

50 CONGRESO ANUAL
SOCHIPA

12, 13 y 14 de Noviembre, 2025
Hotel Santa Cruz, Santa Cruz, Región de O'Higgins

LIBRO DE RESÚMENES

*Ciencia y experiencia co-creando
la producción animal del futuro*



LIBRO DE RESÚMENES

50° Congreso Anual Sociedad Chilena de Producción Animal 2025

Santa Cruz, 12 al 14 de noviembre de 2025

***“Ciencia y experiencia co-creando la producción
animal del futuro”***

Organizan:

Universidad de O'Higgins

Instituto de Ciencias Agroalimentarias, Animales y Ambientales

50° Congreso Anual Sociedad Chilena de Producción Animal 2025

LIBRO DE RESÚMENES

Editores

Paula Toro-Mujica

Presidenta Comité Organizador 50° Congreso SOCHIPA 2025

Jaime Figueroa

Vicepresidente Comité Organizador 50° Congreso SOCHIPA 2025

Ariel Soto Zapata

Miembro Comité Científico 50° Congreso SOCHIPA 2025

Directorio Sociedad Chilena de Producción Animal A.G

Presidente

Ignacio Beltrán Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA)

Vicepresidenta

Verónica Merino Universidad de Chile

Secretaria/Tesorera

Mónica Gendarillas Universidad Austral de Chile

Directores

Iván Ordoñez Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA)

Paula Toro-Mujica Universidad de O'Higgins

Comité Organizador y Científico Directorio 50º Congreso de la Sociedad Chilena de Producción Animal A.G.

Presidenta

Paula Toro-Mujica Universidad de O'Higgins

Vicepresidente

Jaime Figueroa Universidad de O'Higgins

Miembros Comité Organizador

Mónica Gendarillas Universidad Austral de Chile

Patricio Lisboa Universidad de O'Higgins

Valeria Alarcón Universidad de O'Higgins

Valentina Pérez Universidad de O'Higgins

Ariel Soto-Zapata Universidad de O'Higgins

Alvaro Vargas Universidad de O'Higgins

Francisca Drogueyt Universidad de O'Higgins

Nicolás Carmona Universidad de O'Higgins

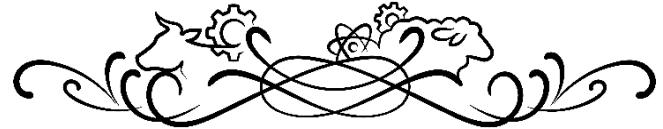
Pamela Rojas Universidad de O'Higgins

Irene Vera Universidad de O'Higgins

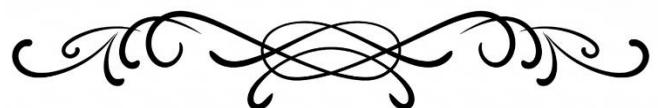
Sophia Cabezas Universidad de Chile

Miembros Comité Científico

Paula Toro Mujica	Universidad de O'Higgins
Jaime Figueiroa	Universidad de O'Higgins
Gabriel Arriagada	Universidad de O'Higgins
Fernando Ortega-Klose	Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA)
Ignacio Beltrán	Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA)
Jaime Piñeira	Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA)
José Daza	Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA)
Nicolás Pizarro	Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA)
Osvaldo Teuber	Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA)
Christian Alvarado	Universidad Austral de Chile
Juan Pablo Keim	Universidad Austral de Chile
Máximo Alonso	Universidad Austral de Chile
Oscar Balocchi	Universidad Austral de Chile
Rodrigo Arias	Universidad Austral de Chile
Silvana Bravo	Universidad Austral de Chile
Elizabeth Huenul	Universidad Autónoma de Barcelona
Francisco Pérez	Universidad Autónoma de Barcelona
Felipe Lembeye	Universidad Católica de Chile
Alejandro Velásquez	Universidad Católica de Temuco
Daniel Cartes	Universidad de Chile
Daniela Luna	Universidad de Chile
Luis Piña	Universidad de Chile
Sergio Guzmán	Universidad de Chile
Verónica Merino	Universidad de Chile
Pamela Williams	Universidad de Concepción
Rodrigo Allende	Universidad de Concepción
Percy Abasto	Universidad de la Américas
Gastón Sepúlveda	Universidad de la Frontera
Rubén Vera	Universidad Santo Tomás



ÍNDICE DE TRABAJOS



SECCIÓN I: COMPORTAMIENTO Y BIENESTAR ANIMAL

RELACIÓN ENTRE EL PUNTAJE DE TEMPERAMENTO Y LA TASA DE PREÑEZ EN VACAS ANGUS Y OVERO COLORADO. Natalia Matamala y Rodrigo Arias.	21
IMPACTO DEL ESTRÉS TÉRMICO EN VACAS EN LACTANCIA EN LA MACROZONA LECHERA. Reinaldo Pinto, Maximiliano Pizarro, Paula Ramírez y Rodrigo Arias.	23
EFECTO DEL CONDICIONAMIENTO CLÁSICO EN POLLOS BROILER EXPUESTOS A UNA DIETA DEFICIENTE EN AMINOÁCIDOS. Sofía Herrera, Jorge González-Pavez, Paloma Cordero y Sergio Guzmán-Pino.	25
RECUPERACIÓN POSTQUIRÚRGICA TRAS FISTULACIÓN RUMINAL EN VACAS A PASTOREO: PARÁMETROS PRODUCTIVOS Y FISIOLÓGICOS. Alejandra Carmine, Sebastián Bravo y Álvaro Morales.	27
EFECTO DEL TIPO DE SOMBRA SOBRE EL BALANCE ENERGÉTICO EN CABRAS CRIOLLAS EXPUESTAS A ESTRÉS CALÓRICO. Fernanda Cura, Rocío Basáez, Sofía Harriet, Daniela Luna y Daniel Cartes.	29
EFECTO DEL TIPO DE SOMBRA SOBRE TEMPERATURA SUPERFICIAL Y ESTRÉS OXIDATIVO EN CABRAS CRIOLLAS EXPUESTAS A ESTRÉS CALÓRICO. Rocío Basáez, Sofía Harriet, Fernanda Cura, Daniela Luna y Daniel Cartes	31
CROMODACRIORREA COMO INDICADOR DE BIENESTAR EN CERDAS DE RECRÍA: EL ROL DEL MANEJO HUMANO. Sophia Cabezas, Josefa Alfaro, Javiera Calderón-Amor, Daniel Cartes, Sergio Guzmán-Pino, Lucas Venegas, Diego Elgueda, Daniela Siel, Jaime Figueroa y Daniela Luna.	33
TERMOGRAFÍA INFRARROJA OCULAR COMO PREDICTOR DE LA TEMPERATURA CORPORAL EN BOVINOS LECHEROS BAJO CONDICIONES DE ESTRÉS TÉRMICO. Reinaldo Pinto, Rodrigo Arias, Juan Pablo Keim y Daniela Gaona.	35

SECCION II: GENETICA Y REPRODUCCIÓN

A SELECTION INDEX BASED ON PRE-WEANING TRAITS IN SUFFOLK DOWN LAMBS MANAGED ON DRYLANDS IN CENTRAL CHILE. Felipe Lembeye, Héctor Uribe y Giorgio Castellaro.

38

GENMATCH: HERRAMIENTA COMPUTACIONAL PARA LA PLANIFICACIÓN DE GRUPOS REPRODUCTIVOS EN PROGRAMAS DE MEJORAMIENTO GENÉTICO GANADERO. Jaime Piñeira.

40

AVANCES RECIENTES DEL PROGRAMA NACIONAL DE MEJORAMIENTO GENÉTICO EN ABERDEEN ANGUS EN CHILE Jaime Piñeira, Francisco Sales, Marilyn Tapia, Eugenia Martínez, Juan Lobos, Guido Candia, Paulo Guarda y Rosiel Del Río Sidle.

42

A SELECTION INDEX BASED PRE-WEANING TRAITS IN MERINO PRECOZ LAMBS MANAGED ON DRYLAND GRASSLANDS IN CENTRAL CHILE. Felipe Lembeye, Héctor Uribe y Giorgio Castellaro.

44

DISPOSICIÓN DE PRODUCTORES LECHEROS A REALIZAR CRUZAMIENTOS TERMINALES CARNE X LECHE EN EL SUR DE CHILE María Follerta y Rodrigo Ariasa

46

VÉRTEBRAS TORACOLUMBARES ADICIONALES EN CORDEROS SUFFOLK Y SU EFECTO EN LAS REGIONES CORPORALES DE LA CARCASA. Álvaro Ferrada, Briones Luengo y Ávila Stagno.

48

PERFIL MORFOLOGICO Y GENETICO DEL BURRO CRIOLLO CHILENO. Alfredo Ramírez-Reveco, Gonzalo Gajardo, Daniel Larsen, María Jesús Montero, Tamara Tadich, Nicolas Fuentes, Marianne Werner, Hedio Bustamante, Germán Errazuriz and Pablo Strobel.

50

EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LA ULTRASONOGRAFÍA TRANSRECTAL Y LA HISTOLOGÍA POST MÓRTEM EN OVARIOS DE OVEJAS SUFFOLK DOWN. Lina Maria Correa, Pía Correa-Véliz, Martina Salazar-Cornejo, Sarah Montoya-Muñoz, Marcela Gómez-Ceruti y Daniela Castro-Tardón.

52

IMPACTO Y VARIABILIDAD DEL MICROBIOMA SEMINAL DE VERRACO SOBRE LA CALIDAD ESPERMÁTICA DURANTE EL ALMACENAMIENTO EN FRÍO. Nicol Carrasco, Karla Leal1, Juan Machuca, Kattia Núñez-Montero, Felipe Pezo y María José Contreras.

54

SUPLEMENTACIÓN DEL MEDIO DE DESCONGELACION CON GLUTATIÓN REDUCIDO (GSH) Y SU IMPACTO EN EL ESTRÉS OXIDATIVO Y FUNCIONALIDAD DE ESPERMATOZOIDES DE VERRACO CRIOPRESERVADOS. Ana Carrasco, Rebeca Choque, Sofía Palma, Cristóbal Nahuelpán, Pía Burgos, Matías Sanhueza, Ricardo Guerrero, André Andrade, Raúl Sánchez y Felipe Pezo.

56

EFFECTO DE LA ADICIÓN DE MELATONINA AL MEDIO DE DESCONGELACIÓN DE ESPERMATOZOIDES DE VERRACO CRIOPRESERVADOS SOBRE EL ESTRÉS OXIDATIVO Y FUNCIONALIDAD ESPERMÁTICA. Rebeca Choque, Ana Carrasco, Sofía

Palma, Cristóbal Nahuelpán, Pía Burgos, Matías Sanhueza, Ricardo Guerrero, André Andrade, Raúl Sánchez y Felipe Pezo.

58

COMPARACIÓN DEL PATRÓN DE SECRECIÓN DE VESÍCULAS EXTRACELULARES OVIDUCTALES ENTRE PAVA CRIOLLA Y GALLINA ARAUCANA. Makarena Rubilar, Diego Caamaño, Yat Wong, Bárbara Melo-Baez, Lleretny Rodríguez-Álvares, Mario Briones y Fidel Castro.

