijo, siendo esta la tasa de concepción de la IATF, ya que al quedar sincronizadas reproductivamente la expresión de los celos se efectúa en determinados días siendo útiles para mejorar los esfuerzos en la detección de celo y así igualmente aumenta la tasa de concepción, pero estos serían a celo detectado.

## REFERENCIAS

GONZÁLES V. J. A, 2007, Caracterización y tipificación de sistemas productivos de leche en la décima región de Chile: Un análisis multivariable

FERNÁNDEZ S. M, 2012, Control periódico y ecográfico. Uso practico. In: Reproducción y control ecográfico en vacuno, Servet editorial, Zaragoza, Pag. 54-73

## EFFECTO DE LA APLICACIÓN FOLIAR DE HIDROLIZADO DE LANA DE OVEJA SOBRE EL CRECIMIENTO Y CONTENIDO MINERAL DE BALLICA ANUAL

Giordano Catenacci-Aguilera,<sup>ac</sup> Marcela Gómez-Ceruti,<sup>ad</sup> Lina Maria Correa E.,<sup>abe</sup>

<sup>a</sup> Centro de Innovación y desarrollo para ovinos para el secano-OVISNOVA, Universidad; Santo Tomás, Talca.; <sup>b</sup> Escuela de Medicina Veterinaria, Facultad de Recursos Naturales y

## INTRODUCCIÓN

La disposición de lana de oveja de baja calidad producida por razas carniceras se considera un desafío global. Actualmente, esta fibra tiene tres posibles destinos: 1) ser regalada o transada a precios muy bajos, 2) guardada indefinidamente o 3) desechada o quemada, generando problemas logísticos y graves consecuencias ambientales. Sin embargo, es rica en elementos que son fuente de nutrientes para plantas. La hipótesis de este trabajo es que la lana hidrolizada constituye un fertilizante foliar que impacta positivamente el crecimiento de las plantas. El objetivo del estudio fue evaluar el efecto de la aplicación foliar de un hidrolizado de lana de oveja sobre crecimiento y contenido mineral en ballica anual.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó una hidrólisis alcalina para la preparación del hidrolizado utilizando lana de oveja de raza Suffolk Down. La solución resultante fue utilizada en un ensayo en condiciones de invernadero. El ensayo estuvo compuesto por 30 bolsas en las cuales se sembró 1 g de semilla de ballica anual (*Lolium multiflorum*). Las bolsas se sometieron a seis tratamientos diferentes que combinaron una fertilización basal (FB) con dosis de aplicación foliar del hidrolizado en base a lana entre los 0,125 ml a 0,5 ml por bolsa. Cada tratamiento contó con cinco réplicas y las aplicaciones del hidrolizado se realizaron 90 días después de siembra, con frecuencia semanal durante cinco semanas consecutivas. Finalizadas las aplicaciones, se evaluó la altura e índice de clorofila (IC) en cinco plantas por bolsa, y posteriormente se cortó la biomasa aérea de cada bolsa para determinar peso fresco (PF) y seco (PS), sumado a la determinación del contenido de nitrógeno (%N), fósforo (%P) y potasio (%K) en hojas. Los resultados obtenidos fueron analizados mediante análisis de varianza previa comprobación de supuestos. Para determinar que tratamientos fueron estadísticamente diferentes unos de otros, se utilizó la prueba de Tukey.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En general, las variables estudiadas respondieron positivamente a dosis crecientes de aplicación de hidrolizado. Sin embargo, la altura y el IC sólo mostraron diferencias significativas en tratamientos con hidrolizado al comparar con el tratamiento sin fertilización. En producción de biomasa el tratamiento con mayor dosis de hidrolizado (0,5 ml bolsa<sup>-1</sup>) duplicó la producción de PF del tratamiento sin ninguna fertilización, relación que se mantuvo para el PS. Para los contenidos de N, P y K se observaron respuestas diferentes a las dosis crecientes de hidrolizado (Tabla 1). El crecimiento vegetal observado puede responder tanto al contenido de nutrientes del hidrolizado como a un efecto similar al de fitohormonas producido por los aminoácidos libres presentes en la solución (Colla et al., 2015). Lo anterior también puede respaldar la correlación positiva entre el índice de clorofila y dosis crecientes del hidrolizado (Raguraj et al., 2023). Respecto del contenido de nutrientes en hojas, varios estudios reportan un aumento como resultado de la aplicación de hidrolizados de origen animal (Metomo et al., 2024). Sin embargo, la mejor forma de aplicación de estos hidrolizados es incierta, encontrándose estudios contrastantes en cuanto a resultados de aplicación al suelo o al follaje (Cristiano et al., 2018).

**Tabla 1. Variables de crecimiento, índice de clorofila y contenido mineral en hojas de ballica después de la aplicación foliar de hidrolizado de lana de oveja.**

Tratamiento*	Altura final (cm)	Peso fresco (g bolsa <sup>-1</sup> )	Peso seco (g bolsa <sup>-1</sup> )	Índice Clorofila	N (%)	P (%)	K (%)
Sin fertilización	31,3 ± 2,4 b	41,65 ± 2,72 c	13,04 ± 0,66 c	1,65 ± 0,10 b	1,09 ± 0,08 c	0,51 ± 0,01 c	3,07 ± 0,10 b
Solo FB	36,1 ± 4,2 ab	59,80 ± 5,51 bc	16,20 ± 1,65 bc	1,76 ± 0,10 ab	1,26 ± 0,05 bc	0,57 ± 0,02 bc	3,68 ± 0,09 a
FB + 0,125 ml HL**	40,1 ± 3,6 ab	58,43 ± 5,03 bc	20,31 ± 1,78 abc	2,07 ± 0,13 ab	1,57 ± 0,03 a	0,63 ± 0,01 ab	4,10 ± 0,12 a
FB + 0,25 ml HL	42,5 ± 1,4 ab	71,90 ± 4,21 ab	22,43 ± 2,74 ab	2,44 ± 0,24 a	1,28 ± 0,03 bc	0,65 ± 0,04 ab	3,82 ± 0,13 a
FB + 0,375 ml HL	44,8 ± 3,1 a	78,28 ± 9,28 ab	22,22 ± 2,73 ab	2,22 ± 0,11 ab	1,44 ± 0,06 ab	0,65 ± 0,01 ab	4,05 ± 0,10 a
FB + 0,5 ml HL	46,7 ± 0,9 a	88,98 ± 2,42 a	25,98 ± 1,68 a	2,35 ± 0,19 a	1,40 ± 0,07 ab	0,67 ± 0,02 a	3,96 ± 0,18 a

Letras diferentes para la misma columna indican diferencias significativas entre tratamientos según Test de Tukey ( $p \leq 0.05$ ). \* Dosis de hidrolizado corresponden a aplicaciones semanales. \*\*HL: hidrolizado.

## CONCLUSIONES

La fertilización foliar con hidrolizado de lana de oveja aumentó significativamente la altura, producción de biomasa, índice de clorofila y contenido mineral en plantas de ballica respecto de plantas sin fertilización, pero sólo logró mejorar la producción de biomasa, el contenido de N y P al comparar con plantas con fertilización basal. En general, mayores aumentos en las variables estudiadas se asociaron a dosis más altas de hidrolizado aplicado. Sin bien los resultados son auspiciosos, es necesario realizar más pruebas para optimizar las dosis y frecuencias de aplicación necesarias para lograr una mejor respuesta en los cultivos.

## REFERENCIAS

- COLLA, G., NARDI, S., CARDARELLI, M., ERTANI, A., LUCINI, L., CANAGUIER, R., & ROUPHAEL, Y. (2015). Protein hydrolysates as biostimulants in horticulture. *Scientia Horticulturae*, 196, 28–38. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.08.037>
- CRISTIANO, G., PALLOZZI, E., CONVERSA, G., TUFARELLI, V., & DE LUCIA, B. (2018). Effects of an Animal-Derived Biostimulant on the Growth and Physiological Parameters of Potted Snapdragon (*Antirrhinum majus* L.). *Frontiers in Plant Science*, 9. <https://www.frontiersin.org/journals/plant-science/articles/10.3389/fpls.2018.00861>
- METOMO, N. F. N., TAYI, F., YOUNES, E., AMADINE, O., & ZAHOUILY, M. (2024). Production of sheep wool keratin hydrolysate and evaluation of its effectiveness in promoting maize cultivation. *Journal of Environmental Management*, 366, 121648. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2024.121648>
- RAGURAJ, S., KASIM, S., JAAFAR, N. M., & NAZLI, M. H. (2023). Influence of chicken feather waste derived protein hydrolysate on the growth of tea plants under different application methods and fertilizer rates. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(13), 37017–37028. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-24758-z>

## EVOLUCIÓN DIRIGIDA DE COMUNIDADES MICROBIANAS RUMINALES SELECCIONADAS POR ALTA Y BAJA ACUMULACIÓN DE DIHIDRÓGENO EN CULTIVOS SERIALES CON METANOGÉNESIS INHIBIDA

## Directed evolution of rumen microbial communities selected for high and low dihydrogen accumulation in methanogenesis-inhibited serial cultures

Emilio M. Ungerfeld<sup>1\*</sup>, Nathaly Cancino<sup>1</sup>, Nelson Vera<sup>1</sup>, Felipe Riffo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Vilcún, La Araucanía; <sup>2</sup>Universidad Católica de Temuco, Temuco, La Araucanía; \*E-mail: [emilio.ungerfeld@inia.cl](mailto:emilio.ungerfeld@inia.cl)

### INTRODUCCIÓN

Inhibir la metanogénesis en el rumen para mitigar las emisiones de metano (CH<sub>4</sub>) entérico resulta en acumulación de dihidrógeno (H<sub>2</sub>) *in vitro* y aumentos en emisión de H<sub>2</sub> *in vivo* (Ungerfeld et al., 2022) de varios órdenes de magnitud. El aumento en H<sub>2</sub> expelido es una pérdida de energía para los rumiantes, y el aumento de H<sub>2</sub> disuelto en el fluido ruminal puede inhibir la reoxidación de NADH formado en la glicólisis y consiguientemente inhibir la fermentación, en caso de que el NADH no sea oxidado cediendo electrones (e<sup>-</sup>) a aceptores alternativos. Es deseable entonces redirigir e<sup>-</sup> desde H<sub>2</sub> hacia vías metabólicas cuyos productos finales sean nutricionalmente útiles para los rumiantes (Ungerfeld et al., 2022). El objetivo de este estudio fue seleccionar comunidades microbianas con inhibición de metanogénesis contrastantes en acumulación de H<sub>2</sub> y comparar sus sumideros de e<sup>-</sup>. Se presentan resultados preliminares.

### MATERIALES Y MÉTODOS

Se muestreó contenido de rumen de dos vacas fistuladas alimentadas con heno de ballica *ad libitum*. Se trasladó al laboratorio, se batió bajo CO<sub>2</sub> por 1 min para separar células adheridas a partículas vegetales y se filtró. Bajo CO<sub>2</sub> se agregó 3% (V/V) de inóculo ruminal al medio de cultivo de Mould y 40 mL de medio inoculado se agregaron a 20 botellas de suero de 100 mL conteniendo 400 mg de sustrato alto en forraje y 33 μM 3-nitrooxipropanol como inhibidor de metanogénesis. Las botellas se incubaron a 39 °C y 60 rpm bajo CO<sub>2</sub>. A las 72 h de incubación se determinó presión y composición de gas (Ungerfeld et al., 2019) y se seleccionaron las dos botellas con mayor y menor porcentaje de H<sub>2</sub> en el gas total (%H<sub>2</sub>). Se inoculó 10 nuevas botellas conteniendo 38 mL de medio fresco y sustrato con 2 mL de una botella seleccionadas con mayor %H<sub>2</sub>, y otras 10 a partir de la botella con menor %H<sub>2</sub>, las cuales que volvieron a incubarse por 72 h. El procedimiento se repitió siete veces dando lugar a las líneas de alto y bajo %H<sub>2</sub>. Los resultados se analizaron como: %H<sub>2</sub> = media general + transferencia serial (2 a 7) + criterio de selección (%H<sub>2</sub> alto o bajo) + interacción + error.

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Hubo una interacción entre el criterio de selección y la transferencia serial ( $P < 0,001$ ; Figura 1), donde los cultivos seleccionados por alto %H<sub>2</sub> tuvieron mayor %H<sub>2</sub> solamente en la transferencia 2 ( $P < 0,001$ ), en tanto que en las transferencias 4, 5, y 6, los cultivos seleccionados por bajo %H<sub>2</sub> acumularon más H<sub>2</sub> ( $P \leq 0,004$ ) y no hubo diferencias en la transferencia 7 ( $P = 0,58$ ). El criterio de selección y el número de transferencia serial también interactuaron sobre la producción de gas total ( $P < 0,001$ ; resultados no mostrados), con mayor producción de gas total en la línea seleccionada por bajo %H<sub>2</sub> en las transferencias 3, 4, 5 y 6 ( $P < 0,001$ ) y la respuesta opuesta en la transferencia 7 ( $P < 0,001$ ). Existió una asociación positiva aunque débil entre %H<sub>2</sub> y producción de gas total ( $R^2 = 0,13$ ;  $P < 0,001$ ), lo cual sugiere que el exceso de H<sub>2</sub> disuelto no inhibió la fermentación.



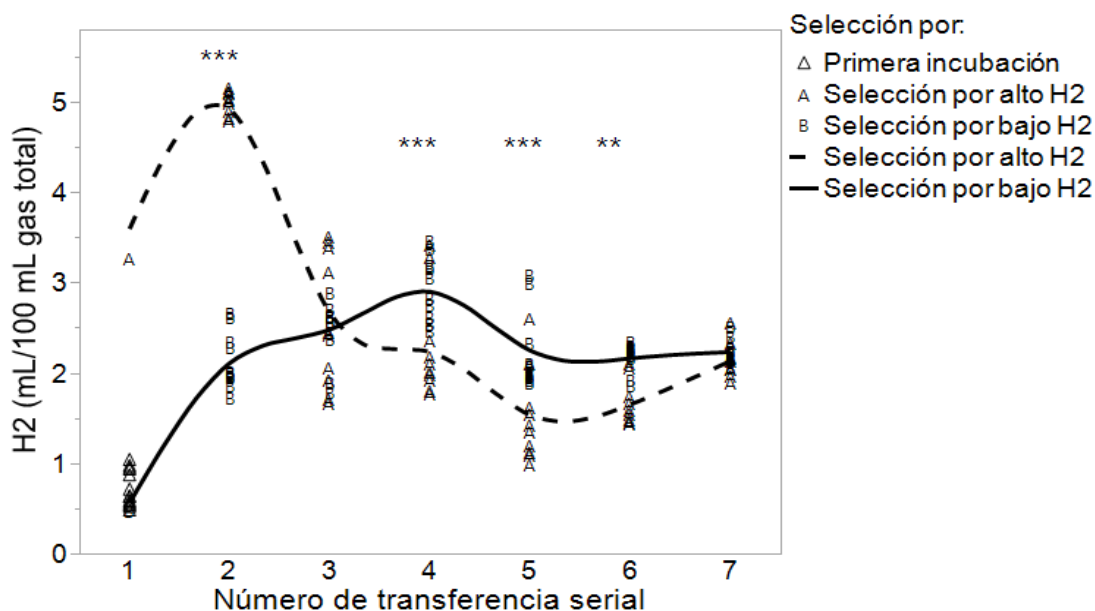


Figura 1. Selección de cultivos ruminales seriales por alto (A, línea discontinua) y bajo (B, línea continua) porcentaje de dihidrógeno ( $H_2$ ). \*\* =  $P < 0,01$ ; \*\*\* =  $P < 0,001$ .

## CONCLUSIONES

A pesar de que al final de la segunda transferencia serial la línea seleccionada por alto % $H_2$  tuvo una concentración de  $H_2$  más de 7 veces mayor a la línea seleccionada por bajo % $H_2$ , la diferencia entre las líneas luego desapareció o inclusive se revirtió. La magnitud de la reversión en acumulación de  $H_2$  fue disminuyendo en las transferencias 4 a 6, por lo cual tal vez podría deberse a desvíos aleatorios que encuentran el equilibrio a partir de la transferencia 7. La concentración de  $H_2$  podría alcanzar un equilibrio termodinámico controlado por las concentraciones de  $H_2$ , aceptores de  $e^-$ , y productos intermedios reducidos. Manipular el sistema en esas condiciones requeriría de la adición de aceptores alternativos de  $e^-$ . El experimento deberá repetirse posiblemente aumentando el número de transferencias seriales.

## AGRADECIMIENTOS

Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo, Proyectos Fondecyt 1190574 y 1240264.

## REFERENCIAS

- UNGERFELD, E.M., BEAUCHEMIN, K.A., MUÑOZ, C. 2024. Current perspectives on achieving pronounced enteric methane mitigation from ruminant production. *Frontiers in Animal Science* 2:795200
- UNGERFELD, E.M., AEDO, M.F., M.C., MARTÍNEZ, E.D., SALDIVIA, M. 2019. Inhibiting methanogenesis in rumen batch cultures did not increase the recovery of metabolic hydrogen in microbial amino acids. *Microorganisms* 7:115.

# INDICADORES DE SALUD EN BOVINOS Y SU RELACIÓN CON EL PRECIO DE VENTA EN LAS FERIAS GANADERAS DE MELIPILLA Y CURICÓ.

## Health indicators in cattle and their relationship with the sale price at the livestock auctions in Melipilla and Curicó.

Daniela Silva<sup>1</sup>, Daniel Dartes<sup>1</sup>, Daniela Luna<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Dpto. de Ciencias Clínicas, FAVET, U. de Chile. [nncartes@uchile.cl](mailto:nncartes@uchile.cl)

<sup>2</sup>Dpto. de Fomento de la Producción Animal, FAVET, U. de Chile. [daniela.luna.f@uchile.cl](mailto:daniela.luna.f@uchile.cl)

## INTRODUCCIÓN

Las ferias ganaderas cumplen un rol importante en las transacciones de ganado bovino en todo el mundo, incluyendo Chile. Diversos factores determinan el precio de las transacciones, entre las que se encuentran la estacionalidad dentro del año, el tamaño del lote de animales, el peso, la raza, la categoría animal, así como experiencia y cantidad de compradores del remate (Verteramo Chiu et al., 2022). Además, factores relacionados a la salud de los animales son aspectos de importancia que han demostrado impactar en la valoración y determinación del precio de venta de los animales (Moorman et al., 2018; Sánchez-Hidalgo et al., 2020). Pese a esto, en Chile existe limitada información sobre el impacto de las alteraciones de salud en los precios de transacción de bovinos en ferias ganaderas, por lo que el objetivo del presente trabajo fue determinar como los indicadores de salud afecta el precio de venta de bovinos en dos ferias de la zona central de Chile.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en las ferias ganaderas de Melipilla y Curicó durante el período de noviembre de 2023 a abril del 2024, donde un total de 1.959 bovinos adultos fueron evaluados. Para evaluar las características generales y de salud de los animales, estos fueron observados durante la descarga y en los corrales previos a la subasta. Se registró el número DIIO, categoría productiva (11 categorías), raza o cruce (leche o carne), y sexo de cada animal al momento de la inspección, así como las variables de salud. Estas últimas fueron clasificadas de forma dicotómicas (Troncoso et al., 2012; Moorman et al., 2018): condición corporal: baja condición corporal  $\leq 2,5$  y aceptable condición corporal  $\geq 2,75$  (siguiendo una escala de 1-5); presencia o ausencia de cojeras; presencia o ausencia de heridas o lesiones tegumentarias; presencia o ausencia de anomalías de la cola como amputaciones o quebraduras; presencia o ausencia lesiones oculares, como tumores, secreciones purulentas o pérdidas del globo ocular. Finalmente, al término de la subasta, se registró el precio (\$/kg) de todos los bovinos evaluados. El efecto de las variables productivas y de salud sobre el precio por kilogramo fue evaluado en el programa r-studio mediante un ANDEVA multivariado, usando como efecto aleatorio la feria. Comparaciones posteriores fueron realizadas a través de test de Tukey, considerando la significancia estadística fue con un  $p < 0,05$ .

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados revelaron que el precio está determinado fuertemente por la categoría animal (CUADRO 1). Los novillos gordos, que es la categoría con el mayor precio por kilogramo (\$1.877/kg) presentaron un precio extra de hasta \$1.110/kg, que la categoría con el precio más bajo, como las vacas de engorda. El propósito productivo (leche/carne) también influyó el precio, donde las vacas lecheras tuvieron en promedio \$40 menos por kilogramo de carne, probablemente por ser considerados animales de descarte. Asimismo, aquellos animales con mayor peso total, tuvieron un mayor precio por kilogramo. Por otro lado, el

análisis reveló que los indicadores de salud influyeron en el precio de comercialización. Los animales con una baja condición corporal  $\leq 2,5$  tuvieron un precio por kilogramo \$135 inferior que aquellos con una condición corporal  $\geq 2,75$ . Asimismo, la presencia de cualquier alteración de salud (claudicación, lesiones tegumentarias, lesiones oculares o lesiones en la cola) tendió a reducir en \$15 el precio en los animales subastados.

Cuadro 1. Efectos fijos sobre precio de la subasta

Término	GL Num	GL Den	Valor F	Valor p
Categoría productiva	10,00	1929,70	302,12	0,000
Cond. corporal	1,00	1932,04	35,97	0,000
Fin productivo	1,00	1932,57	5,12	0,024
Lesiones	1,00	1932,13	2,71	0,100
Peso animal	5,00	1932,27	38,76	0,000

## CONCLUSIONES

El presente estudio ha permitido determinar que el precio de subasta de las ferias de Melipilla y Curicó está determinado fuertemente por variables productivas como la categoría animal y el peso individual de los animales. Sin embargo, indicadores de salud como la condición corporal y la presencia de lesiones afectan el precio de comercialización.

## REFERENCIAS

- MOORMAN, A. K., DUFFIELD, T. F., GODKIN, M. A., KELTON, D. F., RAU, J., & HALEY, D. B. (2018). Associations between the general condition of culled dairy cows and selling price at Ontario auction markets. *Journal of Dairy Science*, 101(11), 10580-10588.
- SÁNCHEZ-HIDALGO, M., BRAVO, V., & GALLO, C. (2020). Behavior and health indicators to assess cull cow's welfare in livestock markets. *Frontiers in Veterinary Science*, 7, 471.
- TRONCOSO, J. L., ENGLER, A., MANRIQUEZ, P., & VALDIVIA, A. (2012). Factors that influence the price of cattle in livestock auctions: the case of the stockyard of Melipilla (Chile). *Ciencia e investigación agraria*, 39(1), 37-45.
- VERTERAMO CHIU, L. J., TAUER, L. W., & GRÖHN, Y. T. (2022). Pricing efficiency in livestock auction markets: A two-tier frontier approach. *Agricultural Economics*, 53(S1), 139-151. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1111/agec.12735>

# EVALUACIÓN DEL DESARROLLO EMBRIONARIO EN RUMIANTES SILVESTRES Y DOMÉSTICOS: MADURACIÓN IN VITRO Y ACTIVACIÓN PARTENOGENÉTICA EN *PUDU PUDA* Y *BOS TAURUS*

## Evaluation of embryo development between wild and domestic ruminants: *in vitro* maturation and parthenogenetic activation in *Bos taurus* and *Pudu puda*

Daniel Veraguas-Dávila<sup>1\*</sup>, Maite Chinchón <sup>2</sup>, Sebastián Vergara<sup>3</sup>, Ingrid Carvacho <sup>3</sup>, Fidel Ovidio Castro <sup>4</sup>, Lleretny Rodríguez-Alvarez <sup>4</sup>.

<sup>1</sup> Departamento de Fomento de la Producción Animal, Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias, Universidad de Chile. <sup>2</sup> Escuela de Medicina Veterinaria, Facultad de Ciencias de la Vida, Universidad Andrés Bello. <sup>3</sup> Laboratorio de Canales Iónicos y Reproducción, Departamento de Medicina Traslacional, Facultad de Medicina, Universidad Católica del Maule. <sup>4</sup> Laboratorio de Biotecnología Animal, Departamento de Ciencia Animal, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad de Concepción. \*Email: daniel.veraguas@uchile.cl

## INTRODUCCIÓN

Las técnicas de producción *in vitro* de embriones (IVP) se han utilizado ampliamente para el mejoramiento genético en la ganadería. Actualmente, estas técnicas se están incorporando en los programas *ex situ* de conservación de especies. El pudú (*Pudu puda*) es un cérvido endémico de Chile, y su población se encuentra en constante disminución. La activación partenogenética permite la activación química de ovocitos y que estos comiencen el desarrollo embrionario sin necesidad de aporte espermático, lo cual se ha utilizado para estudiar el desarrollo temprano en otras especies de cérvidos (1). La hipótesis de estudio fue “Los ovocitos de pudú son capaces de madurar *in vitro* y de comenzar el desarrollo embrionario posterior a la activación partenogenética con patrones similares al modelo bovino”. Siendo el objetivo de estudio: Comparar el desarrollo embrionario de ovocitos de pudú y bovinos posterior a la maduración *in vitro* y activación partenogenética.

## MATERIALES Y MÉTODOS

En 2015, una hembra pudú fue derivada al Centro de Rehabilitación de Fauna Silvestre de la Universidad de Concepción, presentando una fractura de cadera con estrechez del canal pélvico. Posterior a su recuperación, el equipo veterinario decidió realizar una ovariectomía con el fin de prevenir futuros partos distócicos. El equipo de laboratorio procesó los ovarios extraídos para la colección de los complejos cúmulo-ovocito (CCOs) inmaduros. Los CCOs inmaduros fueron clasificados morfológicamente de mejor a peor calidad en los grados I, II, III y IV. Posteriormente, solo los CCOs grado I y II fueron utilizados en la maduración *in vitro* (IVM) durante 24 horas. Una vez finalizada, se removieron las células cumulares de los CCOs maduros utilizando vórtex y hialuronidasa por 5 minutos. Los ovocitos fueron teñidos con Hoechst para visualización del primer cuerpo polar y estimar el porcentaje de maduración. Posteriormente, se midieron tres parámetros en los ovocitos de pudú: grosor de la zona pelúcida, diámetro del citoplasma y diámetro total, utilizando el software ImageJ. Los resultados fueron comparados con las mediciones de ovocitos bovinos. Finalmente, los ovocitos de pudú maduros fueron activados químicamente incubándolos por 5 minutos en 7% de etanol, y posteriormente en 10 µg/mL de cicloheximida y 5 µg/mL de citocalacina B por 5 horas. Luego, los ovocitos activados fueron cultivados *in vitro* por 8 días, y se estimaron las tasas de división, formación de mórulas y formación de blastocistos, comparando los resultados con ovocitos bovinos sometidos al mismo procedimiento. Para estimar diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) en las mediciones morfológicas entre los ovocitos de pudú y los de bovino se utilizó la prueba de t-student, y para evaluar diferencias en el desarrollo embrionario *in vitro* se utilizó la prueba no paramétrica de Wilcoxon, y el software RStudio.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A partir de los ovarios de pudú se colectó un total de 26 CCOs inmaduros, los cuales fueron clasificados morfológicamente como grado I: 6 (23,1%), grado II: 14 (53,8%), grado III: 5 (19,2%), y grado IV: 1 (3,8%). Solo los CCOs grado I y II fueron sometidos a IVM, y se observó una expansión significativa de las células cumulares antes ( $153,8 \pm 5,4 \mu\text{m}$ ) y al finalizar la IVM ( $467,8 \pm 92,9 \mu\text{m}$ ). Posterior a la IVM, se observó que 12/20 ovocitos presentaban el primer cuerpo polar (60%). En la evaluación morfológica de los ovocitos de pudú se observaron diferencias significativas en comparación a los ovocitos bovinos, presentando un menor grosor de la zona pelúcida (pudú:  $12,9 \pm 1,1 \mu\text{m}$ , bovino:  $15,2 \pm 3,1 \mu\text{m}$ ), y un mayor diámetro citoplasmático (pudú:  $124,7 \pm 3,8$ ; bovino:  $110,83 \pm 7,2$ ) y diámetro total (pudú:  $159,6 \pm 3,4$ ; bovino:  $147,7 \pm 6,0$ ). Finalmente, 9/12 ovocitos se activaron y cultivaron *in vitro*. A las 24 horas se observaron 6/9 embriones en estadio de 2-células (66,6%). Al día-3, 4/9 embriones en estadio de 4-células (44,4%) y 1/9 en estadio de 6-8 células (11,1%). Finalmente al día 5, se observaron 2/9 embriones en estadio de mórula (22,2%). Sin embargo, no se observaron blastocistos al día 7 u 8. Los ovocitos activados de bovino presentaron un patrón de desarrollo *in vitro* similar, pero con un mayor porcentaje de mórulas (42,6%) al día 5, y con formación de blastocistos al día 7 (39,7%).

A modo de discusión, el patrón de desarrollo embrionario de los ovocitos de pudú posterior a la activación partenogenética es similar a lo reportado en ovocitos de otras especies de cérvidos (Brahmasani et al., 2013, Yin *et al.*, 2013). Sin embargo, en otros estudios si se observó la formación de blastocistos al día 7 de cultivo (Brahmasani et al., 2013, Yin et al., 2013). Lo cual podría ser debido a que en estos reportes se utilizó un medio específico para el cultivo de embriones de cérvidos (DSOF), mientras que en este estudio se utilizó el medio SOF suplementado específicamente para embriones bovinos.

## CONCLUSIONES

En conclusión, los ovocitos de pudú son morfológicamente distintos a los ovocitos bovinos, presentando un mayor diámetro citoplasmático, y un menor grosor de la zona pelúcida. A pesar de esto, son capaces de madurar *in vitro* y de desarrollarse hasta el estadio de mórula posterior a la activación partenogenética utilizando protocolos diseñados para los ovocitos bovinos. Sin embargo, no lograron alcanzar el estadio de blastocisto posiblemente por requerimientos especie específicos durante el cultivo *in vitro*.

## AGRADECIMIENTOS

- Al Centro de Rehabilitación de Fauna Silvestre de la Universidad de Concepción.
- Fondecyt postdoctorado 3200352.

## REFERENCIAS

1. Brahmasani, S. R., Yelisetti, U. M., Katari, V., Komjeti, S., Lakshmikantan, U., Pawar, R. M., & Sisinthy, S. (2013). Developmental ability after parthenogenetic activation of *in vitro* matured oocytes collected postmortem from deers. *Small Ruminant Research*, 113(1), 128-13.
2. Yin, Y., Tang, L., Zhang, P., Kong, D., Wang, Z., Guan, J., ... & Li, Z. (2013). Optimizing the conditions for *in vitro* maturation and artificial activation of sika deer (*Cervus nippon hortulorum*) oocytes. *Reproduction in domestic animals*, 48(1), 27-32.

# COMPARACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD DE LA FIBRA DE ALPACAS (*Vicugna pacos*) SURI Y HUACAYA EN LA ZONA CENTRAL DE CHILE

## Comparing fiber quality characteristics of Suri and Huacaya alpacas (*Vicugna pacos*) in Central Chile

Daniel Dartes<sup>1</sup>, Luis Raggi<sup>2</sup>, Benito González<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Dpto. de Ciencias Clínicas, FAVET, Universidad de Chile. [nncartes@uchile.cl](mailto:nncartes@uchile.cl)

<sup>2</sup>Dpto. de Cs. Biológicas, FAVET, Universidad de Chile. [lraggi@uchile.cl](mailto:lraggi@uchile.cl);

<sup>3</sup>Depto. Gestión Forestal y su Medio Ambiente, CFCN. Universidad de Chile [bengonza@uchile.cl](mailto:bengonza@uchile.cl)

Proyecto financiado por DI-favet 01-2023: "Encadenamiento productivo comercial en alpacas (*Vicugna pacos*) criadas en la zona central de Chile: un modelo productivo integral".

### INTRODUCCIÓN

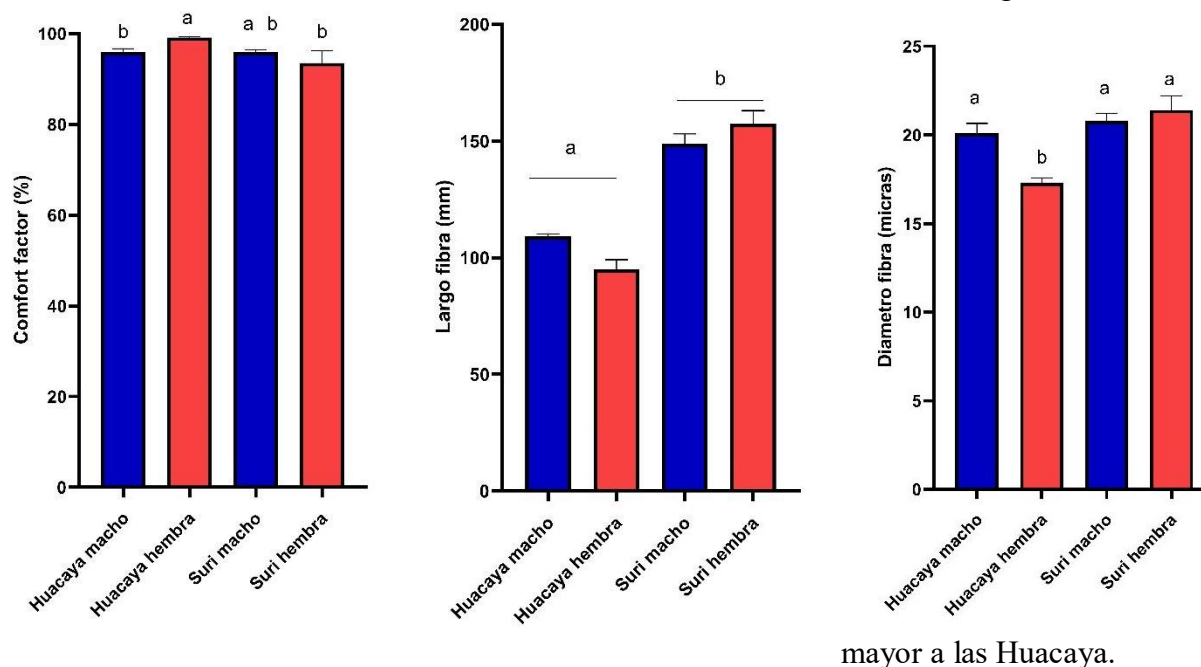
La fibra de alpaca es uno de los productos más valiosos utilizados en la industria textil debido a sus excepcionales cualidades físicas, como la suavidad, ligereza y capacidad de aislamiento térmico (Pinares et al., 2023). Existen dos tipos de fibra de alpaca, según la raza del animal: la fibra de las alpacas Huacaya, que se caracteriza por ser más densa, corta y rizada, y la de las alpacas Suri, que presenta fibras largas, con rizos brillantes organizados en mechones independientes (Pinares et al., 2023). En condiciones extremas del altiplano, factores como el sexo, la edad, la alimentación y la coloración son determinantes para las características de la fibra. Sin embargo, el comportamiento de estas variables bajo condiciones controladas y a menor altitud (400 m.s.n.m) aún no ha sido estudiado en profundidad. Por ello, el objetivo de este estudio fue comparar las características lanimétricas del vellón entre alpacas de raza Suri y Huacaya en la zona central de Chile.

### MATERIAL Y MÉTODOS

El presente estudio se llevó a cabo en el criadero de alpacas Suri y Huacaya Quintessence, en la región de Valparaíso. La fibra fue obtenida a partir de 120 animales de ambas razas, sexos y sobre el año de edad. Las muestras se tomaron desde la mitad del lado izquierdo del animal, detrás de la tercera costilla, a mitad de distancia entre el dorso y la línea del vientre. Las muestras de fibra fueron analizadas en el laboratorio de lanimetría de FAVET, U. de Chile a través del *Optical Fibre Diameter Analyser* (OFDA 2000). El equipo midió el promedio del grosor de la fibra, la desviación estándar, el coeficiente de variación, el factor de confort (fibras menores a 30 micrómetros en %) y largo de la mecha. Los datos fueron analizados en el programa Rstudio, mediante análisis de varianza y pruebas *post-hoc* de Tukey.

## RESULTADOS

El diámetro promedio de las fibras fue de 18,7  $\mu\text{m}$  y 21,1  $\mu\text{m}$  para alpacas Huacaya y Suri, respectivamente. Estos valores indican una alta calidad de la fibra, siendo más finas a los 22.6  $\mu\text{m}$  reportados previamente por Simbaina y Raggi (2019) en Ecuador y a los 23,8  $\mu\text{m}$  reportados por Pinares et al., (2023) en Perú. Asimismo, en el presente estudio se encontró que en promedio las alpacas Huacaya tienen fibras más finas que las alpacas Suri (Figura 1A), lo que concuerda con resultados previos (Pinares et al., 2023). Además, se observó que existe una interacción entre la raza y el sexo, donde solo las hembras Huacaya tuvieron un menor diámetro de fibra que los machos. La raza de alpaca también fue una variable significativa para el factor de confort, donde las alpacas Huacaya, principalmente hembras, mostraron mayor porcentaje de fibras <30 micrones (Figura 1B), lo que se relaciona con el menor diámetro de la fibra. El factor raza (Huacaya vs. Suri) tuvo un efecto significativo sobre la longitud de mecha (Figura 1C), con las alpacas Suri mostrando una longitud de mecha significativamente



**Figura 1.** A: Diámetro de fibra (micras), B: porcentaje de confort fibra, C: Largo fibra (mm) en alpacas Huacaya y Suri. Letras diferentes implican diferencias estadísticas ( $P < 0.05$ )

## CONCLUSION

En condiciones estabuladas y controladas en la Zona Central de Chile es posible la obtención de fibra de alta calidad de alpacas, la cual está influenciada por la raza y el sexo, donde las alpacas Huacaya, particularmente las hembras, tuvieron fibras más finas, mayor factor de confort, así como fibras más cortas que las Suri.