60

SECCIÓN III: NUTRICIÓN ANIMAL

VARIACIÓN EN EL TIEMPO DE COMUNIDADES MICROBIANAS DEL RUMEN INCUBADAS IN VITRO SOBRE UN SUSTRATO LIGNOCELULOSICO. Alejandro Velásquez, Paola Díaz y María José Sepúlveda.	63
DESEMPEÑO PRODUCTIVO DE BOVINOS EN RECRÍA ALIMENTADOS CON REMOLACHA FORRAJERA EN EL SUR DE CHILE. Mauricio Pizarro, Edita Ramírez y Rodrigo Arias.	65
UTILIZACIÓN DE BAGAZO DE CERVEZA PARA LA OBTENCIÓN DE UN ALIMENTO CÁRNICO ALTERNATIVO. Daniela Tapia, Ailin Martínez, Natalia Rebolledo, Gastón Sepúlveda y Rommy Díaz.	67
EL PERFIL DE PROTEINA CRUDA Y AMINOÁCIDOS EN LAS DIETAS MODULA EL COMPORTAMIENTO ALIMENTARIO DE POLLOS BROILER ANTE LISINA, TREONINA, METIONINA Y TRIPTOFANO. Paloma Cordero, Galia Ramírez-Toloza, Sofía Herrera-Alcaíno y Sergio Guzmán-Pino.	69
DIETAS REDUCIDAS EN PROTEINA CRUDA Y AMINOÁCIDOS REDUCEN LA EXPRESIÓN GÉNICA INTESTINAL DE LOS SENSORES DE AMINOÁCIDOS T1R1 Y T1R3 EN POLLOS BROILER. Paloma Cordero, Galia Ramírez-Toloza, Sofía Herrera-Alcaíno y Sergio Guzmán-Pino.	71
PROGRAMACIÓN FETAL DEL PERFIL METABOLÓMICO EN NEONATOS OVINOS NACIDOS COMO PEQUEÑOS PARA EDAD GESTACIONAL (SGA) Y NO-SGA A PARTIR DE GESTACIONES BAJO RESTRICCIÓN NUTRICIONAL EN MAGALLANES. Camila Sandoval, Pablo Alarcón, Francisco Sales, Raúl Lira, Matías Araya, Rafael Burgos, César Ulloa-Leal y Marcelo Ratto.	73
COMPARACIÓN DEL PERFIL FERMENTATIVO RUMINAL DE <i>PLANTAGO LANCEOLATA</i>, <i>CICHORIUM INTYBUS</i> Y PRADERAS BASADAS EN GRAMÍNEAS UTILIZANDO EL SISTEMA RUSITEC. Romina Rodríguez, Nelson Vera, Jorge Ávila, Daniel Alomar y Silvana Bravo.	75
VARIABILIDAD DEL GASTO CALÓRICO EN CABALLOS DE RODEO Y SU IMPLICANCIA EN LA ESTIMACIÓN DE REQUERIMIENTOS ENERGÉTICOS. ESTUDIO PRELIMINAR. Florencia Tobar, Álvaro Morales, Juan Pablo Keim y Mónica Gendarillas.	77
EVALUACIÓN IN VIVO DE MODELOS DE ALIMENTACIÓN EN ALPACAS (<i>VICUGNA PACOS LINN</i>). Benjamín Guerrero, Pamela Williams, Giorgio Castellaro, Sandra Suescún y Marcelo Doussolin.	79
VALORIZACIÓN DEL ORUJO DE UVA TINTA Y BLANCA COMO INGREDIENTE FUNCIONAL EN LA ALIMENTACIÓN DE GALLINAS PONEDORAS: EFECTOS SOBRE LA PRODUCTIVIDAD Y LA CALIDAD DEL HUEVO. Ignacio Fuentealba, Sandra Suescún-Ospina, Pamela Williams, Valeria Velasco y Jorge Ávila-Stagno.	81

EFFECTO DE LA INCLUSIÓN DE COCHAYUYO (DURVILLAEA ANTARTICA) SOBRE PARÁMETROS CÁRNICOS EN CERDOS. Peralta, Natalia, Sepúlveda Gastón, Muñoz Alex, Perez-Nuñez Isabella, Rebolledo Natalia y Quiñones Sepúlveda.

83

EFFECTO DE LA INCLUSIÓN DE ORUJO DE UVA EN LA DIETA DE VAQUILLAS ANGUS CON UNA DIETA ALTA EN FORRAJES SOBRE INDICADORES DE ESTRÉS OXIDATIVO. Abril Munizaga, Daniel Cartes, Mónica Huala, Sergio Iraira y Ignacio Beltrán.

85

EFFECTOS DE LA INCORPORACIÓN CONJUNTA DE GLICINATOS DE ZINC, COBRE, HIERRO Y MANGANESO EN DIETAS DE CRIANZA DE POLLITAS SOBRE PARÁMETROS PRODUCTIVOS. Patricia Muñoz-Martínez, Camila Troncoso, Javiera Mella, Gastón Cassus, Pía Saavedra, Miguel Guzman y Sergio Guzmán-Pino.

87

EFFECTOS DE LA INCORPORACIÓN CONJUNTA DE GLICINATOS DE ZINC, COBRE, HIERRO Y MANGANESO EN DIETAS DE CRIANZA DE POLLITAS SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS DEL INTESTINO DELGADO. Camila Troncoso, Patricia Muñoz-Martínez, Javiera Mella, Gastón Cassus, Pía Saavedra, Miguel Guzman y Sergio Guzmán-Pino.

89

EFFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN CON SELENIO SOBRE LA ACTIVIDAD DE GLUTATIÓN PEROXIDASA (GSH-PX) Y LA EFICIENCIA PRODUCTIVA EN OVEJAS. Silvana Bravo, Sebastián Bravo, Álvaro Morales, Mario Díaz, Cristian Norambuena y Rebeca Neipán.

91

FEEDING BEHAVIOUR OF SENSORY VARIED DIETS IN NURSERY PIGS. Irene Vera, Elizabeth Huenul, Rocío Palomo, Sophia Cabezas, Daniela Luna y Jaime Figueroa.

93

SECCIÓN IV: PRADERAS Y FORRAJES

REDUCCIÓN DE FERTILIZACIÓN NITROGENADA EN BALICA PERENNE ESTABLECIDA EN MEZCLA CON TRÉBOL BLANCO EN DOS AMBIENTES CONTRASTANTES EN EL SUR DE CHILE. I- COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE LA PRIMERA TEMPORADA. Fernando Ortega-Klose, Emilio Ungerfeld, Cristian Moscoso, Jaime Mejías, Francisco Salazar, Sara Hube, Juan Quintana, Marcelo Villagra y Luis Ramirez. **96**

ESTABLECIMIENTO DE BALICA HÍBRIDA EN MEZCLA CON TRÉBOL ROSADO PARA MEJORAR LA SUSTENTABILIDAD EN DOS AMBIENTES CONTRASTANTES EN EL SUR DE CHILE. I- COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE LA PRIMERA TEMPORADA. Fernando Ortega-Klose, Cristian Moscoso, Francisco Salazar, Jaime Mejías, Emilio Ungerfeld, Sara Hube, Juan Quintana, Marcelo Villagra y Luis Ramirez. **98**

COMPOSICIÓN BOTANICA Y CALIDAD DE LA DIETA DE CAPRINOS EN TERRENOS DE PASTOREO DEL SECANO ARIDO DE CHILE DURANTE DOS ÉPOCAS CONTRASTANTES. Giorgio Castellaro, Juan Escanilla, Juan Fernández, Claudia Torres. **100**

RENDIMIENTO DE ALFALFA (*MEDICAGO SATIVA L.*) DE DIFERENTE LATENCIA EN UN CLIMA TEMPLADO. Cristian Moscoso, Ignacio Beltrán, Marcelo Villagra. **102**

CAMBIOS EN LA PRODUCCIÓN DE LECHE ESTIVAL Y OTOÑAL POR LA INCLUSIÓN DE BALICA HÍBRIDA Y TRÉBOL ROSADO BAJO PASTOREO. Cristian Moscoso, Ignacio Beltrán y Fernando Ortega. **104**

VALOR NUTRITIVO DEL FORRAJE DE MEZCLAS MIXTAS (*LOLIUM PERENNE Y TRIFOLIUM REPENS*) Y MULTIESPECIES, SOMETIDAS A DOS FRECUENCIAS E INTENSIDADES DE DEFOLIACIÓN. Verónica Merino, Luis Piña, María Jesús Navarro, Claudia Mella, Alejandro Acuña, Cristian Lucero, Juan Chandía y Rodrigo Mora. **106**

EFECTO DE LA ESPECIE, CRITERIOS DE PASTOREO Y ESTACIÓN DEL AÑO SOBRE PARÁMETROS DE CALIDAD NUTRITIVA EN GRAMÍNEAS. Cristian Moscoso y Ignacio Beltrán. **.108**

RELACIÓN ENTRE LARGO ESPECÍFICO DE RAÍZ Y RESPIRACIÓN RADICULAR EN UNA ESPECIE ADAPTADA AL CLIMA DE ESTEPA FRÍA EN PATAGONIA. Iván Ordóñez, Ignacio López, Dorota Dec, Alinne Castro, Eric Ulloa y Verónica Merino. **110**

EFICIENCIA EN EL USO DE LA RADIACIÓN FOTOSINTÉTICAMENTE ACTIVA DE LA VEGETACIÓN EN UNA VEGA HÚMEDA EN LA ESTEPA PATAGONICA. Iván Ordóñez, Dorota Dec, Jorge Ivelic-Sáez, Ignacio López, José Dorner, Jose Luis Arumi, Alinne Castro y Eric Ulloa. **112**

RENDIMIENTO DE MEZCLAS MIXTAS (*LOLIUM PERENNE Y TRIFOLIUM REPENS*) Y MULTIESPECIES, SOMETIDAS A DOS FRECUENCIAS E INTENSIDADES DE DEFOLIACIÓN DURANTE DOS TEMPORADAS DE CRECIMIENTO. Luis Piña, Verónica Merino, María Jesús Navarro, Claudia Mella, Juan Chandía, Rodrigo Mora, Cristian Lucero, Alejandro Acuña, Gabriel Seguel y Tomás Schwenke. **114**

96

98

100

102

104

106

.108

110

112

114

13

VARIACIÓN ESTACIONAL DE LA CALIDAD NUTRITIVA Y CONCENTRACIÓN DE PIGMENTOS FOTOSINTÉTICOS EN *PLANTAGO LANCEOLATA* L. Luis Piña, Verónica Merino, Claudia Pérez, Lubia Guedes, María Jesús Navarro y Gabriela Gómez.

116

VARIACIÓN ESTACIONAL DE LA CONCENTRACIÓN DE CARBOHIDRATOS SOLUBLES EN *PLANTAGO LANCEOLATA* L. Verónica Merino, Luis Piña, Claudia Pérez, Lubia Guedes, Gabriela Gómez, María Jesús Navarro, Iván Ordóñez y María López-Belchi.

118

EFFECTO DEL INTERVALO DE DEFOLIACIÓN SOBRE LA CONCENTRACIÓN DE CARBOHIDRATOS SOLUBLES Y COMPUESTOS BIOACTIVOS EN SIETE VENAS (*PLANTAGO LANCEOLATA* L.). Verónica Merino, Luis Piña, Claudia Pérez, Lubia Guedes, Gabriela Gómez, María Jesús Navarro, Iván Ordóñez y María López-Belchi.

120

CRECIMIENTO Y VALOR NUTRITIVO DE UNA PRADERA MIXTA (*LOLIUM PERENNE* L. Y *TRIFOLIUM REPENS* L.) Y UNA POLIFÍTICA (*LOLIUM PERENNE* L., *TRIFOLIUM REPENS* L. Y *BROMUS VALDIVIANUS* PHIL.) DURANTE PRIMAVERA-VERANO. Belén Barría, Cristóbal Asenjo, Iván Calvache, Óscar Balocchi, Juan Pablo Keim y Rubén Pulido.

122

PASTOREO REGENERATIVO Y CONTINUO CON AJUSTE DE CARGA EN MAGALLANES: EFECTOS SOBRE LA PRODUCCIÓN ANIMAL. Raúl Lira, Francisco Sales, Jaime Valenzuela, Camila Sandoval, Iván Ordoñez, Jorge Araneda y Jorge Ivelic.

124

RELACIÓN HOJA-TALLO EN POBLACIONES DE ALFALFA (*MEDICAGO SATIVA* L.) ESTABLECIDAS EN CAUQUENES Y CHILLÁN, CHILE. Camila Saenz, Luis Inostroza, Soledad Espinoza, Viviana Barahona, Hamza Noushahi y Alejandro del Pozo.