## REFERENCIAS

- PINARES, R., MEZA, A., CRISPÍN, N., LOZANO, F., & PEZO, D. (2023). Comparing fiber quality characteristics and staple length in Suri and Huacaya alpacas. *Frontiers in Animal Science*, 4, 1167113.
- SIMBAINA J. C., RAGGI L. (2019). Lanametric determination of the alpaca fiber (Vicugna pacos) in tucayta, province of cañar. *J. Veterinary Sci. Med.* 7 (1), 1–4.

# EFICACIA DE DOS FORMULACIONES A BASE DE EXTRACTOS VEGETALES SOBRE EL PORCENTAJE DE REDUCCIÓN DEL CONTEO DE HUEVOS EN MATERIA FECAL DE OVINOS PARASITADOS EN UN PREDIO DE LA REGIÓN DE LA ARAUCANÍA

## Efficacy of Two Formulations Based on Plant Extracts on the Percentage Reduction of Egg Count in Feces of Parasitized Sheep in a Farm in the Araucanía Region

Carlos Lüders<sup>1\*</sup>, Myriam Velasco<sup>1</sup>, Jorge Meyer<sup>1</sup>, Juan Pablo Avilez, Claudio Rojas<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Universidad Católica de Temuco. <sup>2</sup> Universidad de la Frontera. \*Email: [cluders@uct.cl](mailto:cluders@uct.cl)

### INTRODUCCIÓN

En ovinos las parasitosis gastrointestinales generan pérdidas económicas importantes. Su control se basa en la aplicación de antiparasitarios, los que con el tiempo terminan seleccionando poblaciones de parásitos resistentes con las consecuentes fallas terapéuticas y/o incrementos en las dosificaciones, generando sobrecarga ambiental y riesgos de residuos en productos y subproductos de los animales tratados. Son conocidas y documentadas las propiedades de plantas medicinales con efectos antiparasitarios del punto de vista empírico, en ocasiones cuestionadas desde el punto de vista científico, ya que la concentración de fitoquímicos, metabolitos secundarios, varían según la condición edafoclimáticas donde se desarrolla la planta y por ende la eficacia terapéutica. El objetivo fue evaluar la eficacia de dos formulaciones estandarizadas a base de boldo (*Puenum boldus M*) y eucaliptus (*Eucalyptus globulus*) sobre el porcentaje de reducción del conteo de huevos (%RCH) en materia fecal de ovinos parasitados en un predio de la Región de la Araucanía.

### MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó con 40 ovinos adultos con un HPG superior a 100 del sector de Cunco, Región de la Araucanía. Se dividieron aleatoriamente en 4 grupos: control (sin tratamiento), albendazol (10mg/kg), eucaliptus y boldo (reciben respectivamente 60 mL de extracto estandarizado y formulado al 50%, 1 dosis por tres días). La dosis surge previo estudio de DL50 realizada en L3 infestantes obtenidas por cultivo del mismo predio. Las muestras se toman del recto antes y posterior al tratamiento día 0, 7, 14 y 21. El HPG se realiza mediante la técnica cualitativa de sedimentación-flotación (Teuscher, 1965) y la técnica cuantitativa de Mc Master. Se realizó un cultivo de larvas siguiendo el método de Niezen y col. (1998) para caracterizar taxonómicamente la población de larvas presentes (Great Britain, 1971). Para calcular el %RCH se aplicó la fórmula descrita por Dash y col (1988), que incorpora una corrección en función al conteo de huevos del grupo control, este es:  $\%RCH = 100 \times (1 - (T2/T1) (C1/C2))$ . Donde: T es la media geométrica del conteo de huevos del grupo tratado; C es la media geométrica del HPG control; 1 es la media geométrica del HPG pretratamiento y 2 es la media geométrica del HPG postratamiento. Se realizó estadística descriptiva y exploratoria, comprobados los supuestos, se aplicó un ANOVA de una vía de muestras pareadas, en caso de diferencias significativas se aplicó la prueba de Dunnett como post test a un nivel de significación del 5%. Los resultados se expresan como porcentajes, medias geométricas y sus respectivos IC del 95% según corresponda.

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la región, por sus condiciones climáticas conviven una amplia variedad de géneros de parásitos gastrointestinales, su prevalencia coincide con los hallados en este ensayo donde los géneros fueron: *Ostertagia spp* (43%), *Trichostrongylus spp* (40%), *Cooperia spp* (10%), *Nematodirus fillicollis* (5%), *Chabertia ovina* (2%). En la Tabla 1, se observa el %RCH y el



efecto inhibitorio de los extractos sobre la población parasitaria, con reducciones significativas respecto al valor basal (día 0) hasta el día 14, en cambio albendazol lo hace hasta el día 21 postratamiento. El %RCH para la formulación de boldo y eucaliptus fueron de 87,3 – 89,2 % y 68,5 – 80,6 % respectivamente.

**Tabla 1:** Medias geométricas e IC del 95 % y %RCH según grupo y días muestreados en un predio de la zona de Cunco.

<b>Grupo</b>	<b>Estadístico</b>	<b>Dia 0</b>	<b>Dia 7</b>	<b>Dia 14</b>	<b>Dia 21</b>
<i>Control</i>	Media	1265	1581	1906,0*	2765,0*
	IC 95 %	881 - 1816	977,7 - 2555	1191 - 3050	1648 – 4638
<i>Albendazol</i>	Media	1427	338,6*	183,6*	213,1*
	IC 95 %	1085 - 1877	141,5 - 809,9	87,28 - 386	97,88 - 464,1
	% RCH		81	91,5	93,2
<i>Eucaliptus</i>	Media	1244	301,1*	393,5*	857,6
	IC 95 %	964,9 - 1604	92,76 - 977,7	130,5 - 1186	375,3 – 1959
	% RCH		80,6	79	68,5
<i>Boldo</i>	Media	1232	195,6*	200,1*	358,2
	IC 95 %	848,2 - 1789	82,44 - 463,9	67,08 - 596,6	127,9 – 1003
	% RCH		87,3	89,2	86,7

\*P<0.05 respecto a su valor basal, día 0.

Son numerosas las evidencias de plantas con propiedades antiparasitarias, dada la presencia de fitoquímicos que en su conjunto afectan múltiples blancos en la fisiología del parásito (Moya & Escudero, 2015). Estandarizados y formulados son una herramienta terapéutica, permiten mitigar la resistencia, particularmente el boldo por su alto contenido de ascaridol y 1,8cineole entre otros (Silva-Aguayo y col 2021).

## CONCLUSIONES

Las formulaciones estandarizadas de *Peumus boldus* como *Eucalyptus globulus* muestran un potencial para el manejo de los nemátodos gastrointestinales en las ovejas. Su incorporación a los regímenes de tratamiento permite controlar las poblaciones de nemátodos, abordar estratégicamente el problema creciente de resistencia y promover prácticas sostenibles con productos altamente biodegradables.

## REFERENCIAS

- 1-DASH, K., HALL, K., BARGER, I.A., 1988. The role of arithmetic and geometric worm egg counts in faecal egg count reduction test and in monitoring strategic drenching programs in sheep. Aust. Vet. J. 65, 66–68.
- 2-GREAT BRITAIN. 1971. Ministry of Agriculture, fisheries and food. “Manual of Veterinary Parasitological Laboratory Techniques”. Tech. Bull. 18.
- 3-MOYA, M. A., & ESCUDERO, V. G. (2015). Las plantas medicinales en el control de nemátodos gastrointestinales en cabras: Potencial de las plantas que crecen en la región de Coquimbo, Chile. Revista Brasileira de Plantas Mediciniais, 17(3), 480–494. [https://doi.org/10.1590/1983-084X/13\\_103](https://doi.org/10.1590/1983-084X/13_103)

4-NIEZEN J H, WAGHORN C G AND CHARLESTON W A G 1998 Establishment and fecundity of *Ostertagia circumcincta* and *Trichostrongylus colubriformis* in lambs fed lotus (*Lotus pedunculatus*) or perennial ryegrass (*Lolium perenne*). *Veterinary Parasitology* 78:13-21.

5-SILVA-AGUAYO, G., AGUILAR-MARCELINO, L., CUEVAS-PADILLA, E., LOYOLA-ZAPATA, P., RODRÍGUEZ MACIEL, J., CASTAÑEDA-RAMÍREZ, G., FIGUEROA-CARES, I. (2021). Essential oil of *Peumus boldus* molina against the nematode *haemonchus contortus* (13) and three stored cereal insect pests. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 81(3), 390-397. <https://doi.org/10.4067/s0718-58392021000300390>

# **Póster sesión 28/11**

# CARACTERIZACION DE LA CALIDAD COMERCIAL DEL HUEVO DE GALLINAS DE PEQUEÑOS Y MEDIANOS PRODUCTORES DE LA REGIÓN DE O'HIGGINS Y SU RELACIÓN CON EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN

## Characterization of the commercial quality of chicken eggs of small and medium-sized producers in the O'Higgins region and its relationship with the production system

Álvaro Vargas<sup>1</sup>, Patricio Lisboa<sup>1</sup>, Omar Abarca<sup>2</sup>, Cristina Díaz<sup>2</sup> y Paula Toro-Mujica<sup>1</sup>

Instituto de Ciencias Agroalimentarias, Animales y Ambientales. Universidad de O'Higgins, San Fernando, Chile

<sup>2</sup>Huevos La Campestre \*Email: patricio.lisboa@uoh.cl

## INTRODUCCION

La evaluación de la calidad comercial responde a la necesidad de adecuación del producto para cumplir con las expectativas del mercado y las normas establecidas para su comercialización. Diversas variables son utilizadas para evaluar la calidad comercial o clasificar los huevos, entre ellas destacan el peso, las unidades de Haugh, la altura de la albúmina, el color de la yema, el índice y altura de la yema, y el espesor y la fuerza de la cáscara. En la región de O'Higgins existen más de 1.600 explotaciones agropecuarias que producen huevos, existiendo diversidad en los manejos, la alimentación, la infraestructura y las razas de aves (INE, 2022). De este modo, el objetivo de esta investigación fue caracterizar la calidad comercial del huevo en pequeños y medianos productores avícolas de la región de O'Higgins y analizar su relación con el sistema de productivo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

En el mes de junio del 2024, se realizó una charla de capacitación sobre calidad de huevo y bioseguridad en explotaciones avícolas, donde se solicitó a los asistentes traer muestras de huevos consistentes en al menos 6 unidades. Al momento de la entrega de la muestra se registró información sobre la alimentación y el sistema productivo. Los huevos fueron llevados al laboratorio de Calidad de Alimentos Agropecuarios de la Universidad de O'Higgins, para ser analizados en el equipo Digital Egg Tester 6500 (DET 6500), evaluando las siguientes variables: peso del huevo, unidad de Haugh, color de yema, altura de albúmina, altura de yema, diámetro de yema, índice de yema, fuerza y espesor de cáscara. El análisis de los datos incluyó test ANOVA multifactorial y comparación de medias, considerando como factores el sistema de producción y el tipo de alimentación. Para desarrollar el análisis se utilizó el software InfoStat.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Del total de 43 productores, un 76.7% correspondió a mujeres, mostrando el predominio femenino en la actividad. El 65.1% de los productores basó la alimentación de las aves en ración estándar para ponedoras, mientras que el 34.9% utilizó como base alimenticia el maíz. Los sistemas productivos fueron clasificados en intensivo (corral o jaula) y pastoreo (corral con acceso a pastoreo), obteniéndose que el 51.2% de las explotaciones utiliza un manejo intensivo y el 48,8% incorpora el pastoreo.

En el Cuadro 1 se observa la variabilidad en las variables asociadas a la calidad comercial de los huevos de pequeños y medianos productores de la región de O'Higgins; se observa que la variable con mayor variabilidad correspondió a la fuerza de cáscara, pudiendo indicar dispersión en variables tales como alimentación y edad de las aves. Los huevos de aves a pastoreo mostraron un menor peso, una menor altura de albúmina, un menor espesor de la cáscara y una menor altura e índice de yema que los huevos provenientes de un sistema

intensivo. Raigon (2006) reportó menor altura de albumina, menor espesor de cascara y menor altura de yema al comparar huevos provenientes de granjas ecológicas e intensivas. Los huevos de aves que fueron alimentadas con dietas de ponedoras presentaron una mayor altura de albúmina y un mayor espesor de cáscara, demostrando el efecto en las variables de calidad del ajuste entre demanda de nutrientes y aporte de nutrientes en la dieta.

**Cuadro 1:** Parámetros de calidad comercial de huevos.

Variable	X	CV (%)	Sistema de producción			Alimentación		
			Intensivo	Pastoreo	P value	Maíz	Ponedora	P value
Peso (grs)	62,36±9,47	15,19	65,48±9,71 <sup>b</sup>	58,95±8,01 <sup>a</sup>	0,021	58,54±9,24	64,37±9,04	0,143
Altura albumina (mm)	6,59±1,41	21,40	7,08±1,39 <sup>b</sup>	6,06±1,25 <sup>a</sup>	0,024	5,92±1,16 <sup>a</sup>	6,95±1,41 <sup>b</sup>	0,042
Unidad de Haugh	79,48±9,28	11,67	81,75±9,62	77±8,31	0,137	76,22±7,87	81,19±9,56	0,142
Altura yema (mm)	17,55±1,31	7,46	17,7±1,14 <sup>b</sup>	17,37±1,47 <sup>a</sup>	0,036	17,8±1,06 <sup>b</sup>	17,41±1,42 <sup>a</sup>	0,029
Color de yema	11,12±2,31	20,77	11,36±2,74	10,86±1,73	0,848	10,52±1,29	11,44±2,65	0,136
Diámetro yema (mm)	41,93±3,10	7,39	41,76±3,15	42,11±3,07	0,651	42,06±2,75	41,86±3,29	0,967
Índice yema	0,42±0,04	9,52	0,43±0,03 <sup>b</sup>	0,41±0,04 <sup>a</sup>	0,044	0,42±0,02	0,42±0,04	0,105
Espesor de cascara (mm)	0,39±0,04	10,26	0,41±0,03 <sup>b</sup>	0,36±0,05 <sup>a</sup>	0,002	0,36±0,04 <sup>b</sup>	0,4±0,04 <sup>b</sup>	0,024
Fuerza cáscara	4,39±1,45	33,03	4,54±1,54	4,23±1,35	0,412	4,28±1,3	4,45±1,53	0,928

## CONCLUSIONES

El estudio reveló un predominio femenino en la actividad avícola (76.7%), la diversidad en la calidad comercial de los huevos producidos por pequeños y medianos productores avícolas en la región de O'Higgins y la influencia del sistema de producción y la alimentación en las variables asociadas a calidad comercial. La variabilidad observada en variables tales como espesor de la cáscara y altura de albúmina sugieren que las aves en sistemas en pastoreo podrían consumir dietas insuficientes en nutrientes, o que existen factores no considerados en la investigación como raza y edad de las aves, que impactan negativamente en la calidad del huevo de aves en pastoreo. De este modo, se requiere ampliar la investigación, incluyendo una mayor cantidad de factores para identificar las causas de las diferencias y de este modo implementar estrategias productivas que permitan optimizar la alimentación y el manejo avícola para asegurar una producción más uniforme y cumplir con las exigencias del mercado en la diversidad de sistemas productivos de pequeños y medianos productores en la región de O'Higgins.

## AGRADECIMIENTOS

Esta investigación contó con financiamiento del Gobierno Regional de O'Higgins a través del proyecto FIC IDI 40048415-0 "Transferencia huevos con calidad integral certificada"

## REFERENCIAS

INE, 2022. VIII Censo nacional agropecuario y forestal.  
[URL://https://www.ine.cl/censoagropecuario](https://www.ine.cl/censoagropecuario)

Raigón, M. D., Martínez, M. G., & Esteve, P. (2006). Valoración de la calidad del huevo de granja ecológica e intensiva. Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Agrícola, 1-10.

# EFFECTO DEL NIVEL DE AMINOÁCIDOS Y PROTEÍNA CRUDA DE LA DIETA SOBRE LA EXPRESIÓN DE GENES RELACIONADOS CON LA DETECCIÓN DE COMPUESTOS DE SABOR UMAMI EN POLLOS BROILER

## Effect of dietary amino acid and crude protein levels on the expression of genes related to umami taste compound detection in broiler chickens

Anya Santana<sup>1</sup>, Paloma Cordero<sup>1</sup>, Lorena Romero<sup>2</sup>, Sergio A. Guzmán-Pino<sup>1</sup>,

<sup>1</sup>Departamento de Fomento de la Producción Animal, Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias, Universidad de Chile, Santiago, Chile. <sup>2</sup>Laboratorio de Genómica y Genética de Interacciones biológicas (LG2IB), Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos, Universidad de Chile, Santiago, Chile.

Email: sguzmanp@uchile.cl

## INTRODUCCIÓN

La presencia de receptores gustativos de compuestos de sabor umami no solo se ha identificado a nivel oral en papilas gustativas, sino que también se ha identificado en el tracto gastrointestinal (TGI) de pollos (Cheled-Shoval *et al.*, 2015; Yoshida *et al.*, 2015). La expresión de estos receptores gustativos en el TGI desempeña un rol clave en la ingesta de alimentos y control del apetito (Niknafs y Roura, 2018). En pollos no se ha aclarado el rol específico de los receptores de compuestos del gusto umami expresados en el tejido gastrointestinal. Se conoce que se expresan, pero no si esta expresión depende del perfil de proteína cruda y aminoácidos de la dieta. El objetivo de este estudio fue determinar el efecto de una deficiencia del nivel de proteína cruda y aminoácidos de la dieta en la expresión de los receptores T1R1, T1R3 y GPR92 en tejidos (duodeno, yeyuno, íleon, ciego y colon) del tracto gastrointestinal de pollos broiler.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Los procedimientos se llevaron a cabo en la Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias, Universidad de Chile, entre abril del 2021 a mayo de 2023, utilizando un diseño factorial con grupos independientes. Se utilizaron 128 pollos broiler (Ross 308) que se distribuyeron en 32 corrales de piso. Se formularon 2 dietas para cada etapa productiva, una dieta con deficiencia de proteína y aminoácidos (LP, -30%) y una dieta adecuada en niveles de proteína y aminoácidos (dieta control). Se alimentaron 16 corrales con dieta control, y otros 16 con dieta LP. El día 35 de edad se seleccionaron al azar 16 pollos broiler para el muestreo de tejidos del TGI. Se seleccionaron 8 pollos broiler del grupo control y 8 del grupo LP. Se recolectaron muestras del TGI de los pollos. Estos incluyeron duodeno, yeyuno, íleon, ciego y colon. Estas se procesaron para determinar la expresión relativa de genes asociados a receptores de compuestos de sabor umami en pollos, denominados T1R1, T1R3 y GPR92; utilizando la Reacción en Cadena de Polimerasa cuantitativa en tiempo real (RT-qPCR) (Cordero *et al.*, 2023). La abundancia relativa de ARNm de los genes umami T1R1, T1R3 y GPR92 y del gen de referencia ACTIN en los diferentes tejidos fue estudiada mediante el uso de partidores específicos diseñados con la ayuda de Primer3Plus (Free Software Foundation, Boston, MA, USA.)

Se utilizó el método  $2^{(-\Delta\Delta Ct)}$  para cuantificar la expresión génica relativa. Se emplearon las pruebas de Mann-Whitney, Kruskal-Wallis y Dunn para las comparaciones entre grupos y tejidos. Los análisis se realizaron con RStudio (versión 4.1.3, Boston, MA, EE. UU.), considerando  $p \leq 0,05$  como significativo.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de la abundancia relativa de ARNm de T1R1 reveló una expresión significativamente mayor en yeyuno con respecto al colon ( $p=0.03088$ ). Al estudiar la interacción del tratamiento con el tejido, en colon se detectaron diferencias significativas ( $p=0.007937$ ; Figura 1), siendo mayor la expresión en el grupo control en comparación con el grupo LP. En cuanto a la expresión del receptor T1R3, no se encontraron diferencias significativas entre los grupos control y LP, ni al evaluar el efecto del tejido o la interacción entre tratamiento y tejido en ninguno de los grupos. Por otro lado, el análisis de la abundancia relativa de ARNm de GPR92, reveló diferencias significativas en yeyuno ( $p=0.02118$ , Figura 2), con una menor expresión en el grupo control en comparación con el grupo LP, al evaluar la interacción del tratamiento con el tejido. Se ha observado en ratas y pollos que la absorción intestinal de aminoácidos aumentó en ayuno o desnutrición proteica (Ferraris y Carey, 2000), por lo que la expresión de los transportadores de nutrientes y los receptores gustativos podrían tener relación frente al déficit de proteínas y aminoácidos. Estos resultados sugieren que la disponibilidad de proteínas y aminoácidos en la dieta afecta la expresión de receptores gustativos en el TGI de pollos, lo cual podría influir en la secreción de hormonas intestinales y el control del apetito.

## CONCLUSIONES

La expresión del receptor T1R1 es mayor en el colon de los pollos alimentados con dieta control, mientras que la de GPR92 es más alta en el yeyuno de los pollos alimentados con la dieta LP, lo que sugiere que la expresión de receptores de compuestos de sabor umami se ve afectada por una dieta deficiente en proteína cruda y aminoácidos.

## AGRADECIMIENTOS

FONDECYT Iniciación 11190569

## REFERENCIAS

- CHELED-SHOVAL, S.L.; DRUYAN, S.; Z. UNI. 2015. Bitter, sweet and umami taste receptors and downstream signaling effectors: expression in embryonic and growing chicken gastrointestinal tract. *Poult Sci J.* 94(8):1928-1941.
- CORDERO, P.; DÍAZ-AVILÉS, F.; TORRES, P.; GUZMÁN, M.; NIKNAFS, S.; ROURA, E.; GUZMÁN-PINO, S.A. 2023. The Expression of Amino Acid and Fatty Acid Receptors Show an Age-Dependent Pattern Involving Oral Cavity, Jejunum and Lower Gut Sensing in Broiler Chickens. *Animals.* 13(19):3120.
- FERRARIS, RP.; CAREY, HV. 2000. Intestinal transport during fasting and malnutrition. *Annu. Rev. Nutr.* 20(1):195-219.
- NIKNAFS, S.; ROURA, E. 2018. Nutrient sensing, taste and feed intake in avian species. *Nutr Res Rev.* 31(2):256-266.
- YOSHIDA, Y.; KAWABATA, Y.; KAWABATA, F.; NISHIMURA, S.; TABATA, S. 2015. Expression of multiple umami taste receptors in oral and gastrointestinal tissues, and umami taste synergism in chickens, *Biochem. Biophys. Res. Commun.* 466(3): 346-349.



# EVALUACIÓN DE LA ACEPTABILIDAD Y PALATABILIDAD POR CUATRO AMINOÁCIDOS ESENCIALES EN POLLOS BROILER

## Evaluation of acceptability and palatability of four essential amino acids in broiler chickens

Camila Améstica<sup>1</sup>, Jaime Figueroa<sup>2</sup>, Sergio A. Guzmán-Pino<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Fomento de la Producción Animal, Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias, Universidad de Chile, Santiago, Chile. <sup>2</sup>Instituto de Ciencias Agroalimentarias, Animales y Ambientales, ICA3, Universidad de O'Higgins, San Fernando, Chile.

Email: [sguzmanp@uchile.cl](mailto:sguzmanp@uchile.cl)

## INTRODUCCIÓN

El sentido del gusto en las aves es relevante para la elección de alimentos en el ambiente, teniendo estos animales receptores gustativos asociados a la percepción de al menos 5 sabores. El estudio de la conducta alimentaria por sabores umami podría proporcionar nuevos conocimientos para la mejora de estrategias alimentarias en la industria avícola. El objetivo de este estudio fue evaluar la aceptabilidad y palatabilidad de los aminoácidos lisina, metionina, treonina y triptófano en 8 soluciones con concentraciones distintas en pollos broiler.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Los procedimientos experimentales se llevaron a cabo en la Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias de la Universidad de Chile durante el año 2022. El estudio tuvo una duración de 42 días, en donde se utilizaron 64 pollos broiler machos (Ross 308) de un día de edad, distribuidos en parejas en 32 corrales. Se ofrecieron en soluciones de agua de bebida los aminoácidos lisina, metionina, treonina y triptófano en las concentraciones 0,1%, 0,5%, 1,0% y 1,5% para los primeros 16 días de ensayo y 2,0%, 2,5%, 3,0% y 3,5% para los siguientes 16 días de ensayo. Para estimar su aceptabilidad se realizó ayuno de una hora, y se midió el consumo de cada solución durante 4 horas consecutivas (9:00-13:00h). La diferencia entre el peso de la solución inicial con la solución final recuperada se consideró como el consumo. De manera simultánea, las aves fueron grabadas durante los primeros 10 minutos de ensayo con el objetivo de analizar la palatabilidad de la solución mediante el patrón de consumo, definido como el cociente entre el número de picoteos sobre el número de acercamientos al plato o *bouts* (Shynkaruk *et al.*, 2019). Los datos fueron analizados con ANDEVA de dos vías, considerando como efectos principales al aminoácido en sus 4 niveles, la concentración en sus 8 niveles, y la interacción del aminoácido por concentración. Se utilizó un post-hoc de Tukey con un nivel de significación del 5% para estimar diferencias significativas.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En cuanto a la aceptabilidad, el análisis de varianza demostró que existió un efecto de los aminoácidos ( $p = 0,029$ ), de las concentraciones ( $p < 0,001$ ) y de la interacción aminoácido  $\times$  concentración ( $p < 0,001$ ) sobre el consumo de pollos broiler. Se observaron mayores consumos promedios del aminoácido metionina con respecto al aminoácido triptófano ( $p = 0,018$ ). Se determinó que, para el compuesto lisina, el mayor consumo se produjo a la concentración 1,5%, para el compuesto metionina a la concentración 0,1% y para el compuesto treonina a la concentración 0,5%. Estos resultados de aceptabilidad se encuentran por debajo de los umbrales de preferencia descritos por Vega (2021), los cuales se determinaron en lisina y metionina a la concentración 2,0%, una tendencia a la preferencia

por treonina en la concentración 3,5% y una tendencia a la aversión a triptófano a la concentración 2,5%.

A partir de la concentración 2,0% se observó una disminución en los consumos de manera transversal en todos los aminoácidos, lo que sugiere, por un lado, que las aves podrían no favorecer el sabor umami, ya que disminuyen su consumo al alcanzar estos umbrales de preferencia y reafirma el hecho de que las pruebas de preferencia y aceptabilidad por si solas no son suficientes para estimar palatabilidad.

En cuanto a la palatabilidad, no existió un efecto de los aminoácidos ( $p = 0,774$ ), existió un efecto de la concentración ( $p = 0,020$ ) y no existió un efecto de la interacción aminoácido  $\times$  concentración ( $p = 0,316$ ) sobre la palatabilidad percibida por pollos broiler. La prueba post-hoc de Tukey no arrojó diferencias significativas dentro de la comparación de las ocho concentraciones entregadas.

La principal limitante de este estudio corresponde a la edad de las aves. En el estudio de Cordero *et al.* (2024) se pudo observar un efecto significativo de la edad en el comportamiento de consumo de las aves, observándose mayores valores de preferencia en etapas iniciales (7 a 23 días) y una mayor expresión de receptores gustativos en la cavidad oral en aves en el día 7 del ciclo en comparación con el día 26. En el experimento del presente estudio, las concentraciones más bajas (0,1%, 0,5%, 1,0%, 1,5%) fueron presentadas los primeros 16 días de vida y las concentraciones más altas (2,0%, 2,5%, 3,0%, 3,5%) fueron presentadas los siguientes 16 días de vida, coincidiendo el periodo de edad de mayor actividad de las aves con las concentraciones más bajas. Para compensar este posible sesgo, se pudo haber ofrecido los aminoácidos y las concentraciones de manera contrabalanceada de modo que las aves de menor edad se enfrentaran también a concentraciones más altas.

## CONCLUSIONES

El presente estudio demostró que el consumo de soluciones por parte de los pollos broiler varía en función del tipo de aminoácido, su concentración y la interacción entre ambos factores. Sin embargo, la palatabilidad solo se vio influenciada por la concentración de las soluciones. Aunque ciertos aminoácidos sean más aceptables, su percepción y preferencia pueden cambiar con variaciones en la concentración, y la disminución en el consumo a partir de concentraciones más altas indican una posible aversión al sabor umami. Estos hallazgos resaltan la complejidad del comportamiento alimentario de las aves ante distintos estímulos gustativos y la percepción del sabor umami, sugiriendo que las pruebas de preferencia y aceptabilidad deben ser complementadas con estudios de palatabilidad para una evaluación más completa.

## REFERENCIAS

- CORDERO, P., HERRERA-ALCAÍNO, S., PHILP, V., MUÑOZ, G., LUNA, D., GUZMÁN, S. 2024. Taste preferences in broilers: Effect of age, Delivery matrix and number of chickens per pen on selection and consumption behaviours. [en línea]. *Animals*, 14(10), 1507. <<https://www.mdpi.com/2076-2615/14/10/1507>> [consulta: 10-06-2024].
- SHYNKARUK, T.; CLASSEN, H.; CROWE, T.; SCHWEAN-LARDNER, K. 2019. The impact of dark exposure on broiler feeding behavior and weight of gastrointestinal tract segments contents. [en línea]. *Poult. Sci.* 98(6): 2448-2458. <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30690551/>> [consulta: 25-04-23].
- VEGA, A. 2021. Evaluación de los umbrales de preferencia y consumo por motivación sensorial de cuatro aminoácidos esenciales en pollos broiler. Memoria Título Médico Veterinario. Santiago, Chile. U. Chile, Fac. Cien. Veterinarias y Pecuarias. 45p

## RELACIÓN ENTRE LA COMPOSICIÓN DE ÁCIDOS GRASOS EN DOS TEJIDOS GRASOS EN DOS RAZAS DE CORDEROS

### Relationship between fatty acid composition in two fat tissues of two lamb's breed

Karla Inostroza <sup>1\*</sup>, Silvana Bravo <sup>2</sup>, Giovanni Larama <sup>3</sup>, Mario Diaz-Matus de la Parra <sup>2,4</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Ciencias Agropecuarias y Acuícolas, Facultad de Recursos Naturales, Universidad Católica de Temuco. <sup>2</sup> Instituto de Producción Animal, Universidad Austral de Chile. <sup>3</sup> Laboratorio de Investigación en Biocontrol, Universidad de La Frontera. <sup>4</sup> Escuela de Graduados, Facultad de Ciencias Agrarias y Alimentarias, Universidad Austral de Chile.

\*e-mail: [kinostroza@uct.cl](mailto:kinostroza@uct.cl)

### INTRODUCCIÓN

Actualmente, la grasa derivada de los rumiantes es considerada poco saludable por sus altos contenidos de ácidos grasos saturados (AGS) y colesterol. Los consumidores de carne de cordero no sólo dan importancia a la cantidad de grasa sino también a la calidad de esta, la que se define por los niveles y proporciones de ácidos grasos (AG) (Realini *et al.* 2021). La composición de AG en carne de corderos puede ser afectada por diversos factores, tales como raza, sexo, peso vivo, etc., y su interacción. Además, el sistema de alimentación resulta relevante en la composición de AG por su efecto en las concentraciones de algunos AG en la carne, como AG n-3 poliinsaturados y ácido linoleico conjugado (CLA). En la Región de La Araucanía predominan los sistemas extensivos de producción ovina, con razas Suffolk Down y criollas. En esta última destaca el ovino criollo Araucano, doble propósito, con poca información respecto a la composición de AG de la carne. Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue evaluar la relación entre las razas (Suffolk Down y Araucano) y la composición de AG del músculo *Longissimus dorsi* y grasa dorsal de corderos.

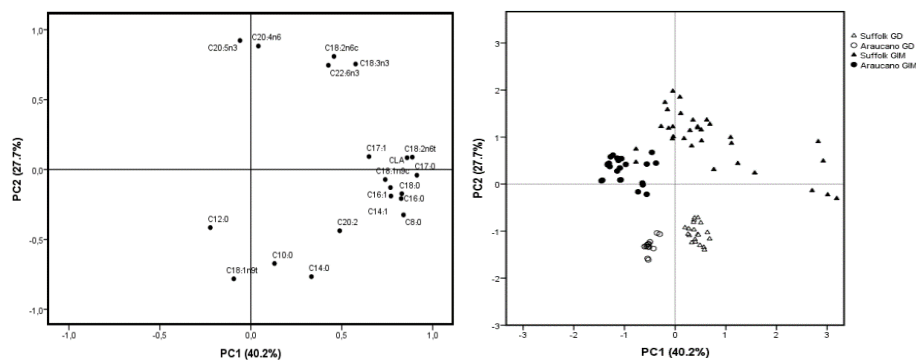
### MATERIALES Y MÉTODOS

Veinticuatro corderos de la raza Suffolk Down y Araucana provenientes de sistemas extensivos de la Región de La Araucanía, fueron sacrificados con pesos vivo promedio de 34,7±2,1 y 34,3±4,9 kg para corderos Suffolk y Araucanos, respectivamente, durante la temporada 2022-2023 en una planta faenadora local. 24 horas post mortem, muestras de músculo *Longissimus dorsi* (LD) y grasa dorsal (GD), fueron obtenidas desde la canal izquierda a nivel de la 13<sup>a</sup> costilla torácica, envasadas al vacío y almacenadas a -20°C para su análisis posterior. Los AG fueron extraídos por la metodología descrita por Folch *et al.* (1957). Los ésteres metílicos de AG fueron preparados según protocolo IUPAC 2.301 (1987) y analizados por cromatografía gaseosa en un GC-FID Clarus (Perkin Elmer, UK), equipado con la columna SP<sup>TM</sup> 2380 (Supelco, USA) y cuantificados con el estándar interno C19:0 (Merck, Germany). Los datos de AG fueron expresados como mg 100<sup>-1</sup> de tejido. La composición de AG fue analizada estadísticamente por medio de ANOVA y análisis multivariado con análisis de componentes principales (PCA) con el software estadístico SPSS v23, a nivel de significancia de  $P < 0,05$ .

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las proporciones de AGS y monoinsaturados (AGM) sólo fueron afectadas por la raza. Sin embargo, se observó una mayor proporción de AG poliinsaturados (AGP) en grasa intramuscular que en GD en corderos Suffolk ( $P < 0,05$ ). Esta diferencia se debe a una mayor concentración de los AG linoleico, linolénico y CLA en el músculo LD, por lo tanto, un mayor índice nutricional AGP:AGS ( $P < 0,05$ ) fue determinado esta raza. En relación a los otros índices nutricionales, no se observaron diferencias en los índices aterogénico, trombogénico, relación hipo/hipercolesterolémico ( $P > 0,05$ ). En el análisis de componentes principales, dos componentes fueron extraídos explicando el 67,9% del total de la varianza de las muestras en términos de su composición de AG. El primer componente se caracteriza principalmente por grupos de AGS (C8:0, C16:0, C18:0 y C17:0) y AGM (C14:1, C16:1 y C18:1n9c), los cuales se encuentran altamente correlacionados. El segundo componente se

define principalmente por la presencia de AGP (Figura 1a). En la distribución de las muestras individuales, cuatro grupos fueron claramente separados según raza y tipo de tejido (Figura 1b). El ácido láurico (C12:0) se correlaciona negativamente con los AGP. El aumento de C12:0 y otros AGS en la grasa podrían tener un impacto negativo en la salud por un incremento en las enfermedades cardiovasculares y diabetes tipo-2 (Realini *et al.* 2021). Las muestras de grasa intramuscular de corderos Suffolk se relacionaron principalmente con los AGP, AGM y CLA y la grasa dorsal con AGS, indicando que estas muestras son altas en estos AG. Las muestras de corderos Araucano fueron desplazadas a hacia la izquierda, relacionando la grasa dorsal principalmente a AGS y AG *trans*. Las concentraciones de AGP y CLA en la carne tienen diversos beneficios descritos para la salud, además, los AGM en la grasa intramuscular pueden mejorar la calidad de la carne de los corderos (Zhang *et al.*, 2022).



a.

b.

**Figura 1.** (a) Análisis de componentes principales de la composición de AG individuales. (b) Distribución de las muestras de grasa intramuscular y dorsal de corderos Suffolk y Araucano.

## CONCLUSIONES

Los resultados del análisis de componentes principales determinaron grupos de AG (AGP y AGM) altamente correlacionados. La distribución de las muestras de los corderos permitió diferenciar grupos según tipo de grasa y raza. En general, la grasa intramuscular de corderos Suffolk presentó una composición de AG más saludable, correlacionada con altos contenidos de AGP, AGM y un mejor índice nutricional AGP:AGS, diferenciándola de los corderos Araucanos.

## REFERENCIAS

- FOLCH, J., LEES, M., SLOANE-STANLEY, G. 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipides from animal tissues. *J. Biol. Chem.* 226: 497.
- INTERNATIONAL UNION OF PURE AND APPLIED CHEMISTRY, IUPAC. 1987. Preparation of Fatty Acid Methyl Ester. Standard Method 2.301. In *Standard Methods for Analysis of Oils, Fats and Derivatives*; IUPAC: Research Triangle Park, NC, USA.
- REALINI, C., PAVAN, E., PURCHAS, R., AGNEW, M., JOHNSON, P., BERMINGHAM, E., MOON, C. 2021. Relationships between intramuscular fat percentage and fatty acid composition in *M. longissimus lumborum* of pasture-finished lambs in New Zealand. *Meat Sci.* 181:108618.
- ZHANG, X., LIU, C., KONG, Y., LI, F., YUE, X. 2022. Effects of intramuscular fat on meat quality and its regulation mechanism in Tan sheep. *Front. Nutr.* 9:908355.

# RESPUESTA A DISTINTOS NIVELES DE RIEGO DE GRAMÍNEAS FORRAJERAS TEMPLADAS PERENNES EN EL SUR DE CHILE

## Response to different irrigation water levels of temperate forage grasses in the south of Chile

Fernando Ortega-Klose<sup>1</sup>, Rafael López-Olivari<sup>1</sup> y Emilio M. Ungerfeld<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Investigaciones Agropecuaria, INIA Carillanca. \*Email: [fortega@inia.cl](mailto:fortega@inia.cl).

### INTRODUCCIÓN

Las gramíneas templadas perennes son recursos forrajeros importantes para los sistemas ganaderos del sur de Chile. La de mayor importancia es ballica perenne (Lp, *Lolium perenne* L.) y en menor grado la festuca (Fa, *Festuca arundinacea* L.), pasto ovinillo (Dg, *Dactylis glomerata* L.) y bromo (Bv, *Bromus valdivianus* Phil.). Bv es la única especie gramínea nativa de Chile con cultivares nacionales sembrados en el país. El cambio climático global y local y las sequías prolongadas son una realidad que condiciona el crecimiento y persistencia de las especies. Así, es fundamental evaluar en distintos ambientes la respuesta de las especies y cultivares a la irrigación como una estrategia de adaptación. El objetivo de esta investigación fue evaluar en condiciones de campo la respuesta de cultivares de cuatro especies gramíneas perennes manejadas con distintos niveles hídricos.

### MATERIALES Y METODOS

El estudio se llevó a cabo en el Centro Regional de Investigación INIA Carillanca durante las temporadas 2017/18, 2018/19 y 2019/20. Se evaluó siete genotipos (G) de cuatro especies gramíneas con 4 niveles hídricos (NH) en un diseño experimental factorial en franjas divididas con 3 bloques. La franja vertical fue G y la franja horizontal NH. Los materiales vegetales fueron: Lp (Nui); Dg (Greenly); Fa (Kora) y Bv (BV3287, BV3771, Bromino y Bronco). Los NH fueron: T1 (riego completo); T2 (80% de T1); T3 (60% de T1); y T4 (lluvia natural). La siembra se realizó el 26-04-2017 en hileras distanciadas a 18 cm con una dosis de semilla de 20, 20, 12 y 27 kg/ha para Lp, Fa, Dg y Bv, respectivamente. Cada subparcela (GxNH) consideró 4 hileras de 2 m de largo (1,44 m<sup>2</sup>). Variables meteorológicas se monitorearon a través de la estación automática, además de la humedad de suelo (sondas FDR, ECH2O EC-5, Decagon Devices, Inc.). El rendimiento de forraje (RF- kg MS/ha) fue medido en 20 cortes durante las tres temporadas, muestreando en el metro central de cada subparcela y secando durante 48 horas a 65°C en estufa de aire forzado. El análisis estadístico se realizó con Proc GLM de SAS; cuando la interacción GxNH fue significativa se utilizó Proc Mixed para la separación de medias (Tukey 5%), considerando todos los factores como fijos y usando la rutina PDMIX800.

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El RF promedio fue de 10.836, 9.307 y 9.896 kg MS/ha para 2017/18, 2018/19 y 2019/20, respectivamente. En cada temporada y promedio de ellas hubo un efecto significativo de G ( $p \leq 5\%$ ). Además, NH y G x NH presentaron un efecto estadístico ( $p \leq 5\%$ ) en la segunda, tercera y promedio de temporadas. En la primera temporada, Lp.Nui y Bv.Bronco presentaron mayor rendimiento; sin embargo, en las temporadas posteriores, Lp.Nui mostró el menor rendimiento. En RF durante los períodos con déficit hídrico (enero a marzo de 2018 y 2020; enero a abril de 2019), se observaron efectos significativos ( $p \leq 5\%$ ) de G para cada temporada y promedio de ellas y de NH y G x NH para la segunda, tercera y promedio de tres temporadas. Al comparar los RF promedio para G x NH en T4 y T1, se observó que el mayor rendimiento se obtuvo con Bv.Bronco-T1, siendo similar estadísticamente ( $p > 95\%$ ) a

Dg.Greenly-T1 y Bv.3771-T1. Bv.Bronco y Dg.Greenly mostraron respuesta significativa ( $p \leq 5\%$ ) al comparar T4 y T1, mientras que en los otros G la respuesta no fue significativa ( $p > 5\%$ ). En los períodos con déficit hídrico, el menor rendimiento fue observado con Lp.Nui-T4, siendo similar estadísticamente a Fa.Kora-T4, Dg.Greenly-T4 y Bv.Bromino-T4. Los mayores rendimientos en T4 en ese período fueron de Bv. Bronco, Bv.3771 y Bv.3287 (Figura 1). La proporción de RF en el período con déficit hídrico en relación al total temporada en T4 fue de 31% promedio para Bv.Bronco, Bv.3771 y Bv.3287, en tanto que de sólo 17% para Lp.Nui; dicha proporción en T1 fue de 43% promedio para Bv. y 27% para Lp.Nui. El buen desempeño de Bv., especialmente en el período de déficit hídrico y altas temperaturas estivales, en comparación a Lp.Nui es concordante con lo reportado por Zhang et al. (2023) y Oliveira et al. (2024).

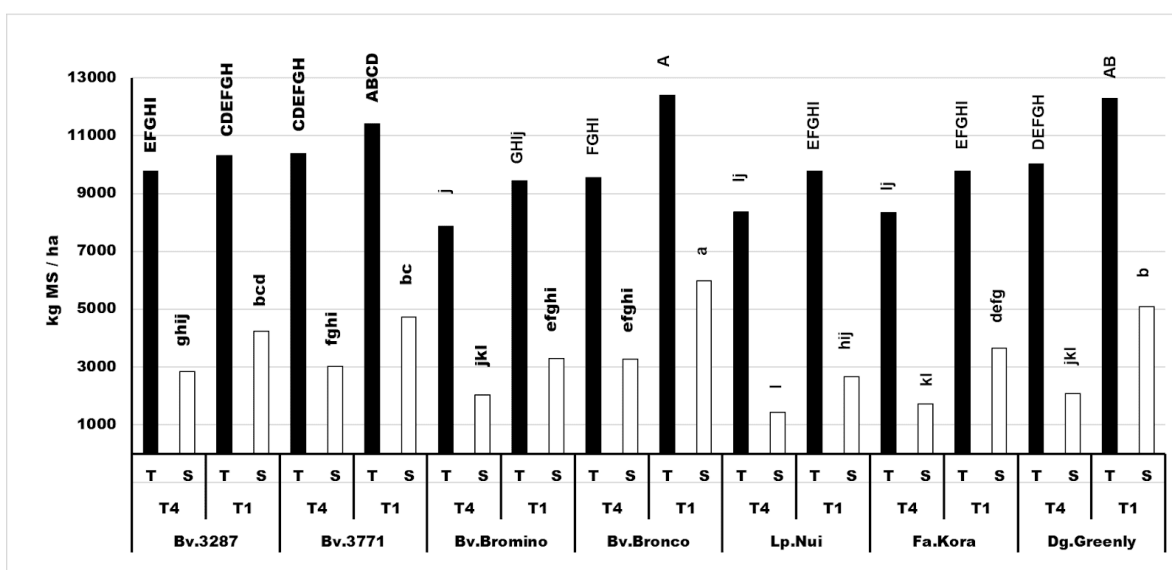


Figura 1. Rendimiento promedio de forraje de tres temporadas (kg MS/ha-temporada) de siete genotipos de gramíneas forrajeras templadas. T: total temporada; S: período seco estival. T4: sin riego; T1: riego completo. Bv: *B. valdivianus*; Lp: *L. perenne*; Fa: *F. arundinacea*; Dg: *D. glomerata*. Letras mayúsculas distintas indican diferencias significativas para T y minúsculas para S (Tukey 5%,  $n=28$ ).

## CONCLUSIONES

Los resultados mostraron un buen rendimiento anual y en el período de déficit hídrico estival de Bv.3771, Bv.Bronco y Bv.3287, en comparación a Lp.Nui. A pesar del riego, Lp.Nui presentó el menor rendimiento en el período estival, lo que se explica por el receso en su crecimiento con las altas temperaturas de verano.

## REFERENCIAS

- OLIVEIRA, B.A., LÓPEZ, I.F., CRANSTON, L.M., KEMP, P.D., DONAGHY, D.J., DÓRNER, J., LÓPEZ-VILLALOBOS, N., GARCÍA-FAVRE, J., ORDOÑEZ, I.P. and VAN HALE, R. 2024.  $^{18}\text{O}$  isotopic labelling and soil water content fluctuations validate the hydraulic lift phenomena for C3 grass species in drought conditions. *Plant Stress* 11, 100414. <https://doi.org/10.1016/j.stress.2024.100414>
- ZHANG, Y.; GARCÍA-FAVRE, J.; HU, H.; LÓPEZ, I.F.; ORDÓÑEZ, I.P.; CARTMILL, A.D.; KEMP, P.D. Aboveground Structural Attributes and Morpho-Anatomical Response Strategies of *Bromus valdivianus* Phil. and *Lolium perenne* L. to Severe Soil Water Restriction. *Agronomy* 2023, 13, 2964. <https://doi.org/10.3390/agronomy13122964>.

# VARIACIÓN DE LA PIGMENTACIÓN DE LA YEMA DEL HUEVO EN EL AÑO 2015, 2020 Y 2024

## Variation of yolk pigmentation of chilean produced eggs in 2015, 2020 and 2024.

Javiera Mella H.<sup>1</sup>, Javiera Martinez G.<sup>1</sup>, Gastón Cassus B.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento Técnico de Nutrición, Veterquímica. \*Email: [jmella@veterquimica.cl](mailto:jmella@veterquimica.cl)

### INTRODUCCIÓN

Chile es un país productor de huevos fuertemente influenciado por las tendencias que siguen los consumidores que, según su percepción, definen la calidad de las distintas categorías disponibles en el mercado. Basado en creencias populares propias de la cultura del país y de la zona geográfica del continente, los chilenos afirman en su mayoría que un huevo con una yema más anaranjada es más saludable y más natural (Donoso, 2021). Esta tendencia se ve reflejada en los cambios que se han observado en los niveles de pigmentación de la yema en los últimos años, lo cual está ligado a los manejos nutricionales y estrategias comerciales que deben realizar los productores avícolas para producir un huevo competitivo en sus respectivas categorías (Minetti, 2019). El objetivo de este trabajo es analizar las variaciones de la pigmentación de yema en los últimos 10 años en las distintas categorías del mercado (Huevo blanco, huevo de color y huevo de gallina libre).

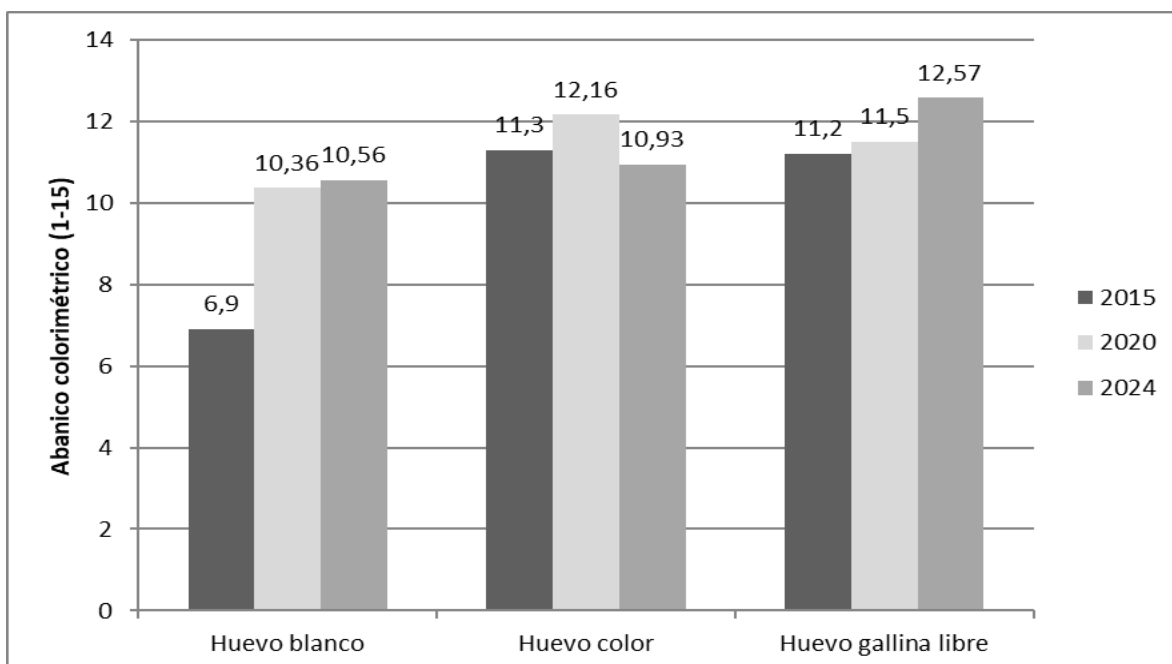
### MATERIALES Y MÉTODOS

Para realizar el estudio se obtuvieron muestras de huevos correspondientes a todas las marcas presentes en el mercado chileno 3 veces al año, en los últimos años. Para ello se compraron estuches de 12 huevos o bandeja de 30 huevos, de las categorías huevo blanco, huevo color, huevo de gallina libre y de tamaño grande o “primera” (n=2.688). Para evaluar la calidad de las muestras se realizaron análisis de calidad interna y externa del huevo con el equipo Digital Egg Tester DET6500 en el laboratorio de la unidad de servicios técnicos de nutrición de Veterquímica, obteniendo los siguientes parámetros: Pigmentación de la yema, resistencia a la fractura del huevo, Unidades haugh y grosor de la cáscara. Los datos fueron analizados mediante la prueba estadística Anova de un factor.

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los niveles de pigmentación obtenidos en la categoría de huevo blanco se incrementaron con el paso de los años, aumentando de 6,9 a 10,56 el 2024 en la escala colorimétrica de Roche ( $p<0,05$ ). La categoría de huevos de color presentó un aumento en la pigmentación el año 2020 respecto al año 2015 presentando una baja a 10,93 en el año 2024 ( $p<0,05$ ). Los huevos de gallina libre presentaron un incremento en los niveles de pigmentación desde el año 2020 al año 2024 ( $p<0,05$ ) siendo la categoría de huevos con los niveles de pigmentación más altos de Chile. (Figura 1).

**Figura 1.** Comparación de niveles de pigmentación de yema obtenidos de huevos del mercado chileno en el año 2015, 2020 y 2024.



## CONCLUSIONES

La pigmentación de la yema de los huevos en Chile ha aumentado desde el año 2015 al año 2024 en la categoría de huevo blancos y de gallina libres, excepto en la categoría de huevo de color donde se observó una disminución respecto al año 2015. Hay diferencias entre los niveles de pigmentación de las 3 categorías evaluadas, lo que permite establecer una relación entre las categorías de huevos y los niveles de pigmentación, donde la categoría de huevos de gallina libre es la más pigmentados de Chile.

## REFERENCIAS

- MINETTI, F. 2019. Caracterización de la calidad de la yema, la clara y la cáscara de huevo blanco en planteles avícolas comerciales en Chile. [Memoria de título, Universidad de Chile]. Repositorio Académico de la Universidad de Chile.
- CASSUS, G. 2015. Determinación de la Correlación entre Precio y Color de la Yema del Huevo en Chile. En: XXIV Congreso Latinoamericano de Avicultura. Guayaquil, Ecuador. 8-11 septiembre de 2015.
- DONOSO, A., CASSUS, G. 2021. Encuesta de Opinión del Consumidor Chileno sobre la Pigmentación de la Yema del Huevo. En: XXVI Congreso Panamericano de Ciencias Veterinarias. 24 - 26 de noviembre de 2021.



# CALIBRACIÓN DE UN SOFTWARE QUE INTEGRA ECUACIONES DEL SISTEMA NASEM 2021 PARA BALANCEAR DIETAS EN LACTANCIA TEMPRANA PARA VACAS LECHERAS RAZAS JERSEY Y HOLSTEIN EN PASTOREO DE PRADERA.

**Calibration of a software that integrates equations from the NASEM 2021 system to balance diets in early lactation for Jersey and Holstein breeds dairy cows in prairie grazing.**

**Jorge Figueroa M**, Médico Veterinario

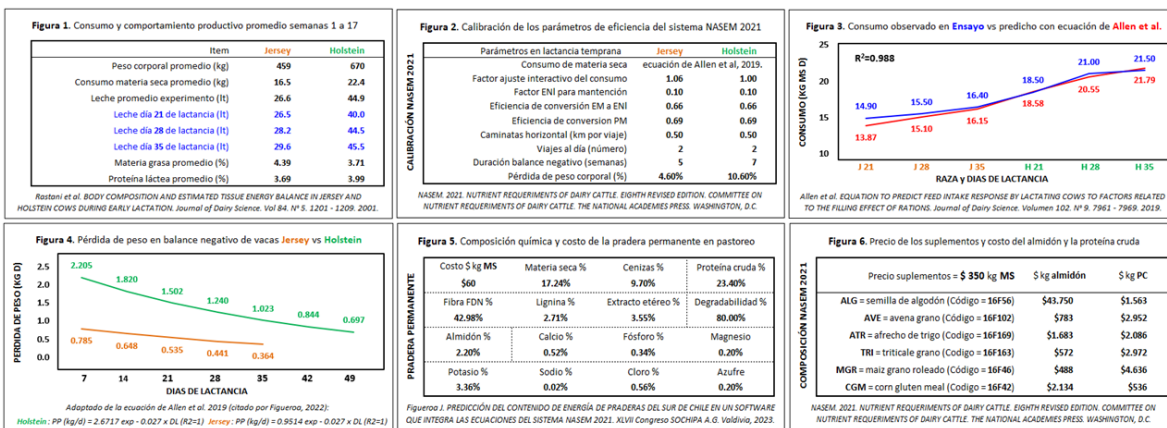
Email: [joanfimo@gmail.com](mailto:joanfimo@gmail.com)

## INTRODUCCIÓN

Las ecuaciones del sistema NASEM 2021 se desarrollaron en los Estados Unidos considerando la intensiva selección genética para producción de leche en los últimos 50 años, determinando niveles de producción tres veces mayores que en los años 1960, con datos que provienen mayoritariamente de vacas Holstein, de alto nivel de producción, en confinamiento permanente, con dietas totalmente mezcladas, en la mitad o final de su lactancia (NASEM, 2021). El trabajo calibra los parámetros del sistema NASEM 2021 en un software (Figueroa, 2023), para balancear dietas en vacas Holstein (**H**) y Jersey (**J**) en lactancia temprana, en pastoreo de pradera, con suplementación concentrada.

## MATERIAL Y MÉTODO

El software se calibró con los datos del ensayo de Rastani et al. (2001), para balancear dietas para vacas **H** y **J** en pastoreo de pradera los días de lactancia (**DL**) 21, 28 y 35 (**Figura 1**). La calibración del software con los parámetros de eficiencia del sistema NASEM 2021 se muestran en la **Figura 2**. Producción de leche (**LE**) (**Figura 1**) y consumo (**CMS**) (**Figura 3**) se calibró con el gráfico del ensayo. La pérdida de peso (**PP**) (**Figura 4**) con el factor  $1 - e^{(-0.192 \times \text{semana lactancia} + 3.67)}$  de la ecuación de Allen et al. (2019) (citado por Figueroa, 2022) (**EC1**), en que **PP** en **H** =  $2,6717 e^{-0.027 \times \text{DL}}$  ( $R^2=1$ ) y en **J** =  $0,9514 e^{-0.027 \times \text{DL}}$  ( $R^2=1$ ). La predicción del **CMS** se determinó con la **EC1**, en que **CMS** =  $(0.218 \times \text{leche FCM} + 0.132 \times \text{Peso corporal}^{0.75}) \times 1 - e^{(-0.192 \times \text{semana de lactancia} + 3.67)}$ . El precio de los suplementos, y el costo del almidón (**AL**) y de la proteína cruda (**PC**) se muestran en la **Figura 6**. El precio de la leche FPCM = \$ 350/lit. La pradera (**PRA**) (**Figura 5**) se suplementó con **ALG** 10% del **CMS**; **ALG**, **AVE**, **ATR**, **TRI**, **MGR** y **CGM** totalizaron 40% del **CMS** para balancear energía neta de lactancia (**ENI**) (NASEM, 2021), y **CGM** para balancear la proteína metabolizable (**PM**) (Figueroa, 2022). Las 24 dietas resultantes se evaluaron en su factibilidad nutricional, productiva y económica considerando las proporciones mínimas y máximas de fibra detergente neutro total (**FDN**), **FDN** como forraje (**FDNfo**) y almidón (**AL**) en el **CMS** recomendadas por NASEM 2021.



## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El software formuló dietas con 60% de PRA en lactancia temprana balanceadas para FDN, FDNfo, AL y PM, sustentando FPCM promedio 27.02 lt/d para J, y 38.44 lt/d para H, con PP promedio de -0.447 kg/d en J, y -1.252 kg/d en H. La mayor producción de leche se obtuvo con MGR con FPCM 28.16 lt/d para J y 39.91 lt/d para H, y la menor con ATR con FPCM 25.78 lt/d para J y 36.79 lt/d para H. El balance de la PM para el MGR requirió menos CGM (0.37 y 0.22 kg/d promedio) que para ATR (0.92 y 0.97 kg/d promedio), para vacas J y H respectivamente, con alta correlación ( $R^2=0.85$ ) entre el nivel de suplementación de almidón con granos de cereales, y las necesidades de suplementación con CGM para balancear los requerimientos de PM (Cuadro 1):

Nota: las dietas presentan deficiencias de calcio, sodio, cloro y azufre; el balance con suplementación mineral no se presenta por motivos de espacio y exceder los objetivos del presente trabajo.

**CUADRO 1. Evaluación nutricional, productiva y económica de dietas para vacas lecheras J y H en pastoreo de pradera los días 21, 28 y 35 de lactancia balanceadas con un software (Figuroa, 2023) que integra el sistema NASEM 2021.**

Raza	formulación de las dietas (kg MS/d promedio)										composición de las dietas (% MS promedio)										energía (mcal/kg MS promedio)										proteína (kg/d promedio)										kg/d	lt/d	\$ vaca/d	Margen
	PRA	ALG	suplementos	CGM	CON	CMS	(-) PP	Cenizas	FDN	FDNfo	Lignina	PC	AL	AG	MOR	ED	CH4	ENU	EM	ENI	ENI	PD	PND	SPM	PM	ALC	FPCM																	
J	9.57	1.60	MGR 4.42	0.37	6.38	15.95	-0.447	6.66%	33.38%	25.78%	3.14%	20.17%	21.6%	3.94%	14.43%	3.06	-0.2092	-0.0893	2.76	1.82	31.52	2.36	0.85	1.88	1.90	3.17	28.16	\$7,049																
J	9.57	1.60	TRI 4.12	0.66	6.38	15.95	-0.447	6.90%	34.77%	25.78%	3.29%	22.36%	17.9%	3.20%	14.78%	3.05	-0.2189	-0.1394	2.70	1.78	30.85	2.68	0.88	1.84	1.89	2.52	27.26	\$6,734																
J	9.57	1.60	ATR 3.91	0.88	6.38	15.95	-0.447	7.18%	38.22%	25.78%	3.63%	23.15%	13.2%	4.29%	14.16%	3.03	-0.2015	-0.1557	2.67	1.76	30.57	2.78	0.91	1.82	1.90	1.75	26.88	\$6,600																
H	12.18	2.03	MGR 5.87	0.22	8.12	20.30	-1.245	6.65%	33.41%	25.79%	3.13%	19.44%	22.3%	3.96%	14.47%	3.05	-0.2271	-0.0759	2.75	1.81	43.87	2.95	0.99	2.44	2.36	4.21	39.91	\$10,395																
H	12.18	2.03	TRI 5.48	0.61	8.12	20.30	-1.255	6.89%	34.85%	25.79%	3.28%	21.71%	18.4%	3.50%	14.84%	3.05	-0.2350	-0.1281	2.69	1.77	43.00	3.37	1.04	2.38	2.36	3.35	38.82	\$10,013																
H	12.18	2.03	AVE 5.19	0.90	8.12	20.30	-1.255	7.18%	38.45%	25.79%	3.64%	22.54%	13.6%	4.33%	14.19%	3.02	-0.2208	-0.1452	2.65	1.75	42.57	3.51	1.07	2.35	2.36	2.32	38.24	\$9,809																
H	12.18	2.03	ATR 5.13	0.97	8.12	20.31	-1.255	7.76%	41.29%	25.78%	3.88%	19.44%	7.4%	4.12%	15.61%	2.97	-0.2244	-0.1772	2.57	1.70	41.49	3.74	1.13	2.27	2.36	1.07	36.79	\$9,301																

CON=concentrado; AG=ácidos grasos; MOR=materia orgánica residual; ED=energía digestible; CH4=gases metano; ENU=nitrógeno humano; EM=energía metabolizable; PD=proteína degradable; PND=proteína no degradable; SPM=proteína microbiana.

La suplementación de forrajes con granos de cereales aumenta la densidad energética de las dietas, pues el almidón proporciona precursores de la glucosa, disminuyendo el efecto del llenado de la dieta (NASEM, 2021). Se observó una fuerte y positiva correlación ( $R^2=0.98$ ) entre el aporte de almidón suministrado en los cereales (ALC), con la densidad energética de las raciones, la síntesis de proteína microbiana (SPM), la producción de leche FPCM, y el margen bruto de las raciones.

## CONCLUSIONES

El software calibrado con el sistema NASEM 2021 demostró ser eficaz en la formulación de dietas para vacas lecheras J y H en pastoreo de pradera en lactancia temprana, sustentando producciones FPCM promedio de 27.02 lt/d para J y 38.44 lt/d para H, con PP promedio de -0.447 y -1.252 kg/d, respectivamente. La suplementación con cereales aumentó la densidad energética de las dietas y la síntesis de proteína microbiana, reduciendo la necesidad de aportar concentrados adicionales. Las formulaciones mantuvieron el equilibrio FDN, FDNfo y AL, cumpliendo las recomendaciones del NASEM 2021. Se observó una fuerte correlación entre el aporte de almidón desde los cereales y la densidad energética de las raciones, incrementando la producción de leche FPCM, destacando la importancia de una adecuada suplementación energética en la formulación de las dietas para vacas en balance energético negativo en pastoreo de pradera en lactancia temprana. El mejor resultado productivo y económico se obtuvo suplementando MGR o TRI; siendo menor con AVE o ATR.

## REFERENCIAS

FIGUEROA, J. 2022. Validación de la predicción del consumo de pradera de vacas Holstein en pastoreo de pradera en un modelo que integra las ecuaciones de predicción de los requerimientos de energía neta de lactancia del NASEM 2021. XLVII Congreso SOCHIPA A.G.

FIGUEROA, J. 2022. Requerimientos de proteína metabolizable para vacas lecheras en un software actualizado con ecuaciones del sistema NASEM 2021. XLVII Congreso SOCHIPA A.G.

FIGUEROA, J. 2023. Predicción del contenido de energía de praderas del sur de Chile en un software que integra ecuaciones del sistema NASEM 2021. XVIII Congreso SOCHIPA A.G.

NASEM. 2021. Nutrient requirements of dairy cattle. Eighth revised edition. Committee on nutrient requirements of dairy cattle. Academies Press. Washington D.C.

RASTANI, R.R., ANDREW, S.S., ZINN, S.A., and SNIFFEN. 2001. Body composition and estimated tissue energy balance in Jersey and Holstein cows during early lactation. Journal of Dairy Science. Volume 84: 1201-1209.

# PREDICCIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE METANO DE VACAS HOLSTEIN Y JERSEY AL INCORPORAR EN LA RACIÓN SEMILLAS DE SOYA Y ENSILAJE DE MAÍZ

## Prediction of methane production of Holstein and Jersey cows when incorporating soybean seeds and corn silage in the ration

Jorge Figueroa M, Médico Veterinario

Email: [joanfimo@gmail.com](mailto:joanfimo@gmail.com)

### INTRODUCCIÓN

El NASEM 2021 predice las pérdidas de energía digestible (ED) del metano entérico (CH<sub>4</sub>) con la ecuación: CH<sub>4</sub> (Mcal ED/kg CMS) = (0.294 x CMS - 0.347 x AG% + 0.409 x dFDN%) / CMS; en que CMS es el consumo total de materia seca (kg/d); AG% son los ácidos grasos totales; y dFDN% es la digestibilidad de la fibra detergente neutro (FDN), la que varía según la proporción de almidón (AL) y lignina (LIG) en la dieta. Se plantea que la suplementación con semillas de soya (SOY), por su alto contenido de AG%, y/o ensilaje de maíz (EM), por su alto aporte de energía contenida en el AL, a vacas lecheras Holstein (H) y Jersey (J), disminuye la producción, rendimiento e intensidad del CH<sub>4</sub>. El objetivo del trabajo es validar esta hipótesis en un software que integra las ecuaciones del sistema NASEM 2021, y comparar la predicción de la producción, rendimiento e intensidad del CH<sub>4</sub> en vacas H y J en pastoreo de pradera en lactancia temprana.

### MATERIAL Y MÉTODO

El software (Figueroa, 2023) se calibró con los datos de Rastani et al. (2001) para vacas H y J el día 35 de lactancia usados en otro trabajo (Figueroa, 2024) con el perfil productivo de la Figura 1. A excepción de la pradera (PRA), se utilizó la composición de los ingredientes del NASEM 2021 (Figura 2). La PRA se suplementó con semilla de algodón (ALG) al 10% del CMS; el EM y SOY se incorporaron ambos al 0%, 4% y 8% del CMS. ALG, avena (AVE), afrecho de trigo (ATR), triticale (TRI), maíz grano MGR, corn gluten meal (CGM) y SOY totalizan el 40% del CMS para balancear energía neta de lactancia (ENI) con las ecuaciones del sistema NASEM 2021 integradas al software (Figueroa, 2023). Se utilizó CGM para balancear la proteína metabolizable (PM), manteniendo los niveles FDN total, FDN forraje (FDNfo), AL y PM recomendado por el NASEM 2021. Se conformaron los 9 tratamientos que muestra la Figura 3, con las 4 repeticiones, considerando la suplementación energética con MGR, TRI, AVE y ATR. Se determinaron las pérdidas de ED como CH<sub>4</sub> en las 72 dietas resultantes (Mcal ED/kg CMS), y la producción de CH<sub>4</sub> kg/día, en que CH<sub>4</sub> = CH<sub>4</sub> / 0.01425 x CMS (NASEM, 2021), ajustando el rendimiento por consumo (g CH<sub>4</sub> kg CMS) y por intensidad (g CH<sub>4</sub> lt FPCM) en vacas J y H.

Figura 1. Calibración del perfil productivo de las vacas lecheras.		
Item	Jersey	Holstein
Peso corporal promedio (kg)	459	670
Leche día 35 de lactancia (lt/d)	29.6	45.5
Pérdida de peso corporal (kg/d)	-0.364	-1.023
Materia grasa promedio (%)	4.39	3.71
Proteína láctea promedio (%)	3.69	3.99
Caminatas horizontal (km por viaje)	0.50	0.50
Viales al día (número)	2	2
Duración balance negativo (semanas)	5	7
Pérdida de peso corporal (%)	4.60%	10.60%

*Rastani et al. 2001. J. Dairy Sci. Vol 84. N° 5. 1201 - 1209.*

Figura 2. Composición de los forrajes y suplementos (NASEM 2021)			
Ingredientes	AG%	AL%	LIG%
PRA = pradera permanente	2.02%	2.20%	2.71%
EM = ensilaje de maíz (16F48)	2.35%	32.90%	3.05%
ALG = semilla de algodón (16F56)	18.26%	0.80%	11.21%
AVE = avena grano (16F102)	4.80%	44.70%	3.20%
ATR = afrecho de trigo (16F169)	4.02%	20.80%	4.15%
TRI = triticale grano (16F163)	1.55%	61.20%	1.79%
MGR = maíz grano roleado (16F46)	3.14%	71.70%	1.26%
SOY = semilla soya roleada (16F149)	15.35%	1.50%	1.80%
CGM = corn gluten meal (16F42)	1.44%	16.40%	1.79%

Figura 3. Tratamientos para balancear las dietas (Figueroa, 2023).					
T	PRA	ALG	EM	SOY	ENI : PM
T 1	60% MS	10% MS	0% MS	0% MS	30% MS
T 2	60% MS	10% MS	0% MS	4% MS	26% MS
T 3	60% MS	10% MS	0% MS	8% MS	22% MS
T 4	56% MS	10% MS	4% MS	0% MS	30% MS
T 5	56% MS	10% MS	4% MS	4% MS	26% MS
T 6	56% MS	10% MS	4% MS	8% MS	22% MS
T 7	52% MS	10% MS	8% MS	0% MS	30% MS
T 8	52% MS	10% MS	8% MS	4% MS	26% MS
T 9	52% MS	10% MS	8% MS	8% MS	22% MS

*MGR/TRI/AVE/ATR/CGM*

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La incorporación de EM y/o SOY en una dieta base PRA, ALG y granos de cereales, disminuyó linealmente (R<sup>2</sup>=-0.99) la producción, rendimiento e intensidad del CH<sub>4</sub> en H y J, validando la hipótesis (Cuadro 1). EM aporta más AL y lignina que PRA, disminuyendo la dFDN%, con leve aumento de AG, disminuyendo la ED, pero perdiendo menos ED en el

nitrógeno urinario (ENU) y gases de CH<sub>4</sub> que PRA. EM disminuye 0.26 g de CH<sub>4</sub> por cada 4% de sustitución de PRA. EM aumenta FPCM y explica el 12.8% de disminución de la intensidad del CH<sub>4</sub> generado junto con SOY. Al sustituir granos de cereales SOY aporta más AG y menos AL y lignina, aumentando la dFDN% y la ED de la dieta base PRA. La SOY pierde más ED en ENU y menos ED en gases del CH<sub>4</sub>, aumentando la ENI y la producción FPCM. SOY disminuye 12 g de CH<sub>4</sub> por cada 4% de sustitución de granos de cereales. SOY explica en promedio el 98% de la menor producción y rendimiento del CH<sub>4</sub>, y el 87% de la disminución en la intensidad del CH<sub>4</sub> en la leche FPCM. Al comparar la producción de CH<sub>4</sub> por raza, J (246 g d<sup>-1</sup>) produce 28% menos CH<sub>4</sub> que H (342 g d<sup>-1</sup>). Al ajustar el rendimiento por CMS, J (14.35 g kg<sup>-1</sup>) produce 8.46% menos CH<sub>4</sub> por kg CMS que H (15.68 g kg<sup>-1</sup>). Al ajustar por FPCM, J (8.33 g l<sup>-1</sup>) produce 1.05% menos CH<sub>4</sub> por l<sup>-1</sup> FPCM que H (8.41 g l<sup>-1</sup>). Al ajustar CH<sub>4</sub> por peso corporal (PC), J produce en promedio 0.54 g CH<sub>4</sub> kg PC vs 0.51 g CH<sub>4</sub> kg PC de H. J tiene mayor capacidad de consumo por kg PC que H, por mayor tamaño del tracto gastrointestinal, y mayor capacidad digestiva, que resulta en mayor emisión de CH<sub>4</sub> por kg PC (Lahart et al., 2024). J requiere menos alimento por kg de sólidos lácteos que H, con menor emisión de CH<sub>4</sub> por kg de FPCM (Lahart et al., 2024). Esta diferencia no fue marcada en el trabajo, probablemente por la restricción del CMS predicho en lactancia temprana, y porque el sistema NASEM 2021 no expresa la mayor eficiencia de conversión biológica de vacas J vs H. NASEM 2021 señala que “no hay evidencia que sugiera que los requerimientos de mantención o de producción difieran entre distintas razas cuando son ajustados al peso de madurez equivalente”.

**CUADRO 1** Producción de CH<sub>4</sub> de vacas J y H en pastoreo de pradera en lactancia temprana al incorporar en la dieta EM y SOY

Dietas		kg CMS d		kg/d CMS	ED mcal kg MS	ED ENU mcal kg MS	ENI mcal/d	FPCM kg/d	AL	% CMS lignina	AG%	dFDN%	ED CH <sub>4</sub> mcal kg MS	producción CH <sub>4</sub>		
		EM	SOY											g vaca/ d	g kg CMS	g lt FPCM
H	1	0.00	0.00	21.79	3.0165	0.1329	38.132	39.98	15.59%	3.49%	3.98%	50.98%	0.2315	353.95	16.25	8.86
H	2	0.00	0.87	21.79	3.0446	0.1478	38.436	40.39	13.91%	3.46%	4.48%	51.17%	0.2236	345.84	15.69	8.47
H	3	0.00	1.75	21.79	3.0736	0.1643	38.730	40.78	12.16%	3.44%	4.98%	51.36%	0.2157	329.77	15.14	8.09
H	4	0.87	0.00	21.79	3.0160	0.1208	38.301	40.23	16.77%	3.50%	3.99%	50.82%	0.2313	353.68	16.24	8.80
H	5	0.87	0.87	21.79	3.0439	0.1355	38.605	40.65	15.09%	3.48%	4.49%	51.01%	0.2235	341.61	15.68	8.41
H	6	0.87	1.74	21.79	3.0726	0.1514	38.901	41.03	13.37%	3.45%	4.98%	51.20%	0.2156	329.57	15.13	8.03
H	7	1.74	0.00	21.79	3.0154	0.1083	38.474	40.48	17.96%	3.51%	4.00%	50.65%	0.2312	353.42	16.22	8.74
H	8	1.74	0.87	21.79	3.0432	0.1231	38.776	40.88	16.27%	3.49%	4.50%	50.84%	0.2233	341.35	15.67	8.35
H	9	1.74	1.74	21.79	3.0717	0.1386	39.076	41.28	14.57%	3.47%	5.00%	51.03%	0.2154	329.29	15.12	7.98
promedio		0.87	0.87	21.79	3.044	0.136	38.60	40.63	15.08%	3.48%	4.49%	51.01%	0.223	341.6	15.68	8.41
J	1	0.00	0.00	17.12	3.0203	0.1418	30.096	28.99	15.24%	3.48%	3.97%	50.44%	0.2148	258.07	15.07	8.91
J	2	0.00	0.68	17.12	3.0482	0.1559	28.800	29.34	13.59%	3.46%	4.46%	50.63%	0.2047	245.97	14.37	8.39
J	3	0.00	1.37	17.12	3.0765	0.1707	29.114	29.71	11.91%	3.43%	4.96%	50.82%	0.1947	233.89	13.66	7.87
J	4	0.68	0.00	17.12	3.0196	0.1297	30.226	29.19	16.41%	3.49%	3.98%	50.28%	0.2146	257.82	15.06	8.84
J	5	0.68	0.68	17.12	3.0474	0.1436	28.791	29.54	14.77%	3.47%	4.47%	50.47%	0.2045	245.70	14.35	8.32
J	6	0.68	1.37	17.12	3.0757	0.1584	29.105	29.91	13.09%	3.45%	4.97%	50.66%	0.1945	233.63	13.65	7.82
J	7	1.37	0.00	17.12	3.0186	0.1171	30.360	29.38	17.61%	3.51%	3.99%	50.11%	0.2144	257.59	15.05	8.77
J	8	1.37	0.68	17.12	3.0468	0.1317	28.785	29.75	15.93%	3.48%	4.48%	50.30%	0.2043	245.45	14.34	8.26
J	9	1.37	1.37	17.12	3.0749	0.1462	29.096	30.10	14.27%	3.46%	4.98%	50.49%	0.1943	233.38	13.63	7.76
promedio		0.68	0.68	17.12	3.048	0.144	29.37	29.54	14.76%	3.47%	4.47%	50.47%	0.205	245.7	14.35	8.33

## CONCLUSIONES

Al manipular la dieta el software predice la producción de CH<sub>4</sub> de vacas H y J. Al incorporar EM y/o SOY en la dieta disminuye la producción, el rendimiento e intensidad del CH<sub>4</sub>, validando la hipótesis. La mayor reducción del CH<sub>4</sub> se atribuye a la SOY al incrementar los AG% en la dieta. Las vacas J producen menos CH<sub>4</sub> que H por kg CMS y menos CH<sub>4</sub> que H por lt leche FPCM.