126

EVALUACIÓN ESTACIONAL DE LA CALIDAD Y DISPONIBILIDAD DE PRADERA NATURAL DE SECANO EN RELACIÓN CON LA COMPOSICIÓN BOTÁNICA Y ORIENTACIÓN GEOGRÁFICA. Antonia Guajardo, Patricio Lisboa, David Salas, Gonzalo Muñoz, Nicolas Quiroga y Paula Toro-Mujica.

128

RENDIMIENTO DURANTE PRIMAVERA-VERANO DE UNA PRADERA BINARIA VS. UNA MULTIESPECIE BAJO DOS FRECUENCIAS DE DEFOLIACIÓN. Javier Gallardo, Oscar Balocchi, Iván Calvache, Juan Pablo Keim y Máximo Alonso.

130

EFFECTO DEL TIPO DE PRADERA Y FRECUENCIA DE DEFOLIACIÓN SOBRE LA PRODUCCIÓN DE GAS Y METANO IN VITRO. Isidora Ruiz-Tagle, Juan Pablo Keim, Oscar Balocchi y Iván Calvache.

132

EFFECTO DE LA DISPONIBILIDAD Y OFERTA FORRAJERA DE UNA PRADERA MIXTA CON *BROMUS VALDIVIANUS* SOBRE LA PRODUCCIÓN LÁCTEA EN OTOÑO. Exequiel Herrera, Rubén Pulido, Juan Pablo Keim, Iván Calvache y Óscar Balocchi.

134

INFLUENCIA DE *VACHELLIA CAVEN* EN LA ACTIVIDAD MICROBIOLOGICA DEL SUELO SOBRE 16 FUENTES CARBONO EN UN AGROECOSISTEMA SILVOPASTORIL. RESULTADOS PRELIMINARES. Ariel Soto-Zapata, Camila Zenteno, Patricio Lisboa y Paula Toro-Mujica.

136

SELECCIÓN DE PROGENIES DE ALFALFA CON ALTA CALIDAD DE FORRAJE EN AMBIENTES DE SECANO MEDITERRÁNEO. Luis Inostroza, Sofia Cabezas, Soledad Espinoza, Gerson Monzon, Alejandro Del Pozo, Macarena Gerding, Erick Zagal, Mariela Silva y Camila Saenz.

138

ESTIMACIÓN DE LA ALTURA DE PLANTA Y DORMANCIA DE OTOÑO EN ALFALFA MEDIANTE DE IMÁGENES AÉREAS RGB. Danae Hernández, Luis Inostroza, Gerson Monzon y Manuel Palacios.

140

BACTERIAS PROMOTORAS DE CRECIMIENTO Y MICRONUTRIENTES. Cristian Gutiérrez, Luis Inostroza, Matías Guerra y Macarena Gerding.

142

SECCIÓN V: PRODUCCIÓN ANIMAL SOSTENIBLE

ENVIRONMENTAL FACTORS AFFECTING MILK PRODUCTION AND LACTATION PERSISTENCY IN INDOORS-MANAGED DAIRY COWS. Felipe Lembeye.	145
EFICIENCIA ENERGÉTICA Y PRODUCCIÓN DE QUESO DE VACAS HOLSTEIN Y JERSEY EN PASTOREO DE PRADERA EN UN MODELO BASADO EN NASEM 2021. Jorge Figueroa.	147
CARACTERIZACIÓN DEL USO DE IMPLANTES ANABÓLICOS PROMOTORES DEL CRECIMIENTO EN BOVINOS EN CHILE. Mireya Lincadeo y Rodrigo Arias.	149
EXPLORING THE EFFICACY OF SECONDARY COMPOUNDS IN PLANTAIN (<i>PLANTAGO LANCEOLATA L.</i>) PASTURES FOR MITIGATING METHANE EMISSIONS. Soledad Navarrete, Komahan Sivanandarajah, Danny Donaghy, Peter Kemp, Dave Horne, Thiagarajah Ramilan, German Molano y David Pacheco.	151
EFFECTO DEL ENRIQUECIMIENTO AMBIENTAL SOBRE LOS INDICADORES CONDUCTUALES EN POLLOS BROILER: REVISIÓN SISTEMÁTICA. Sofía Herrera-Alcaíno, Daniela Luna, Carolina Valenzuela, Igor Pacheco y Sergio Guzmán-pino.	153
EFFECTO DEL ENRIQUECIMIENTO AMBIENTAL SOBRE INDICADORES FISIOLÓGICOS DE BIENESTAR EN POLLOS BROILER: REVISIÓN SISTEMÁTICA. Sofia Herrera-Alcaíno, Daniela Luna, Carolina Valenzuela, Igor Pacheco y Sergio Guzmán-Pino.	155
COMPRENDIENDO LOS MECANISMOS MEDIANTE EL CUAL SIETE VENAS (<i>PLANTAGO LANCEOLATA L.</i>) REDUCE LAS EMISIÓNES DE ÓXIDO NITROSO EN SISTEMAS PASTORILES. Soledad Navarrete, Peter Kemp, Dave Horne y Jimena Rodríguez.	157
PRODUCCIÓN DE METANO Y VARIABLES DE FERMENTACIÓN EN GENOTIPOS CONTRASTANTES DE BALICA (<i>LOLIUM PERENNE L.</i>) EVALUADOS EN RUSITEC. Nelson Vera-Aguilera*, Nathaly Cancino-Padilla, Paulina Etcheverría, Fernando Ortega-Klose, Emilio Ungerfeld, Sandra Suescun-Ospina y Jorge Ávila-Stagno.	159
SUBPRODUCTOS DE UVA COMO MODULADORES DE LA FERMENTACIÓN RUMINAL Y LA METANOGÉNESIS <i>IN VITRO</i>. Sandra Suescun-Ospina, Valentina Olmos Salvo, Rodrigo Allende, Pedro Melín, Pamela Williams, Nelson Vera y Jorge Avila-Stagno.	161
EFFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN CON AGAR-AGAR EN LA CALIDAD FISICOQUÍMICA Y NUTRICIONAL DE CARNE OVINA. Matías Cortés, Rommy Diaz, Rodrigo Huaiquipán, Sepúlveda Ng, Gastón Sepúlveda, Ailín Martínez y John Quiñones.	165
POTENCIAL DE LA MACROALGA PARDA (<i>DURVILLAEA ANTARCTICA</i>) PARA LA PRODUCCIÓN SOSTENIBLE DE CERDOS. Sepúlveda G., Muñoz A., Perez-Nuñez I., Rebolledo N., Quiñones J. y Sepúlveda N.	167

SINERGIA ENTRE POLIFENOLES Y LÍPIDOS DE ORUJO DE UVA PAÍS EN LA MITIGACIÓN DE METANO DURANTE UNA FERMENTACIÓN RUMINAL *IN VITRO*. Sandra Suescun-Ospina, Pamela Williams, Jorge Avila-Stagno, Nelson Vera-Aguilera y Rodrigo Allende.

169

INCLUSIÓN DE ACHICORIA (*CICHORIUM INTYBUS* L.) O RAPS FORRAJERO (*BRASSICA NAPUS SSP. BIENNIS*) Y SU EFECTO SOBRE LA EXCRECIÓN DE NITRÓGENO Y EMISIONES DE METANO EN VACAS LECHERAS A PASTOREO. Josepha León, Juan P. Keim, Rubén Pulido, David Pacheco, Camila Muñoz y Einar Vargas-Bello.

171

CONTENIDO DE PROTEÍNA Y COMPOSICIÓN AMINOACÍDICA DE LA ALBÚMINA DE HUEVO DE GALLINA DE PEQUEÑOS Y MEDIANOS PRODUCTORES DE LA REGIÓN DE O'HIGGINS. RESULTADOS PRELIMINARES. Paula Toro-Mujica, Patricio Lisboa y Nicolas Carmona.

173

EFFECTO DE LAS PRÁCTICAS DE MANEJO, NUTRICIÓN E INFRAESTRUCTURA SOBRE LA COMPOSICIÓN FISICOQUÍMICA DE LA CLARA Y YEMA DEL HUEVO. Nicolás Carmona, Patricio Lisboa, Álvaro Vargas, Pablo Gutiérrez y Paula Toro-Mujica.

175

EFFECTO DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN Y ALMACENAMIENTO POST-RECOLECCIÓN SOBRE PARÁMETROS DE CALIDAD COMERCIAL DE HUEVOS DE GALLINA DE AGRICULTURA FAMILIAR CAMPESINA (AFC). Patricio Lisboa, Nicolás Carmona, Álvaro Vargas, Pablo Gutiérrez y Paula Toro-Mujica.

177

IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES DE *CRYPTOSPORIDIUM* SPP. EN BOVINOS DE LA REGION METROPOLITANA MEDIANTE ANÁLISIS DE ADN. Nikolas Escaffi, Lucia Peters, Simonne Reinoso, Carlos Díaz, Cristian A. y Alvarez Rojas.

180

PRIMER REPORTE DE *CALICOPHORON* SPP. (TREMATODA: PARAMPHISTOMIDAE) EN BOVINOS DE LA REGIÓN DE LA ARAUCANÍA, CHILE. Daniela Tapia, Luis Marmolejo y Juan Manuel Sanhueza.

182

CONTROL DE CUNCUNILLA NEGRA (*DALACA PALLENS*) Y SU EFECTO SOBRE LA PRODUCCIÓN Y COMPOSICIÓN BOTÁNICA DE UNA PRADERA POLIFÍTICA EN LA REGIÓN DE AYSÉN-PATAGONIA. Osvaldo Teuber, Ernesto Cisternas y Carolina Solís.

184

PÉRDIDAS PRODUCTIVAS Y ECONÓMICAS ASOCIADAS AL RECUENTO DE CÉLULAS SOMÁTICAS EN VACAS LECHERAS A PASTOREO EN EL SUR DE CHILE Javier Pérez, Catalina Llefi y Álvaro Morales.

186

EFFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN CON ÁCIDO LAURICO EN CERDAS SOBRE LA PREVALENCIA DE INFLUENZA EN CERDOS AL DESTETE. Rembert Silva, Chistopher Hamilton-West, Jaime Figueroa, Pedro Jiménez-Bluhm, Cesar Corzo, Carles Vilalta, Daniela Tapia-Escárate, Montserrat Torremorell y Juan Manuel Sanhueza.

188

EL ROL DE LAS CERDAS NODRIZAS EN EL RIESGO DE INCIDENCIA DE INFLUENZA EN MATERNIDADES PORCINAS. Rembert Silva, Chistopher Hamilton-West, Jaime Figueroa, Pedro Jiménez-Bluhm, Cesar Corzo, Carles Vilalta, Daniela Tapia-Escárate, Montserrat Torremorell y Juan Manuel Sanhueza.

190

A RECOMBINANT BCG VACCINE INDUCES SPECIFIC LONG-LASTING IMMUNITY AGAINST RESPIRATORY SYNCYTIAL VIRUS AND MYCOBACTERIUM BOVIS IN CALVES IN A FIELD STUDY. Diela Rivera, Mariana Ríos, Patricia Pereira-Sánchez, Mario Ramírez, Alex Cabrera, Patricio Becerra, Fredy Boldt, Fabián Jaña, Pablo González, Susan M. Bueno y Alexis M. Kalergis.