## REFERENCIAS

- FIGUEROA, J. 2023. Predicción del contenido de energía de praderas del sur de Chile en un software que integra ecuaciones del sistema NASEM 2021. XVIII Congreso SOCHIPA A.G.
- LAHART, B., BUCKLEY, F., HERRON, J., FITZGERARD, E., FITZPATRICK, N., GALVIN, N. and SHALLOO, L. 2024. Evaluating enteric methane emissions within a herd of genetically divergent grazing dairy cows. Journal of Dairy Science. Volume 107: 383-397.
- NASEM. 2021. Nutrient requirements of dairy cattle. Eighth revised edition. Committee on nutrient requirements of dairy cattle. Academies Press. Washington D.C.
- RASTANI, R.R., ANDREW, S.S., ZINN, S.A., and SNIFFEN. 2001. Body composition and estimated tissue energy balance in Jersey and Holstein cows during early lactation. Journal of Dairy Science. Volume 84: 1201-1209.

# CALIDAD DE CARNE PRODUCIDA BAJO DIFERENTES SISTEMAS DE PRODUCCIÓN BOVINA

## Meat quality under different livestock production systems

José Daza<sup>1</sup>, Mariela Silva<sup>2</sup>, Ignacio Subiabre<sup>2</sup>, Paola Naguian<sup>2</sup> y Rodrigo Morales<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA Tamel Aike, Coyhaique, Chile. <sup>2</sup>Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA Remehue, Osorno, Chile. <sup>3</sup>Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA Ururi, Arica, Chile.

E-mail: [jose.daza@inia.cl](mailto:jose.daza@inia.cl)

## INTRODUCCIÓN

El consumo de carne vacuna contribuye a cumplir con la ingesta dietética diaria recomendada de proteínas, teniendo en consideración que la ingesta recomendada es de 0,75g/kg de peso al día (WHO/FAO/UNU, 2007). Sin embargo, este ha sido asociado a características de percepción negativa, como altos niveles de ácidos grasos saturados (AGS). No obstante, la carne de vacuno proporciona nutrientes necesarios para la nutrición humana, proteínas, otros ácidos grasos, hierro, zinc y vitamina B6. La proporción de nutrientes está relacionada con el tipo alimentación que reciben los animales (Morales et al., 2021) y se ha mencionado que la carne producida a pastoreo de forma regenerativa posee mayores beneficios para la salud humana, comparado con la suplementación de granos (Davis et al., 2022). El objetivo de este trabajo fue comparar la calidad de la carne comercializada en la ciudad de Osorno de sistema regenerativo, de pastoreo y de pastoreo con suplementación.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio consistió en obtener muestras de lomo liso (*longissimus dorsi*) desde dos supermercados (Jumbo y Frigosorno) de la ciudad de Osorno en la región de Los Lagos, en donde se evaluaron 4 muestras de carne de cuatro diferentes sistemas de producción bovina, para un total de 16 muestras de carne. Los sistemas productivos fueron:

- a. **Regenerativo:** Carne proveniente de sistema de producción Regenerativo
- b. **Pastoreo:** Carne proveniente de sistema a pastoreo
- c. **Mixto Osorno:** Carne Premium a pastoreo con suplementación
- d. **Mixto Temuco:** Carne Premium a pastoreo con suplementación

Las muestras se procesaron al Laboratorio de Calidad de Alimentos de INIA Remehue para análisis de composición nutricional y perfil de ácidos grasos. Los resultados fueron comparados entre los sistemas productivos mediante InfoStat con un análisis de varianza (ANOVA) a un nivel de significancia de 0,05.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1. se observan los resultados para la composición nutricional y el contenido total de ácidos grasos saturados (AGS), monoinsaturados (AGMI) y poliinsaturados (AGPI) en la carne de los diferentes sistemas de producción. En composición nutricional se obtuvieron diferencias significativas para materia seca y contenido de grasa total, teniendo valores superiores en el sistema de pastoreo, en comparación al sistema regenerativo. Para el contenido de ácidos grasos, únicamente se encontraron diferencias significativas para el contenido total de ácidos grasos poliinsaturados ( $P < 0,001$ ), donde el sistema regenerativo es superior al sistema de pastoreo y mixtos. En cuanto al perfil de AGPI del tipo n-6, el sistema regenerativo fue diferente a los otros sistemas, contrario a lo ocurrido el tipo n-3, donde fue similar de pastoreo y mixto Osorno. Estos resultados son similares a los reportados

por Montgomery et al. (2022), quienes mencionan que la carne de sistemas regenerativos posee un mayor contenido de omega 6 y omega 3, en comparación a carnes de sistemas convencionales con suplementación.

Cuadro 1. Composición nutricional y contenido de ácidos grasos en la carne de diferentes sistemas productivos

<b>Análisis</b>	<b>Regenerativo</b>	<b>Pastoreo</b>	<b>Mixto Osorno</b>	<b>Mixto Temuco</b>	<b>Valor p</b>
<b>Composición Nutricional (%)</b>					
Materia Seca	24,77 <sup>b</sup>	25,78 <sup>a</sup>	25,70 <sup>ab</sup>	25,68 <sup>ab</sup>	0,029
Proteína	21,7	21,5	21,9	22,2	0,148
Grasa Total	1,2 <sup>b</sup>	2,6 <sup>a</sup>	1,9 <sup>ab</sup>	2,1 <sup>a</sup>	0,012
<b>Ácidos Grasos (mg/100g)</b>					
Total, AGS	479,82	465,20	424,22	422,00	0,159
Total, AGMI	42,22	38,00	29,88	41,37	0,066
n6	87,63 <sup>a</sup>	41,37 <sup>bc</sup>	59,35 <sup>b</sup>	36,13 <sup>c</sup>	<0,001
n3	30,82 <sup>a</sup>	30,16 <sup>a</sup>	25,98 <sup>ab</sup>	17,92 <sup>b</sup>	0,008
Total, AGPI	120,59 <sup>a</sup>	72,97 <sup>b</sup>	86,40 <sup>b</sup>	55,11 <sup>c</sup>	<0,001

## CONCLUSIÓN

La carne bovina producida bajo un sistema regenerativo tiene un aporte significativamente mayor de ácidos grasos poliinsaturados en relación con los demás sistemas de producción tradicionales del sur de Chile. Sin embargo, estos datos son preliminares, por lo que se sugiere incrementar el número de muestras para sustentar estos resultados.

## AGRADECIMIENTOS

Este resumen hace parte del proyecto MIN CIENCIAS código INIA 503607-71 “Estrategia de agregación de valor de ganadería regenerativa de carne de la macrozona sur-austral”.

## REFERENCIAS

- DAVIS, H., MAGISTRALI, A., BUTLER, G., & STERGIADIS, S. (2022). Nutritional benefits from fatty acids in organic and grass-fed beef. *Foods*, 11, 646.
- MONTGOMERY, DR., BIKLÉ, A., ARCHULETA, R., BROWN, P., & JORDAN, J. (2022). Soil health and nutrient density: preliminary comparison of regenerative and conventional farming. *Peer J*, 10:e12848.
- MORALES, R., SUBIABRE, I., RODRÍGUEZ, R., MARTÍNEZ, B., & HAUDORF, A. (2021). Caracterización nutricional de la carne bovina proveniente de zona sur de Chile (Araucanía, Los Ríos, Los Lagos, Aysén), Informativo N°275. Obtenido el 02-10-2024 de <https://hdl.handle.net/20.500.14001/67633>
- WHO/FAO/UNU, J. (2007). *Protein and amino acid requirements in human nutrition*. (935):1-265, back cover. PMID: 18330140.: World Health Organ Tech Rep Ser.

# DESEMPEÑO PRODUCTIVO, CALIDAD DE CANAL Y DE CARNE DE TRES RAZAS LECHERAS EN EL SUR DE CHILE

## Productive performance, carcass and beef quality of three dairy breeds in Southern Chile

José Quinteros<sup>1</sup>, Iván Calvache<sup>1</sup>, Reinaldo Pinto<sup>1</sup> y Rodrigo Arias<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Producción Animal, Facultad de Ciencias Agrarias y Alimentarias, Universidad Austral de Chile, Valdivia. E-mail: [rodrigo.arias@uach.cl](mailto:rodrigo.arias@uach.cl)

### INTRODUCCIÓN

Según Buzetti (2024), Chile produjo 187.564 t de carne en vara en el 2023 mientras que importó 251.060 t, lo que equivale a un 57,2% del consumo interno. Lo anterior, sumado a la disminución de las existencias animales a nivel nacional y una creciente preocupación por el bienestar animal, particularmente en el caso de la crianza de los machos de lechería, lo cual plantea el desafío de mejorar las prácticas de producción nacional. A pesar de la predominancia de la raza Holstein Friesian en el sector lechero, durante los últimos años otras razas han adquirido relevancia, sin embargo, existe una notable escasez de información respecto al desempeño productivo y la calidad de la carne obtenida de estas razas. El objetivo de la investigación fue evaluar el efecto del desempeño productivo sobre la calidad de canal y de la carne de novillos Montbéliarde (M), Jersey (J) y Kiwi-Cross (K) criados en un sistema intensivo.

### MATERIALES Y MÉTODOS

Se seleccionó un lote de 37 novillos (J = 17, K = 12 y M = 8) los cuales fueron manejados como un solo grupo desde su nacimiento ( $\pm 10$  días de edad). La crianza se inició el 25 de mayo de 2022 por un periodo de 96 días en el Fundo la Cabaña, Región de los Lagos y continuó con la recría por 488 días en el mismo lugar finalizando el 24 de noviembre de 2023. La engorda se realizó en Los Ángeles, región del Bio Bío (88 días). La faena se realizó en Mafrisur el 22 de febrero del 2024.

Una vez en el predio los animales fueron cuarentenados por una semana, siendo desparasitados y vacunados. En esta etapa se les alimentó con suplemento lácteo (NutraMilk Pro®) a razón de 4 L día<sup>-1</sup> cabeza<sup>-1</sup> y 1 kg de concentrado (**Definir**), manteniéndose así por 80 días. El manejo del pastoreo fue rotativo con oferta estimada de 1400 kg MS ha<sup>-1</sup>. A los 100 días de edad se realizó el destete, aumentando el concentrado a 1,5 kg diario por cabeza y manteniendo el pastoreo en franjas. En la recría se mantuvieron en pastoreo rotativo pero sin concentrados. Los animales se enviaron al feedlot con una edad promedio de 510 días, y a su arribo se les realizó un manejo sanitario (Ivomec®F y Clostribac®-8), siendo además implantados con Synovex plus®. La alimentación en esta etapa fue a base de ensilaje de maíz (42,8%) y avena grano (7,7%), maíz grano húmedo (7,2%), afrecho de trigo (18,0%), concentrado Nutrameal (16,6%), expeler de maní (3,5%), sales mineral y urea (0,79% y 1,03%, respectivamente). La oferta de alimento fue de 12 kg MS animal<sup>-1</sup> (2,5% del PV) con un contenido total de 2,77 Mcal EM kg<sup>-1</sup> MS y 12,8% PC. Los animales tuvieron 10 días de adaptación a la dieta e instalaciones consumiendo una dieta de recepción (Cuál). Se realizaron 4 pesajes matinales en la crianza, 3 en la recría y 2 en la engorda todo ellos con balanza electrónica y se estimó la ganancia diaria de peso (GDP) parcial y total por periodo. Luego de 24 horas posmortem se determinaron en la canal fría el área del ojo del lomo (cm<sup>2</sup>), espesor de grasa dorsal (mm), peso de canal fría (kg), rendimiento de canal (%), pH muscular y marmoleo. Este último utilizando los estándares del USDA). Los datos fueron analizados usando un diseño completamente al azar con una estructura univariada con tres niveles, siendo cada animal una unidad experimental y observacional. Asimismo, las



variables GDP y peso vivo fueron analizadas mediante ANDEVA de medidas repetidas en el tiempo. En ambos casos el nivel de significancia fue del 5%.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la etapa de crianza se observó un aumento de peso de forma homogénea en el tiempo. Hubo diferencia significativa entre pesajes, donde, la media en el pesaje 1 fue de  $36,4 \pm 1,53$  kg, en el pesaje 2 fue de  $51,8 \pm 1,53$  kg, en el pesaje 3 fue de  $79,5 \pm 1,53$  y en el último pesaje fue de  $93,7 \pm 1,53$  kg. Las medias marginales por raza para esta etapa fueron  $69,5 \pm 2,54$  kg para Montbéliarde,  $61,9 \pm 2,18$  kg Jersey y  $64,6 \pm 2,29$  kg Kiwi-Cross. A pesar de que los terneros Montbéliarde presentaron 7,6 kg más que los Jersey no existieron diferencias ( $P = 0,54$ ). La mayor GDP se observó en el periodo 2 ( $P < 0,001$ ). La GDP de las tres razas del periodo 1, 2 y 3 fueron  $0,50 \pm 0,03$ ,  $0,79 \pm 0,03$  y  $0,49 \pm 0,03$  kg d<sup>-1</sup>, respectivamente. No se observaron diferencias entre razas ( $P = 0,567$ ) ni para la interacción tiempo  $\times$  raza ( $P = 0,314$ ).

En la recría los dos primeros pesajes fueron similares entre razas, sólo a partir del tercer pesaje Montbéliarde se diferenció (+19,6 kg) respecto de Jersey ( $P > 0,05$ ). Se observó un efecto de la raza y una tendencia del factor tiempo sobre la GDP en esta etapa, pero no interacción. Montbéliarde presentó una GDP ( $0,63 \pm 0,024$  kg d<sup>-1</sup>) superior a Jersey ( $0,52 \pm 0,020$  kg d<sup>-1</sup>) pero similar a Kiwi Cross ( $0,57 \pm 0,020$  kg d<sup>-1</sup>), la que a su vez fue similar a Jersey.

En lo referente a la canal solo el espesor de grasa dorsal, peso de canal fría y rendimiento de canal presentaron diferencias entre razas (Cuadro 1). Los animales Montbéliarde y Jersey presentaron valores similares de espesor de grasa dorsal siendo inferiores a Kiwi-Cross. Por el contrario, el peso de canal fría en novillos de la raza Montbéliarde fue mayor que en novillos Jersey, sin embargo no hubo diferencias con novillos Kiwi-Cross. En cuanto al rendimiento de la canal fue mayor en novillos Montbéliarde en comparación al de los Kiwi-Cross.

**Cuadro 1.** Características de la canal y de la carne de novillos de tres razas lecheras

Raza	Área ojo del lomo (cm <sup>2</sup> )		Espesor de grasa dorsal (mm)		Peso canal caliente/fría (kg)		Rendimiento de canal caliente/fría (%)		pH	
	Media	EEM	Media	EE	Media	EEM	Media	EEM	Media	EE
Montbéliarde	62,5	2,7	4,31 <sup>b</sup>	0,4	283,5 <sup>a</sup>	12,3	51,2 <sup>a</sup>	0,7	5,9	0,10
Jersey	59,2	1,9	6,50 <sup>b</sup>	0,6	248,9 <sup>b</sup>	4,9	49,7 <sup>ab</sup>	0,4	6,0	0,06
Kiwi-Cross	61,7	2,1	9,70 <sup>a</sup>	0,9	266,2 <sup>ab</sup>	7,6	48,8 <sup>b</sup>	0,5	5,9	0,03
Valor p	0,548		< 0,001		0,014		0,036		0,687	

\* EEM =Error estándar de la media

## CONCLUSIONES

Los novillos Montbéliarde demostraron un mejor desempeño productivo en comparación con Jersey y Kiwi-Cross. Además, los valores de pH (alto) y marmoleo (bajo) no fueron los deseables, razón por la cual, es importante evaluar prácticas que promuevan el bienestar animal y mejoren la infiltración de grasa.

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Fundo La Cabaña de Agrícola Tattersal y ChileBeef por permitir la realización de este trabajo.

## **REFERENCIAS**

Buzetti, C. 2024. Boletín carne bovina: tendencias de producción, precios y comercio exterior Julio 2024. Publicación de la Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA), Ministerio de Agricultura, Gobierno de Chile. 30 pág.

# RENDIMIENTO DE MEZCLAS MIXTAS (*Lolium perenne* y *Trifolium repens*) Y MULTIESPECIES, SOMETIDAS A DOS FRECUENCIAS E INTENSIDADES DE DEFOLIACIÓN DURANTE EL VERANO

## Yield of mixed (*Lolium perenne* and *Trifolium repens*) and a multispecies pasture subjected to two frequencies and intensities of defoliation during summer

Luis Piña<sup>1\*</sup>, Verónica Merino<sup>2</sup>, Claudia Mella<sup>1</sup>, Cristian Lucero<sup>1</sup>, Alejandro Acuña<sup>1</sup>, Gabriel Seguel<sup>1</sup>, Tomás Schwenke<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Producción Animal, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile

<sup>2</sup> Departamento de Producción Animal, Facultad de Agronomía, Universidad de Concepción

\*Email: [luispina@uchile.cl](mailto:luispina@uchile.cl) – Proyecto IDeA I+D ID23I10191

## INTRODUCCIÓN

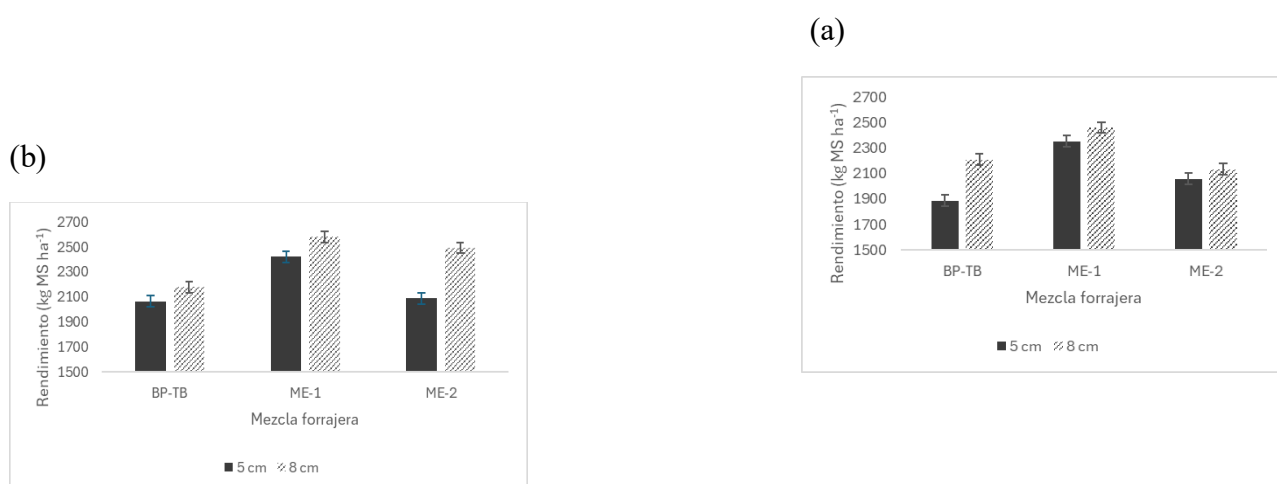
Las especies forrajeras que, tradicionalmente, se han utilizado para el establecimiento de pasturas permanentes en zonas de clima templado, son *Lolium perenne* L. (ballica perenne) y *Trifolium repens* L. (trébol blanco). La marcada estacionalidad en el crecimiento de estas especies cobra gran relevancia en climas templados, dadas las altas temperaturas y déficit hídrico en el periodo estival, lo que provoca una disminución o una nula producción de forraje en este periodo. Como alternativa al uso de estas especies, se ha estudiado la posibilidad de incorporar otras especies forrajeras pertenecientes a grupos funcionales contrastantes a las gramíneas, para el establecimiento de pasturas polifíticas o multiespecie, pero existen pocos estudios que evalúen el efecto de diferentes criterios de defoliación en el manejo de este tipo de mezclas forrajeras (Baker et al., 2023). El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de dos intensidades y frecuencias de defoliación durante el verano, sobre el rendimiento estacional y acumulado de mezclas forrajeras mixtas y multiespecies.

## MATERIALES Y MÉTODOS

En la Estación Experimental Oromo de la Universidad de Chile, se establecieron 96 parcelas experimentales de 24 m<sup>2</sup>, en donde se sembraron 3 mezclas forrajeras (MF): BP-TB, mezcla conformada por *L. perenne* (90%) y *T. repens* (10%); ME-1, mezcla compuesta por *L. perenne* (10%), *T. repens* (15%), *L. arundinacea* (10%), *D. glomerata* (10%), *Festulolium* (15%), *P. lanceolata* (20%) y *C. intybus* (20%); y ME-2, mezcla compuesta por *L. perenne* (25%), *T. repens* (15%), *L. arundinacea* (15%), *D. glomerata* (5%), *Festulolium* (10%), *P. lanceolata* (15%) y *C. intybus* (15%). Las parcelas fueron sembradas en octubre de 2023 y recibieron un corte de homogenización la primera semana de enero de 2024. Luego, fueron aplicados dos tratamientos de frecuencia (FD) e intensidad de defoliación (ID): intensidad de 5 cm y 8 cm; frecuencia de defoliación cada 24 días y 35 días. Se utilizaron 6 parcelas por tratamiento (combinación de factores mezcla x intensidad x frecuencia). Los tratamientos de defoliación fueron mantenidos estrictamente hasta la última semana de marzo de 2024. Se evaluó el rendimiento (kg MS ha<sup>-1</sup>) previo a la aplicación de los tratamientos (Pre-trat), el rendimiento obtenido durante la estación de verano (Rdto Ver, kg MS ha<sup>-1</sup>) y el rendimiento acumulado desde octubre de 2023 a marzo de 2024 (Rdto Acum, kg MS ha<sup>-1</sup>). El diseño experimental correspondió a un diseño en bloques completamente aleatorizados, con estructura factorial de 4 x 2 x 2 (4 MF x 2 FD x 2 ID), con 6 repeticiones por tratamiento. Se realizó un análisis de GLM y cuando existieron diferencias estadísticamente significativas, se procedió a aplicar una prueba de comparaciones múltiples de Tukey con un 95% de confianza.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Previo al inicio de los tratamientos de defoliación (corte de homogenización), se observó que la mezcla ME-2 tuvo un mayor rendimiento ( $P = 0,002$ ) que el resto de las mezclas forrajeras (Cuadro 1), acumulando un 16% y 11% más de fitomasa que las mezclas BP-TB y ME-1, respectivamente. Al evaluar el Rdto Ver y Rdto Acum, se observó una interacción significativa triple entre los factores MF, FD y ID ( $P < 0,05$ ). Para efectos prácticos, se graficó exclusivamente el efecto de dicha interacción en la variable Rdto Ver (Figura 1). El mayor rendimiento en este período lo obtuvo ME-1, con una intensidad de 8 cm y 35 días entre cortes ( $2.582 \text{ kg MS ha}^{-1}$ ), mientras que la menor producción se obtuvo en BP-TB, con una intensidad de 5 cm y 24 días entre cortes ( $1.887 \text{ kg MS ha}^{-1}$ ), demostrando la importancia de los criterios de defoliación al momento de evaluar diferentes mezclas forrajeras, especialmente con alta riqueza de especies. En cuanto al Rdto Acum, la mayor producción se obtuvo en ME-2, con intensidad de 8 cm y 35 días entre cortes ( $4.915 \text{ kg MS ha}^{-1}$ ), mientras que la menor producción se obtuvo en ME-2, con intensidad de 8 cm y defoliaciones cada 24 días ( $3.837 \text{ kg MS ha}^{-1}$ ).



**Figura 1.** Rendimiento de tres tipos de mezclas forrajeras bajo dos intensidades de defoliación (5 cm y 8 cm), defoliadas cada 24 días (a) y cada 35 días (b), durante la estación de verano.

**Cuadro 1.** Rendimiento ( $\text{kg MS ha}^{-1}$ ) de tres tipos de mezclas forrajeras (MF) bajo dos intensidades (ID) y frecuencias de defoliación (FD), desde el establecimiento hasta fines de verano.

MF	Pre-trat	Rdto Ver	Rdto Acum
BP-TB	2.140 a	2.085 a	4.226 a
ME-1	2.236 b	2.454 c	4.691 b
ME-2	2.493 c	2.194 b	4.687 b
EEM	67,4	22,2	80,2
<i>P-value</i>	0,002	< 0,001	<0,001
FD			
24 días	----	2.184	4.436
35 días	----	2.305	4.505
EEM	----	18,37	111,6
<i>P-value</i>	----	< 0,001	0,661
ID			

5 cm	----	2.146	4.483
8 cm	----	2.343	4.458
EEM	----	18,11	111.6
<i>P-value</i>	----	< 0,001	0,873
<b>Interacciones</b>			
MF x FD	----	0,1291	0,358
MF x ID	----	0,2225	0,595
FD x ID	----	0,2906	0,462
MF x FD x ID	----	< 0,001	0,025

## CONCLUSIONES

Los resultados del presente trabajo permiten concluir que, en mezclas mixtas, el rendimiento durante el verano se ve favorecido por una mayor frecuencia y menor intensidad de defoliación, mientras que en mezclas multiespecies, se obtienen mayores rendimientos con menores frecuencias e intensidades de defoliación.

## REFERENCIAS

BAKER, S., LYNCH, M., GODWIN, F., BRENNAN, E., BOLAND, T., EVANS, A., KELLY, A. & SHERIDAN, H. (2023). Dry-matter production and botanical composition of multispecies and perennial ryegrass swards under varying defoliation management. *Grass and Forage Science*, 78, 390-401.

# DESARROLLO Y SEGURIDAD DE SUPLEMENTO DE MICROESFERAS DE HIERRO DEXTRANO PARA PREVENIR LA DEFICIENCIA DE HIERRO EN CERDOS

## Development and security of dextran iron microspheres supplementation to prevent iron deficiency in pigs

Marcela Sepúlveda<sup>1</sup>, Fabrizio Valdés<sup>1</sup>, José Ignacio Covarrubias<sup>2</sup>, Felipe Oyarzún<sup>3</sup>, Carolina Valenzuela<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias, Santa Rosa 11.735, La Pintana, Santiago, Chile. <sup>2</sup>Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas, Santa Rosa 11.315, La Pintana, Santiago, Chile <sup>3</sup>Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas Dr. Carlos Lorca Tobar 964, Independencia, Santiago, Chile. [\\*marcela.sepulveda@ug.uchile.cl](mailto:marcela.sepulveda@ug.uchile.cl)

## INTRODUCCIÓN

La carencia nutricional más relevante durante la primera etapa de vida de los cerdos en producción intensiva es la deficiencia de hierro (Fe). Actualmente, su tratamiento preventivo consta de 200 mg de hierro dextrano (FeDex) en dosis única vía intramuscular (i.m). Sin embargo, presenta varias desventajas, como una rápida metabolización, posible toxicidad y una baja eficiencia de absorción (Perri *et al.*, 2016). Debido a ello el objetivo de esta investigación fue el desarrollo, caracterización y posterior prueba de seguridad en cerdos neonatos de suplementos de microsferas de FeDex de lenta metabolización como estrategia parenteral para prevenir la deficiencia de hierro en cerdos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Durante el año 2023, en el Laboratorio de Encapsulación y Nutrición Animal, se prepararon soluciones compuestas por un 1% p/v de alginato de sodio, 0,5% p/v de sulfato de zinc heptahidratado y 2,5% v/v de amonio, en agua destilada. Este proceso se basó en la metodología propuesta por Mobus *et al.* (2012), a la cual se le añadió FeDex en diferentes concentraciones: 0% como control (MC), 15% v/v (M15), 20% v/v (M20), 30% v/v (M30) y 40% v/v (M40). Para luego ser atomizadas en el equipo Mini Spray Dryer (B-290, BÜCHI, Suiza). Las microsferas (M) obtenidas, en forma de micropolvo, fueron caracterizadas según contenido de Fe, rendimiento del proceso de secado, apariencia macroscópica y microscópica, tamaño de partícula y potencial zeta (carga superficial) para evaluar su estabilidad y probable comportamiento i.m. Luego, las M40 (que obtuvieron resultados positivos para la continuación del estudio) fueron suspendidas en concentraciones teóricas de FeDex de 100 (1 mL), 150 (1,5 mL) y 200 mg (2,5 mL de agua destilada, denominándose como suplementos S<sub>100</sub>, S<sub>150</sub> y S<sub>200</sub>, respectivamente. Los suplementos fueron evaluados según su inyectabilidad *ex vivo* en trozos de carne de cerdo, pH y viscosidad. Todos los datos fueron obtenidos en triplicado y se les determinó la normalidad mediante una prueba de Shapiro-Wilk ( $p < 0,05$ ), se obtuvo distribución normal en el rendimiento de las microsferas, así como en el contenido de hierro, pH y viscosidad de los suplementos, que fueron analizadas con pruebas paramétricas mediante ANDEVA de una vía y Tukey ( $p < 0,05$ ); y aquellos con distribución no normal como el tamaño de partícula, potencial zeta y contenido de hierro de las microsferas se analizaron con pruebas no paramétricas (Kruskal-Wallis y comparación de múltiples rangos,  $p < 0,05$ ). Posteriormente, se evaluó la seguridad de estos suplementos, junto con un control, consistente en 200 mg de FeDex sin encapsular, en dosis de 2 ml, en cerdos neonatos de 3 días de edad, después de la inyección IM se determinó: inflamación (mediante enrojecimiento de la piel por observación, aumento de tamaño y temperatura) en la zona de inoculación de los suplementos (tabla del cuello), los días 0, 1, 2, 3 y cada 5 días por 21 días.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se obtuvieron todas las formulaciones de microesferas propuestas. Todas fueron micrométricas, con tamaños  $< 12 \mu\text{m}$ , y potencial zeta negativo (-40 a -55 mV), a diferencia del FeDex sin procesar que posee un potencial zeta cercano a la neutralidad, indicando que este se encuentra encapsulado en la matriz desarrollada. El rendimiento del proceso de secado fue alto ( $>60\%$ ), para las que contenían FeDex, lo que indica que puede ser un proceso escalable a futuro. Además, a mayor concentración de FeDex, aumentó el contenido de Fe (258 – 367 mg/g de micropartícula), siendo superior estadísticamente para M40. Por estas razones, finalmente se seleccionó M40 para el desarrollo de los suplementos. Las cuales fueron suspendidas posteriormente en concentraciones teóricas de 100 (S<sub>100</sub>), 150 (S<sub>150</sub>) y 200 mg (S<sub>200</sub>) en 2 mL de agua destilada. Que fueron evaluados según su inyectabilidad, pH y viscosidad. El pH, y viscosidad del suplemento S<sub>100</sub> fue de  $6,6 \pm 0,1$  y de  $2,6 \pm 0,3 \text{ mPa}\cdot\text{s}$ , para S<sub>150</sub>  $6,5 \pm 0,1$  y  $5,9 \pm 0,5 \text{ mPa}\cdot\text{s}$ , y para S<sub>200</sub> fue de  $6,5 \pm 0,1$  y  $10 \pm 0,9 \text{ mPa}\cdot\text{s}$ , respectivamente. Todos los suplementos lograron ser inyectables, presentaron un pH fisiológico y una viscosidad compatible con su aplicación i.m. No se observaron signos de inflamación en la zona de inoculación en ninguno de los días de evaluación, para todos los suplementos, como tampoco aumento de volumen, y la temperatura de la piel se encontró en un rango normal entre 36,0 a 37,1°C.

## CONCLUSIONES

Fue posible el desarrollo de suplementos a base de microesferas con alto contenido de FeDex (hasta 200 mg en dispersos en dosis de 2 mL de agua destilada), re-suspendibles en agua, compatibles para su administración i.m según sus propiedades de pH, viscosidad e inyectabilidad. Además, todas las formulaciones fueron seguras posterior a su inoculación IM en cerdos neonatos y podrían a futuro convertirse en nuevos suplementos de Fedex de liberación controlada.

## REFERENCIAS

- MOBUS, K., SIEPMANN, J. Y BODMEIER, R. 2012. Zinc-alginate microparticles for controlled pulmonary delivery of proteins prepared by spray-drying. *European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics*, 81 (1), 121-130.
- PERRI, A.; FRIENDSHIP, R.; HARDING J.; O’SULLIVAN, T. 2016. An investigation of iron deficiency and anemia in piglets and the effect of iron status at weaning on post-weaning performance. *Journal of Swine Health and Production*, 24(1), 10-20.

# IMPACTO DEL AGAR COMO SUPLEMENTO NUTRICIONAL EN EL PERFIL BIOQUÍMICO DE SANGRE OVINA

## Impact of agar as a nutritional supplement on the biochemical blood profile of sheep

Matías Cortés <sup>1\*</sup>, Rodrigo Huaiquipán<sup>2</sup>, John Quiñones <sup>3,4</sup>, Rommy Diaz <sup>3,4</sup>, Paula Olate <sup>1</sup>, Erika Millahual<sup>1</sup>, Sepúlveda NG<sup>3,4</sup>.

\*<sup>1</sup> Carrera de Biotecnología. Universidad de La Frontera. Temuco. Chile. <sup>2</sup> Programa de Doctorado en Ciencias Agroalimentarias y Medioambiente, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Medioambiente, Universidad de la Frontera, Temuco 4780000, Chile. <sup>3</sup> Facultad de Ciencias Agropecuarias y Medioambiente, Universidad de la Frontera, Temuco 4780000, Chile. <sup>4</sup> Centro de Tecnología e Innovación de la Carne. Universidad de La Frontera. Temuco 4780000. Chile.

Email: m.cortes10@ufromail.cl

## INTRODUCCIÓN

El agar, obtenido de algas rojas como *Gilidian* y *Gracilaria*, contiene proteínas, minerales, y lípidos, y se considera un sustituto nutricionalmente equilibrado para grasas y carbohidratos, siendo libre de grasas y colesterol (Altupal et al., 2021). Esta investigación apunta a que el agar puede mejorar la dieta de ovinos debido a sus propiedades nutricionales. El objetivo principal es evaluar el impacto del agar en la dieta ovina a través del análisis del perfil bioquímico de la sangre para determinar su seguridad, toxicidad, y tolerancia. Este enfoque permitirá entender cómo el agar afecta el metabolismo, así como la función hepática y renal de los ovinos, proporcionando una base para futuras investigaciones sobre sus beneficios nutricionales y su impacto en la salud general y el bienestar de los animales.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio, aprobado por el Comité Ético Científico, se realizó en el fundo experimental Maquehue. Dos grupos de 8 corderos, de raza criolla araucana, cada grupo ( 2 meses de edad, ~15,65±1,84kg de peso) desde el 29 de enero hasta el 12 de abril, fueron aclimatados durante 15 días. El grupo control recibió una dieta de avena, lupino y triticale, mientras que el grupo suplementado recibió la misma dieta con un 5% de harina de agar, proporcionando una dieta total mezclada para cada grupo y homogénea en el caso de la harina de agar, sin modificar esta última. Se controlaron semanalmente el peso y la salud de los animales. Antes del sacrificio, se tomaron muestras de sangre que fueron analizadas para evaluar niveles de sustratos, iones, enzimas, metales/elementos traza y proteínas totales. La prueba t de Sudent se utilizó para comparar los resultados entre los dos grupos con el programa JAMOVI (Versión 2.4.14).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La prueba t-student de muestras independientes mostró que no hubo diferencias significativas en los parámetros sanguíneos entre el grupo control y el grupo que consumió algas. Además, todos los valores se encontraban dentro del rango normal para un ovino saludable.