192

PREVALENCIA Y DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA DE SARCOQUISTES DE SARCOCYSTIS spp. EN MIOCARDIO Y DIAFRAGMA PROVENIENTES DE CANALES BOVINAS DE LA REGIÓN DEL MAULE, CHILE. María José Toledo, Estefanía Pérez, Cristina Abarca, Gastón Moré, Walter Basso, Carlos Hermosilla, Alejandro Hidalgo y Tamara Muñoz

194

SUPLEMENTACIÓN CON DHA Y EPA EN CABALLOS DE DEPORTE ECUESTRE: EFECTOS EN PERFIL METABÓLICO Y ELECTROLITOS. Gabriela Araos, Natalia Molina, Pablo Lagos, M. José Pinto, Eduardo Soto, Tomas Casanova, Jorge Ávila y Rodrigo Allende

196

SECCIÓN VI: TECNOLOGÍA, CALIDAD E INOCUIDAD DE ALIMENTOS

ANÁLISIS DE ENCUESTA DE PREFERENCIAS Y ASPECTOS DE IMPORTANCIA PARA EL CONSUMIDOR DE HUEVOS EN CHILE. José Salinas, Javiera Mella y Gastón Cassus. **199**

IMPACTO DE INGREDIENTES NATURALES MARINOS Y TERRESTRES DE VACUNO EN LA CALIDAD Y VIDA ÚTIL DE HAMBURGUESAS TRADICIONALES. Ailín Martínez, Gastón Sepúlveda, Daniela Tapia, Natalia Rebolledo, Genisley Hernández, Rommy Díaz, Néstor Sepúlveda y John Quiñones. **201**

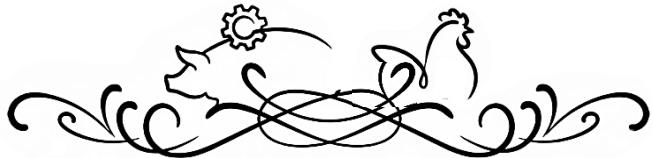
EFEITO FUNCIONAL DE LA HARINA DE HONGO OSTRA (PLEUROTUS OSTREATUS) EN EMBUTIDOS Y HAMBURGUESAS Sepúlveda G., Martínez A., Rebolledo N., Quiñones J. y Sepúlveda N. **203**

MOSCA SOLDADO NEGRO (*HERMETIA ILLUCENS L.*) COMO MODELO ALTERNATIVO DE ENSEÑANZA EN PRODUCCIÓN ANIMAL. M. Fernanda revecó y rafael larraín. **205**

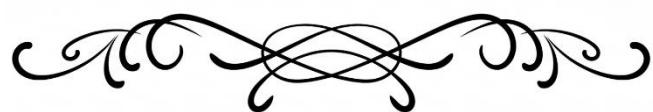
EVALUACIÓN INSTRUMENTAL DEL *LONGISSIMUS LUMBORUM* EN VACAS HOLSTEIN FRIESIAN DE DESCARTE SOMETIDAS A MADURACIÓN HÚMEDA EN REFERENCIA A VAQUILLAS ANGUS. Natalia Rebolledo, Gastón Sepúlveda, Daniela Tapia, Ailín Martínez, John Quiñones y Néstor Sepúlveda. **207**

RELACIÓN ENTRE LA CALIDAD COMERCIAL Y COMPOSICIÓN DE HUEVOS DE AGRICULTURA FAMILIAR CAMPESINA EN LA REGIÓN DE O'HIGGINS. Paula Toro-Mujica, Álvaro Vargas, Patricio Lisboa y Nicolas Carmona. **209**

ANÁLISIS DE LA CONTAMINACIÓN BACTERIANA POR *ESCHERICHIA COLI* EN HUEVOS DE GALLINA DE PEQUEÑOS Y MEDIANOS PRODUCTORES DE LA REGIÓN DE O'HIGGINS Y SU RELACIÓN CON LAS PRÁCTICAS DE MANEJO. Hernan Mora, Patricio Lisboa, Claudia Foerster, Catherine Monsalve, Viviana Sandoval y Paula Toro-Mujica. **211**



SECCIÓN I:
**COMPORTAMIENTO
Y BIENESTAR ANIMAL**



RELACIÓN ENTRE EL PUNTAJE DE TEMPERAMENTO Y LA TASA DE PREÑEZ EN VACAS ANGUS Y OVERO COLORADO

Relationship between temperament score and pregnancy rate in Angus and Overo Colorado cows

Natalia Matamala^{1,2} y Rodrigo Arias^{1*}

E-mail: rodrigo.arias@uach.cl*

¹Instituto de Producción Animal, Facultad de Ciencias Agrarias y Alimentarias, Universidad Austral de Chile, Valdivia. ²Escuela de Graduados Facultad de ciencias Agrarias y Alimentarias, Universidad Austral de Chile, Valdivia

INTRODUCCIÓN

Es sabido que el temperamento nervioso de los animales eleva los niveles de cortisol plasmático y genera un efecto detratinal tanto en el rendimiento de la canal como en la terneza. Sin embargo, hay pocos estudios respecto de su relación con la reproducción de vacas de crianza. Se ha propuesto que el porcentaje de preñez puede ser negativamente afectado por el temperamento nervioso de las vacas (Piffaro et al., 2020), ya que el cortisol plasmático afectaría la síntesis y liberación de gonadotrofinas. Asimismo, estas vacas destinarían menos tiempo a alimentarse favoreciendo la pérdida de condición corporal (CC), lo cual también afecta la reproducción del rebaño. Por ello, el objetivo del trabajo fue evaluar la relación entre el puntaje de temperamento con la tasa de preñez de hembras Angus Rojo (AR) y Overo Colorado (OC) en la región del Maule.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó la región del Maule, Chile en la temporada 2024-2025. En primer lugar se evaluaron hembras primíparas y de primer parto sometidas a IATF ($n = 100$) de raza AR con CC ≥ 3 . Se evaluó el puntaje de temperamento (PT) promediando los puntajes obtenidos en el brete (PB) y el puntaje de velocidad de salida (PVS). El PB se realizó observando durante 30 segundos al animal en el brete y asignando un puntaje de 1 a 5 a cada animal en base a su comportamiento (calmado = 1 a agresivo = 5). En tanto el PVS se asignó por el tiempo que demoró el animal en recorrer 2 m desde el brete (1 = quintil más lento a 5 = quintil más veloz). Luego los animales se clasificaron como temperamentales (Temp; PT > 3) o calmado (Calm; PT ≤ 3). Adicionalmente, se midió la actividad en la tijera con un acelerómetro lo que permitió cuantificar las vibraciones durante el mismo periodo de tiempo de 30 segundos (este valor no fue parte del PT). Se midió además cortisol plasmático de los animales Temp y Calm ($n = 20$ por predio) y se determinó la posición del remolino facial (RF). En segundo lugar se evaluaron las mismas variables antes descritas pero en vacas multíparas AR y OC con monta natural ($n = 93$). En ambos estudios se chequeo de la preñez entre los 40 y 50 con ecografía transrectal. Se utilizó un diseño experimental completamente al azar ambos estudios con un modelo $Y_{ij} = \mu + \tau_i + \epsilon_{ij}$ para las primíparas donde el factor de estudio fue el temperamento. En las vacas multíparas fue un factorial 2 x 2, con un modelo $Y_{ijkl} = \mu + \tau_i + \alpha_j + (\tau\alpha)_{ij} + \beta_k + \epsilon_{ijkl}$, donde τ_i correspondió al efecto del temperamento, α_j al efecto de la raza (AR y OC), $(\tau\alpha)_{ij}$ al efecto de interacción, β_k fue el factor de bloqueo (CC: ≥ 3 y < 3) y ϵ_{ijkl} al error experimental. Los análisis se realizaron con JASP v0.95 con un nivel de significancia del 5%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En hembras IATF el tiempo que demoraron los animales en desplazarse 2 m fue de 3,56 s, siendo la mayoría de ellas clasificadas como Calm (68,0%). Un 55% de los animales presentó RF medio, 17% RF bajo, 9% RF alto y un 19% no presentó RF. Los animales con RF alto presentaron un valor mayor de salida ($p = 0,018$) que los de RF bajo y medio con valores de $3,55 \pm 0,28$; $2,71 \pm 0,21$ y $2,66 \pm 0,11$, respectivamente. También se encontraron diferencias para el valor del acelerómetro para animales con RF alto y medio ($p <$

0,05). Las vaquillas Temp promediaron $3,6 \pm 0,34 \mu\text{g dL}^{-1}$ de cortisol plasmático, mientras que las Calm $2,5 \pm 0,34 \mu\text{g dL}^{-1}$ ($p = 0,03$). Además, se observó un nivel de cortisol mayor ($p = 0,018$) en animales con RF alto ($5,07 \pm 0,72 \mu\text{g dL}^{-1}$) respecto de los con RF medio ($2,64 \pm 0,32 \mu\text{g dL}^{-1}$), pero no hubo diferencia con los de RF bajo ($2,92 \pm 0,51 \mu\text{g dL}^{-1}$). No se observó diferencia para la preñez en función del PT ($p = 0,86$), ni tampoco para la preñez en función del acelerómetro ($p = 0,15$).

En las vacas multíparas no hubo un efecto de interacción entre raza y PT para la actividad del acelerómetro ($p = 0,141$), pero si un efecto del PT por sí sólo ($p < 0,001$) y una tendencia a vacas AR con mayor valor de acelerómetro ($p = 0,077$). Se observó también un efecto de interacción raza x RF, con las vacas AR de RF alto presentando mayores tiempos de salida que las vacas OC de RF alto ($5,75 \pm 0,55$ vs. $4,11 \pm 0,36$). Además, las vacas OC presentaron un menor tiempo de salida que las AR ($4,47 \pm 0,19$ vs. $5,13 \pm 0,22$). Cabe señalar que sólo 11% de las vacas multíparas fue clasificada como Temp, y aunque las vacas OC alcanzaron PT numéricamente más altos no se observó una diferencia entre razas ($p = 0,37$). A diferencia de lo observado en las hembras a IATF, no se encontró relación entre la posición del RF con PT ($p = 0,43$), ni tampoco entre el valor del acelerómetro y la posición del RF ($p = 0,87$). En cuanto al cortisol plasmático las vacas AR promediaron un valor menor y con menor dispersión respecto de las vacas OC ($2,22 \pm 0,43$ vs. $2,47 \pm 1,17 \mu\text{g dL}^{-1}$), pero no se observaron diferencias entre cortisol plasmático y PB ($p = 0,49$). A pesar de que un 23% de las vacas presentó CC < 3 se logró una preñez promedio de 91,4%, no observándose efecto de raza ni tampoco del acelerómetro. Un análisis de contingencia entre preñez y temperamento indicó que las hembras Temp presentaron una menor proporción de preñez en comparación a las Calm ($p < 0,001$) al igual que los PVS ($p < 0,01$) con vacas no preñadas apareciendo con mayor frecuencia en puntajes de salida más altos. Por último, al analizar la totalidad de animales se observa que las primíparas presentan mayor PT ($p < 0,001$) respecto de las vacas multíparas ($2,78 \pm 0,08$ vs. $1,95 \pm 0,08$; Fig 1). Además hubo una tendencia a encontrar una mayor concentración de cortisol plasmático en las hembras primíparas y de primer parto ($p = 0,07$).

CONCLUSIONES

Se evidenció una asociación entre temperamento y desempeño reproductivo en el grupo de vacas sometidas a monta natural, pero no en aquellas sometidas a IATF. El PVS resultó ser mejor predictor del desempeño reproductivo que el PB. En tanto el uso de un acelerómetro podría ser útil para evaluar temperamento considerando sólo el eje X. La posición del RF podría ser una herramienta de selección de animales jóvenes dentro de un rebaño pero no de vacas.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a los Fundos La Yaga y El paso por permitir realizar este trabajo.

REFERENCIAS

PIFFERO, B., et al., 2020. Importance of temperament in the pregnancy by timed insemination in bovine females *Bos taurus indicus*. *Livestock Science* 240, 104104,

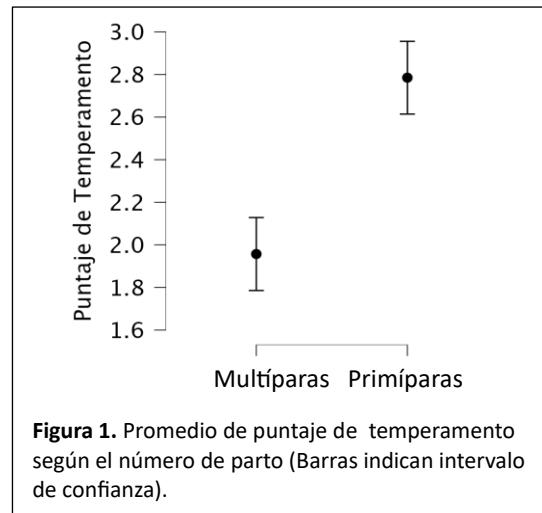


Figura 1. Promedio de puntaje de temperamento según el número de parto (Barras indican intervalo de confianza).

IMPACTO DEL ESTRÉS TÉRMICO EN VACAS EN LACTANCIA EN LA MACROZONA LECHERA

Effect of heat stress on dairy cows in the Dairy region I

Reinaldo Pinto P. ^{a*}, Maximiliano Pizarro E. ^b, Paula Ramírez H. ^b, Rodrigo Arias I. ^a

E-mail: reinaldo.pinto@alumnos.uach.cl

^a Instituto de Producción Animal, Facultad de Ciencias Agrarias y Alimentarias, Universidad Austral de Chile, Valdivia. ^b Facultad de Medicina Veterinaria y Agronomía, Universidad de las Américas.

INTRODUCCIÓN

El estrés térmico representa un desafío creciente para la industria lechera, debido al aumento sostenido de las temperaturas ambientales a nivel mundial. Esta condición ambiental, trae como consecuencia repercusiones significativas en la salud y producción ganadera (Chompani, 2023). En Chile, la producción lechera se distribuye en un amplio rango geográfico, siendo la macrozona 1 (entre las regiones de Valparaíso al Biobío) la más expuesta a este fenómeno debido a sus altas temperaturas. Esta zona se destaca por contar con sistemas de producción lechera intensivos, con vacas Holstein de alta producción, lo que las vuelve especialmente sensibles a las condiciones climáticas adversas. El objetivo principal fue determinar el efecto del estrés térmico sobre la producción de leche de las vacas lecheras en la macrozona lechera I.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo durante el verano de 2023-2024 en la Región de Valparaíso y Metropolitana utilizando 60 vacas Holstein Friesian distribuidas en dos predios ubicados en Casablanca y Melipilla, respectivamente. En ambos casos los animales se encontraban en estabulación libre y ordeño tres veces al día. Se registró la temperatura, humedad, radiación solar y velocidad del viento a intervalos de 10 minutos con una estación meteorológica portátil (RK900-01, Hunan Rika Electronic Tech Co., Ltd, China) y posteriormente se estimó el Índice integral del clima (CCI). Continuando, se clasificaron los días de acuerdo con el promedio diario como: Normal ($CCI < 25^{\circ}\text{C}$), Adverso ($25^{\circ}\text{C} \leq CCI < 30^{\circ}\text{C}$) y estrés severo ($CCI \geq 30^{\circ}\text{C}$). La producción de leche se monitoreó diariamente de forma individual. Los datos fueron analizados utilizando un diseño completo al azar con una estructura de tratamientos factorial de 3 x 3, siendo los factores la condición del día, la localidad y el número de partos (primípara o multípara). Se utilizó un ANDEVA y prueba de Tukey con un nivel de significancia del 5%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se encontraron diferencias significativas ($P < 0,05$) en las condiciones climáticas entre las dos localidades evaluadas. Casablanca presentó temperaturas más altas ($21,22 \pm 0,26^{\circ}\text{C}$), menor humedad ($55,41 \pm 0,99\%$) y menor velocidad del viento ($0,28 \pm 0,1 \text{ m s}^{-1}$) en comparación con Mallarauco ($20,57 \pm 0,30^{\circ}\text{C}$; $65,02 \pm 0,86\%$; $1,32 \pm 0,05 \text{ m s}^{-1}$, respectivamente). Durante el período de estudio se registraron 66 días con condiciones climáticas normales, 22 días con estrés adverso y 2 días con estrés severo. Sin embargo, es importante destacar que, incluso en los días clasificados como normales, se observaron picos en estrés térmico (CCI Adverso) pasado el mediodía (14:00 a 18:00). Se observó un efecto de interacción ($P < 0,05$) entre la condición del día y la paridad sobre la producción de leche (Figura 1). Las vacas multíparas resultaron ser más sensibles al estrés térmico en comparación con las primíparas dentro de cada localidad, estos resultados son similares a los presentados por Aguilar, Mistral y Tsuruta (2010), revelaron que los genes a la tolerancia en las descendencias aumentan su sensibilidad en lactancia disminuyendo la longevidad del ganado bovino frente al estrés térmico.

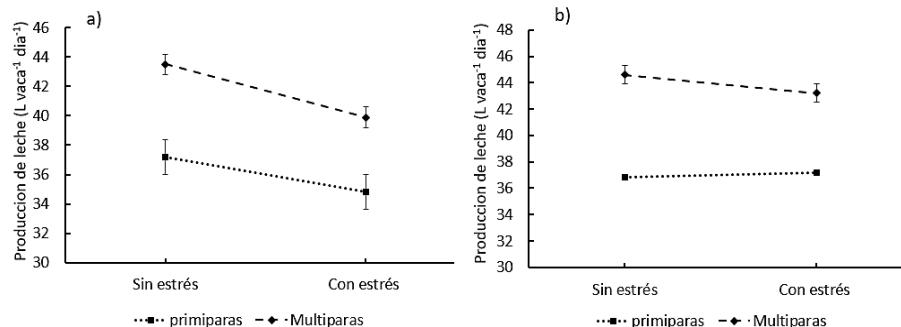


Figura 1. Interacción entre la condición del día y la paridad de las vacas sobre la producción de leche (L vaca $^{-1}$ día $^{-1}$): a) Mallarauco; B) Casablanca.

En Mallarauco, las vacas multíparas experimentaron una disminución promedio de $3,6\text{ L vaca}^{-1}\text{ día}^{-1}$ durante los días de estrés térmico, mientras que las primíparas presentaron una reducción de $2,4\text{ L vaca}^{-1}\text{ día}^{-1}$. En Casablanca, solo las vacas multíparas fueron afectadas por el estrés térmico, con una disminución de $1,4\text{ L vaca}^{-1}\text{ día}^{-1}$ ($P < 0,05$). Estos resultados indican que las vacas multíparas, especialmente en Mallarauco, presentan mayor vulnerabilidad a las condiciones de estrés térmico, experimentando una mayor reducción en su producción de leche (-6,45%), en comparación con Casablanca en donde el efecto del estrés térmico es menor (-3,13 %). A pesar de presentarse ambos planteles en la Macrozona I, presentan distintas características climáticas y estos resultados sugieren que factores intrínsecos a cada lechería, como las características de los galpones, los sistemas de ventilación y los protocolos de manejo pueden influir significativamente en la capacidad de los bovinos para mitigar el estrés calórico.

CONCLUSIONES

Los resultados de este estudio revelan que, cada plantel a pesar de pertenecer a la misma Macrozona, presentaron diferencias significativas en temperatura ambiental, humedad y velocidad del viento, así como también en la respuestas diferenciadas al estrés térmico del ganado lechero de Mallarauco y Casablanca. Si bien Mallarauco presentó condiciones climáticas ligeramente más favorables, mostraron una mayor sensibilidad a los días con estrés térmico. Las vacas multíparas constituyeron el grupo más afectado, registrando la mayor disminución en producción láctea ($3,6\text{ L vaca}^{-1}\text{ día}^{-1}$), en comparación con las primíparas ($2,4\text{ L vaca}^{-1}\text{ día}^{-1}$) y con las multíparas del plantel de Casablanca ($1,4\text{ L vaca}^{-1}\text{ día}^{-1}$). Estas diferencias refuerzan la necesidad de implementar estrategias de manejo diferenciadas según la categoría productiva de las vacas.

AGRADECIMIENTOS

A FIA por apoyo al proyecto “Sistema de alerta temprana y monitoreo de estrés calórico para ganado lechero en Chile” (PYT-2022-0159).

REFERENCIAS

- AGUILAR, I., MISZTAL, I., & TSURUTA, S. (2010). Short communication: Genetic trends of milk yield under heat stress for US Holsteins. *Journal of Dairy Science*, 93(4), 1754–1758. doi:10.3168/jds.2009-2756
- CHOUPANI, M., RIASI, A., ALIKHANI, M. ET AL. (2023). Effect of sustained release bolus oral administration on body condition change, blood parameters, and uterine health in primiparous cows under heat stress. *Trop Anim Health Prod* 55, 412.
- MADER, T. L., DAVIS, M. S., & BROWN-BRANDL, T. (2006). Environmental factors influencing heat stress in feedlot cattle. *Journal of Animal Science*, 84, 712-719.

EFFECTO DEL CONDICIONAMIENTO CLÁSICO EN POLLOS BROILER EXPUESTOS A UNA DIETA DEFICIENTE EN AMINOÁCIDOS

Effect of classical conditioning on broiler chickens exposed to an amino acid-deficient diet

Sofia Herrera Alcaíno^{1,2}, Jorge González-Pavez², Paloma Cordero^{1,2}, Sergio A. Guzmán-Pino^{2*}

*Email: sguzmanp@uchile.cl

¹Programa de Doctorado en Ciencias Silvoagropecuarias y Veterinarias, Universidad de Chile

²Departamento de Ciencia Animal, Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias, Universidad de Chile.

INTRODUCCIÓN

La reducción de proteína cruda en dietas para broilers exige mantener un aporte adecuado de aminoácidos esenciales (AAE) para sostener el rendimiento y el bienestar. Ante deficiencias de AAE, las aves aumentan la exploración y búsqueda de alimento, evidenciando autorregulación nutricional (Cordero *et al.*, 2025). El condicionamiento clásico puede facilitar esta adaptación al permitir que un estímulo neutro, como el color del bebedero, adquiera valor biológico al asociarse con una fuente nutritiva (Rehman *et al.*, 2024). En aves se ha comprobado que señales visuales pueden vincularse a recompensas alimenticias, generando respuestas anticipatorias (Elbaz *et al.*, 2022). La hipótesis es que pollos broiler sometidos a un proceso de condicionamiento clásico son capaces de seleccionar estímulos condicionados asociados a proteína cuando tienen una deficiencia nutricional de AAE, y el objetivo fue evaluar el efecto de una dieta deficiente en AAE en el rendimiento productivo y el condicionamiento clásico de los pollos broiler.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en 2024 en la Unidad Experimental Avícola de FAVET-U. de Chile (CICUA N°19320-VET-UCH). Se utilizaron 128 pollos broiler Ross 308 machos distribuidos en 32 corrales (4 aves/corral) bajo un diseño factorial 2×2: tipo de dieta (estándar, SP; baja en AAE, BP) y aplicación de condicionamiento clásico (sí/no), conformando cuatro tratamientos de ocho réplicas cada uno. Los grupos condicionados fueron sometidos a un período de entrenamiento de 8 días, en el cual claves visuales (bebederos verde y amarillo) fueron asociadas con soluciones energéticas de sacarosa 3 % o proteicas 3% a base de un concentrado vegetal comercial. Posteriormente, se evaluó la asociación mediante pruebas de doble elección (96 h), en las que ambos bebederos se presentaron solo con agua para medir la preferencia por la clave proteica (ECp). El consumo se ponderó por peso metabólico y se calculó el % de preferencia. Los datos fueron analizados mediante ANOVA 2×2 (Dieta, Condicionamiento, Interacción) y contrastes frente a 50 %, con $\alpha = 0,05$ en R 4.1.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los análisis mostraron un efecto significativo de la dieta sobre todas las variables productivas ($p < 0,001$), con menor peso corporal, ganancia diaria y consumo en aves alimentadas con dieta baja en aminoácidos esenciales (BP) respecto al grupo estándar (SP). No obstante, el protocolo de condicionamiento clásico aplicado en este estudio no modificó significativamente el desempeño productivo ($p > 0,05$), lo que era esperable considerando que su función principal fue generar dos grupos contrastantes para evaluar la capacidad de asociación sensorial, más que producir cambios en el crecimiento. Estos resultados confirman que la dieta deficiente redujo el rendimiento, mientras que el condicionamiento cumplió su propósito experimental al establecer el escenario experimental para determinar si los pollos podían establecer una relación entre el estímulo visual y la fuente nutritiva en etapas posteriores.

Cuadro 2. Efecto de la dieta y del condicionamiento clásico sobre los indicadores productivos de pollos broiler (media ± EE).