**Tabla 1.** Perfil bioquímico de sangre de corderos suplementados con harina de agar 5% (AA) o sin ella (CTRL).



Variable	Tratamientos		EEM	Valor de P
	CTRL	AA		
<b>Cr</b> (mole/L)	93,48	131,6	8,307	0,69
<b>Tg</b> (umol/L)	0,24	0,49	0,042	0,19
<b>Lac</b> (umol/L)	2.454	8,89	1,095	0,37
<b>Ca</b> (umol/L)	2,292	2,76	0,060	0,45
<b>P</b> (umol/L)	2,006	2,43	0,112	0,77
<b>ALP</b> (U/L)	329,8	388,3	114,5	0,44
<b>AST</b> (U/L)	190,2	140,0	8,202	0,39
<b>Ala</b> (U/L)	66	31,2	1,826	0,24
<b>GGT</b> (U/L)	97,4	65,7	6,966	0,38
<b>Mg</b> (mmol/L)	1,18	1,45	0,055	0,32
<b>Pt</b> (U/L)	85,2	70,1	1,204	0,14

Cr, creatinina. Tg, triglicéridos. Lac, lactato. Ca, calcio. P, fosforo. ALP, fosfatasa alcalina. AST, Aspartato aminotransferasa. Ala, alanina. GGT, gamma-glutamyl transferasa. Mg, magnesio. Pt, proteínas. EEM, error estándar de la media.

## CONCLUSIONES

El estudio sugiere que agregar un 5% de agar a la dieta de los corderos no afecta negativamente su salud, al menos en términos de los parámetros bioquímicos que evaluamos. Los niveles de metabolitos y enzimas hepáticas se mantuvieron dentro de los rangos normales, lo que indica que esta cantidad de agar no causa problemas inmediatos. Sin embargo, dado que el análisis se centró solo en estos parámetros, se necesitaría realizar más estudios para evaluar otros aspectos, como los perfiles de ácidos grasos, niveles de colesterol, el microbioma intestinal y la presencia de productos de oxidación (TBARS).

## AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer el Proyecto PP22-0017. VRIP-UFRO. Los autores agradecen el Proyecto Fondecyt: Iniciación en la Investigación N°11220471 (J.Q.). Los autores agradecen el Proyecto Fondecyt: Iniciación en la Investigación N°11190621 (R.D.).

## REFERENCIAS

- Pérez, A. L. et al. (2022). *Microciencia*, 11.
- Rehman, W. et al. (2016). *Polím. Nat. Deriv. Comp.*, 209–222.
- Ruíz-Dimas, I. et al. (2022). *Braz. J. Anim. Environ. Res.*, 5(1), 193–199.
- Alipal, J. et al. (2021). *Mat. today Proc.*, 42, 240-250.

# ESTIMACIÓN DE LA CALIDAD COMERCIAL DE HUEVOS USANDO LA ESPECTROFOTOMETRÍA DEL INFRARROJO CERCANO

## *Estimation of commercial quality of eggs using near infrared spectrophotometry*

Paula Toro-Mujica<sup>1</sup> y Patricio Lisboa<sup>2</sup>.

Instituto de Ciencias Agroalimentarias, Animales y Ambientales. Universidad de O'Higgins  
[paula.toro@uoh.cl](mailto:paula.toro@uoh.cl), [patricio.lisboa@uoh.cl](mailto:patricio.lisboa@uoh.cl)

## INTRODUCCIÓN

La calidad comercial de huevos se asocia a variables relacionadas con la firmeza y limpieza de la cascara, y la consistencia de clara y yema. Algunas de estas variables se ven modificadas con el tiempo de almacenamiento y son evaluados a través de las Unidades Haugh, altura de clara, altura de la yema, color y diámetro de yema, espesor y dureza de la cáscara (Kashimori, 2017). Estas variables pueden ser determinadas manualmente a través de la utilización de una regla y un pie de metro, y/o a través de un equipo electrónico (comúnmente denominado eggtester). En ambos casos, los procedimientos son destructivos y, por lo tanto, no es posible evaluar la evolución de la calidad comercial o categorizar los huevos sin proceder a su rompimiento. El propósito de estudio fue desarrollar ecuaciones de calibración para determinar variables de calidad comercial del huevo mediante el uso de espectroscopia de infrarrojo cercano.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Un total de 356 huevos, provenientes de 52 productores fueron obtenidos durante julio y agosto de 2024. La calidad comercial de los huevos fue analizada utilizando el equipo Digital Eggtester 6500, registrándose las siguientes variables: peso, altura de clara, Unidades Haugh, fuerza y espesor de cáscara, color, altura, diámetro e índice de yema. Para la captura del espectro se utilizó el equipo FOSS DS 2500 con un rango de absorción de 400 a 2400 nm. Para la visualización y el análisis de los espectros se utilizó el software WinISI versión II. Considerando el efecto del color de la cáscara en la zona del visible se realizaron calibraciones para el espectro completo (EC) y para el rango de 850 a 2400 nm (EP). Con el software WinISI se realizaron análisis de componentes principales (PCA), utilizando la distancia GH (distancia global de Mahalanobis) para identificar y descartar muestras anómalas ( $GH > 3$ ). Los colectivos sin anómalos fueron divididos en dos grupos: de calibración (90%) y de validación (10%). Para la eliminación de los efectos aditivos y multiplicativos, se aplicaron las derivadas espectrales de Norris and Williams: 1,4,4,1; 1,5,5,1; 2,4,4,1 y 2,5,5,1. De este modo, se realizó un total de 24 combinaciones para cada colectivo. En cada combinación se obtuvo el error total de predicción (ETP), el error total de predicción de validación (ETPV), la pendiente (PDT) y el coeficiente de regresión de la recta de regresión de los datos de referencia frente a los predichos ( $R^2v$ ). Adicionalmente, se calculó el estadístico RPD, correspondiente a la relación entre la desviación típica del colectivo de calibración y el ETP (Williams, 2001). La selección de las mejores ecuaciones se realizó considerando la obtención de los mayores valores de  $R^2v$  y RPD y los menores valores de ETVC y ETP (Shenk and Westerhaus, 1996), así como las pendientes más cercanas a 1.

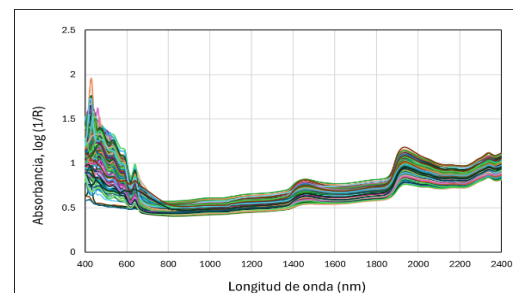
## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los huevos analizados mostraron coeficientes de variación superiores al 10% para todas variables evaluadas. Las variables con mayor coeficiente de variación (CV) correspondieron a la altura de la clara y la firmeza de la cáscara (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Parámetros obtenidos

Variable	Mín	Máx	Media±DE	CV (%)
<b>Peso (grs)</b>	40,1	86,2	60,6±7,7	12,8
<b>Altura de clara (mm)</b>	2,8	10,4	6,2±1,5	23,7
<b>Unidades Haugh</b>	43,7	99,2	76,6±10,8	14,1
<b>Altura de yema (mm)</b>	7,6	20,4	17±2,3	13,3
<b>Color de yema</b>	6	16	11,7±2,1	17,8
<b>Índice de yema</b>	0,108	0,611	0,40±0,09	21,4
<b>Espesor de cáscara (mm)</b>	0,3	0,6	0,4±0,1	11,8
<b>Firmeza de cáscara</b>	0,8	8	4,9±1,3	27,3
<b>Diámetro de yema (mm)</b>	32	107,1	41,7±5,8	13,8

**Figura 1.** Espectros



En la Figura 1 se aprecia los espectros del colectivo de muestras, observándose amplia diversidad en la absorbancia en la zona del visible. En el Cuadro 2 se presentan las ecuaciones de calibración con los mejores indicadores obtenidos para cada una de las variables evaluadas. Las variables peso y diámetro de yema fueron descartadas, ya que al tratarse de variables asociadas al tamaño del huevo presentaron escasa relación con los espectros.

**Cuadro 2.** Estadísticos de las ecuaciones de calibración seleccionadas

Variable	Espectro	Método	Corrección	T	ETP	R <sup>2</sup>	ETP	RP	SE	PD
					P	V	V	D	P	T
<b>Altura de clara (mm)</b>	EP	SNVD	2,5,5,1	4	0,98	0,36	1,11	1,32	1,12	0,95
	EC	MSC	1,4,4,1	4	0,90	<b>0,53</b>	0,95	1,54	0,82	0,95
<b>Unidades Haugh</b>	EP	MSC	2,5,5,1	4	7,16	0,41	7,99	1,35	8,50	0,99
	EC	SNV	1,4,4,1	4	6,41	<b>0,59</b>	6,83	1,58	6,16	0,86
<b>Altura de yema (mm)</b>	EP	SNVD	1,4,4,1	7	1,15	<b>0,65</b>	1,25	13,5	1,60	0,87
	EC	SNV	1,4,4,1	4	1,31	0,62	1,40	1,61	1,25	0,98
<b>Color de yema</b>	EP	SNVD	1,4,4,1	2	1,81	0,16	1,84	1,14	1,71	1,27
	EC	MSC	1,5,5,1	2	1,47	0,28	1,50	1,40	2,12	1,18
<b>Índice de yema</b>	EP	SNV	1,5,5,1	5	0,03	<b>0,67</b>	0,04	1,92	0,06	0,72

	EC	MSC	1,4,4,1	5	0,04	<b>0,66</b>	0,04	1,83	0,05	0,98
<b>Espesor de cascara (mm)</b>	EP	SNVD	1,4,4,1	6	0,03	0,37	0,03	12,5	0,04	1,08
	EC	SNVD	1,4,4,1	6	0,02	<b>0,61</b>	0,03	1,88	0,05	0,93
<b>Firmeza de cáscara</b>	EP	MSC	2,5,5,1	7	0,61	0,47	0,84	6,05	0,97	0,97
	EC	MSC	1,4,4,1	6	0,62	<b>0,64</b>	0,69	1,94	0,88	1,01

## CONCLUSIONES

Los resultados de la investigación permiten concluir que es posible el desarrollo y uso de ecuaciones de calibración para la estimación de la mayor parte de las variables asociadas a la calidad comercial de huevo. No obstante, para algunas de las variables se requiere una ampliación del colectivo de calibración que permita un mejor del ajuste de los modelos.

## AGRADECIMIENTOS

Esta investigación contó con financiamiento del Gobierno Regional de O'Higgins a través del proyecto FIC IDI 40048415-0 "Transferencia huevos con calidad integral certificada"

## REFERENCIAS

- KASHIMORI, A., 2017. The Illustrated Egg Handbook. Editorial Context Publications.. 158 pp.
- WILLIAMS,P. AND NORRIS, K., 2001. Near-Infrared Technology in the Agricultural and Food Industries. American Association of Cereal Chemists, USA.
- SHENK, J., AND WESTERHAUS, M.O., 1996. Calibration de ISI way. Davies, A.M.C., Williams, P. (eds). Near Infrared Spectroscopy: The future Waves. NIR Publications, Chichester, West Sussex, UK.

# ESTIMULACIÓN DE LA RESPUESTA INMUNE INNATA EN BOVINOS VACUNADOS CON LA CEPA BCG DE *Mycobacterium bovis*

## Stimulation of the innate immune response in bovine vaccinated with BCG strain of *Mycobacterium Bovis*

Ángela Ortiz<sup>1\*</sup>, Natalie Hultazo<sup>1</sup>, María Isabel Stevenson<sup>1</sup>, Oscar Crespo<sup>1</sup>, Richard Arancibia<sup>1</sup>, Patricio Retamal<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias, Universidad de Chile.  
\*angela.ortiz@ug.uchile.cl

### INTRODUCCIÓN

La tuberculosis bovina, es una enfermedad infectocontagiosa de relevancia económica y sanitaria a nivel mundial. Afecta a diversos hospederos, generando pérdidas económicas vinculadas a una menor productividad y calidad de los productos lácteos. La vacunación con la cepa de *Mycobacterium bovis* BCG (Bacilo de Calmette-Guerin) recientemente ha sido considerada para aplicaciones en la ganadería, confiriendo protección no específica contra infecciones no relacionadas. En este marco, la inmunomodulación del sistema inmunitario innato podría ser un importante enfoque para brindar protección y disminuir la gravedad de la enfermedad, además de disminuir el uso de antibióticos en el ganado lechero. El objetivo de este trabajo es determinar la expresión de citoquinas pro inflamatorias en macrófagos de bovinos vacunados con BCG y criados en condiciones productivas en la Región Metropolitana.

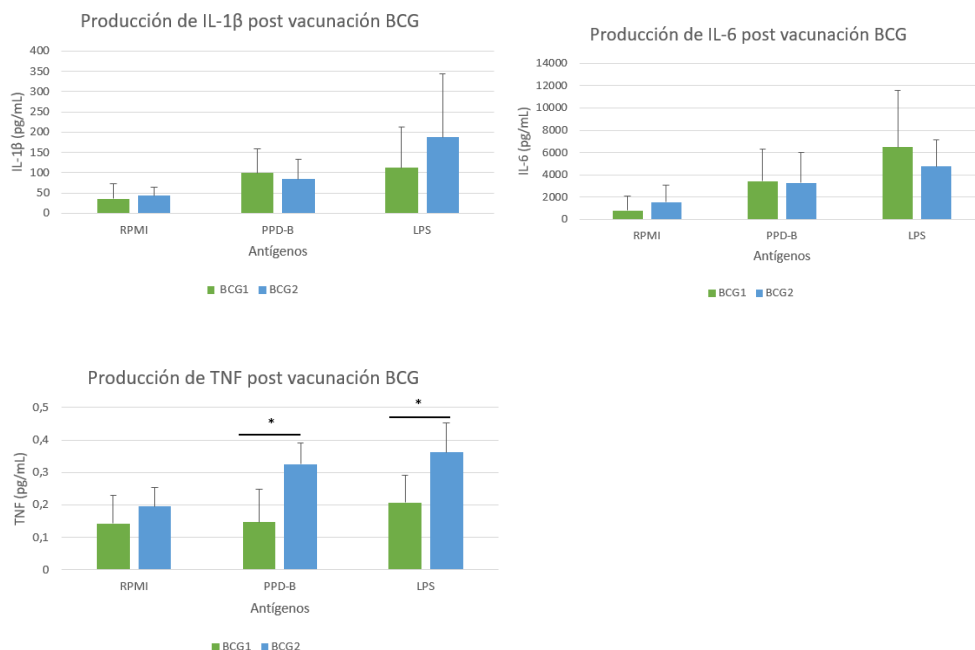
### MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio se realizó en un predio lechero de la Región Metropolitana, en la provincia de Melipilla, en un periodo de tiempo desde octubre 2023 hasta abril 2024. Se contó con un grupo de vaquillas vacunadas con 2 dosis (n=8) y un grupo de vaquillas vacunadas con una dosis de vacuna BCG(n=8). Se evaluó la respuesta inmune posterior a la vacunación subcutánea con la cepa BCG Rusia (0,1mL, 2-8x10<sup>5</sup> CFU), esta fue evaluada en el periodo post parto de los animales. La recolección de sangre periférica fue realizada mediante punción yugular en jeringas de 60 mL, con 7 mL de citrato de sodio y 53 mL de sangre entera. La obtención de monocitos fue realizando la separación por gradiente de densidad Ficoll-Paque por centrifugación en tubos Sep-Mate®. El aislamiento de monocitos se realizó mediante MACS utilizando CD14 MicroBeads (n.º 130-097-052, Miltenyi Biotec), según un protocolo publicado con anterioridad (Guerra-Maupome, 2019). Las células se resuspendieron en cRPMI para su posterior conteo con azul de tripán. Luego se dispensaron en placas de cultivo de 96 pocillos y se incubaron 24 horas a 37 °C, 5 % de CO<sub>2</sub>. Cumplidas las 24 horas, las células se estimularon con RPMI (control), PPD-B (300 UI/mL) o *E. coli* LPS (10 ng/mL) y se incubaron durante 72 horas. Las citoquinas IFN $\gamma$ , IL-1 $\beta$  y TNF $\alpha$  se cuantificaron utilizando un kit de ELISA según las instrucciones del fabricante. Para el análisis estadístico se realizaron pruebas de Kruskal Wallis. Se consideraron diferencias estadísticas con valor de  $p \leq 0,05$ . El análisis se realizó con el software Infostat.

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Dentro de los resultados podemos observar que posterior a la estimulación de monocitos bovinos con la vacuna BCG, se produjo un aumento significativo en los niveles de producción de TNF $\alpha$  frente a la estimulación con PPD-B ( $p=0,0013$ ) y LPS ( $p=0,0090$ ) en comparación al grupo control (Figura 1). Por otro lado, a pesar de que existe una mayor

producción de IL-1 $\beta$  e IL-6, los resultados no alcanzan a ser valores significativos ( $p>0,05$ ). (Figura 2 y 3)



Los resultados de este estudio, podrían promover a la implementación de un plan de vacunación nacional dentro de las producciones llevando a diferentes beneficios tanto para el consumidor como para el productor. Podemos evidenciar que la vacunación con BCG tiene la capacidad de “entrenar” a los monocitos de bovinos, lo que conduce a un aumento en la producción de citoquinas proinflamatorias inducida por la vacunación subcutánea con BCG. En un estudio previo de vacunación con BCG en aerosol (Guerra-Maupone, 2019), ocurre una respuesta similar, donde se observa una mayor producción IL-6, IL-1 $\beta$  y TNF $\alpha$  en respuesta a LPS comparado con el grupo control. Desde hace años se ha demostrado que la vacunación con BCG tiene efectos beneficiosos contra diferentes patógenos aparte de *Mycobacterium bovis*, recientemente se ha sugerido que estos efectos surgen a través de un mecanismo conocido como entrenamiento innato o “inmunidad entrenada”. Sin embargo, aunque hay evidencia suficiente del entrenamiento innato y sus beneficios en ratones y humanos, existen escasos trabajos sobre esta materia en animales agrícolas.

## CONCLUSIONES

Se sugiere que el uso de la vacunación subcutánea con BCG estimula el sistema inmune innato, existiendo una mayor producción de citoquinas proinflamatorias frente a antígenos no relacionados.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue financiado por el proyecto Fondecyt 1221818

## REFERENCIAS

- GUERRA MAUPOME, M., VANG, D. X., MCGILL, J. L. 2019. Aerosol vaccination with Bacille Calmette Guerin induces a trained innate immune phenotype in calves. PLoS ONE 14(2):1-16.
- SAMUEL, B., MAINA T.W., MCGILL, J.L. 2023. Subcutaneous Bacillus Calmette–Guérin Administration Induces Innate Training in Monocytes in Prewaned Holstein Calves. ImmunoHorizons, 7(9), 626-634.

RETAMAL, P; ABALOS, P; ALEGRIA-MORÁN, R; VALDIVIESO, N; VORDEMIER, M; JONES, G; SAADI, K; PEREZ, C; SALINAS, C; AVILA, C; PADILLA, V; BENAVIDES, B; ORELLANA, R. 2022. Vaccination of Holstein heifers with *Mycobacterium bovis* BCG strain induces protection against bovine tuberculosis and higher milk production yields in a natural transmission setting. *Transbound Emerg Dis*; 69:1419–1425

# CARACTERIZACIÓN DE CALIDAD DE LECHE UTILIZADA PARA LA PRODUCCIÓN DE QUESOS ARTESANALES DE LA ARAUCANÍA

## *Characterization of milk used to produce artisanal cheeses in La Araucanía*

Claudia Barchiesi<sup>1</sup>, Susana Valenzuela<sup>2</sup>, Luis Torralbo<sup>2</sup>, Paulina Pacha<sup>3</sup>,

<sup>1</sup>Departamento Producción Agropecuaria, <sup>2</sup>Instituto de Agroindustria, <sup>3</sup>Facultad de Ciencias Agropecuarias y Medio Ambiente, Universidad de La Frontera.

[claudia.barchiesi@ufrontera.cl](mailto:claudia.barchiesi@ufrontera.cl)

## INTRODUCCIÓN

Existen diversos parámetros que se evalúan a nivel nacional e internacional para medir la calidad de la leche, dentro de estos se encuentran la composición de sólidos que incluyen grasa y proteína, como también el Recuento Celular Somático (RCS) y Unidades Formadoras de Colonias (UFC). Estos parámetros son analizados durante la recepción de leche por la industria, sin embargo, este procedimiento no es rutinario para la elaboración de quesos artesanales. Tanto la composición nutricional, como la calidad microbiológica son aspectos claves para la elaboración de queso influyendo en tiempos de cuajado, y composición final del queso. A la fecha no existen reportes de las características de leche utilizada en la elaboración de quesos artesanal en la región de La Araucanía. Por lo anterior, el objetivo del presente estudio fue caracterizar la leche utilizada para la producción de quesos artesanales en la región de La Araucanía.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Durante los años 2022 y 2023, un total de 68 y 37 muestras de leche destinadas para la elaboración de queso artesanal fueron analizadas, respectivamente. Las muestras provenían de 90 productores de quesos artesanales de la región de La Araucanía, donde 20 de ellos evaluaron sus muestras en ambos años. Las leches utilizadas fueron procesadas por empresa COOPRINSEM analizando los siguientes parámetros: Porcentaje de grasa y proteína, concentración de urea, punto crioscópico, RCS, y UFC. Los parámetros de calidad descritos fueron analizados utilizando estadística descriptiva y comparados con los parámetros indicados por el Reglamento Sanitario de los Alimentos DTO. N° 977/96 MINSAL y/o de recepción de industria. Se evaluó la diferencia entre los años 2022 y 2023 para los parámetros evaluados utilizando la prueba de t student ó U Mann Whitney según correspondió.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados se encuentran descritos en la Tabla 1. No se encontraron diferencias significativas entre los años 2022 y 2023 en los parámetros analizados. Al evaluar cada parámetro de manera individual, más de 83% de las leches analizadas cumplían con los estándares recomendados para grasa, proteína, densidad y punto crioscópico. En contraste el RCS, UFC y urea presentaron bajo del 50% de cumplimiento en al menos un año, siendo los promedios de hasta 3 y 7 veces por sobre el estándar de recepción de industria, respectivamente (Tabla 1). Acorde al Consejo Nacional de las Mastitis (NMC), la leche de estanque de un rebaño sano posee RCS menor a 200.000 cel/mL y UFC menor a 5.000 UFC/ml (NMC, 2017). Aplicando estos estándares menos del 25% de las leches analizadas podrían caracterizarse como premium. Mas allá, un 47,1% de las leches analizadas tienen un RCS mayor a 500.000 cel/ml, lo que sería castigado con descuento en precio de pago en la recepción en la industria nacional. Los niveles de RCS y UFC aumentan durante un proceso inflamatorio, mayoritariamente de origen infeccioso aportan enzimas como lipasas y proteasas, repercutiendo en la vida útil de leche y alterar la composición inicial de la leche al



degradar grasas y proteínas provocando cambios en la textura del queso (Revilla et al., 2009).

**Tabla 1. Rangos de parámetros de calidad de leche destinada a la producción de quesos artesanales en La Araucanía entre 2022 y 2023, y su cumplimiento con recomendaciones nacionales.**

Parámetro		Media±DS		Mínimo-Máximo		Cumplimiento valores recomendados <sup>a</sup>			
		2022	2023	2022	2023	2022		2023	
		n	%	n	%	n	%	n	%
Grasa	%	3,96±1,28	3,92±1,28	0,52-8,64	1,83-8,85	5	86,9	3	83,8
Proteína	%	3,23±0,256	3,33±0,417	2,04-3,68	2,93-5,48	5	85,8	3	89,2
Urea	mg/L	294±110	228±116	45-576	68-615	3	51,5	6	18,9
Punto crioscópico	m °C	0,524±0,015	0,525±0,024	-0,617-0,488	-0,649-0,497	5	80,5	3	86,2
Densidad	G/mL	1,028±0,002	1,028±0,002	1,023-1,033	1,024-1,035	5	85,8	3	89,3
RCS <sup>b</sup>	cel/mL	754±1085	470±486	21-7110	35-2269	2	35,4	2	56,0
UFC <sup>c</sup>	UFC/mL	2214±9913	219±477	2-77960	2-2081	2	38,6	2	54,0

<sup>a</sup> Valores recomendados: Grasa mayor a 3%, proteína +/-3.0%, punto crioscópico -0,512 a -0,550, densidad 1,028 a 1,034 (RSA DTO. N° 977/96 MINSAL); UFC menor a 30000 UFC/mL, RCS menor a 300 cel/mL. (Pauta pago), Urea 250 a 400 mg/mL; <sup>b</sup> Recuento Celular somático \* 1000; <sup>c</sup>: Unidades Formadoras de colonias \* 1000.

Niveles altos de UFC pueden representar riesgos para la seguridad alimentaria si hay bacterias patógenas tales como *Listeria monocytogenes*, *S. aureus*, *Salmonella* spp., and *E. coli* O157:H7 (D'amico & Donnelly, 2010). El procesamiento de quesos artesanales incluye la pasteurización de la leche cruda, sin embargo, una alta carga bacteriana y procedimientos no estandarizados pueden significar una incompleta disminución bacteriana. La microbiota del queso está compuesta principalmente por bacterias del ácido láctico que desempeñan un papel crucial en la fabricación y maduración. Sin embargo, interacciones con diferentes especies microbianas pueden repercutir en propiedades reológicas y organolépticas del queso (Mayo et al., 2021). En este estudio sólo 5 muestras de leche del año 2022 cumplieron con todos los parámetros evaluados resaltando la importancia de calidad inicial de la leche utilizada en la elaboración de quesos Artesanales en La Araucanía.

## CONCLUSIONES

Los antecedentes de este estudio realzan la importancia de evaluar la calidad inicial de las materias primas utilizadas en la elaboración de quesos artesanales en La Araucanía, evidenciando un bajo cumplimiento con estándares de RCS y UFC que pueden afectar negativamente la calidad composicional y microbiológica del producto final.

## REFERENCIAS

Mayo, B., et al (2021). Microbial interactions within the cheese ecosystem and their application to improve quality and safety. *Foods*, 10(3), 602. doi: 10.3390/FOODS10030602

D'amico, D. J., & Donnelly, C. W. (2010). Microbiological quality of raw milk used for small-scale artisan cheese production in Vermont: effect of farm characteristics and practices. *Journal of Dairy Science*, 93(1), 134-147.

National Mastitis Council. 2017. Laboratory Handbook on Bovine Mastitis. Third Edition. Minnesota, USA.

## **Dehorning methods in cattle and their relationship with animal welfare (literature review)**

Elizabeth Urrutia R. Universidad Andrés Bello. Email: e.urrutiarivera@uandresbello.edu

### **INTRODUCCIÓN**

El descorne es doloroso y estresante para los animales y afecta tanto su bienestar como producción. Por ello surgen dudas sobre los efectos que produce en ellos los distintos métodos de descorne y la posibilidad de identificar algún método que minimice el impacto en el bienestar de los bovinos. El objetivo general es evaluar y comparar los métodos de descorne más utilizados para identificar aquellos que minimicen el impacto en el bienestar animal y mejoren la productividad de los bovinos. Los objetivos específicos son: identificar los métodos de descorne más utilizados, comparar efectos y cambios que cada método causa en los bovinos y analizar cómo respetar el bienestar animal en los bovinos que serán descornados.

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

**Diseño:** Se realizó una revisión sistemática de documentos experimentales y científicos acerca de los métodos de descornes en bovinos y sus efectos.

**Método de búsqueda:** Se recopilaron datos de estudios desde fuentes como Pubmed, ScienceDirect, Elsevier, Journal of Dairy Science, entre otras. Las palabras claves de búsqueda fueron: Welfare, dehorning, Polled gen, disbuding, cattle.

**Criterio de inclusión y exclusión:** Se incluyeron papers que mencionaban el efecto que causa el descorne en bovinos con diferentes métodos y con un correcto respaldo bibliográfico y estadístico, se excluyeron papes que fueron publicados hace más de 10 años, que el estudio realizado no haya sido claro en su método y desarrollo o no concluyente en sus resultados, que fueran de descorne de otros animales, no bovinos.

**Extracción de datos:** Se analizaron 71 papers, sin embargo, tomando en cuenta los criterios de exclusión sólo se seleccionaron 44.

**Análisis de datos:** Se leyó y resumió cada paper para facilitar su análisis y comparación. Se realizó una estadística descriptiva entre los estudios seleccionados para obtener resultados y una posterior discusión.

### **RESULTADOS:**

#### **Método de descorne más utilizado:**

Distintos autores realizaron encuestas a ganaderos y veterinarios: Cozzi et al. (2015) encontraron que el 61% de los ganaderos encuestados realizaba descorne, mayormente en terneros menores de 2 meses usando cauterización con calor. Saraceni et al. (2021) reportaron que el 62% usaba hierro caliente, el 32% pasta cáustica y el 6% métodos quirúrgicos, con mayor repetición de procedimientos en el caso de la pasta cáustica. Winder et al. (2016) indicaron que ganaderos y veterinarios preferían la cauterización eléctrica. En 2018, Winder et al. revelaron que la mayoría descornaba entre las 3 y 8 semanas, preferentemente con calor.

#### **Cambios causados por el descorne:**

##### **-Proceso de regeneración del tejido:**

Adcock & Tucker (2018) encontraron que la regeneración tras la cauterización con hierro caliente tomaba entre 9 y 10 semanas. Drwencke et al. (2023) observaron que la regeneración

tras la cauterización química con pasta cáustica llevaba entre 19 y 24 semanas. Fordyce et al. (2014) reportaron que la regeneración tras la amputación de cuernos tardaba unas 7 semanas.

#### **-Cambios en el comportamiento social:**

Gingerich et al. (2020) observaron que los terneros recientemente descornados se aislaron en refugios construidos por ellos, pasando entre 10.8 minutos y 20.7 horas al día para alejarse del grupo. Ede et al. (2019) y Ede et al. (2023) investigaron la aversión de los bovinos a los lugares de descorne, encontrando que los terneros evitaban los corrales asociados con el dolor y el estrés.

#### **Cambios en los indicadores de comportamiento:**

Varios estudios han analizado los efectos del descorne y el uso de sedación, anestesia y analgesia. Caray et al. (2015) encontraron que los terneros sedados con xilacina vocalizaban y luchaban menos durante el descorne. Sutherland et al. (2019) observaron mayor sensibilidad en terneros descornados por crioblación, que mostraron más movimientos de la cabeza que los cauterizados. Karlen et al. (2021) demostraron que el meloxicam reducía el dolor en el descorne con pasta cáustica. Adcock et al. (2020) y Martin et al. (2022) mostraron que la lidocaína y el meloxicam disminuían los movimientos de dolor, mientras que Adcock et al. (2023) señalaron que el descorne reducía la actividad física y la rumia.

#### **Cambios en los indicadores fisiológicos y productivos:**

Los estudios sobre el descorne en terneros muestran un aumento significativo en los niveles de cortisol, indicando el estrés que genera. Vasseur et al. (2014) y Caray et al. (2015) destacaron que la sedación con xilacina reduce el cortisol y mejora la recuperación. Stock et al. (2015) y otros encontraron que fármacos como firocoxib y meloxicam disminuyen la respuesta al estrés. Sutherland et al. (2019) señalaron que la crioblación causa más estrés que la cauterización, y Reedman et al. (2021) documentaron un aumento en las enfermedades post-tratamiento.

#### **Alternativas al uso del descorne**

##### **Gen “Polled” o P**

El gen polled controla la ausencia de cuernos en el ganado, lo que mejora el manejo y bienestar animal al evitar el descorne. Es un gen dominante, por lo que basta con heredar una copia para no desarrollar cuernos. Sin embargo, la selección genética para la polledness es compleja, ya que involucra múltiples genes y mutaciones. Cruzando bovinos con el gen polled (P) con los que desarrollan cuernos (p), se puede aumentar la proporción de animales sin cuernos, reduciendo así la necesidad de descorne y promoviendo la cría de ganado sin cuernos.

## **DISCUSIÓN**

Se prefiere la cauterización por calor debido a su menor tasa de error. La amputación permite una regeneración más rápida, seguida de la cauterización con hierro caliente y, por último, la cauterización química. Los bovinos asocian los lugares con sus experiencias, por lo que es importante realizar el descorne lejos de zonas de descanso o alimentación y observar su comportamiento. El descorne causa dolor y cambios en el comportamiento (mayor descanso, menos actividad y rumia), por lo que el uso adecuado de anestesia y analgesia es esencial para minimizar el malestar, y aunque la analgesia ayuda, no elimina completamente el estrés asociado con el descorne.

## **CONCLUSIONES**

La cauterización por calor es el método más utilizado debido a su menor tasa de error, seguido de la amputación, que permite una regeneración más rápida. Todos los métodos generan estrés y dolor en los bovinos, pero se destaca que debe hacerse en zonas alejadas a las de descanso. El uso de sedación y analgesia reduce el malestar, pero no elimina el estrés. A largo plazo, la selección genética de bovinos sin cuernos podría ser una alternativa viable para evitar afectar el bienestar.

## REFERENCIAS

1. EDE, T., LECORPS, B., VON KEYSERLINGK, M. A. G., & WEARY, D. M. (2019). *Calf aversion to hot-iron disbudding*. Scientific Reports, 9(1).

## Detection of Shiga toxin-producing *Escherichia coli* in cattle of different regions of Chile

Estefanía Méndez-Salgado<sup>1</sup>, Joaquín Jorquera<sup>1</sup>, Romina Ramos<sup>1</sup>, Diego Méndez<sup>2</sup>, Nicolás Pizarro<sup>3</sup>, Luis Altamirano<sup>4</sup>, Daniela Castro<sup>5</sup>, Jessica Dörner<sup>2</sup>, Víctor Martínez<sup>2</sup>, Nicolás Galarce<sup>6\*</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio Microbiología Clínica y Microbioma, Escuela de Medicina Veterinaria, Universidad Andrés Bello. <sup>2</sup>Laboratorio FAVET-Inbiogen, Departamento de Fomento de la Producción Animal, Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias, Universidad de Chile. <sup>3</sup>Instituto de Investigaciones Agropecuarias-Remehue, Osorno. <sup>4</sup>Sociedad Chilena de Buiatría. <sup>5</sup>Escuela de Medicina Veterinaria, Facultad de Recursos Naturales y Medicina Veterinaria, Universidad Santo Tomás, Talca. <sup>6</sup>Departamento de Medicina Preventiva Animal, Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias, Universidad de Chile.

### INTRODUCCIÓN

*Escherichia coli* productora de toxina Shiga (STEC) es un patógeno zoonótico emergente que se asocia con procesos diarreicos en terneros, lo que conlleva a alta morbilidad, mortalidad y pérdidas económicas significativas para la industria pecuaria. El ganado vacuno actúa como el principal reservorio de STEC, facilitando su transmisión a otros animales, al medio ambiente y al humano. La carne de vacuno se considera un vehículo común de infección para las personas, relacionado con brotes y enfermedades graves. Además, la presencia de STEC en los alimentos genera importantes pérdidas económicas debido a la retirada de productos y restricciones comerciales. Sin embargo, la verdadera prevalencia de STEC en Chile es poco clara y probablemente está subregistrada. Este estudio tuvo como objetivo determinar la presencia de este patógeno en bovinos de diversas regiones del país y los genes de toxina presentes en las cepas circulantes.

### MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron 948 muestras de materia fecal de bovinos juveniles y adultos de diversas razas, provenientes de las regiones Metropolitana, Valparaíso, O'Higgins, Maule, Bío Bío, Los Ríos y Los Lagos. Las muestras fueron obtenidas desde predios o plantas faenadoras por médicos veterinarios. En el laboratorio, se tomaron 5 g de cada muestra y se enriquecieron en caldo de tripticasa de soya (TSB) a 42 °C durante 18 a 24 horas, seguido de la siembra en agar MacConkey e incubación a 37

°C, siguiendo el protocolo descrito por Galarce et al. (2019).

De todas las placas con desarrollo bacteriano, se realizó screening de la presencia del patógeno mediante la detección de los genes *stx1* y *stx2* por PCR convencional, siguiendo el protocolo de Cebula et al. (1995). Las muestras que resultaron positivas a la detección de los genes *stx* se re-sembraron en agar EMB Levine para identificar la presencia de colonias portadoras de dichos genes. Así, a cada colonia (hasta un máximo de 50) se le realizó PCR utilizando el mismo protocolo descrito. Una vez identificadas las colonias portadoras de los genes *stx*, se confirmó identidad mediante la detección molecular del gen *uspA* (Chen & Griffiths 1998).

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De las 948 muestras analizadas, se encontró una tasa de detección del 6% (57 muestras) para los genes *stx1* y/o *stx2*. De estas, un 56.1% (32 aislados) fueron confirmados como STEC al mostrar amplificación de *stx1* y/o *stx2* y *uspA*. La Tabla 1 presenta la distribución geográfica y la caracterización de virulencia de los aislados. Los resultados preliminares indican una distribución heterogénea de STEC en el sur de Chile.

**Tabla 1.** Distribución geográfica y caracterización de la virulencia (*stx1* y *stx2*) de aislados de *Escherichia coli* productores de toxina Shiga en bovinos en Chile.

Región	Genes de virulencia detectados	Número de aislados
O'Higgins	<i>stx1</i>	1
.....	<i>stx2</i>	4
Maule	<i>stx1</i> + <i>stx2</i>	2
.....	<i>stx2</i>	6
Bío-Bío	<i>stx2</i>	11
Los Ríos	<i>stx2</i>	3
Los Lagos	<i>stx1</i> + <i>stx2</i>	1
	<i>stx2</i>	4

En este estudio, se detectó una prevalencia del 6%, superior al 4,5% reportado por Galarce et al. (2019) en bovinos. La detección no solo indica la presencia del patógeno, sino también la circulación de cepas que representan un mayor riesgo para la salud pública, como aquellas que portan *stx2* (87,5%). Se ha observado que las cepas que producen *stx2* son más virulentas que las que solo producen *stx1* o ambas (Scheutz et al., 2012). Estos hallazgos contrastan con informes anteriores (Borie et al., 1997, Galarce et al., 2019), donde *stx1* era el más comúnmente reportado, lo que sugiere un cambio en los virulotipos que circulan en bovinos. Las cepas identificadas representan un riesgo tanto para la sanidad animal como para la salud pública, lo que refuerza la necesidad de un monitoreo continuo.