Variable	SP	SPC	BP	BPC	Efecto dieta (p)	Efecto cond. (p)	Interacción (p)
Peso corporal (g) día 1	44,2 ± 0,5	44,3 ± 0,6	47,8 ± 0,6	48,0 ± 0,8	< 0,001 ***	0,80	0,25
Consumo diario de alimento (g/d) 1–42	188 ± 2,1	190 ± 2,0	163 ± 2,5	165 ± 2,6	< 0,001 ***	0,66	0,28
Ganancia diaria de peso (g/d) 1–42	62,3 ± 0,5	62,8 ± 0,6	56,1 ± 0,7	56,4 ± 0,8	< 0,001 ***	0,69	0,16
Índice de conversión alimenticia (ICA)	1,69 ± 0,02	1,67 ± 0,02	1,78 ± 0,03	1,74 ± 0,03	< 0,001 ***	0,03 *	0,003 **
Peso corporal (g) día 42	3120 ± 35	3135 ± 40	2505 ± 45	2520 ± 48	< 0,001 ***	0,69	0,17

CONCLUSIONES

La restricción de aminoácidos esenciales afectó significativamente el rendimiento productivo de los pollos broiler, reduciendo el peso corporal, la ganancia diaria y el consumo de alimento. No obstante, el protocolo de condicionamiento clásico aplicado en este estudio mejoró la eficiencia alimenticia, evidenciada por un menor índice de conversión ($p < 0,05$), y mostró una interacción significativa con la dieta. Estos resultados indican que, aunque el aprendizaje asociativo no modificó directamente el crecimiento, sí influyó en la utilización del alimento, lo que sugiere un efecto potencial sobre la motivación o el comportamiento alimentario de las aves. En conjunto, el condicionamiento clásico podría complementar estrategias nutricionales orientadas a optimizar la adaptación a dietas reducidas en proteína.

REFERENCIAS

- CORDERO, P.; RAMÍREZ-TOLOZA, G.; DUFFLOCQ, P.; HERRERA-ALCAÍNO, S.; GUZMÁN-PINO, S.A. 2025. Reduced Dietary Protein and Essential Amino Acids Impair Growth Performance and Increase Lysine Sensitivity in Broiler Chickens. *Animals*, 15, 1027.
- ELBAZ, B.; AHMED, A.; FARES, I.; HEGAB, I. 2022. Feed withdrawal coupled with classical conditioning modifies the behavioral, physiological, and productive traits in Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*). *Applied Animal Behaviour Science*, 255, 105728.
- REHMAN, I.; MAHABADI, N.; SANVICTORES, T.; REHMAN, C. 2024. Classical Conditioning. StatPearls Publishing.

RECUPERACIÓN POSTQUIRÚRGICA TRAS FISTULACIÓN RUMINAL EN VACAS A PASTOREO: PARÁMETROS PRODUCTIVOS Y FISIOLÓGICOS

Post-surgical recovery after rumen fistulation in grazing dairy cows: productive and physiological parameters

Alejandra Carmine^{1*}, Sebastián Bravo¹, Álvaro Morales¹

*Email: alejandra.carmine@alumnos.uach.cl

¹ Instituto de Ciencia Animal, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Austral de Chile.

INTRODUCCIÓN

La fistulación ruminal es una técnica utilizada en investigación para acceder al contenido del rumen y estudiar la fisiología digestiva bajo condiciones *in vivo e in situ* (Castillo y Hernández, 2021). Aunque su uso está consolidado, el procedimiento puede generar alteraciones transitorias en parámetros fisiológicos y en la producción de leche de los animales intervenidos (Hartnack et al., 2015). Debido a ello, resulta necesario conocer con mayor precisión los tiempos y criterios que permitan determinar la recuperación tras la cirugía. En sistemas pastoriles, la variabilidad dietaria y ambiental podría influir en los tiempos de recuperación, por lo que se requieren criterios objetivos para definir la estabilización postoperatoria. El objetivo fue caracterizar la recuperación postquirúrgica en vacas lecheras a pastoreo sometidas a colocación de cánulas ruminales, mediante el seguimiento de constantes fisiológicas y producción láctea.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó entre julio y octubre de 2021 en el Fundo Santa Rosa, Estación Experimental Agropecuaria Austral (EEAA-UACH, Valdivia, Chile). Se utilizaron cuatro vacas Frisón Negro, manejadas a pastoreo e intervenidas el 31 de julio mediante fistulación ruminal con ajustes en las técnicas anestésicas, analgésicas y de manejo postoperatorio. La cirugía se efectuó bajo anestesia paravertebral proximal ecoguiada, con analgesia a base de flunixin meglumine y tratamiento antimicrobiano con ceftiofur. Se registraron temperatura rectal, frecuencia cardíaca y respiratoria diariamente durante los primeros 15 días y luego cada 2 a 3 días hasta el día 47 postcirugía, además de la producción láctea diaria mediante el sistema DelPro (DeLaval). Las curvas de lactancia se modelaron desde el inicio de la lactancia utilizando el modelo de Wood (Wood, 1967), proyectando la producción esperada sin intervención. Las pérdidas se calcularon como la diferencia entre los valores observados y los predichos desde la cirugía hasta la recuperación. Se consideró recuperación productiva cuando la producción real alcanzó al menos el 95% del mínimo estimado por cinco días consecutivos. El análisis de datos se realizó en RStudio (2024).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las constantes fisiológicas presentaron variaciones posoperatorias transitorias con tendencia a estabilizarse hacia el día 20, dentro de los rangos clínicos de referencia para bovinos (Smith, 2014). La producción láctea disminuyó durante la primera semana posterior a la cirugía y mostró una recuperación progresiva entre los días 41 y 43 (Figura 1). Las curvas ajustadas con el modelo de Wood (1967) permitieron proyectar la producción esperada sin intervención y estimar las pérdidas, que promediaron un 9,97 % respecto del valor predicho. La variabilidad observada se asoció a diferencias individuales y a condiciones propias del sistema pastoril. Resultados previos indican que, una vez completada la recuperación, la fistulación no compromete el desempeño productivo a largo plazo (Moate et al., 2019).

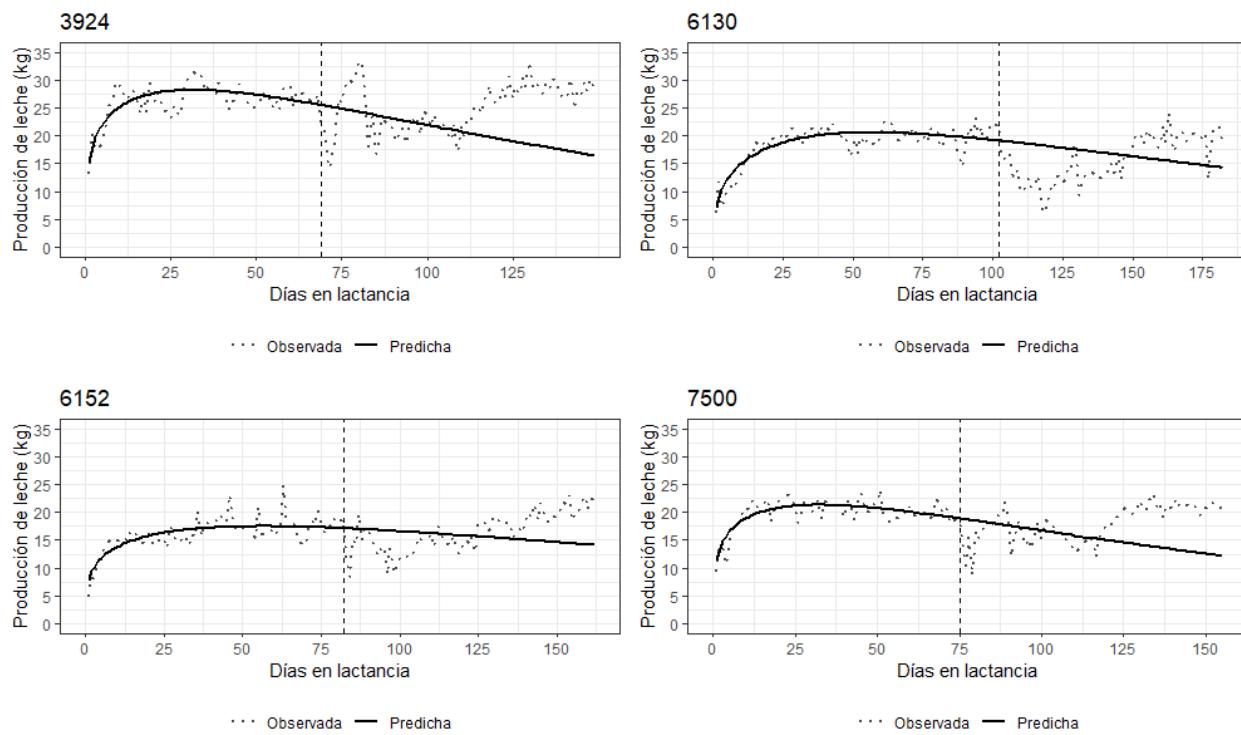


Figura 1. Curvas de lactancia observada y predicha mediante el modelo de Wood (1967) en cuatro vacas a pastoreo sometidas a fistulación ruminal. Las líneas discontinuas muestran la evolución de la producción diaria de leche (kg) y la línea continua la proyección del modelo para estimar la recuperación productiva. La línea vertical indica el día de la cirugía.

CONCLUSIONES

La fistulación ruminal afectó temporalmente los parámetros fisiológicos y la producción de leche. La estabilización clínica ocurrió alrededor del día 20 y la recuperación productiva entre los días 41–43. En las condiciones de pastoreo, la variabilidad dietaria podría influir en los tiempos de recuperación; sin embargo, los resultados permiten establecer referencias útiles para evaluar la estabilización clínica y productiva tras la fistulación.

REFERENCIAS

- CASTILLO C, HERNÁNDEZ J. 2021. Ruminal fistulation and cannulation: a necessary procedure for the advancement of biotechnological research in ruminants. *Animals* 11, 1870.
- HARTNACK AK, NIEHAUS AJ, ROUSSEAU M, PENTECOST RL, MIESNER MD, ANDERSON DE. 2015. Indications for and factors relating to outcome after rumenotomy or rumenostomy in cattle: 95 cases (1999–2011). *J Am Vet Med Assoc* 247, 659–664.
- MOATE PJ, WILLIAMS SRO, DEIGHTON MH, HANNAH MC, RIBAUX BE, MORRIS GL, JACOBS JL, HILL J, WALES WJ. 2019. Effects of feeding wheat or corn and of rumen fistulation on milk production and methane emissions of dairy cows. *Anim Prod Sci* 59, 891–905.
- SMITH BP (ed). 2014. Large Animal Internal Medicine. 5^a ed. Elsevier, St. Louis, Missouri, USA.
- WOOD P. 1967. Algebraic model of the lactation curve in cattle. *Nature* 216, 164–165.

EFFECTO DEL TIPO DE SOMBRA SOBRE EL BALANCE ENERGÉTICO EN CABRAS CRIOLLAS EXPUESTAS A ESTRÉS CALORICO

Effect of shade type on energy balance in creole goats exposed to heat stress.

Fernanda Cura R¹, Rocío Basáez¹, Sofía Harriet¹, Daniela Luna², Daniel Cartes^{1*}

*Email: nncartes@uchile.cl

¹Departamento Ciencias Clínicas, Facultad Ciencias Veterinarias y Pecuarias, Universidad de Chile.

²Departamento Ciencias Animal, Facultad Ciencias Veterinarias y Pecuarias, Universidad de Chile.

INTRODUCCION

Con el cambio climático actual y el constante aumento de las temperaturas, surge la necesidad de caracterizar las condiciones de bienestar animal en los sistemas productivos caprinos de Chile. Si bien, las cabras han sido ampliamente reconocidas por su resistencia a las condiciones cálidas, estas pueden verse afectadas negativamente, generando alteraciones en el balance energético. Debido a que la disponibilidad de sombra es una de las formas más sencillas de mitigar calor es que este estudio plantea la hipótesis de que el uso de una mayor área de sombra natural o artificial reduce indicadores de gasto energético. El objetivo fue evaluar el efecto del tipo de sombra en cabras criollas bajo condiciones estivales de Chile central para determinar cual resulta mas efectivo para reducir los cambios sobre balance energético ante la exposición a altas temperaturas.