Los resultados destacan la necesidad de un monitoreo constante y de medidas de control en la industria ganadera para mitigar la propagación de STEC, asociado a enfermedades tanto en animales como en humanos. Estos hallazgos subrayan la importancia de implementar estrategias de vigilancia efectivas. Tales acciones son fundamentales no solo para la salud pública, sino también para garantizar la inocuidad alimentaria y prevenir la contaminación de productos cárnicos. Futuras investigaciones deberían centrarse en identificar factores de riesgo en la transmisión, evaluar la resistencia a los antibióticos y realizar secuenciación genómica para una caracterización precisa. Esto permitirá una comprensión más profunda de la ecología de STEC y su impacto en la salud animal, la salud pública y la inocuidad alimentaria, bajo el enfoque de Una Salud.

## CONCLUSIONES

Los aislados de STEC obtenidos desde bovinos de sistemas productivos de Chile poseen características de virulencia relevantes para la salud animal y salud pública, reforzando la necesidad de establecer programas de vigilancia y mitigación en la producción primaria.

## REFERENCIAS

Borie CF, Monreal Z, Martínez J, Arellano C, Prado V. 1997. Detection and characterization of enterohaemorrhagic

*Escherichia coli* in slaughtered cattle. *Journal of Veterinary Medicine, Series B*, 44(1-10), 273-279.

Cebula TA. 1995. PCR Identification of Shiga Toxin-Producing *Escherichia coli*. *J. Clin. Microbiol*, 33(8): 2059-2061. Chen J., Griffiths MW. 1998. PCR differentiation of *Escherichia coli* from other Gram-negative bacteria using primers derived from the nucleotide sequences flanking the gene encoding the universal stress protein. *Lett Appl Microbiol*, 27(6), 369-371.

Galarce N, Escobar B, Sánchez F, Paredes-Osses E, Alegría-Morán R, Borie C. 2019. Virulence genes, Shiga toxin subtypes, serogroups, and clonal relationship of Shiga toxin-producing *Escherichia coli* strains isolated from livestock and companion animals. *Animals*, 9(10), 733.

Scheutz F, Teel LD, Beutin L, Piérard D, Buvens G, Karch H, Mellmann A, Caprioli A, Tozzoli R, Morabito S, Strockbine NA, Melton-Celsa AR, Sanchez M, Persson S, O'Brien AD. 2012. Multicenter evaluation of a sequence-based protocol for subtyping Shiga toxins and standardizing *stx* nomenclature. *Journal of clinical microbiology*, 50(9), 2951-2963.

## **FINANCIAMIENTO**

Proyecto FONDECYT Regular n° 1230776.

**EFFECTOS DE LA SUPLEMENTACIÓN ORAL DE EXTRACTOS DE *QUILLAJA SAPONARIA* MOLINA SOBRE LA PRESENTACIÓN DE CUADROS CLÍNICOS Y GANANCIA DIARIA DE PESO EN TERNERAS DE CRIANZA ARTIFICIAL**



## **Effects of oral supplementation of extracts of *Quillaja saponaria* Molina on the presentation of clinical disease and weight gain in calves in artificial rearing**

Francisca Briceño; [Richard Arancibia](#)

Departamento de Ciencias Clínicas Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias.  
Universidad de Chile. Email: rarancib@uchile.cl

### **INTRODUCCIÓN**

En los sistemas de crianza artificial de terneras, las enfermedades digestivas y respiratorias siguen estando presentes, a pesar de administrar oportunamente calostro y manejar adecuadamente las condiciones ambientales (Gorden y Plummer, 2010). Por otro lado, estudios demuestran que las saponinas derivadas de extractos de *Quillaja saponaria* Molina presentan una fuerte actividad inmunoestimulante favoreciendo la respuesta inmunológica humoral y celular (Marciani *et al.*, 2001). Este estudio propone evaluar y comparar la eficacia de dos productos a base de extractos de *Quillaja saponaria* Molina, sobre la presentación de cuadros clínicos y ganancia diaria de peso, además postula que su administración oral, mejora el estado sanitario y productivo en terneras de lechería, los primeros 60 días de vida.

### **MATERIAL Y MÉTODOS**

Se utilizaron 30 terneras lactantes raza Holstein Friesian, de una lechería de la VI Región, las que fueron sometidas al mismo manejo después de su nacimiento. Cada grupo estuvo formado aleatoriamente por 10 terneras. El grupo I correspondió al grupo control, a cuyas terneras se les dio 2 gramos de fructosa. Las terneras del grupo II recibieron 2 gramos del extracto de quillay Nutrafito Q, el cual contenía un 6% de saponinas, mientras que las terneras del grupo III recibieron 0,6 gramos del extracto de quillay QP 1000®, con una concentración de un 20% de saponinas. Ambos grupos recibieron una concentración total de 120 mg de saponinas totales. Los productos fueron disueltos en el sustituto de leche y administrados oralmente una vez al día durante los primeros 60 días de vida. Las terneras fueron sometidas a un examen clínico diario, según la Tabla de Calificación del Estado de Salud de las Terneras (McGuirk, 2008), la ocurrencia de eventos clínicos y sus resultados fueron registrados diariamente. Además, las terneras fueron pesadas en una balanza digital al momento de su nacimiento y posteriormente cada 15 días hasta finalizar el estudio, los pesos fueron registrados en las fichas de cada ternera. Se estimó la transferencia de inmunidad pasiva previa de cada una de las terneras, a través de la medición de las proteínas séricas totales, mediante refractometría clínica, los días 2, 6 y 10 de vida. La información fue tabulada en una base de datos Microsoft Excel® y analizada con el software estadístico INFOSTAT. Las frecuencias de presentación de terneras enfermas y la proporción de días en las que se presentó enfermedad de cada grupo, se compararon mediante una prueba de diferencia de proporciones de Chi – cuadrado con un nivel de significancia de  $p < 0,05$ . El peso en cada control y la ganancia diaria de peso entre controles, fueron evaluados a través de un análisis de varianza multivariado. En cada caso el modelo incluyó los efectos del tratamiento y periodo de muestreo. Además, se consideraron como covariables el nivel de proteínas séricas totales y peso al nacimiento.

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Pese a que los grupos tratados con los extractos de quillay Nutrafito Q y QP 1000® presentaron una mayor frecuencia de terneras enfermas (5 y 6 terneras enfermas,

respectivamente) en comparación al grupo control (2 terneras enfermas), no se observaron diferencias estadísticamente significativas en el número de terneras enfermas entre los grupos en estudio ( $p = 0,20$  entre grupos I – II;  $p = 0,68$  entre grupos II – III), no obstante, se observó una tendencia ( $p = 0,09$ ) a una mayor frecuencia de terneras enfermas en el grupo tratado con el extracto QP 1000 ® en comparación a las terneras del grupo control. En relación con el número de días en los que se presentaron terneras enfermas, se observó una baja frecuencia (2, 6 y 8 de 60 días en los grupos control, Nutrafito Q y QP 1000 ®, respectivamente). No se registraron diferencias estadísticamente significativas en cuanto al número de días en los que se presentaron terneras enfermas, entre los grupos en estudio ( $p = 0,17$  entre grupos I – II;  $p = 0,60$  entre grupos II – III), no obstante, se observó una fuerte tendencia ( $p = 0,06$ ) a una mayor frecuencia de días en las que hubo terneras enfermas en el grupo tratado con el extracto QP 1000 ® en comparación al grupo control.

En cuanto al peso corporal, no se observaron diferencias significativas entre los grupos en estudio ( $p = 0,56$ ). El peso fue fuertemente influenciado por el nivel de proteínas séricas totales ( $p < 0,0001$ ) y el peso al nacimiento ( $p < 0,0001$ ). No se registraron diferencias significativas en las ganancias de pesos entre los grupos en estudio ( $p = 0,81$ ). Adicionalmente éstas no fueron influenciadas por el nivel de proteínas séricas totales ( $p = 0,15$ ) ni por el peso al nacimiento ( $p = 0,94$ ).

## CONCLUSIONES

Se concluye que la administración oral de los extractos de *Quillaja saponaria* Molina, como Nutrafito Q y como QP 1000 ® en dosis de 120 mg a terneras en crianza artificial de terneras en una lechería, no tienen efecto sobre su estado sanitario y productivo durante los primeros 60 días de vida.

## REFERENCIAS

- GORDEN, P.J.; PLUMMER, P. 2010. Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract. 26 (2): 243 – 259.
- MARCIANI, D.; PATHAK, A.; REYNOLDS, R.; SEITZ, L.; MAY, R. 2001. Int. Immunopharmacol. 1 (4): 813 – 818.
- GODDEN, S. 2008. Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract. 24 (1): 19-39.

## RASGOS FUNCIONALES AÉREOS Y RADICALES DE DOS ECOTIPOS DE *FESTUCA GRACILLIMA*

Shoot and root functional traits of two ecotypes of *Festuca gracillima*

Iván Ordóñez<sup>1\*</sup>, Paula Oyaneder<sup>1</sup>, Alinne Castro<sup>1</sup>, Verónica Merino<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto de investigaciones agropecuarias, INIA Kampenaike.<sup>2</sup> Departamento de Producción Animal, Facultad de Agronomía, Universidad de Concepción, Chile. \*Email: [ivan.ordonez@inia.cl](mailto:ivan.ordonez@inia.cl)

## INTRODUCCIÓN

El estudio de los rasgos funcionales de las plantas es fundamental para evaluar estrategias de manejo necesarias que incentiven su crecimiento y persistencia. Los distintos ecotipos presentan diferencias en sus rasgos funcionales debido a que su desarrollo ha sido en sectores con distintas niveles de precipitación (Voltaire et al., 2014). La hipótesis planteada es que existe una coordinación del crecimiento aéreo y radical, relacionado al área foliar y el largo de raíz, sin embargo, los rasgos funcionales aéreos y radicales varían de acuerdo con el origen de la población de *F. gracillima*, siendo la población de estepa la que presenta una mayor proporción de raíces finas, una menor tasa de aparición de raíces y un mayor filocrono en comparación a la población originaria del sector de transición. El objetivo general es evaluar el crecimiento aéreo y radical de dos ecotipos de *F. gracillima*, una de origen de estepa y la otra de origen de transición.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en el Laboratorio de Forraje y Suelos del Centro Regional de Investigación INIA Kampenaike, Punta Arenas, Región de Magallanes en una cámara de crecimiento. La temperatura promedio fue de 15 °C y con 14 horas de luz. Las plantas utilizadas fueron dos ecotipos de *F. gracillima* proveniente del sector de transición con precipitaciones entre 150 – 411 mm al año (Kampenaike) y del sector de estepa con precipitaciones entre 170 – 350 mm al año (San Gregorio). Las plantas provienen de semilla colectada durante el 2022. El periodo experimental fue entre 19/10/2023 - 24/01/2024. Se definieron 6 estados para *F. gracillima* plántula; hoja 1; hoja 2; hoja 3; senescencia temprana; senescencia tardía. El diseño experimental fue factorial con 6 estados de desarrollo × 2 especies × 5 repeticiones. Se utilizaron un total de 60 maceteros de 1 L con sustrato de coco. Se realizaron evaluaciones destructivas y no destructivas de elongación de lámina, área foliar, filocrono y estructura radical. La estructura radical y aérea fue evaluada mediante imágenes escaneadas (Epson Perfection V850 Pro) y analizadas con el software Rizhovision Explorer (versión 2.0.3; Noble Research Institute, USA) para las raíces e Image J (Institutes of Health, Bethesda, USA) para el área foliar. La normalidad de los datos se evaluó con Kolmogorov-Smirnov ( $p \leq 0.05$ ). Se utilizó ANOVA y LSD para determinar diferencia entre las especies y estados de desarrollo. Regresiones lineales y  $R^2$  para determinar la relación entre área foliar y longitud de raíz.

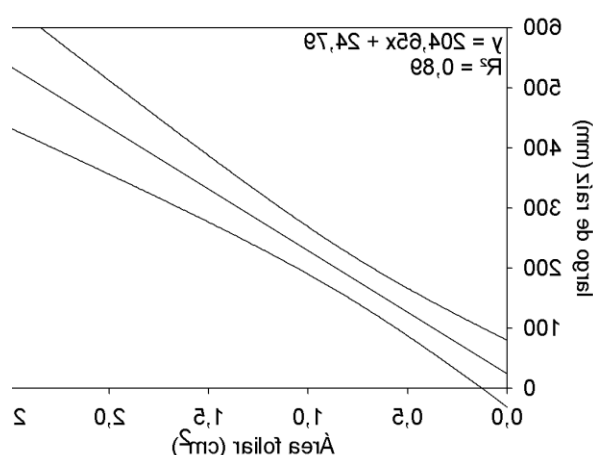
## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se observaron resultados significativos de tasa elongación de raíces gruesas ( $P < 0,05$ ), tasa de aparición de raíz, filocrono, porcentaje de raíz fina ( $P < 0,001$ ). La tasa de elongación de raíces finas y totales no fueron significativas entre los dos ecotipos ( $P \geq 0,05$ ). La regresión lineal entre el área foliar y largo de raíz fue significativa ( $P < 0,001$ ) con un  $R^2$  de 0.89. La mayor tasa de aparición de raíces en la población del sector de transición indica una mayor tasa de recambio de tejido radical y probablemente un menor largo de vida de cada raíz en comparación a la población de estepa. Por otro lado, la mayor tasa de crecimiento de raíces gruesas podría sugerir una mayor exploración de suelo en profundidad para la población de transición. El mayor porcentaje de raíces finas en la población de estepa indicaría que está enfocada en capturar los recursos limitantes, como el agua proveniente de las precipitaciones,

pero sacrificando exploración de suelo en profundidad (menor tasa de crecimiento de raíces gruesas). La relación lineal entre el área foliar y el crecimiento raíz permitiría estimar el largo radical en función del crecimiento aéreo de la planta. El menor filocrono de la población de estepa sugiere una mayor tasa de recambio de tejido aéreo (hojas) en comparación a la población de transición, resultado opuesto a lo que ocurrió con las tasas de aparición de raíces. Esto último sugiere que las tasas de recambio de tejido aéreo y radical no siempre estarían relacionadas al comparar ecotipos.

**Cuadro 1.** Parámetros de crecimiento y desarrollo de las raíces y parte aérea para los ecotipos de *F. gracillima* del sector de estepa y transición.

	Tasa de aparición de raíces (raíz °C día <sup>-1</sup> )	Filocrono (hoja GDA <sup>-1</sup> )	Raíz fina (%)	Elongación raíces finas (raíz °C día <sup>-1</sup> )	Elongación raíces gruesas (raíz °C día <sup>-1</sup> )	Elongación raíz total (raíz °C día <sup>-1</sup> )
Transición	0,33 a	204,0 a	59,80	0,19	0,13 a	0,33
Estepa	0,09 b	175,3 b	79,60	0,27	0,07 b	0,31
P-valor	<0,001	<0,001	<0,001	≥0,05	<0,05	≥0,05



**Figura 1.** Regresión lineal entre largo de raíz y área foliar de *F. gracillima* en los ecotipos de estepa y transición.

### CONCLUSIONES

Se determinó una coordinación en el crecimiento aéreo y radical, a través de la relación del área foliar y el largo de raíz, independiente de los distintos rasgos aéreos y radicales de ambos ecotipos. La población de estepa presentó una menor tasas de aparición de raíces, pero con una mayor proporción de raíces finas, y un menor filocrono que la población de transición.

### AGRADECIMIENTOS

FONDECYT DE INICIACIÓN 11231013

### REFERENCIAS

VOLAIRE, F., BARKAOUI, K., NORTON, M. 2014. Designing resilient and sustainable grasslands for a drier future: Adaptive strategies, functional traits and biotic interactions. *European Journal of Agronomy*. 52: 81–89.

## ENCUESTA SOBRE EL USO DE ANTIHELMÍNTICOS EN RUMIANTES DE LA REGIÓN DE LA ARAUCANÍA, CHILE

A survey of anthelmintic use in ruminants of the Araucanía region, Chile

## INTRODUCCIÓN

La resistencia antihelmíntica es un desafío de gran importancia en la medicina veterinaria y en la producción animal. La selección de organismos resistentes se ve incrementada por el mal uso de antiparasitarios. El objetivo de este estudio fue caracterizar las prácticas actuales en el uso de antihelmínticos en rumiantes en la Región de La Araucanía, Chile, y explorar las diferencias en el conocimiento y aplicación de conceptos clave sobre manejo antiparasitario entre profesionales veterinarios y no veterinarios que brindan asistencia técnica a pequeños productores. en profesionales que dan asistencia técnica a pequeños productores. Esto permitirá facilitar el desarrollo de estrategias que promuevan un control parasitario sustentable y eficaz, contribuyendo tanto en la salud animal como a la productividad a largo plazo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Un cuestionario digital con preguntas cerradas de selección múltiple fue administrado a profesionales y técnicos que dan asistencia técnica a pequeños agricultores de la región de La Araucanía (ej. PRODESAL, PDTI, PRODER). Prácticas de utilización de antihelmínticos fueron descritas utilizando porcentajes. Comparaciones entre porcentajes fue realizado utilizando el test exacto de Fisher. Análisis fueron realizados en el software estadístico R.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Sesenta y tres personas (34 hombres y 29 mujeres), con edades entre 20 y 55 años y una media de 37,7 años participaron de la encuesta. Los encuestados estaban conformados por 20 Médicos Veterinarios, 20 Ingenieros Agrónomos, 12 Técnicos Agropecuarios, 6 Ingenieros Agropecuarios y 4 estudiantes de medicina veterinaria. Los profesionales/técnicos encuestados declararon trabajar las comunas de Freire (n=8), Puerto Saavedra (n=5), Temuco (n=4), Vilcún (n=4), Victoria (n=4), Padre Las Casas (n=4), Carahue (n=3), Toltén (n=3) y Pitrufulquén (n=3).

Del total de personas que contestaron la encuesta 61,9% (n=39) declararon nunca haber enviado muestras para realizar un examen coprológico antes de administrar un tratamiento antihelmíntico. Un total de 27% (n=17) declararon que rara vez lo habían utilizado, mientras que cinco declararon haberlo utilizado frecuentemente y dos siempre. No hubo una diferencia estadísticamente significativa ( $p=0,42$ ) en el porcentaje de médicos veterinarios (5,0%) y no médicos veterinarios (14,0%) que realizaran exámenes coproparasitarios siempre o frecuentemente antes de un tratamiento antihelmíntico. Al preguntar sobre las principales razones por las cuales no se realiza un examen coproparasitario antes de realizar un tratamiento antihelmíntico, destacan el costo diagnóstico con un 56,1% (32/57), poca capacidad diagnóstica disponible (42,1%; 24/57), por desconocimiento (12,3%; 24/57), la demora en la entrega de resultados (7,0%; 4/57), desinterés (3,5%; 2/57) y un bajo beneficio comparado con el costo (1,8%; 1/57). Todas estas barreras deben ser abordadas con políticas que mejoren el acceso a estos servicios diagnósticos, donde se pueda proyectar la relevancia y utilidad que tiene realizar un examen coproparasitológico antes de un tratamiento y para la verificación de la efectividad de antiparasitarios utilizados.

Los antiparasitarios más usados por profesionales no médicos veterinarios fueron la ivermectina (81,4%; 35/43) y fenbendazol (41,9%; 35/43). Por otro lado, los médicos veterinarios también utilizaron en mayor proporción la ivermectina (75,0%; 15/20) y fenbendazol (65,0%; 13/20). Estas diferencias no fueron estadísticamente significativas

( $p > 0,2$ ). Respecto al uso específico de fasciolicidas en el último año, los más utilizados por profesionales no médicos veterinario fueron el triclabendazol (39,5%; 17/43), clorsulon (20,9%; 9/43), nitroxinil y closantel, ambos con un 7,0% (3/43)). Con respecto a los médicos veterinarios, el triclabendazol fue utilizado por el 65,0% (13/20), mientras que el clorsulon, nitroxinil y closantel fueron empleados por el 45,0% (9/20). Médicos veterinarios declararon haber utilizado triclabendazol, clorsulon, nitroxinil y closantel en una mayor proporción que no médicos veterinarios. Estas diferencias fueron marginalmente no significativas para triclabendazol ( $p=0,1$ ) y clorsulon ( $p=0,07$ ) o estadísticamente significativas para el uso de nitroxinil y closantel ( $p=0,001$ ). Las razones por las cuales Médicos Veterinarios parecen recomendar tratamientos contra *Fasciola hepática* en mayor proporción que no médicos veterinarios no ha sido explorada. Es posible que médicos veterinarios tengan un mayor conocimiento fasciolosis que no médicos veterinarios y esto resulte en una recomendación de administración de medicamentos específicos para controlarla. Esta hipótesis debe ser evaluada en futuras investigaciones.

Por otro lado, 40 de 43 profesionales no médicos veterinarios (93%) y 18 de 20 médicos veterinarios (90%), indicaron que los propietarios de los animales esperan que estos reciban tratamiento antihelmíntico sin importar la edad del animal. Además, el 76,7% (33/43) de profesionales no médicos veterinarios y el 85% (17/20) de médicos veterinarios señalaron sentir presión por parte del propietario para cumplir esa expectativa.

El 79,4% (50/63) de las personas conocían el concepto de resistencia antihelmíntica, el 90,5% (57/63) el concepto de rotación de productos antihelmínticos y el 11,1% (7/63) estaban familiarizados con el concepto de refugia. No se observaron diferencias estadísticamente significativas en el conocimiento de conceptos de rotación antihelmíntica y refugia entre médicos veterinarios y no médicos veterinarios. Sin embargo, médicos veterinarios reportaron conocer en mayor proporción el concepto de resistencia que no médicos veterinarios ( $p=0,006$ ). Estos resultados sugieren que existe una oportunidad de mejora y espacio para el continuo formativo y actualización de conocimientos de manejo antiparasitario para los profesionales que prestan asistencia técnica a pequeños productores de la región de La Araucanía.

## CONCLUSIÓN

Los resultados de esta encuesta preliminar revelan que la desparasitación de animales no está siendo guiada por exámenes coproparasitarios en la Araucanía. Además, parece haber una preferencia por recomendar un tratamiento contra nematodos que contra trematodos en técnicos y profesionales no médicos veterinarios. Por último, el concepto de refugia juega un papel fundamental en la prevención de la resistencia, ya que mantener poblaciones de parásitos susceptibles a los tratamientos, es decir, aquellas no expuestas a los fármacos, permite disminuir a nivel poblacional la presión de selección de genes resistentes inherente al tratamiento. Su implementación, debería ser parte de los planes de manejo antiparasitario. Sin embargo, la expectativa de tratamiento a todas las categorías de edad por parte del dueño de los animales puede poner en riesgo la adopción de esta estrategia. Esfuerzos en la promoción del concepto de refugia, sumado al diagnóstico coproparasitario previo al tratamiento y pruebas de eficacia a los compuestos antihelmínticos utilizados deben ser promovidas entre médicos veterinarios, otros profesionales del agro y productores, para realzar su importancia e implementación en terreno. Esta encuesta está actualmente siendo complementada con más opiniones de profesionales y técnicos que prestan asistencia técnica a pequeños productores de La Araucanía.

## DETECCIÓN *IN VITRO* DE RESPUESTA INMUNE INESPECÍFICA EN BOVINOS VACUNADOS CON LA CEPA *Mycobacterium bovis* BCG

### Detection of Nonspecific Immune Response in Cattle Vaccinated with the *Mycobacterium bovis* Bacillus Calmette-Guérin Strain

Natalie Hultazo<sup>1\*</sup>, Angela Ortiz<sup>1</sup>, Maria Isabel Stevenson<sup>2</sup> Oscar Crespo<sup>1</sup>, Patricio Retamal<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias, Universidad de Chile. <sup>2</sup>Magister Ciencias Animales y Veterinarias, Universidad de Chile. \*[Natalie.hultazo@ug.uchile.cl](mailto:Natalie.hultazo@ug.uchile.cl)

## INTRODUCCIÓN

La tuberculosis bovina (TBb), causada por *Mycobacterium bovis*, es una enfermedad zoonótica endémica en Chile que afecta a mamíferos y genera pérdidas productivas. El SAG y la Universidad de Chile han evaluado la vacunación con BCG, que proporciona protección específica y efectos no específicos, al inducir "inmunidad entrenada" en monocitos y células NK. Esta inmunidad mejora la respuesta inmune innata mediante cambios epigenéticos y metabólicos, aumentando la producción de citoquinas proinflamatorias frente al estímulo de patógenos no relacionados. El objetivo del estudio fue implementar un método *in vitro* para detectar esta respuesta inmune inespecífica en monocitos bovinos vacunados.

## MATERIALES Y MÉTODOS

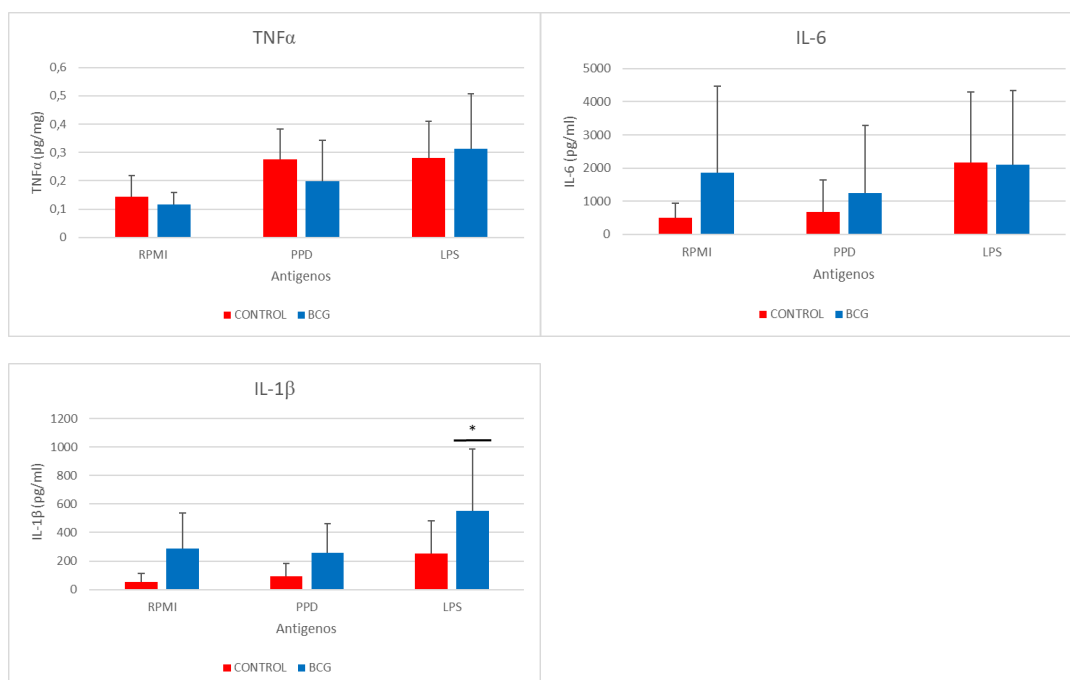
Se procesaron 57 muestras sangre yugular de 6 bovinos adultos pertenecientes a un predio libre de TBb, durante enero de 2023 y julio de 2024. Se recolectaron 60 mL de sangre con 10X de anticoagulante CPDA, para obtener células mononucleares de sangre periférica (PBMC) utilizando separación por gradiente de densidad Lymphoprep<sup>TM</sup> y tubos SepMate<sup>TM</sup>-50. Los monocitos fueron aislados mediante selección positiva utilizando clasificación celular activada magnéticamente (MACS) (Miltenyi Biotech), siguiendo las instrucciones del fabricante.

El entrenamiento de monocitos se realizó sembrando  $2 \times 10^5$  células/pocillo en una microplaca de 96 pocillos, con 250  $\mu$ l de medio cRPMI. Usando la cepa rusa de BCG con una multiplicidad de infección (MOI) de 0,1:1 para el grupo experimental y medio cRPMI para el grupo control durante 24 horas a 37°C y 5% de CO<sub>2</sub>. Al finalizar el tiempo de incubación, al grupo control solo se realizó cambio de medio, mientras que el resto de las células fueron estimuladas con lipopolisacáridos de *E. coli* (LPS) serotipo 055:B5 (Sigma-Aldrich) 1  $\mu$ g/mL o PPD-B 300ul/ml por 72 horas. Las citoquinas proinflamatorias IL-1 $\beta$ , IL-6 y TNF $\alpha$  fueron detectadas y cuantificadas utilizando los kits ELISA (Cusabio®, Cat N°E12986B, E09812b y E12020B respectivamente) siguiendo las instrucciones del fabricante. Los análisis de resultados fueron realizados con el software Infostat utilizando la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El entrenamiento de monocitos bovinos *in vitro* con vacuna BCG no produjo respuesta significativa en la producción de citoquina TNF $\alpha$ , ni en IL-6 ( $p > 0.05$ ), pero si hubo un aumento significativo en la producción de IL-1 $\beta$  en el grupo BCG estimulado con LPS ( $p < 0.05$ ). Estudios anteriores han demostrado que la vacuna BCG reduce la mortalidad neonatal por patógenos no relacionados, esto causado por cambios metabólicos y epigenéticos en la respuesta inmune innata (Biering-Sørensen *et al.*, 2018). Experimentos *in vitro* tanto en modelos humanos como murinos estimulados con la vacuna BCG muestran que esto es provocado por un aumento en la producción de citoquinas proinflamatorias como IL-1 $\beta$ , TNF- $\alpha$ , IL-6 (Arts *et al.*, 2018). Los resultados obtenidos demuestran que la vacunación BCG *in vitro* en monocitos bovinos generan un aumento en la producción de citoquina IL-1 $\beta$  frente a la estimulación con LPS en simulación de un patógeno inespecífico, Si bien existe abundante evidencia de los efectos inespecíficos de la vacuna, no hay muchos estudios sobre sus efectos en la respuesta inmune innata en especies productivas, Guerra-Maupome *et al.*,

(2019) realizó un entrenamiento *in vitro* con monocitos bovinos obteniendo un aumento de citoquinas TNF $\alpha$  and IL-6, coincidiendo con los resultados obtenidos en el presente estudio.



## CONCLUSIONES

La vacuna BCG genera *in vitro* una mayor respuesta de citoquinas inflamatorias frente a estímulos inespecíficos.

Se necesitan más estudios sobre los efectos de BCG en otras células de la respuesta innata, así como su capacidad de respuesta frente a otro tipo de estímulos, como infecciones víricas o fúngicas.

## REFERENCIAS

ARTS, R.J.W; MOORLAG, S.J; NOVAKOVIC, B; LI, Y.; WANG, S; OOSTING, M; KUMAR, V; XAVIER, R.J; WIJMENGA, C; JOOSTEN, L.A.B; REUSKEN, C; BENN, C.S; AABY, P; KOOPMANS, M; STUNNENBERG, H.G; VAN CREVEL, R; NETEA, M.G. 2018. BCG vaccination protects against experimental viral infection in humans through the induction of cytokines associated with trained immunity. *Cell Host Microbe*. 23(1): 89-100.

BIERING-SORENSEN, S; JARLOV, K; MONTERIO, I; RAVN, H; AABY, P; STABELL, C. 2018. Rapid Protective Effects of Early BCG on Neonatal Mortality Among Low-Birth-Weight Boys: Observations From Randomized Trials. *J. Infect. Dis.* 217(5):759-766.

GUERRA-MAUPOME, M; VANG, D.X; MCGILL, J.L. 2019. Aerosol vaccination with Bacille Calmette-Guerin induces a trained innate immune phenotype in calves. *PLoS ONE*. 14(2): e0212751.

## ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO DE ESTANQUE DE 5 REGIONES DE CHILE DURANTE EL PERIODO 2023 Y 2024

*Chilean Bulk Tank Analysis during 2023 and 2024*



Paulina Pacha<sup>1</sup>, Carla Acuña<sup>2</sup>, Waleska Dimter<sup>2</sup>, Cristoffer Torealba<sup>2</sup>, Ingrid Castro<sup>2</sup>, Lilibeth González<sup>2</sup>, Luis Marileo<sup>3</sup>.

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Agropecuarias y Medioambiente, Universidad de La Frontera. Temuco.

<sup>2</sup>Laboratorio Cooprinsem, Osorno. <sup>3</sup>Escuela de Medicina Veterinaria, Facultad de Recursos Naturales, Universidad Santo Tomás. Temuco.

[paulina.pacha@ufrontera.cl](mailto:paulina.pacha@ufrontera.cl)

## INTRODUCCIÓN

El contenido microbiológico de una muestra de leche cruda puede ser variado, siendo el análisis bacteriológico de leche de estanque (BTA) el que cuantifica microorganismos presentes en ella y evalúa la presencia de agentes bacterianos causantes de infecciones intramamarias (IIM). La cuantificación incluye el Recuento Estándar en Placa (SPC), Conteo Preliminar de Incubación (PIC) para psicrófilos y recuento de termodúricos en Condiciones de Pasteurización de Laboratorio (LPC). Adicionalmente se miden coliformes totales, *E. coli*, *S. aureus* y *Staphylococcus* coagulasa negativo (SCN). El Consejo Nacional de Mastitis (NMC) de los Estados Unidos establece niveles ideales para los indicadores en las muestras de BTA (NMC, 2017). El objetivo del presente estudio es evaluar diferencias en los parámetros de BTA entre cinco regiones de Chile y compararlos con los estándares descritos por el NMC.

## MATERIAL Y MÉTODOS

En el Laboratorio de Diagnóstico Veterinario Cooprinsem se analizaron un total de 468 y 283 muestras de BTA con resultados válidos para 2023 y 2024 (enero-agosto), respectivamente. Las muestras procedían de cinco regiones: Metropolitana, Ñuble, La Araucanía, Los Ríos y Los Lagos. El análisis se ajustó al protocolo BTA establecido por el NMC (2017), con ciertas modificaciones. Para los valores de UFC/ml clasificados como +++, se designó un valor de 250001 UFC/ml. Se emplearon estadísticas descriptivas para analizar cada parámetro y compararlos con los estándares del NMC (2017). Los parámetros evaluados incluyeron: SPC <5000; PIC < 10000; LPC <100; coliformes totales <50; la ausencia de *S. aureus*; SCN <500 (UFC/ml), con la ausencia de un parámetro para *E. coli*. Las diferencias regionales de cada parámetro evaluado se analizaron mediante Kruskal-Wallis, y análisis post hoc de Duncan, utilizando el software SPSS, versión 26.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los recuentos promedio de SPC, LPC, coliformes totales y *S. aureus* en todas las regiones superan las recomendaciones de la NMC, y solo el valor de PIC se ajusta (Tabla 1). A pesar de la ausencia de un parámetro específico de *E. coli* en BTA por el NMC, su promedio supera los límites de coliformes totales. Las diferencias regionales estadísticamente significativas surgieron en 2023 para el SPC y el SCN, y en 2024 para todos los parámetros excepto el PIC, particularmente en Ñuble (Tabla 1). Entre los factores que contribuyen al incumplimiento de la BTA figuran la higiene inadecuada durante el ordeño, la presencia de biopelículas en los equipos y las infecciones intramamarias subclínicas. En estudios anteriores realizados en Ñuble, se han identificado cepas clonales de *S. aureus* en la leche de los estanques, los IIM subclínicos y la formación de biopelículas en las superficies en contacto con la leche (Latorre et al, 2020). La calidad inicial de la leche cruda influye significativamente en la calidad del producto resultante. Si bien es posible que los valores promedio por región no abarquen la totalidad de las lecherías de la región, permiten observar que aún hay espacios de mejora en los parámetros de calidad microbiológica de leche de estanque.

**Tabla 1. Valores de Análisis de Estanque en regiones de Chile durante el 2023 y 2024, comparado con valores recomendados.**

Indicador	Region	2023						2024						Cumplimiento <sup>5</sup>			
		n	Duncan	Media	Desv. Est	Mín	Máx	n	Duncan	Media	Desv. Est	Mín	Máx	2023		2024	
														n	%	n	%
SPC <sup>1</sup>	Metropolitana	130	ab	46112	57422	2700	250001*	99	a	64184	78416	1700	250001*	7	5.4	8	8.1
	Ñuble	23	b	80078	90275	4000	250001*	19	b	166390	113137	4000	250001*	1	14.3	1	5.3
	La Araucanía	10	a	24000	15499	7000	53000	6	a	24358	22192	5000	60000	0	0.0	1	16.7
	Los Ríos	57	a	71407	92074	2000	250001*	35	a	35549	55273	4900	250001*	9	15.8	1	2.9
	Los Lagos	248	a	73065	95174	0	250001*	124	a	45019	62556	0	250001*	34	13.7	14	10.6
PIC <sup>2</sup>	Metropolitana	129	a	502	2345	0	25000	96	a	2588	13540	0	120000	128	99.2	91	94.8
	Ñuble	21	a	4352	13030	0	59000	18	a	3778	5565	0	21000	19	90.5	16	88.9
	La Araucanía	10	a	579	1624	0	5200	6	a	116	98	0	300	10	100.0	6	100.0
	Los Ríos	55	a	900	2521	0	12100	34	a	123	206	0	1200	53	96.4	34	100.0
	Los Lagos	225	a	2562	14045	0	155000	122	a	320	1421	0	14000	216	96.0	121	99.2
LPC <sup>3</sup>	Metropolitana	130	a	1272	3504	0	29500	99	a	711	1395	0	8000	29	22.3	41	41.4
	Ñuble	23	a	2922	5059	0	23000	17	b	5718	6013	0	15000	6	26.1	4	23.5
	La Araucanía	10	a	1380	2675	99	8900	6	a	216	257	0	700	1	10.0	4	66.7
	Los Ríos	56	a	1764	3884	0	17000	35	a	271	363	0	1800	17	30.4	19	54.3
	Los Lagos	248	a	1354	3582	0	27900	124	a	1109	4122	0	32500	88	35.5	64	51.2
Coliformes Totales	Metropolitana	130	a	1478	1626	20	10100	99	a	1995	2118	60	10000	2	1.5	0	0.0
	Ñuble	23	a	1611	2184	20	10000	19	b	3377	2766	100	10000	2	8.7	0	0.0
	La Araucanía	10	a	2210	1654	80	5000	6	a	1542	1849	99	5000	0	0.0	0	0.0
	Los Ríos	57	a	2272	2235	0	10000	35	a	1569	1486	100	5000	1	1.8	0	0.0
	Los Lagos	248	a	1805	1718	0	8200	124	a	1453	1584	0	7050	16	6.5	6	4.1
<i>E. coli</i>	Metropolitana	130	a	196	562	0	4950	99	ab	381	886	0	5000	-	-	-	-
	Ñuble	23	a	290	650	0	2500	19	b	786	1069	0	3100	-	-	-	-
	La Araucanía	10	a	19	19	0	60	6	ab	427	795	0	2000	-	-	-	-
	Los Ríos	57	a	258	573	0	2900	35	a	223	449	0	2010	-	-	-	-
	Los Lagos	248	a	152	457	0	4997	124	a	127	311	0	2500	-	-	-	-
<i>S. aureus</i>	Metropolitana	130	a	129	101	0	490	99	a	261	581	0	3600	1	0.8	3	3.0
	Ñuble	23	a	158	245	10	1190	19	b	725	1026	20	3400	0	0.0	0	0.0
	La Araucanía	10	a	130	105	10	380	6	a	138	123	10	360	0	0.0	0	0.0
	Los Ríos	57	a	163	223	0	1580	35	a	110	76	10	280	1	1.8	0	0.0
	Los Lagos	248	a	173	226	0	1500	124	a	187	337	0	3420	9	3.6	2	0.8
SCN <sup>4</sup>	Metropolitana	130	a	487	388	30	2920	99	a	783	1023	30	5600	88	67.7	54	54.5
	Ñuble	23	a	523	547	40	2400	19	b	2068	3011	120	12000	17	73.9	10	52.6
	La Araucanía	10	b	860	592	230	1840	6	a	498	385	40	1080	5	50.0	3	50.0
	Los Ríos	57	a	544	492	30	2500	35	a	615	515	120	2200	39	68.4	19	54.3
	Los Lagos	248	a	507	522	0	5200	124	a	788	978	0	8550	178	71.8	70	56.1

SPC <sup>1</sup>: Conteo en placa estandar; PIC <sup>2</sup>: Conteo preliminar de incubación / p sicrófilas; LPC <sup>3</sup>: Pasteurización en condiciones de laboratorio/termódricas, SCN <sup>4</sup>: Staphylococcus coagulasa negativo, <sup>5</sup>: Valores recomendados acorde a NMC, SPC <5000, PIC < 10000, LPC <100, Coliformes Totales <50, S. aureus no presencia, SCN <500; \*: Valores mayores 250.000ufc/mL.

## CONCLUSIONES

Existen diferencias estadísticas entre valores de regiones para los parámetros evaluados excepto en PIC. Por otro lado, respecto a las recomendaciones del NMC en todas las regiones hay un porcentaje a mejorar en los parámetros evaluados, a excepción de PIC.

## REFERENCIAS

National Mastitis Council. 2017. Laboratory Handbook on Bovine Mastitis. Third Edition. Minnesota, USA.

Latorre, A., et al. On-farm surfaces in contact with milk: The role of Staphylococcus aureus-containing biofilms for udder health and milk quality. Foodborne Pathogens and Disease, 2020, vol. 17, no 1, p. 44-51. <https://doi.org/10.1089/fpd.2019.2704>

## EVALUACIÓN DEL DESPLAZAMIENTO DE CABRAS EN LACTANCIA EN UN SISTEMA SEMI-EXTENSIVO EN LA REGIÓN DE COQUIMBO, CHILE.

Evaluation of the displacement of lactating goats in a semi-extensive system in the Coquimbo región, Chile.

## INTRODUCCIÓN

En Chile, el 69,5% de la masa caprina se encuentra en la región de Coquimbo, donde los pequeños productores lecheros dependen de manera importante de esta actividad para su sustento. Los sistemas de producción predominantes son extensivos y semi-extensivos, caracterizados por el uso de cabras criollas, partos estacionales (julio-agosto) y baja producción de leche (~270 ml/cabra/día). La comuna de Canela presenta una topografía accidentada con suelos degradados y praderas de escasa productividad, lo que obliga a las cabras a recorrer largas distancias en busca de alimento. El objetivo de este estudio fue cuantificar el desplazamiento diario de cabras en lactancia, evaluar el gasto energético asociado y su impacto en la producción de leche.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la comuna de Canela, región de Coquimbo, durante la primavera del año 2022. Se trabajó con 24 cabras criollas multíparas lactantes (~50 kg peso vivo) de tres productores de las zonas de Aguas Frías, Alhuemilla y Espíritu Santo. Se utilizaron 6 podómetros (OMROM®) calibrados para el paso caprino según Chávez y Villacres (2018), los cuales fueron ajustados al dorso de los animales con arneses. Dos cabras por productor portaron los dispositivos durante tres días consecutivos, con lecturas diarias (km/día) realizadas por la tarde, y se repitió el procedimiento dos veces al mes durante dos meses consecutivos. El gasto energético (GE) diario se calculó en Megacalorías de energía metabolizable/día (Mcal EM/d) utilizando el modelo propuesto por Sahlu et al. (2004) y Elizondo-Salazar (2008b),  $GE \text{ (Mcal EM/d)} = (0,30129925926 * DT) + (0,000597 * TER) + (0,0034375 * TER^2)$ , ajustado por distancia y topografía del terreno (valor de 4 en escala de 1 a 5). Donde DT es la distancia en km; TER es la escala de tipo de terreno (1 a 5, 1= plano y 5= montañoso inclinado).

Para estimar el efecto potencial sobre la producción de leche, se consideró el requerimiento energético para la producción de 1 litro de leche estandarizada al 4% de grasa, usando la fórmula de Sahlu et al. (2004) y Elizondo-Salazar, (2008b), Mcal de EM = 1,248/l. Se utilizó estadística descriptiva, considerando promedio ( $\bar{x}$ ) y desvío estándar (ds).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 4. Distancia recorrida por cabras en lactancia para cada productor en estudio.  $\bar{X} \pm d.s.$

Productores	Periodos (kms)				$\bar{X}$	d.s.
	1	2	3	4		
Productor 1	5,2	3,4	4,95	3,7	4,31	0,89
Productor 2	5,7	5,7	6,06	7,3	6,19	0,76
Productor 3	4,96	5,3	5,8	3,85	4,98	0,84
$\bar{X}$	5,29	4,8	5,6	4,95	<b>5,2</b>	
d.s.	0,38	1,24	0,59	2,04		<b>0,83</b>

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las cabras recorrieron un promedio de 5,2 km/día, similar a lo reportado por Chávez y Villacres (2018) (5,4 km/día) y dentro del rango (3 a 8 km/día) observado por Martínez-Rojer et al. (2014) en sistemas extensivos. La distancia recorrida varía según la época del año y la pluviometría, siendo de 86,2 mm para el año del estudio, superior al promedio histórico de la zona, lo que determinó mayor disponibilidad de forraje y presumiblemente menor distancia recorrida. El gasto energético promedio fue de 1,61 Mcal EM/día, con valores de 1,35 (productor 1), 1,92 (productor 2) y 1,55 (productor 3) Mcal/día, concordando con los 1,6 Mcal/día reportados por Animut et al. (2005) para cabras de 30 kg de peso vivo y superior a 1,21 Mcal/día indicado por Shinde y Karim (2007) para animales similares. Este gasto energético representa una pérdida potencial de 1,29 l de leche por cabra al día, equivalente a una suplementación de 600 grs de maíz grano/día.

## CONCLUSIONES

Las cabras en lactancia incluidas en este estudio recorrieron un promedio de 5,2 km/día en búsqueda de alimento. Este desplazamiento generó un gasto energético estimado de 1,61 Mcal de energía metabolizable por día (Mcal EM/d), lo que se tradujo en una reducción potencial de la producción de leche equivalente a 1,29 litros por cabra al día. Estos resultados sugieren un impacto significativo del desplazamiento diario sobre la eficiencia productiva de los rebaños evaluados en la comuna de Canela, región de Coquimbo, Chile.

## REFERENCIAS

ANIMUT, G., GOETSCH, A. L., AIKEN, G. E., PUCHALA, R., DETWEILER, G., KREHBIEL, C. R., MERKEL, R. C., SAHLU, T., DAWSON, L. J., JOHNSON, Z. B. Y GIPSON, T. A. (2005). Grazing behavior and energy expenditure by sheep and goats co-grazing grass/forb pastures at three stocking rates. *Small Ruminant Research*, 59(2-3 SPEC. ISS.), 191–201. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2005.05.014>

CHÁVEZ, D. Y VILLACRES MATÍAS, J. (2018). Estimación del gasto energético de los caprinos en la Península de Santa Elena. *Revista Científica y Tecnológica UPSE*, 5(1), 70–76. <https://doi.org/10.26423/rctu.v5i1.330>

ELIZONDO-SALAZAR, J. A. (2008B). V19N01\_115.PDF. *AGRONOMÍA MESOAMERICANA*, 19(737), 115–122. MARTÍNEZ-ROJER, R. D., TORRES-HERNÁNDEZ, G. Y MARTÍNEZ-HERNÁNDEZ, S. (2014). Caracterización fenotípica, productiva y reproductiva de la cabra blanca Criolla del “Filo Mayor” de la Sierra Madre del Sur en el estado de Guerrero / Phenotypic, productive and reproductive. characterization of the white creole goat of the “Filo Mayor” f. *Nova Scientia*, 6 (1), 25–44

SAHLU, T., GOETSCH, A. L., LUO, J., NSAHLAI, I. V., MOORE, J. E., GALYEAN, M. L., OWENS, F. N., FERRELL, C. L. Y JOHNSON, Z. B. (2004). Nutrient requirements of goats: Developed equations, other considerations and future research to improve them. *Small Ruminant Research*, 53(3), 191–219. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2004.04.001>.

SHINDE, A. Y KARIM, S. (2007). Energy expenditure of sheep and goats at pasture - A review. *The Indian Journal of Small Ruminants*, 13(1), 1–18.

## EFFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN DE UN ADITIVO NATURAL EN EL RENDIMIENTO PRODUCTIVO Y RESPUESTA INMUNITARIA DE POLLOS BROILER DESAFIADOS CON *EIMERIA* SPP

Effect of a Natural Feed Additive Supplementation on Growth, Nutrient Digestibility, and Immune Response in Broiler Chickens Challenged with *Eimeria* spp

Victoria Tapia<sup>1\*</sup>, Sebastián Decap<sup>1</sup>, Rosa Navarro<sup>1</sup>, Hans Konsens<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Plantae Labs SpA. \*Email: [v.tapia@plantaelabs.com](mailto:v.tapia@plantaelabs.com)

## INTRODUCCIÓN

La coccidiosis es una de las enfermedades parasitarias más comunes y económicamente relevantes en la industria avícola, principalmente en la producción de pollos de engorde (*broilers*). Es causada por *Eimeria* spp., que infecta el tejido intestinal resultando en la reducción del crecimiento, baja conversión de alimento, y, en casos severos, mortalidad. Hoy en día las alternativas de tratamientos más comunes son las vacunas, ionóforos, y en menor medida fitogénicos. El objetivo de este estudio fue determinar el efecto de la suplementación de aditivos fitogénicos (mix de saponinas de triterpénicas) en el rendimiento, salud intestinal e inmunidad en pollos de engorde desafiados con *Eimeria* spp. a través de la evaluación de su crecimiento, recuento de ooquistes, lesiones intestinales y respuesta inmune.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Diseño experimental y manejo de los animales

El estudio in vivo se realizó durante el primer trimestre de 2024 en Corea del Sur. Un total de 360 pollos broiler Ross 308 de un día con un peso corporal inicial de  $44.12 \pm 0.41$  g fueron distribuidos aleatoriamente en cuatro tratamientos dietéticos, con 9 réplicas de 10 pollos por jaula: no tratado, infectado (NT/I); no tratado, no infectado (NT/NI); mix saponinas triterpénicas a 60 g/t (QS 60) y Benchmark a 125 g/t (mezcla de aceite esenciales y extractos polifenólicos). Los pollos fueron criados en jaulas, distribuidos aleatoriamente y siguiendo las fases del programa de alimentación. El alimento y el agua fueron provistos *ad libitum*. A los 14 días de vida todos los pollos fueron infectados con una combinación de *E. tenella*, *E. maxima*, *E. acervulina* y *E. necatrix*, excepto NT/NI. El peso corporal (BW) e ingesta de alimento (FI) se midieron en los días 1 a 7, 8 a 21 y 22 a 42. La tasa de conversión alimenticia (FCR) se calculó dividiendo FI por la ganancia de peso corporal (BWG) de cada periodo. El score de lesiones intestinales y recuento de ooquistes en heces (OPG) se realizó al día 28 del ensayo, seleccionando 2 pollos/jaula. El día 42 se cuantificaron los niveles de citoquinas IL-10 e IL-17 (10 pollos/tratamiento) en muestras de tejido cecal por RT-qPCR, respectivamente.

Todos los datos fueron procesados mediante la prueba de rangos múltiples de Duncan (Duncan, 1955) utilizando el procedimiento del Modelo Lineal General de SAS (2013) para determinar la significancia entre las medias ( $p < 0,05$ ).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Hubo un claro efecto del desafío en los parámetros productivos. Previamente al desafío, los parámetros productivos de los tratamientos no presentaron diferencias significativas entre ellos. Post infección, QS 60 y Benchmark incrementaron de manera significativa ( $p < 0,05$ ) el peso de las aves infectadas en un 7.0% y 6.5%, respectivamente, en comparación al control NT/I y de forma similar al control NT/NI. QS 60 disminuyó numéricamente el FCR en un 3.3%. Durante todo el periodo experimental, los pollos suplementados con QS 60 y Benchmark incrementaron su peso en un más de un 5% respecto al grupo NT/I ( $p < 0,05$ ). Estos grupos también tuvieron los valores más bajos de FCR. La mortalidad en el grupo tratado con mix de saponinas triterpénicas fue la más baja, similar al control no infectado (NT/NI). El efecto de QS 60 y Benchmark también se observó en el score de lesiones y OPG, que fueron significativamente reducidos en comparación a los pollos no tratados ( $p < 0,05$ ).

Estos resultados son consistentes con reportes que describen los efectos de saponinas en los parámetros productivos de pollos *broiler* infectados con parásitos protozoarios como *Eimeria* spp. y *C. perfringens* (Blue et al., 2023). El día 42, tanto QS 60 como Benchmark redujeron significativamente la expresión cecal de IL-10 e IL-17 en comparación al control no tratado ( $p < 0,05$ ). El efecto de QS 60 en la expresión de la citoquina proinflamatoria IL-17 fue particularmente notable al reducir su nivel en un 25%, sugiriendo que la suplementación con el mix de saponinas triterpénicas potencialmente atenúa la respuesta inflamatoria de los pollos, promoviendo la recuperación del tejido y el equilibrio entre los mecanismos anti y proinflamatorios (Yu et al., 2021).

## CONCLUSIONES

La suplementación de 60 g/t del mix de saponinas triterpénicas tuvo un efecto positivo significativo en el rendimiento productivo de las aves desafiadas con *Eimeria*, disminuyendo la mortalidad, la severidad del daño intestinal y liberación de ooquistes. Sumado a su efecto inmunomodulador, este estudio muestra que la suplementación dietética del mix de saponinas es una alternativa natural efectiva como tratamiento durante un desafío coccidial en pollos *broiler*.

## REFERENCIAS

- BLUE, C. E. C., EMAMI, N. K., WHITE, M. B., CANTLEY, S., & DALLOUL, R. A. 2023. Inclusion of Quillaja Saponin Clarity Q Manages Growth Performance, Immune Response, and Nutrient Transport of Broilers during Subclinical Necrotic Enteritis. *Microorganisms*, 11, 1894.
- YU, H., ZOU, W., MI, C., WANG, Q., DAI, G., ZHANG, T., ZHANG, G., XIE, K., WANG, J., & SHI, H. 2021. Research Note: Expression of T cell-related cytokines in chicken cecal and spleen tissues following *Eimeria tenella* infection in vivo. *Poultry Science*, 100, 101161.

# Póster sesión 29/11

## **EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA BIOENERGÉTICA DE LA CRÍA BOVINA MEDIANTE UN MODELO DE SIMULACIÓN**

### **Evaluation of bioenergetic efficiency of cow-calf system using a simulation model**

Claudia Navarro E.<sup>1</sup>, Giorgio Castellaro G.<sup>1\*</sup>, Héctor Uribe M.<sup>1</sup>, V.H. Parraguez G.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Agronómicas Universidad de Chile, Dpto. de Producción Animal.

Email: \*[gicastel@uchile.cl](mailto:gicastel@uchile.cl).

## INTRODUCCIÓN

Los sistema de cría bovina enfrenta pequeños márgenes de rentabilidad, lo que implica aumentar la eficiencia bioenergética de los mismos. Esta eficiencia depende de factores intrínsecos y extrínsecos. La eficiencia bioenergética, se basa en la capacidad de los animales para convertir la energía de la dieta en energía neta, aspecto difícil de medir en el campo. Los modelos de simulación biomatemáticos son una alternativa para estimar estos aspectos en diferentes contextos. El tamaño de las vacas (*frame*) influye en sus requerimientos energéticos, en donde vacas grandes serían menos eficientes. En Chile existen pocos estudios al respecto, lo que genera la necesidad desarrollar modelos de estos sistemas en condiciones locales. En este trabajo se planteó como hipótesis que la eficiencia bioenergética de vacas de cría de *frame* medio es mayor que la de tamaño estructural más grande, lo que se mantiene en diferentes cargas ganaderas y épocas de parto.

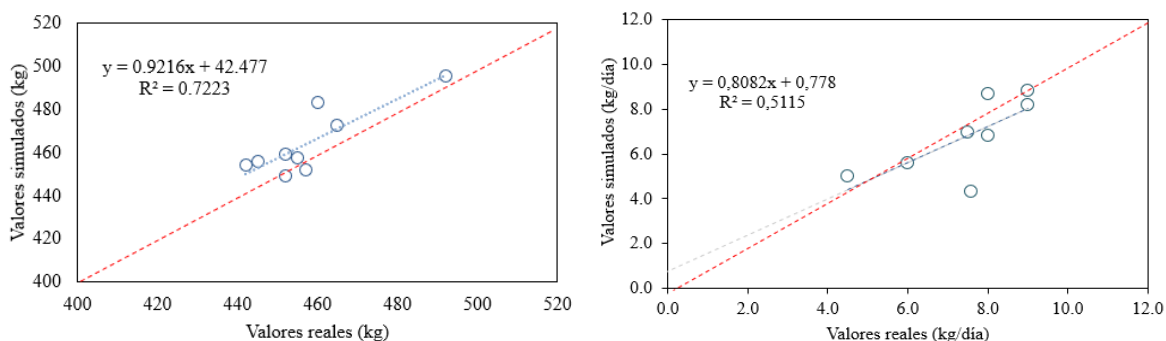
## MATERIALES Y MÉTODOS

El modelo simula un sistema de cría bovina a pastore, el cual parte con el encaste de los vientres, prolongándose hasta el destete del ternero a los 210 días de edad (~7 meses). Consta de dos submodelos: consumo de energía y balance energético (CSIRO, 2007); balance hídrico y crecimiento del pastizal (Castellaro et al., 2012). Para la implementación del modelo, se utilizó el software Stella® (versión 10.0.3). El modelo supone que el consumo de energía metabolizable (ME, MJ día<sup>-1</sup>) del par vaca-ternero es la principal variable que determina su comportamiento productivo. El modelo realiza un balance entre el consumo de ME y los requerimientos energéticos de los animales en diferentes etapas productivas. La ME consumida (MEI, MJ animal<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>), se estimó a partir del consumo de materia seca (DMI, kg MS animal<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>) y su correspondiente concentración de ME (MD, MJ kg<sup>-1</sup>). El DMI está determinado por variables del animal (peso vivo, grado de madurez, condición corporal), y variables asociadas al pastizal (disponibilidad de MS en el pastizal y digestibilidad de la MS de la dieta), mientras que MD depende fundamentalmente del estado fenológico del pastizal. La validación del subsistema animal se realizó con los datos de Batista et al. (2022), al no existir información nacional publicada. Se estimó la precisión (correlación de Pearson, *r*), exactitud (factor de corrección de sesgo, *C<sub>b</sub>*), el coeficiente de Lin (*d*), y el error medio cuadrático (RMSE, %), para los datos simulados y observados, de peso vivo y producción de las vacas. Una vez validado el modelo, se efectuaron simulaciones en donde se evaluó la eficiencia energética (*E<sub>fE</sub>*) y biológica (*E<sub>fB</sub>*) de diferentes combinaciones de biotipos de vacas (*frame* mediano; *frame* grande), cargas ganaderas (alta; media; baja) y épocas de parición (fines de invierno; otoño). La *E<sub>fE</sub>* fue calculada mediante el cociente entre el consumo total de ME del par vaca-ternero con respecto al peso vivo de los animales, mientras que la *E<sub>fB</sub>* consideró el peso promedio de los terneros al destete respecto del consumo total de MS de las vacas durante todo el ciclo.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Figura 1 muestra el resultado de las validaciones de la evolución del peso vivo y producción de leche de las vacas.





**Figura 1.** Pesos vivos y producción de leche simulados y reales en un sistema vaca-ternero.

El modelo mostró moderada a alta precisión y exactitud para el peso vivo ( $r = 0,84$ ;  $C_b = 0,91$ ;  $d = 0,77$ ;  $RMSE = 1,7\%$ ), siendo menor en la producción de leche ( $r = 0,71$ ;  $C_b = 0,91$ ;  $d = 0,65$ ;  $RMSE = 17,8\%$ ). Las vacas de mayor *frame* mostraron mayores eficiencias energéticas ( $p \leq 0,05$ ), independientemente de la época de parición o la carga ganadera, contradiciendo parte de la hipótesis planteada. No obstante, en términos de eficiencia biológica, las vacas medianas fueron más eficientes (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Eficiencias bioenergéticas del par vaca-ternero

Indicador	Frame	Eficiencia
Eficiencia energética	Grande	53,66 MJ kg <sup>-1</sup> <sup>a</sup>
	Mediano	56,97 MJ kg <sup>-1</sup> <sup>b</sup>
Eficiencia biológica	Grande	69,20 g kg <sup>-1</sup> <sup>b</sup>
	Mediano	69,78 g kg <sup>-1</sup> <sup>a</sup>

Letras diferentes indican diferencia significativas al 95% de confianza.

En cuanto a la época de parición, ambos biotipos de vacas fueron más eficientes en pariciones de fines de invierno, en especial aquellas de *frame* mediano.

## CONCLUSIONES

La hipótesis planteada se refuta respecto de la eficiencia energética, donde los animales más grandes fueron más eficientes para todos los casos: vaca, ternero y par. Sin embargo, se corrobora en su parte biológica, concluyendo que los animales medianos destetaron terneros más pesados por unidad de forraje consumido por las vacas. Lo anterior se mantiene para diferentes épocas de parición y cargas animales. Dado que el modelo obtuvo una moderada a alta precisión y exactitud, se sugiere realizar estudios para mejorar este aspecto.

## REFERENCIAS

- BATISTA, C., J. I. VELAZCO, Y G. QUINTANS. 2022. Efecto del nivel de energía de la dieta en el último tercio de gestación sobre el desempeño productivo y reproductivo de vacas para carne y su descendencia. Archivos Latinoamericanos de Producción Animal 30(4). doi: 10.53588/alpa.300406.
- CASTELLARO, G., C. AGUILAR, R. VERA, AND L. MORALES. 2012. A Simulation Model of Mesophytic Perennial Grasslands. Chilean Journal of Agriculture Research 72(3): 388-396. doi: 10.4067/S0718-58392012000300013.

COMMONWEALTH SCIENTIFIC AND INDUSTRIAL RESEARCH ORGANISATION (CSIRO). 2007. Nutrient Requirements of Domesticated Ruminants. CSIRO Publications. Melbourne, Australia.

**EFFECTO DE LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA BIOLÓGICA SOBRE EL RENDIMIENTO Y VALOR NUTRITIVO DE *Lolium perenne* L.**

**Effect of biological nitrogen fertilizer on the yield and nutritive value of *Lolium perenne* L.**

Agustín Gyüre Steuer<sup>1</sup>, Benjamín Chandía<sup>1</sup>, Oscar Balocchi<sup>1</sup>, Iván Calvache<sup>1\*</sup>, Máximo Alonso<sup>1</sup>, Bernardita López<sup>2</sup>, Claudia Barrientos<sup>2</sup>, Mauricio Casquero<sup>2</sup>, Marcelo Illanes<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Producción Animal, Facultad de Ciencias Agrarias y Alimentarias, Universidad Austral de Chile. <sup>2</sup>CORTEVA agriscience. \*Email: [ivan.calvache@uach.cl](mailto:ivan.calvache@uach.cl), [bernardita.lopez-fernandez@corteva.com](mailto:bernardita.lopez-fernandez@corteva.com) – Convenio: UACH – CORTEVA 2022.

## INTRODUCCIÓN

Gran parte de las praderas mejoradas de la zona sur de Chile están compuestas por gramíneas, principalmente *L. perenne*, siendo una especie con buena adaptación a diferentes condiciones edafoclimáticas. Las gramíneas responden favorablemente a las aplicaciones de nitrógeno (N), pero excesivas cantidades de este nutriente pueden ocasionar pérdidas por lixiviación y volatilización de amoníaco afectando negativamente al ambiente (Pascual *et al.*, 2022). Por lo tanto, se establece como hipótesis que: El uso de Utrisha<sup>TM</sup> N, un biofertilizante compuesto por *Methylobacterium symbioticum* SB-23 en praderas de *L. perenne* L., reemplazará parcialmente la aplicación de N mineral en forma de urea. El objetivo fue evaluar el efecto de un protocolo de fertilización nitrogenada biológica (Utrisha<sup>TM</sup> N) y mineral sobre el rendimiento, valor nutritivo y concentración de nitratos (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) en praderas de *Lolium perenne* L.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la Estación Experimental Agropecuaria Austral de la Universidad Austral de Chile, región de Los Ríos, desde primavera de 2022 hasta primavera de 2023. Se establecieron 18 parcelas de 15 m<sup>2</sup> c/u distribuidas de manera aleatoria en 3 bloques, las cuales se mantuvieron bajo condiciones de riego durante el período estival. El experimento consideró 6 tratamientos (Ttos) con diferentes esquemas de fertilización nitrogenada, 3 únicamente con N mineral (150N, 120N y 90N) y 3 con aplicación de N mineral + UtrishaN (90N + 2UtrishaN, 60N + 2UtrishaN y 30N + 2UtrishaN), considerando un reemplazo de 60 unidades de N con las dos aplicaciones del producto biológico. Las defoliaciones se realizaron cada 270 grados día acumulados, considerando una temperatura base de 5°C, dejando un residuo de 5 cm. Las variables evaluadas fueron: Rendimiento (Rdto) por corte (Cte) y acumulado (Acu), tasa de crecimiento (TC), valor nutritivo [proteína cruda (PC%), fibra detergente neutro (FDN%) y energía metabolizable (Mcal kg<sup>-1</sup> MS)], concentración de NO<sub>3</sub><sup>-</sup> y composición botánica (CB). Los NO<sub>3</sub><sup>-</sup> se evaluaron por la técnica de ION selectivo y el valor nutritivo mediante química húmeda, en el Laboratorio de Nutrición Animal de la Universidad Austral de Chile. El experimento se realizó bajo un diseño en bloques completos al azar, con arreglo factorial de 6 × 6 (6 Ttos y 6 Ctes), con 3 repeticiones por tratamiento. Cuando se observaron diferencias estadísticas ( $p < 0,05$ ) se procedió a realizar una prueba de comparación múltiples de promedios según Tukey con 95% de confianza. El software estadístico utilizado para procesar y analizar los datos fue SAS V9.0.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La dinámica de Rdto Acu no presentó diferencias estadísticas ( $p > 0,05$ ) entre Ttos. Para las demás variables (TC y Rdto Cte) se encontraron diferencias en la interacción de los efectos principales (Cuadro 1;  $p < 0,05$ ), donde, la fecha de corte tuvo un impacto sobre el Rdto Cte<sup>-1</sup> y TC de las praderas y, en menor medida fue el efecto de los Ttos. Los mayores rendimientos se encontraron en primavera (Nov. 24 de 22) y otoño (Abr. 03 de 2023), mientras que los más bajos se registraron en invierno (Jul. 27 de 2023). La TC presentó la misma tendencia, donde resalta el crecimiento de primavera con un 100% más que el crecimiento de otoño. No

obstante, el ensayo estuvo bajo condiciones de riego, el crecimiento durante el periodo estival fue moderado (41 kg MS ha<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>).

**Cuadro 1.** Rendimiento por corte y acumulado de *Lolium perenne* L. durante dos años.

Tto	TC	Rdto Cte	Rdto Acu
90N	44,1	2126,6	12759,1
30N+2UtrishaN	37,3	1865,6	11194,0
120N	46,6	2250,05	13500,3
60N+2UtrishaN	40,9	2087,8	12527,1
150N	44,9	2171,9	13031,6
90N+2UtrishaN	38,6	1992,2	11953,1
EEM	2,41	99,76	962,3
Valor P	0,0500	0,1097	0,6179
Cte			
Oct-22-22	Inicio		
Nov-24-22	90,8 <sup>a</sup>	2997,10 <sup>b</sup>	-
Ene-24-23	41,1 <sup>c</sup>	2506,40 <sup>c</sup>	-
Abr-03-23	49,3 <sup>b</sup>	3405,50 <sup>a</sup>	-
May-27-23	34,3 <sup>d</sup>	1855,60 <sup>d</sup>	-
Jul-27-23	13,1 <sup>f</sup>	800,50 <sup>f</sup>	-
Sep-04-23	23,8 <sup>e</sup>	929,10 <sup>e</sup>	-
EEM	2,41	993,600	-
Valor P	0,0001	0,0001	-
Interacción	Valor - p		
Tto × Cte	0,013	0,0475	

Tto: tratamientos, Cte: corte, TC: kg MS ha<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>; Rdto. Cte. y Acu.: kg MS ha<sup>-1</sup>; EEM: error estándar de la media; a, b, c, ... f: expresan diferencias entre medias.

En cuanto al valor nutritivo, no hubo diferencias estadísticas entre Ttos ( $p > 0,05$ ) para ninguna de las variables durante primavera, verano y otoño. Únicamente en invierno los Ttos 60N + 2UtrishaN y 30N + 2UtrishaN presentaron un valor promedio de 18,6% de PC, mientras que los demás Ttos presentaron un 22,1% de PC. En cuanto a FDN, los Ttos 120N, 90N+2UtrishaN y 150N tuvieron mayor concentración (41,6% en promedio) que los demás Ttos (39,1%). La concentración de NO<sub>3</sub><sup>-</sup> no presentó diferencias estadísticas entre Ttos ( $p > 0,05$ ) para ninguna de las estaciones del año, presentando valores promedio en primavera de 508 ppm para el Cte de primavera y de 840,6 ppm para el Cte de invierno. La CB de los Ttos en las cuatro estaciones del año tuvo un comportamiento similar, donde en promedio hubo presencia de *L. perenne* en 70% y de otras especies en 30%.

## CONCLUSIONES

Durante el año de evaluación el reemplazo de 60 unidades de N mineral por Utrisha<sup>TM</sup> N no disminuyó el Rdto Acu, ni afectó la TC, concentración de NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, y CB. Los Ttos con Utrisha<sup>TM</sup> N y menor inclusión de N mineral durante invierno mostraron concentraciones inferiores de PC y FDN. El Rdto de *L. perenne* es más afectado por la época de corte que por la fertilización nitrogenada.

## REFERENCIAS

PASCUAL, J. A., ROS, M., MARTÍNEZ, J., CARMONA, F., BERNABÉ, A., TORRES, R., LUCENA, T., AZNAR, R., ARAHAL, D. R., & FERNÁNDEZ, F. (2020). *Methylobacterium symbioticum* sp. nov., a new species isolated from spores of *Glomus iranicum* var. *tenuihypharum*. *Current Microbiology*, 77(9), 2031–2041. <https://doi.org/10.1007/s00284-020-02101-4>

## EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES POTENCIALES MEDIANTE ANÁLISIS CICLO DE VIDA DE SISTEMAS PASTORILES DE PRODUCCIÓN DE CARNE BOVINA EN CHILE

**Evaluation of potential environmental impacts through life cycle analysis of pastoral systems for beef production in Chile**

Carla Velásquez<sup>1\*</sup>, Carolina Scarinci<sup>2</sup>, Pablo Cortés<sup>3</sup>, Matías Soto<sup>4</sup>, Juan Pablo Cárdenas<sup>5</sup>, Edith Cantero<sup>6</sup>, Daniela Tapia<sup>1</sup> y Néstor Sepúlveda<sup>7</sup>.

<sup>1</sup> Doctorado en Ciencias Agroalimentarias y Medio Ambiente, Universidad de La Frontera. <sup>2</sup> Red Chilena de Ciclo de Vida. <sup>3</sup> Edge Impact Latam SpA. <sup>4</sup> departamento de Ingeniería en Obras Civiles, Universidad de La Frontera. <sup>5</sup> Departamento de Facultad de Arquitectura, Construcción y Medio Ambiente, Universidad Autónoma de Chile. <sup>6</sup> Instituto de Agroindustria, Universidad de La Frontera, <sup>7</sup> Facultad de Ciencias Agropecuarias y Medioambiente; Centro de Tecnología e Innovación de la Carne, Universidad de La Frontera. \*Email: c.velasquez12@ufromail.cl

## INTRODUCCIÓN

La producción de carne bovina genera emisiones indeseables, las cuales pueden dañar el agua, el aire, el suelo o la vida silvestre de los ecosistemas locales, generando un impacto significativo sobre el medio ambiente. Por lo tanto, es de vital importancia cuantificar detalladamente estos impactos. El Análisis de Ciclo de Vida (ACV) se ha aplicado con éxito en el sector agropecuario para realizar una evaluación integral de los impactos ambientales y diseñar medidas de mitigación. En Chile, se han estimado las emisiones de gases de efecto invernadero en sistemas de bovinos usando las directrices del panel intergubernamental de cambio climático (IPCC). Sin embargo, se desconocen estudios en bovinos para carne que utilicen una perspectiva de ACV y con datos reales. Por lo tanto, nuestro objetivo fue estimar los potenciales impactos ambientales mediante la metodología de ACV de tres sistemas pastoriles de producción de carne bovina en el Sur de Chile, con énfasis en el cálculo de la categoría de impacto medio Potencial de Calentamiento Global (GWP100) o Huella de Carbono.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en tres predios comerciales de producción de carne bovina, de ciclo completo, raza Aberdeen Angus, ubicados en la Región de La Araucanía y Los Ríos (Convencional, Libre Pastoreo y Regenerativo), durante las temporadas 2022 y 2023. Para evaluar los indicadores de impacto ambiental se utilizó la metodología de ACV según Normas ISO (14040, 14044); (i) Definición del objetivo y alcance, (ii) Análisis de inventario, (iii) Evaluación de impacto ambiental e (iv) Interpretación. Además, se consideraron los lineamientos de la guía de Global Roundtable for Sustainable Beef (2022) y las pautas establecidas por la Alianza de Evaluación y Desempeño Ambiental de la Ganadería (LEAP) de FAO para grandes rumiantes. Los sistemas bajo estudio incluyeron un Sistema Convencional con engorda final de 100 días bajo galpones (altamente tecnificado y de manejos agronómicos tradicionales); un Sistema de Libre Pastoreo (medianamente tecnificado y con manejos agronómicos tradicionales) y un Sistema Regenerativo (sin uso de agroquímicos y basado en manejos holísticos). Los límites del sistema fueron desde la cuna a la puerta del predio (no se contabilizó fase industrial ni distribución del producto), bajo un enfoque atribucional. La Unidad funcional fue 1 kg de peso vivo (PV). La evaluación de impacto utilizó; Software SimaPro™ 9.5, método ReCiPe 2016 Midpoint (H). Las categorías evaluadas fueron; Potencial de Calentamiento Global (Huella de C), Potencial de Acidificación Terrestre, y Potencial de Eutrofización de Agua Dulce. Los datos primarios se obtuvieron en terreno mediante encuestas (e.g. inventario de ganado, indicadores productivos, alimentación, uso de fertilizantes, uso de combustibles) y análisis. Las emisiones provenientes de la fermentación entérica, deposición de orina y fecas durante el pastoreo, manejo del estiércol y aplicación de fertilizantes sintéticos se estimaron utilizando la metodología Tier 2 y se calcularon mediante fórmulas del IPCC (2019). Las emisiones de la generación eléctrica se obtuvieron mediante modelación del Sistema Eléctrico Nacional (2022), junto con factores de emisión de la base de datos Ecoinvent 3.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Huella de C fue mayor para Convencional (37,78 kg CO<sub>2</sub> eq/kg PV), seguido de Libre Pastoreo (29,57 kg CO<sub>2</sub> eq/kg PV) y menor para Regenerativo (25,77 kg CO<sub>2</sub> eq/kg PV), estos valores obtenidos fueron mayores a los descritos por Alemu et al. (2017) en Canadá (23,9 kg CO<sub>2</sub>eq/kg PV). Sin embargo, si las tres huellas de C se comparan con la de sistemas ganaderos de Brasil (44 kg CO<sub>2</sub> eq/kg de PV, Desjardins et al., 2012), éstas son menores, ya que no incluyen emisiones del cambio de uso de la tierra desforestada. La acidificación terrestre y eutrofización de agua dulce fueron mayores para Libre Pastoreo (0,42 kg SO<sub>2</sub> eq/kg PV y 1,32 kg P eq/kg PV), ya que se evidenció una mayor tasa de aplicación de fertilizantes en praderas y cultivos suplementarios, en Regenerativo ambos indicadores fueron cero, lo que es consistente, ya que en este predio no se utilizan agroquímicos. Al analizar la contribución de cada GEI en el indicador de Calentamiento Global, las emisiones de CH<sub>4</sub> son las que más contribuyen (fermentación entérica de los bovinos), seguidas por las emisiones de N<sub>2</sub>O (aplicación de fertilizantes y deposiciones de animales durante pastoreo). Por último, se ubican las emisiones de CO<sub>2</sub> (quema de combustibles fósiles en maquinaria agrícola y aplicación de cal en praderas y cultivos), resultados que son similares a otras investigaciones nacionales e internacionales. A nivel predial, la actividad que más contribuyó al indicador de Calentamiento Global fue la producción animal (emisiones de CH<sub>4</sub> de la fermentación entérica y de N<sub>2</sub>O por deposición de orina y fecas durante el pastoreo); 91,45% para Convencional, 77,75% para Libre Pastoreo y 93,75 % para Regenerativo.