MATERIALES Y METODOS

Este estudio se realizó en la Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias, U. De Chile durante el verano de 2025. Se seleccionaron 18 cabras criollas, adultas, clínicamente sanas y secas, las cuales fueron distribuidas en seis grupos de tres animales, manteniendo grupos homogéneos en peso, edad y presencia de cuernos. Posteriormente, cada trio fue semanalmente asignado de forma aleatoria a uno de tres tratamientos, siguiendo un diseño cruzado. Los tratamientos incluyeron: sombra artificial mínima (SAM; 1 m²/cabra); sombra artificial completa (SAC; 4 m²/cabra) y sombra natural completa (SNC; 4 m²/cabra). Previo al inicio del estudio, las cabras fueron reunidas con su grupo experimental durante 5 días con la finalidad de estabilizar las interacciones sociales. Posteriormente, durante cada semana las cabras se trasladaron simultáneamente a los grupos experimentales y se evaluaron durante cinco días en cada tratamiento, teniendo dos días de descanso entre condiciones. La sombra artificial en los tratamientos SAM y SAC, fue de malla raschel negra con 80% de bloqueo UV ubicada a una altura de 2,5 metros. En el caso de la SNC, la sombra fue proporcionada por álamos que cubrieron en su totalidad el espacio del corral. En todos los tratamientos, los grupos se alimentaron dos veces al día a las 09:00 y a las 16:00 h con heno de alfalfa y el agua fue suministrada *ad libitum* en bebederos automáticos. Para evaluar el balance energético, se tomaron muestras de sangre de todas las cabras en los mismos horarios. Las muestras se recolectarán aproximadamente a las 9:00 h, mediante punción de la vena yugular con tubos estériles de 10 ml sin anticoagulante. Las muestras de suero sanguíneo fueron analizadas para determinar las concentraciones de ácidos grasos no esterificados (NEFA), en el laboratorio de Patología Clínica de la Universidad Austral de Chile. Los datos fueron analizados en el programa r estudio, usando modelos mixtos (paquete lme4) y pruebas post hoc (Tukey) fueron realizadas posteriormente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La concentración de ácidos grasos no esterificados (NEFA) se presentan en la Figura 1. Se observó un efecto del periodo y la interacción entre tratamiento/semana. Las concentraciones de NEFA en el tratamiento SNC fueron inferiores a las observadas en tratamiento SAM, tanto en el periodo 2 y periodo 3 ($p<0,05$) y similares a las concentraciones alcanzadas en el tratamiento SAC. Esto sugiere que tanto la sombra artificial y la sombra natural son recursos que podrían ser equivalentes en su efecto sobre las demandas energéticas. Asimismo, se observó un efecto del periodo, donde el periodo 3, correspondiente a la última rotación, los animales en los 3 tratamientos presentaron concentraciones de NEFA superiores al resto de los periodos ($p<0,05$), lo que podría ser el resultado de un efecto acumulativo por el transcurso del estudio o un efecto de las condiciones climáticas propias de la semana.

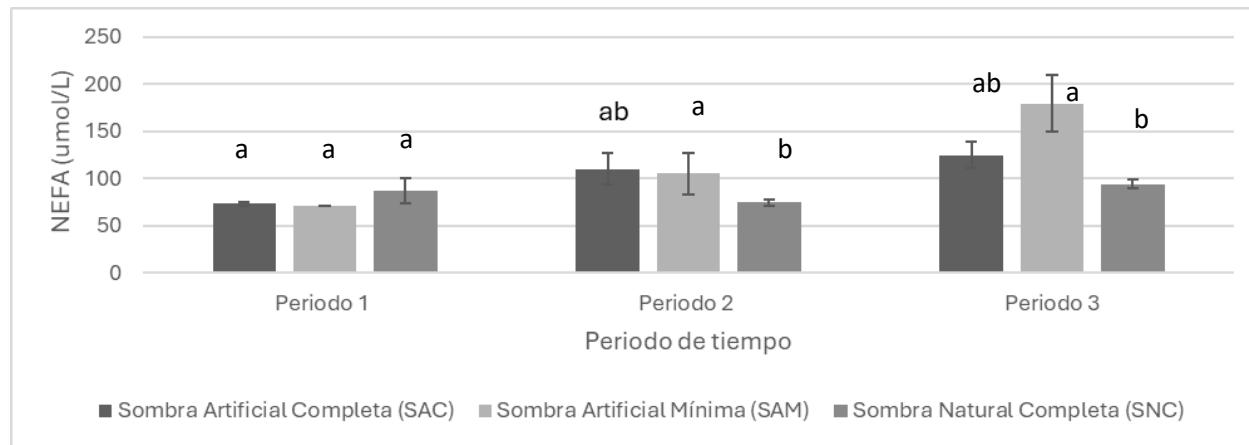


Figura 1. Concentraciones de NEFA evaluado en cabras durante los tres periodos de tiempo bajo condiciones de SAC, SAM y SNC (media ± error estándar). Diferencias en las letras (a y b) indican una diferencia al 95% de confianza según resultados de prueba post hoc (Tukey).

CONCLUSIONES

Los resultados demuestran que el uso de áreas sombreadas, tanto artificiales como naturales, en cabras criollas sometidas a condiciones de estrés calórico estivales reduce significativamente los indicadores de gasto energético en sangre.

REFERENCIAS

- DANSO F., IDDRISU L., LUNGU S., ZHOU G., Y JU X. 2024. Effects of Heat Stress on Goat Production and Mitigating Strategies: A Review. *Animals*, 14(12)
- SEIJIAN V., SILPA M., RESHMA NAIR M., DEVARAJ C., KRISHNAN G., BAGATH M., Y BHATTA R. 2021. Heat stress and goat welfare: Adaptation and production considerations. *Animals*, 11(4), 1021.

EFFECTO DEL TIPO DE SOMBRA SOBRE TEMPERATURA SUPERFICIAL Y ESTRÉS OXIDATIVO EN CABRAS CRIOLLAS EXPUESTAS A ESTRÉS CALÓRICO

Effect of shade type on surface body temperature and oxidative stress in creole goats exposed to heat stress

Rocío Basáez Segura¹, Sofía Harriet De Santiago¹, Fernanda Cura¹, Daniela Luna², Daniel Cartes Lillo^{1*}.

*nncartes@uchile.cl.

¹ Departamento de Ciencias Clínicas, Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias (FAVET). Universidad de Chile.

² Departamento de Ciencia Animal, Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias (FAVET). Universidad de Chile.

INTRODUCCIÓN

El actual cambio climático ha favorecido condiciones de estrés calórico en rumiantes, incluyendo a los caprinos, los cuales se han asociado frecuentemente a resistir estas condiciones (Yadav et al., 2021). Frente al estrés calórico se espera que los animales incrementen su temperatura corporal, lo que podría favorecer condiciones de estrés oxidativo debido al desequilibrio entre oxidantes y antioxidantes (Kurt et al., 2021; Yadav et al., 2021). Estas condiciones podrían ser mitigadas mediante el uso de estrategias ambientales como sombras, sin embargo, a la fecha existe escasa información sobre su uso en caprinos. El presente estudio busca evaluar el efecto del tipo y cantidad de sombra sobre la temperatura superficial de los animales e indicadores de estrés oxidativo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio se realizó en la Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias, U .de Chile durante el verano de 2025. Para esto, se seleccionaron 18 cabras criollas, adultas, clínicamente sanas, las cuales fueron distribuidas en seis grupos de tres animales. Posteriormente, cada trio fue semanalmente asignado de forma aleatoria a uno de tres tratamientos, siguiendo un diseño cruzado. Los tratamientos incluyeron: sombra artificial mínima (SAM; 1 m²/cabra); sombra artificial completa (SAC; 4 m²/cabra) y sombra natural completa (SNC; 4 m²/cabra). Durante tres semanas, las cabras se trasladaron simultáneamente a los grupos experimentales y se evaluaron durante cinco días en cada tratamiento, teniendo dos días de descanso entre condiciones. En todos los tratamientos, los grupos se alimentaron dos veces al día a las 09:00 y a las 16:00 h con heno de alfalfa y el agua fue suministrada *ad libitum*. Para evaluar los niveles de estrés oxidativo se analizaron los parámetros Malonaldehido (MDA), un indicador de la peroxidación de lípidos y actividad antioxidante total (AAT) y el Índice de Estrés Oxidativo (IEO), que establece una relación entre MDA/TAC. Para esto, se tomaron muestras de sangre extraídas desde la vena yugular, un día previo de iniciar el estudio y, posteriormente, se tomaron muestras de manera semanal. Por otro lado, para evaluar la temperatura superficial de cada animal se utilizó una cámara termográfica MILESEY® (modelo TR256E /B) dos veces a la semana. En cada medición se tomaron 2 registros desde distintos ángulos: cuerpo completo de frente (CCF) a una distancia de 100 cm entre la cabra y el lente del termógrafo y ojo izquierdo (OI) a una distancia de 50 cm, ambas configuradas con una emisividad de 0,95 (Samara et al., 2024).

RESULTADOS

Los parámetros de estrés oxidativo, MBA y AAT se encuentran en el Cuadro 1. En este se puede observar que no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos y/o semanas. Asimismo, no se observaron diferencias en el IEO entre tratamientos y/o semanas, el cual es un indicador del balance oxidativo de los animales.

Cuadro 1. Indicadores de estrés oxidativo; Malonaldehido (MBA) y actividad antioxidante total (AAT) en cabras criollas bajo diferentes tipos de sombra (media \pm EE)

Tratamiento	MBA (μ mol/L)			TAC (mmol/L)		
	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 1	Semana 2	Semana 3
SAC	3,8 \pm 0,2	3,0 \pm 0,2	4,7 \pm 0,2	0,37 \pm 0,06	0,47 \pm 0,05	0,30 \pm 0,02
SAM	3,1 \pm 0,2	2,9 \pm 0,2	2,6 \pm 0,2	0,34 \pm 0,04	0,50 \pm 0,03	0,27 \pm 0,02
SNC	3,6 \pm 0,4	3,6 \pm 0,4	2,2 \pm 0,2	0,33 \pm 0,04	0,43 \pm 0,1	0,30 \pm 0,1

Los datos de termografía infrarroja son presentados en la Figura 1 y 2. Se observó una mayor temperatura superficial en OI y CCF, bajo condiciones de SAM ($p<0,05$). Asimismo, no se observó una diferencia entre SAC y SNC, lo que refuerza la idea de que ambos tipos de sombra podrían ser igual de beneficiosas para mitigar el estrés calórico.

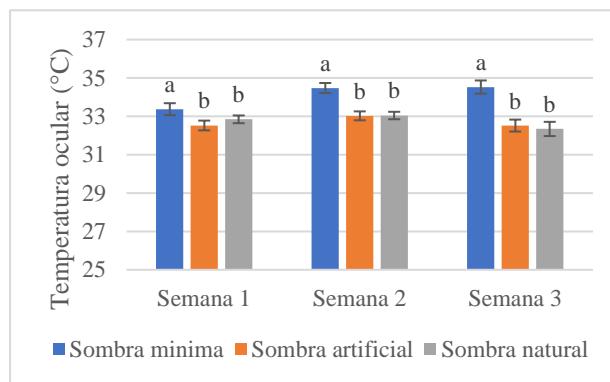


Figura 1. Datos comparativos de TC tomada de OI entre los tratamientos SAM, SAC y SNC en distintas semanas.