## CONCLUSIONES

Este estudio corresponde a una de las primeras evaluaciones del impacto ambiental potencial de los sistemas ganaderos pastoriles del Sur de Chile, utilizando la herramienta de ACV, donde se demostró que la producción del ganado es uno de los principales procesos que contribuyen a la huella de C. Sin embargo, si se analizan otras categorías de impacto ambiental, tal como acidificación terrestre y eutrofización de agua dulce, los principales responsables son las prácticas relacionadas con manejos de praderas y cultivos suplementarios (fertilizantes sintéticos, herbicidas, cal y urea). Al comparar los sistemas de producción bajo estudio, se demostró una variación debido a manejos prediales, donde se pueden resaltar los menores impactos ambientales potenciales del Sistema Regenerativo, siendo una opción de manejo más sostenible. Se requiere más investigación para evaluar el balance ambiental total que incluya las capturas de carbono.

## AGRADECIMIENTOS

Nuestros agradecimientos a la Dirección Académica de Postgrado de la Universidad de La Frontera y a la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo (Beca Nacional de Doctorado ANID N°21200347).

## REFERENCIAS

ALEMU, A. W., AMIRO, B. D., BITTMAN, S., MACDONALD, D., & OMINSKI, K. H. (2017). Greenhouse gas emission of Canadian cow-calf operations: A whole-farm assessment of 295 farms. *Agricultural systems*, 151, 73-83.

DESJARDINS, R. L., WORTH, D. E., VERGÉ, X. P. C., MAXIME, D., DYER, J., & CERKOWNIAK, D. (2012). Carbon footprint of beef cattle. *Sustainability*, 4(12), 3279–3301.

**EMISIONES DE ÓXIDO NITROSO Y AMONIACO EN ORINA Y HECES DE  
VACAS LECHERAS A PASTOREOSUPLEMENTADAS CON ALGAS PARDAS**

*Evaluation of nitrous oxide and ammonia emissions in urine and feces of lactating dairy  
cows supplemented with brown seaweed*



Emilia Ferrada<sup>1</sup>, Ignacio Beltrán<sup>2</sup>, \*Francisco Salazar<sup>2</sup>, Rodrigo Allende<sup>1</sup>, Sara Hube<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Ciencia Animal, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad de Concepción

<sup>1</sup>Departamento de Ciencia Animal, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad de Concepción

<sup>2</sup>Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA - Remehue)\* [Ignacio.beltran@inia.cl](mailto:Ignacio.beltran@inia.cl)

## INTRODUCCIÓN

La producción lechera es una fuente importante de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), especialmente metano (CH<sub>4</sub>) y óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) además precursores de N<sub>2</sub>O como el amoníaco (NH<sub>3</sub>). En los sistemas pastoriles, el N<sub>2</sub>O y el NH<sub>3</sub> son generados principalmente por la deposición de orina y heces en praderas (FAO, 2018), por ende, la evaluación de estrategias que permitan reducir la excreción de N a través de la orina son requeridas para reducir el impacto ambiental de los sistemas ganaderos, ya que la orina emite 5 veces más N<sub>2</sub>O que las heces. Estudios previos han demostrado que *M. pyrifer* – una de las principales algas pardas producidas en Chile – reduce el NH<sub>3</sub> ruminal, principal precursor del N urinario (Beltrán *et al.*, 2023). El objetivo general es evaluar los efectos de esta alga sobre las emisiones de N<sub>2</sub>O y NH<sub>3</sub> en orina y heces de vacas lecheras.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la estación experimental INIA Remehue, Osorno, durante 60 días con 36 vacas Holstein-Friesian en lactancia temprana, divididas en tres grupos: 1) control (0% de inclusión de alga), alga\_1,5 (1,5% de inclusión) y alga\_3,0 (3% de inclusión). Las vacas fueron alimentadas con una dieta basada en pradera (75%) y concentrado (25%), descontándose a este último la inclusión de algas. Se recolectaron muestras de orina y heces en las semanas 5, 7 y 9 para medir las emisiones de N<sub>2</sub>O y NH<sub>3</sub> bajo condiciones controladas, usando la metodología descrita por Alfaro *et al.* (2018). Los datos fueron analizados con modelos mixtos, considerando como efectos fijos las dosis de inclusión de alga y como efecto aleatorio el lisímetro.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados (Tabla 1) muestran que las emisiones de amoníaco, expresadas como porcentaje del N total aplicado, en orina fueron menores en los tratamientos que recibieron algas en comparación al control ( $p < 0,01$ ), mientras que en heces las emisiones fueron similares ( $p > 0,05$ ). Para óxido nitroso, no se observaron diferencias entre tratamientos ( $p > 0,05$ ) en orina ni en heces. Al realizar el cálculo de las pérdidas totales de N amoniacal y como óxido nitroso, se pudo observar que vacas alimentadas con algas tuvieron menores pérdidas de N al ambiente a través de la orina, efecto que no fue encontrado en heces. La presencia de florotaninos en las algas pardas podría explicar esta reducción en las pérdidas de nitrógeno, al reducir la degradación del N ruminal, generando una disminución en la concentración de N ureico en la orina (Min *et al.*, 2022). Los resultados observados en este estudio indican que la inclusión de *M. pyrifer* en la dieta, permite reducir la volatilización de amoníaco en orina. El amoníaco es la principal forma de pérdida de N al ambiente a través de la excreta animal en sistemas pastoriles, siendo este gas precursor de N<sub>2</sub>O, y por ende, su reducción es requerida en términos de mitigar al cambio climático y otros impactos ambientales.

**Tabla 1.** Estimación de pérdidas gaseosas de N como N-N<sub>2</sub>O y N-NH<sub>3</sub> en orina y heces de vacas lecheras en pastoreo alimentadas con algas pardas (*M. pyrifer*).

	Inclusión de <i>M. pyrifera</i> (% kg MS)			SEM	P
	0%	1,5%	3,0%		
<b>Heces</b>					
Emisiones de N <sub>2</sub> O, kg N-N <sub>2</sub> O/ha	0,042	0,058	0,027	0,01	0,07
Pérdidas de N <sub>2</sub> O, % de N aplicado	0,081	0,113	0,056	0,02	0,09
Pérdidas de NH <sub>3</sub> , % de N aplicado	3,830	3,301	3,684	0,51	0,59
<b>Orina</b>					
Emisiones de N <sub>2</sub> O, kg N-N <sub>2</sub> O/ha	0,083	0,080	0,093	0,02	0,86
Pérdidas de N <sub>2</sub> O, % de N aplicado	0,175	0,165	0,187	0,04	0,92
Pérdidas de NH <sub>3</sub> , % de N aplicado	18,5a	16,7c	17,7b	0,12	<0,01

## CONCLUSIONES

La inclusión de *M. pyrifera* en la dieta de vacas lecheras redujo la volatilización de amoníaco en orina, sin embargo, las emisiones de N<sub>2</sub>O no fueron modificadas. El uso de algas como suplemento se presenta como una estrategia promisorio de mitigación, sin embargo, es importante evaluar su impacto en el rendimiento, y aspectos económicos asociados, para su uso a nivel comercial.

## REFERENCIAS

1. ALFARO, M., F. SALAZAR, S. HUBE, L. RAMÍREZ, & M. S. MORA. (2018). Ammonia and nitrous oxide emissions as affected by nitrification and urease inhibitors. *Journal of soil science and plant nutrition* 18(2), 479-486.
2. FAO. (2018). Climate change and the global dairy cattle sector. Rome, pp. 36.
3. MIN, B., WILLIS, W., CASEY, K., CASTLEBERRY, L., WALDRIP, H., & PARKER, D. (2022). Condensed and Hydrolyzable Tannins for Reducing Methane and Nitrous Oxide Emissions in Dairy Manure—A Laboratory Incubation Study. *Animals*, 12, 2876.
4. BELTRAN, I.E., J. BELTRAN, A. BUSCHMANN, F. SALAZAR, J.P. KEIM. (2023). Effect of *Macrocystis pyrifera* inclusion on nitrogen intake and excretion of grazing dairy cows. XLVIII Reunión Anual Sociedad Chilena de Producción Animal SOCHIPA A.G. Chile.

## INCORPORACIÓN DE DIHIDRÓGENO POR TRES ÁCIDOS CARBOXÍLICOS EN CULTIVOS RUMINALES CON Y SIN INHIBICIÓN DE METANOGENÉISIS.

**Dihydrogen incorporation by three carboxylic acids in ruminal cultures with and without methanogenesis inhibition.**

M. Florencia Samoluk<sup>1</sup>, Nathaly Cancino<sup>2</sup>, Gustavo Jaurena<sup>1</sup>, Emilio M. Ungerfeld<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina, <sup>2</sup>Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Vilcún, La Araucanía; \*E-mail: [emilio.ungerfeld@inia.cl](mailto:emilio.ungerfeld@inia.cl)

## INTRODUCCIÓN

El metano (CH<sub>4</sub>) es un gas de efecto invernadero, que se forma en el rumen a partir del hidrógeno molecular (H<sub>2</sub>) y dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), siendo el principal sumidero de electrones (Moss *et al.*, 2000). Al inhibir la metanogénesis se acumula parte del H<sub>2</sub> que no forma CH<sub>4</sub>. Una estrategia para mitigar la producción de CH<sub>4</sub> es el uso de ácidos carboxílicos (AC) que incorporan H<sub>2</sub> como intermediarios en la formación de ácidos grasos volátiles (Ungerfeld *et al.*, 2007). El objetivo de este trabajo fue evaluar el uso de tres ácidos carboxílicos (fumárico, acrílico y crotónico) como precursores de las vías del propionato y butirato, en combinación con el inhibidor de metanogénesis 3-nitrooxipropanol (3-NOP), hipotetizando que disminuirían la acumulación de H<sub>2</sub> producto de la inhibición de la metanogénesis.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizó un diseño de bloques (inóculo) al azar con un arreglo factorial 3 (ácido fumárico, crotónico, o acrílico) × 4 (0, 2, 4, u 8 mM) × 2 (inhibición de la metanogénesis: Control o 10 μM 3- NOP). Se obtuvo contenido ruminal de dos vacas fistuladas alimentadas con 0,5 kg/d de concentrado comercial y heno de ballica *ad libitum*. Bajo CO<sub>2</sub>, se agregaron 13 mL de inóculo de cada vaca por separado a botellas de suero de 100 mL con 19 mL de medio de cultivo de Mould y 400 mg de un sustrato con 75% de forraje y 25% de concentrado. Todas las botellas se sellaron bajo CO<sub>2</sub> e incubaron a 39 °C y 60 rpm oscilación lineal. Transcurridas 48 h se determinaron la presión y composición de gas, pH, N-NH<sub>3</sub>, VFA y digestibilidad aparente de la materia seca y orgánica. El experimento se repitió en 3 semanas diferentes. El modelo estadístico fue respuesta = intercepto + inhibición metanogénesis + AC + concentración AC + concentración AC<sup>2</sup> + interacciones dobles + interacción triple + inóculo (aleatorio) + incubación (aleatorio) + error. El análisis de los datos se realizó con el software JMP 18.1.0 considerando un nivel de significancia del 5%. Efectos cuadráticos no significativos fueron eliminados y el modelo reducido reajustado.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los efectos de los AC fueron independientes de la inhibición de metanogénesis (interacción triple  $P = 0,92$ ; Figura 1). Existió una interacción entre AC y Concentración ( $P = 0,035$ ): el agregado de ácido fumárico disminuyó la acumulación de H<sub>2</sub> en forma lineal ( $P = 0,01$ ), el acrílico la aumentó en forma también lineal ( $P = 0,057$ ) mientras que el crotónico no mostró efecto ( $P = 0,55$ ).

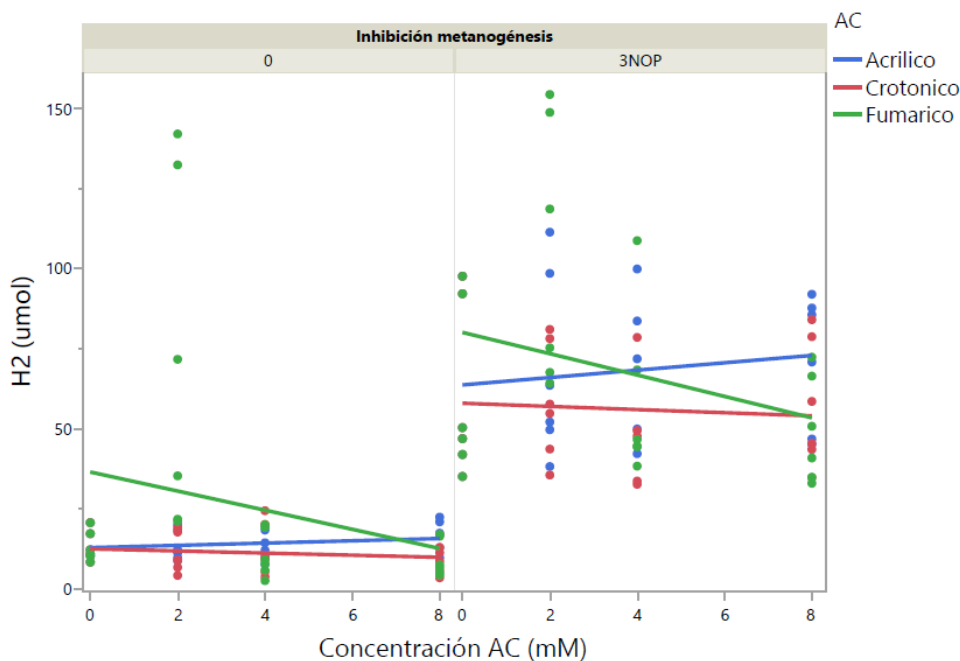


Figura 1. Efecto de los ácidos acrílico, crotonico, y fumarico en 4 concentraciones (0, 2, 4 y 8 mM) sobre la acumulación de H<sub>2</sub> con y sin inhibición de la metanogénesis (3- NOP).

El ácido fumárico disminuyó la acumulación de H<sub>2</sub>, probablemente al incorporarlo en la vía de producción del propionato. Es posible que el ácido acrílico haya aumentado la acumulación de H<sub>2</sub> por haber sido parcialmente metabolizado a acetato, generando H<sub>2</sub> en el proceso. El ácido crotonico afectó la acumulación de H<sub>2</sub>. Es conveniente analizar la producción de ácidos grasos volátiles para entender los resultados obtenidos.

## CONCLUSIONES

Los ácidos carboxílicos presentaron respuestas variadas en su efectividad para disminuir la acumulación de H<sub>2</sub>, existiendo una interacción entre la concentración y el ácido carboxílico independiente del uso de inhibidor de metanogénesis.

## AGRADECIMIENTOS

Programa UBAINT Doctoral 2023/2024 - Facultad de Agronomía- Universidad de Buenos Aires. Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo, Proyecto Fondecyt 1240264.

## REFERENCIAS

- Moss, A. R., Jouany, J. P., y Newbold, J. (2000). Methane production by ruminants: its contribution to global warming. *Annales de Zootechnie* (Vol. 49, No. 3, pp. 231-253). EDP Sciences.
- Ungerfeld, E. M., Kohn, R. A., Wallace, R. J., y Newbold, C. J. (2007). A meta-analysis of fumarate effects on methane production in ruminal batch cultures. *Journal of Animal Science*, 85: 2556-2563

# CALIBRACIÓN DE ESPECTROMERÍA DE REFLECTANCIA EN EL INFRARROJO CERCANO (NIR) PARA MEDICIÓN DE LA COMPOSICIÓN QUÍMICA DE ALFALFA

## Calibration of near infrared reflectance spectrometry (NIR) for measurement of the chemical composition of alfalfa

Soledad Espinoza<sup>1</sup>, Mariela Silva<sup>1</sup>, Rodolfo Saldaña<sup>1</sup>, Iris Lobos<sup>1</sup>, Luis Inostroza<sup>1</sup>, Alejandro del Pozo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Chile. [soledad.espinoza@inia.cl](mailto:soledad.espinoza@inia.cl); <sup>3</sup>Facultad de Agronomía, Universidad de Talca, Talca, Chile.

## INTRODUCCIÓN

La alfalfa (*Medicago sativa* L.) es una leguminosa forrajera, rica en proteínas con excelente digestibilidad, lo que la convierte en un cultivo con alto valor nutricional para diversos tipos de ganado. Las evaluaciones químicas de forraje determinan su calidad, sin embargo, los métodos tradicionales de análisis son costosos y técnicamente exigentes. Se ha evidenciado que la espectroscopia de reflectancia del infrarrojo cercano (NIR) es un método que permite estimar la composición química de productos agrícolas, alimentos y forrajes y tiene varias ventajas sobre los análisis químicos, como la realización de análisis rápidos, de forma no destructiva y con una cantidad de muestras (Estupiñán et al. 2021). Este trabajo tuvo como objetivo elaborar una curva de calibración NIR para estimar/predecir la composición química y valoración nutritiva de muestras de alfalfa provenientes del programa de mejoramiento genético de INIA.

## MATERIALES Y METODOS

Se utilizaron 119 muestras de alfalfa provenientes de distintas zonas agroclimáticas de las regiones de Maule hasta Araucanía. Las muestras fueron analizadas para materia seca (MS), fibra detergente neutra (FDN) y fibra detergente ácida (FDA) por métodos analíticos de referencia y espectroscópicos en el laboratorio de Bromatología y de Espectroscopia NIR, respectivamente del Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIA-Remehue. Las muestras de alfalfa fueron deshidratadas y molidas y pasadas por un tamiz de 1 milímetro. Se realizó una comparación entre muestras enteras y molidas. Una submuestra de cada una (80g), por separado, fue colocada en una placa de Petri y se procedió al registro de los espectros en modo reflectancia usando el equipo BRUKER FT-NIR MPA modelo (Bruker Optik GmbH, Ettlingen Germany. Energy). En cada registro se tomaron 64 puntos de la muestra cada 2 nm en el intervalo de 12.000-4.000  $\text{cm}^{-1}$ . Se crearon modelos matemáticos utilizando regresión por mínimos cuadrados parciales (PLS) y validación cruzada. La selección de longitudes de onda, pre-tratamientos matemáticos y factores mediante cuadrados mínimos parciales (PLS), así como la determinación de valores atípicos se realizaron utilizando la función de optimización del Software Opus 8.2. La capacidad de predicción del modelo se evaluó a partir del coeficiente de determinación de la calibración ( $R^2c$ ) y validación ( $R^2v$ ).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El Cuadro 1 presenta los descriptores de calibración y validación para los modelos matemáticos de materia seca, fibra detergente ácida y fibra detergente neutra, para las dos presentaciones de las muestras de alfalfa (entera y molida). La mayoría de los modelos evaluados presentaron un coeficiente de determinación sobre 0,8 tanto para calibración como validación cruzada, sin embargo, los modelos diseñados con las muestras de alfalfa molida

fueron los que presentaron mejor resultados con valores de  $R^2 > 0,98$ . De acuerdo con los criterios de desempeño establecidos por Williams (2014), los modelos, para predecir materia seca, FDA y FDN en muestras de alfalfa entera, entrarían en la categoría de desempeño de detección con valores RPD de 2,7, 3,7 y 3,9 respectivamente, definiéndose como buena a excelente. Por su parte, los modelos de alfalfa molida lograron valores RPD para materia seca, FDA y FDN de 6,8, 5,9 y 7,6, respectivamente, categorizándose como excelente.

**Cuadro 1.** Descriptores de calibración y validación de ecuaciones obtenidas de muestras de alfalfa enteras y molidas.

	R <sup>2</sup> c	RMSEE	RPD	R <sup>2</sup> v	RMSECV	RPD	bias	Concentración	Tratamiento	PLS
<b>Muestras enteras</b>										
MS	0,90	1,1	3,1	0,86	1,2	2,7	0,02	11,2 – 28,5	No hay datos espectrales procesados	7
FDN	0,94	1,6	4,1	0,93	1,7	3,7	0,01	29,2 – 56,8	Normalización vectorial	6
FDA	0,95	1,3	4,7	0,94	1,5	3,9	0,00	21,6 – 47,7	Normalización vectorial	9
<b>Muestras molidas</b>										
MS	0,98	0,5	8,0	0,98	0,5	6,8	0,00	11,2 – 29,1	Primera derivada + normalización vectorial	7
FDN	0,98	1,0	7,2	0,97	1,1	5,9	- 0,03	27,4 – 56,8	Normalización vectorial	10
FDA	0,99	0,7	9,1	0,98	0,9	7,6	0,01	19,4 – 47,7	Primera derivada + normalización vectorial	6

**Datos:** Cuadrados Mínimos Parciales (PLS), Coeficiente de Determinación ( $R^2$ ), Error Cuadrático Medio de Estimación (RMSEE), Error Cuadrático Medio de la Validación Cruzada (RMSECV) Desviación Residual Predictiva (RPD).

## CONCLUSIONES

Las ecuaciones de calibración y validación NIR permiten establecer buenas predicciones cuantitativas de los componentes nutricionales de MS, FDA y FDN. Además, los resultados sugieren que la capacidad predictiva mejora cuando se aplica una etapa de molienda a las muestras utilizadas para el desarrollo de las curvas. La espectroscopia NIR se puede implementar como una herramienta eficaz para la cuantificación química en muestras de alfalfa, contribuyendo a la toma de decisiones del programa de mejoramiento de alfalfa de INIA.

## AGRADECIMIENTOS

Investigación financiada por INIA (500302-70), Fondecyt 1180821, Fondecyt 1230399.

## REFERENCIAS

Estupiñán, C., Carcelén, F., Hidalgo, V., Rojas, D., Vera, O., López, S., and S. Bezada. 2021. Application of near infrared spectroscopy - NIRS - to determine the nutritional value of

varieties of alfalfa (*Medicago sativa* L) and red clover (*Trifolium pretense* L). Revista De Investigaciones Veterinarias Del Perú, 32(1), e19491.  
<https://doi.org/10.15381/rivep.v32i1.19491>

Williams P. The RPD Statistic: A Tutorial Note. NIR news. 2014;25(1):22-26.

# EVALUACIÓN DEL USO DE UN ADITIVO BASADO EN SAPONINAS Y POLIFENOLES SOBRE PARÁMETROS DE FERMENTACIÓN RUMINAL Y LA PRODUCCIÓN DE METANO EN UN SISTEMA *IN VITRO* RUSITEC

## Evaluation of the use of saponins and polyphenols on rumen fermentation parameters and methane production in an *in vitro* RUSITEC system

Valentina Olmos-Salvo<sup>1\*</sup>, Catalina Cerda<sup>1</sup>, Sandra Tatiana Suescún-Ospina<sup>2</sup>, Rosa Navarro<sup>3</sup>, Victoria Tapia<sup>3</sup>, María José Salgado<sup>1</sup>, Macarena Pino<sup>1</sup>, Scarleth Muñoz<sup>1</sup>, Sebastián Pareja<sup>1</sup>, Jorge Ávila-Stagno<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Ciencia Animal, Facultad de Ciencias Veterinarias-Universidad de Concepción. <sup>2</sup>Departamento de Producción Animal, Facultad de Agronomía-Universidad de Concepción <sup>3</sup>Plantae Labs. \*Email: [jorgeavila@udec.cl](mailto:jorgeavila@udec.cl)

## INTRODUCCIÓN

La utilización de compuestos fitoquímicos como las saponinas y polifenoles en dietas para rumiantes tiene el potencial de mitigar las emisiones de metano entérico (CH<sub>4</sub>). Sin embargo, existe amplia variabilidad en los resultados reportados. El objetivo de este ensayo exploratorio fue determinar el efecto del uso de una dosis de 0,8% MS un aditivo comercial en una dieta basada en forraje sobre la producción de gas CH<sub>4</sub>, desaparición *in vitro* de materia seca (DIVMS) y de parámetros de fermentación ruminal (producción de ácidos grasos volátiles totales (AGV totales) y producción de nitrógeno amoniacal (N-NH<sub>3</sub>)).

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio fue realizado en el Laboratorio de Nutrición y Sistemas Ganaderos (Universidad de Concepción) en los meses de julio y agosto de 2023. Se realizó un experimento *in vitro* semicontinuo Rusitec (Czerkawski y Breckenridge, 1977), de dos corridas experimentales de 12 días cada una, con 7 días de adaptación y 5 días de muestreo usando un diseño de bloques completos al azar. El líquido y digesta ruminal se obtuvo de 2 bovinos canulados, alimentados con una dieta con una relación forraje:concentrado de 70:30 durante dos semanas previas a la incubación. Se definió como tratamiento control a la dieta basal (PC = 12,75%; FDN 32,52%), mientras que el tratamiento con el aditivo polifenólico (FS) consistió en una dosis de 0,8 % MS de Feed Sap, aditivo de origen natural que contiene saponinas y polifenoles (Plantae Labs, Chile). Cuatro fermentadores se llenaron con líquido ruminal (800 mL) y solución buffer McDougall (200 mL). Los tratamientos fueron incubados por 48 horas. El gas producido se almacenó en bolsas colectoras y medido por desplazamiento de agua previa extracción de una muestra para determinar CH<sub>4</sub> por cromatografía de gases. La DIVMS se determinó por diferencia de peso. La producción de AGV totales y de N-NH<sub>3</sub> fue determinada a partir de muestras de efluentes preservadas con ácido metafosfórico y tricloroacético respectivamente. El análisis estadístico se realizó con el software Infostat, utilizando la prueba t-Student para la comparación de dos medias, considerando diferencias estadísticamente significativas cuando p<0,05.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La DIVMS fue reducida en 11% en comparación al control (p=0,0124; Cuadro 1). La producción de gas total se redujo en 11% por efecto de la inclusión de FS (p=0,0037), mientras que la producción de CH<sub>4</sub> por gramo de MS incubada y por MS digerida disminuyeron en 27% respectivamente (p=0,001). El N-NH<sub>3</sub> y los AGV totales disminuyeron en 14% y 28% respectivamente (p=0,046). Sin embargo, la proporción molar de acetato no fue afectada por el tratamiento, mientras que las proporciones molares de propionato y



butirato presentaron incrementos de 13% y 10% respectivamente ( $p=0,0268$ ;  $p=0,0198$ ). Estos resultados demuestran que FS redujo la digestibilidad de la dieta, lo que se reflejó en la disminución proporcional de la producción de gas. Sin embargo, la reducción en la producción y el rendimiento de  $CH_4$  por FS fue significativamente mayor en comparación con la producción de gas. Además, la magnitud de la reducción de  $CH_4$  fue más notable en una menor dosis de polifenoles en comparación con otros estudios que utilizaron polifenoles de orujo de uva y extractos de corteza de pino y quebracho (Suescún-Ospina et al., 2022; Vera et al., 2022).

**Cuadro 1.** Efecto de la inclusión de Feed Sap (FS) en una dieta alta en forraje para bovinos sobre la desaparición *in vitro* de materia seca (DIVMS), producción de gas y metano ( $CH_4$ ), nitrógeno amoniacal ( $N-NH_3$ ) y AGV en un sistema *in vitro* de fermentación semicontinuo.

Parámetro	Tratamiento				p-valor
	Control		FS		
	$\bar{X}$	D.E	$\bar{X}$	D.E	
DIVMS (%)	58,25	3,54	51,75	10,15	0,012
Gas (mL)	1588,61	134,38	1416,00	197,85	0,004
$CH_4$ (mg/g MS)	2,29	0,46	1,68	0,42	<0,001
$CH_4$ (mg/g MS D)	4,21	0,65	3,08	0,57	<0,001
$N-NH_3$ (mg/dL)	3,12	0,5	2,67	0,87	0,046
AGV totales, mM	90,87	20,45	65,77	16,76	<0,001
Acetato (%)	65,92	4,15	64,33	4,55	0,244
Propionato (%)	13,25	1,95	14,81	2,42	0,027
Butirato (%)	13,13	1,75	14,52	1,86	0,019

D.E: Desviación estándar.

## CONCLUSIONES

La inclusión de Feed Sap, un aditivo natural que contiene saponinas y polifenoles reduce la producción *in vitro* de gas, de  $CH_4$  y de  $N-NH_3$  al utilizarse una dosis de 0.8 % de MS en una dieta basada en forraje. Este efecto puede deberse parcialmente a una reducción en la digestibilidad de la MS, por lo que es necesario investigar los efectos de concentraciones menores de este aditivo.

## REFERENCIAS

- CZERKAWSKI, J. W., & BRECKENRIDGE, G. (1977). Design and development of a long-term rumen simulation technique (Rusitec). *British journal of nutrition* 38(3), 371–384.
- SUESCUN-OSPINA, S. T., VERA, N., ASTUDILLO, R., YUNDA, C., WILLIAMS, P., ALLENDE, R., & ÁVILA-STAGNO, J. (2022). Effects of País grape marc inclusion in high and low forage diets: ruminal fermentation, methane production and volatile fatty acids. *Italian Journal of Animal Science*, 21(1), 924-933.
- VERA, N., GUTIÉRREZ-GÓMEZ, C., WILLIAMS, P., ALLENDE, R., FUENTEALBA, C., AND ÁVILA-STAGNO, J. (2022). Comparing the effects of a pine (*Pinus radiata* D. Don) bark extract with a quebracho (*Schinopsis balansae* Engl.) extract on methane production and *in vitro* rumen fermentation parameters. *Animals*, 12(9), 1080.

# VALOR NUTRITIVO DEL FORRAJE DE MEZCLAS MIXTAS (*Lolium perenne* y *Trifolium repens*) Y MULTIESPECIES, SOMETIDAS A DOS FRECUENCIAS E INTENSIDADES DE DEFOLIACIÓN DURANTE EL VERANO

**Nutritional value of forage from mixed (*Lolium perenne* and *Trifolium repens*) and a multispecies pasture, subjected to two frequencies and intensities of defoliation during summer**

Verónica Merino<sup>1</sup>, Luis Piña<sup>2\*</sup>, Claudia Mella<sup>2</sup>, Alejandro Acuña<sup>2</sup>, Cristian Lucero<sup>2</sup>, Tomás Schwenke<sup>2</sup>, Gabriel Seguel<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Producción Animal, Facultad de Agronomía, Universidad de Concepción

<sup>2</sup> Departamento de Producción Animal, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile

\*Email: [luispiña@uchile.cl](mailto:luispiña@uchile.cl) – Proyecto IDeA I+D ID23I10191

## INTRODUCCIÓN

Las especies forrajeras que, tradicionalmente, se han utilizado para el establecimiento de pasturas permanentes en zonas de clima templado, son *Lolium perenne* L. (ballica perenne) y *Trifolium repens* L. (trébol blanco), las cuales son especialmente sensibles al déficit hídrico durante el período estival, lo que afecta no sólo su productividad, sino también su calidad nutritiva. El uso de mezclas forrajeras con alta riqueza de especies (praderas multispecies) podría ser una alternativa para entregar un forraje de mayor calidad a los animales durante este período. Pero existen pocos estudios que evalúen el efecto de diferentes criterios de defoliación en este tipo de mezclas forrajeras y cómo dicho manejo afectaría el valor nutritivo del forraje producido (Baker et al., 2023). El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de dos intensidades y frecuencias de defoliación durante el verano, sobre el valor nutritivo de mezclas forrajeras mixtas y multispecies.

## MATERIALES Y MÉTODOS

En la Estación Experimental Oromo de la Universidad de Chile, se establecieron 96 parcelas experimentales de 24 m<sup>2</sup>, en donde se sembraron 3 mezclas forrajeras (MF): BP-TB, mezcla conformada por *L. perenne* (90%) y *T. repens* (10%); ME-1, mezcla compuesta por *L. perenne* (10%), *T. repens* (15%), *L. arundinacea* (10%), *D. glomerata* (10%), *Festulolium* (15%), *P. lanceolata* (20%) y *C. intybus* (20%); y ME-2, mezcla compuesta por *L. perenne* (25%), *T. repens* (15%), *L. arundinacea* (15%), *D. glomerata* (5%), *Festulolium* (10%), *P. lanceolata* (15%) y *C. intybus* (15%). Las parcelas fueron sembradas en octubre de 2023 y recibieron un corte de homogenización la primera semana de enero de 2024. Luego, fueron aplicados dos tratamientos de frecuencia (FD; 24 y 35 d) e intensidad de defoliación (ID; 5 y 8 cm). Se utilizaron 6 parcelas por tratamiento (combinación de factores mezcla x intensidad x frecuencia). Los tratamientos de defoliación fueron mantenidos estrictamente hasta la última semana de marzo de 2024. Se evaluó el contenido de MS del forraje (%), proteína cruda (PC,%), fibra detergente ácido (FDA,%), fibra detergente neutro (FDN,%), energía neta de lactancia (EN<sub>L</sub>, Mcal kg MS<sup>-1</sup>) y energía metabolizable (EM, Mcal kg MS<sup>-1</sup>). El diseño experimental correspondió a un diseño en bloques completamente aleatorizados, con estructura factorial de 4 x 2 x 2 (4 MF x 2 FD x 2 ID), con 6 repeticiones por tratamiento. Se realizó un análisis de GLM y cuando existieron diferencias estadísticamente significativas, se procedió a aplicar una prueba de comparaciones múltiples de Tukey con un 95% de confianza.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se observó un efecto significativo ( $P < 0,05$ ) en el contenido de MS de los factores independientes y de la interacción FD x ID (Cuadro 1). En el caso de la PC, se observó un efecto estadísticamente significativo ( $P < 0,05$ ) de la FD, siendo mayor el contenido de PC en 3,1% en la defoliación cada 24 días en relación a la de 35 días, y de la ID, siendo mayor el contenido de PC en 1,6% en el tratamiento de 5 cm. Se observó un efecto significativo ( $P < 0,05$ ) de los factores por separado y la interacción FD x ID en el contenido de FDN. En el caso de FDA, EN<sub>L</sub> y EM, se observó una interacción triple significativa ( $P < 0,05$ ) entre los factores MF x FD x ID. En general, se observa que las mezclas multiespecies, especialmente la mezcla ME-2, poseen mayores aportes de EN<sub>L</sub> y EM, bajo intensidades de 5 cm, que la mezcla BP-TB, con menores aportes de fibra, lo que permite deducir que dichas mezclas presentan un mayor valor nutricional durante el verano que la mezcla mixta tradicional de ballica perenne con trébol blanco.

**Cuadro 1.** Composición química del forraje producido por tres mezclas forrajeras (MF), sometidas a dos frecuencias (FD) e intensidades (ID) de defoliación, durante el verano.

Variables						
MF	MS (%)	PC (%)	FDA (%)	FDN (%)	EN <sub>L</sub> (Mcal kg MS <sup>-1</sup> )	EM (Mcal kg MS <sup>-1</sup> )
BP-TB	26,9 a <sup>1</sup>	15,8	31,5 a	44,8 a	1,36 a	2,18 a
ME-1	23,8 b	16,0	30,3 a	41,4 b	1,40 a	2,24 b
ME-2	24,0 b	16,6	28,6 b	39,7 b	1,46 b	2,33 b
EEM	0,71	0,42	0,75	0,69	0,02	0,03
P-value	0,010	0,384	0,042	< 0,001	0,042	0,041
FD						
24 días	24,1	17,7	28,9	40,8	1,45	2,31
35 días	25,7	14,6	31,4	43,2	1,36	2,19
EEM	0,58	0,34	0,61	0,56	0,02	0,032
P-value	0,06	< 0,001	0,010	0,006	0,011	0,011
ID						
5 cm	23,3	16,9	28,8	39,5	1,46	2,32
8 cm	26,5	15,3	31,5	44,4	1,36	2,18
EEM	0,58	0,34	0,618	0,56	0,021	0,032
P-value	< 0,001	0,002	0,005	< 0,001	0,005	0,005
Interacciones						
MF x FD	0,772	0,876	0,508	0,292	0,511	0,528
MF x ID	0,213	0,862	0,003	0,230	0,003	0,003
FD x ID	0,016	0,691	0,039	0,045	0,037	0,038
MF x FD x ID	0,874	0,496	0,040	0,076	0,039	0,038

<sup>1</sup> Letras distintas en la misma columna, indican diferencias significativas entre mezclas forrajeras ( $P < 0,05$ ).

## CONCLUSIONES

Los resultados del presente trabajo permiten concluir que una menor frecuencia e intensidad de defoliación mejoran el valor nutricional de mezclas forrajeras mixtas y multiespecies

durante el verano. Las mezclas multiespecies proveen de una mayor concentración de EM y EM<sub>L</sub> que la mezcla BP-TB, especialmente con intensidades de defoliación de 5 cm.

## **REFERENCIAS**

BAKER, S., LYNCH, M., GODWIN, F., BOLAND, T., EVANS, A., MURPHY, P., KELLY, A. & SHERIDAN, H. (2023). A comparison of the nutritive value of perennial ryegrass, perennial ryegrass and white clover and multispecies-based farmlet systems. *Grassland Research*, 2, 129-139.

## AUSPICIADORES



## PATROCINADORES



## FACULTADES ORGANIZADORAS