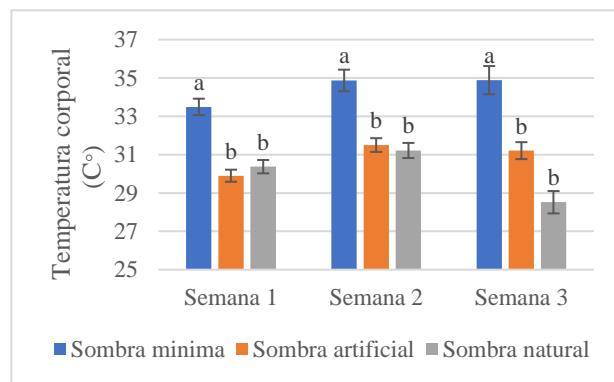


Figura 2. Datos comparativos de TC tomada de CCF entre los tratamientos SAM, SAC y SNC en distintas semanas.

CONCLUSIONES

Los resultados concluyen que el otorgar sombra al rebaño, independiente sea artificial o natural, produce una disminución en la temperatura superficial. En cuanto a los parámetros de estrés oxidativo, no se observaron cambios entre los tratamientos, manteniéndose constantes en las tres condiciones de sombra evaluadas.

REFERENCIAS

- KURT, S., EŞKİ, F., SALAR, S., SEL, T., & BAŞTAN, A. (2021). The effect of heat stress on total oxidant capacity in hair goats. *Veteriner Hekimler Derneği Dergisi*, 92(1), 24–30.
- YADAV, B., HOODA, O. K., & SHARMA, P. S. (2021). Effects of heat stress on goat production and mitigating strategies: A review. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 105(6), 1027–1038.
- SAMARA, E. M., AL-BADWI, M. A., ABDOUN, K. A., & AL-HAIDARY, A. A. (2024). Applicability of thermography as a potential non-invasive technique to assess the body-thermal status of heat-stressed and water-deprived goats (*Capra hircus*). *Journal of Thermal Biology*, 119, 103790.

CROMODACRIORREA COMO INDICADOR DE BIENESTAR EN CERDAS DE RECRÍA: EL ROL DEL MANEJO HUMANO

Chromodacryorrhea as a welfare indicator in nursery pigs: The role of human handling

Sophia Cabezas^{1,4}, Josefa Alfaro¹, Javiera Calderón-Amor², Daniel Cartes¹, Sergio Guzmán-Pino¹, Lucas Venegas¹,
Diego Elgueda¹, Daniela Siel³, Jaime Figueroa⁴, Daniela Luna^{1*}

*E-mail: daniela.luna.f@uchile.cl.

¹Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias, Universidad de Chile.

²Escuela de Graduados, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile

³Escuela de Medicina Veterinaria, Facultad de Medicina y Ciencias de la Salud, Universidad Mayor, Santiago, Chile

⁴Instituto de Ciencias Agroalimentarias, Animales y Ambientales—ICA3, Universidad de O'Higgins, San Fernando, Chile. Proyecto FONDECYT 11220280

INTRODUCCIÓN

A pesar de los avances en la evaluación del bienestar animal, aún faltan indicadores fisiológicos objetivos, sensibles y no invasivos para reflejar el estado emocional de los cerdos en sistemas intensivos. La cromodacriorrea (tinción rojiza por porfirinas) ha sido propuesta como un marcador de estrés en animales de laboratorio (Baumans, 2004) y podría tener aplicaciones en cerdos. Estudios en cerdos sugieren que se asocia a factores de estrés social y ambiental (Telkäranta et al., 2016), aunque su vínculo con el manejo humano y el desempeño productivo no está claro. Se hipotetiza que cerdas expuestas a interacciones humanas negativas presentarán mayor cromodacriorrea que aquellas con interacciones positivas, reflejando diferencias en su bienestar y desempeño productivo. Este estudio tuvo como objetivos: (1) Evaluar el efecto de distintos tipos de manejo humano-animal sobre el grado de cromodacriorrea en cerdas de recría y (2) analizar la relación entre cromodacriorrea y el rendimiento productivo.

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, entre octubre y diciembre de 2023. El protocolo experimental fue aprobado por el Comité Institucional de Cuidado y Uso de Animales de la Universidad de Chile (22552-VET-UCH-e1). Se utilizaron 36 cerdas de recría (21 días de edad), alojadas aleatoriamente en 12 corrales de recría (3 animales por corral) bajo condiciones controladas. Los corrales se asignaron a dos tratamientos: (1) Manejo humano positivo (MHP; n= 4 corrales; 12 cerdas), que recibieron contactos táctiles positivos a largo plazo siguiendo el protocolo de Tallet et al. (2014), y (2) Manejo humano negativo (MHN; n= 8 corrales; 24 cerdas), expuestas de forma repetida e impredeciblemente a estresores agudos, basado en estudios previos (Brajon et al., 2015). Los animales participaron paralelamente en un estudio complementario sobre microbiota intestinal y relación humano-animal. Tras una semana de aclimatación, los tratamientos se aplicaron dos veces al día, cinco días a la semana, durante seis semanas consecutivas, con una duración de dos minutos por animal en cada sesión. La cromodacriorrea se evaluó mediante fotografías semanales del ojo izquierdo de las cerdas durante cinco semanas consecutivas. Las imágenes se puntuaron según la escala de DeBoer et al. (2013) (Figura 1). Adicionalmente, durante las seis semanas del ensayo se registraron el peso vivo, ganancia media diaria de peso (GMD), consumo medio diario (CMD) y conversión alimentaria (CA). Los datos de cromodacriorrea e índices productivos se analizaron mediante modelos lineales mixtos de medidas repetidas según tratamiento, semanas y su interacción, aplicando pruebas post hoc LSD (Least Significant Difference) y un nivel de significación de $p < 0,05$. Se realizaron

correlaciones de Spearman para evaluar la relación entre el grado de cromodacriorrea y los índices productivos individuales en cada semana.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados mostraron una interacción significativa entre el tratamiento y la semana para el grado de cromodacriorrea ($F_{4/98,9} = 2,414, p = 0,05$), al analizar las comparaciones por pares, se observó una tendencia a la significancia en la semana 3 ($p = 0,10$) y semana 4 ($p = 0,07$), y una diferencia significativa en la semana 5, donde las cerdas del grupo MHN presentaron un mayor grado de cromodacriorrea en comparación con las del grupo MHP ($p = 0,002$). En cuanto a las variables productivas, se observó una interacción significativa entre el peso vivo y las semanas ($F_{2/57,584} = 3,238, p = 0,04$), con una tendencia a un mayor peso final en el grupo MHP ($p = 0,1$). Asimismo, este grupo mostró una tendencia a una mayor ganancia media diaria (GMD) en comparación con el grupo MHN ($F_{1/9,951} = 3,196, p = 0,1$). No se detectaron diferencias significativas entre tratamientos para el CMD ni para la CA ($p > 0,1$). Finalmente, se detectó una correlación negativa entre el grado de cromodacriorrea y la GMD en la cuarta semana ($\rho = -0,541; p < 0,001$), sugiriendo que un mayor grado de tinción lagrimal estaría asociado con un menor desempeño productivo en determinados momentos.

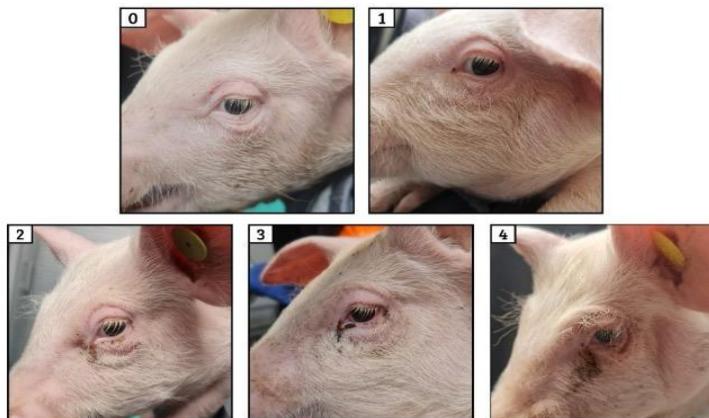


Figura 1. Imágenes obtenidas del estudio clasificadas según la escala de puntuación de DeBoer-Marchant-Forde (DeBoer *et al.*, 2013). Se muestran grados 0–4; no se registraron animales con grado 5.

CONCLUSIONES

En conjunto, los resultados apoyan la hipótesis de que la cromodacriorrea refleja un estado de estrés crónico en cerdas de recria expuestas a interacciones humanas negativas, lo que respalda su uso potencial como indicador no invasivo y práctico, no obstante, se requieren estudios adicionales para esclarecer sus mecanismos fisiológicos y validar su aplicación en sistemas productivos comerciales. Además, este estudio reafirma la idea de que la calidad del manejo humano influye directamente en el bienestar animal, resaltando la importancia de promover interacciones positivas en la producción porcina.

REFERENCIAS

- BAUMANS, V. 2004. The welfare of laboratory animals. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 86(3–4): 279–295.
- 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.
- TELKÄNRANTA, H.; MARCHANT, J.N.; VALROS, A. 2016. Tear staining in pigs: A potential tool for welfare assessment on commercial farms. *Animal.* 10(2): 318–325.
- BRAJON, S.; LAFOREST, J.-P.; BERGERON, R.; TALLET, C.; HÖTZEL, M.-J.; DEVILLERS, N. 2015. Persistency of the piglet's reactivity to the handler following a previous positive or negative experience. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 162: 9–19.

TERMOGRAFÍA INFRARROJA OCULAR COMO PREDICTOR DE LA TEMPERATURA CORPORAL EN BOVINOS LECHEROS BAJO CONDICIONES DE ESTRÉS TÉRMICO

Ocular infrared thermography as a predictor of core body temperature in dairy cows under heat stress conditions

Reinaldo Pinto P.^{ab}, Rodrigo Arias I.^a, Juan Pablo Keim S.^a, Daniela Gaona P.^{ab}

E-mail: reinaldo.pinto@alumnos.uach.cl

^aInstituto de Producción Animal, Facultad de Ciencias Agrarias y Alimentarias, Universidad Austral de Chile, Valdivia. ^b Escuela de Graduados, Facultad de Ciencias Agrarias y Alimentarias, Universidad Austral de Chile, Valdivia.

INTRODUCCIÓN

En el ganado la región ocular (el borde orbital o ángulo interno) se considera una ventana térmica sensible a los cambios autonómicos asociados al estrés y al dolor. La activación del eje adrenocortical y la vasomodulación periférica generan un aumento o redistribución del flujo sanguíneo, lo que modifica la temperatura superficial del ojo y puede reflejar una hipertermia inducida por estrés (Godyn *et al.*, 2013). Actualmente, la termografía ocular se presenta como una técnica no invasiva para detectar estrés térmico. Sin embargo, su aplicación presenta limitaciones relacionadas con la estandarización de las mediciones y la influencia de factores ambientales, distancia y ángulo de captura de la imagen, así como de las características anatómicas o raciales de los animales. Por ello, la investigación evalúa el uso de la termografía infrarroja como un predictor confiable de la temperatura interna en vacas lecheras bajo condiciones de pastoreo durante el verano.

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 de 2024. Se utilizaron 48 vacas lecheras Holstein-Friesian, multíparas y primíparas, en lactancia media ($24 \pm 2 \text{ L d}^{-1}$). La dieta ofrecida consistió en 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 (07:00 y 16:00 h).

La temperatura intravaginal (TIV) se midió durante una semana utilizando dispositivos CIDR (libres de hormonas) modificados con dataloggers Thermochron iButton (Maxim Integrated, EE. UU.). Asimismo, se obtuvieron imágenes termográficas de las regiones ocular, nasal, flanco izquierdo, flanco derecho y ubre en tres momentos del día: mañana (09:00 h), previo al ordeño de la tarde (13:00 h) y posterior al ordeño de la tarde (17:00 h). Las imágenes fueron capturadas con una cámara HIKMICRO G40, con resolución de 640×480 píxeles, precisión de $\pm 2^\circ \text{C}$, a un ángulo de 90° y a una distancia de 3 a 6 m determinada por el sensor láser de proximidad de la cámara. El procesamiento de las imágenes se realizó con el software HIKMICRO Analyzer, identificando las regiones de interés mediante polígonos delimitados en cada área anatómica. El análisis estadístico se efectuó en RStudio (versión 4.3.1), generando una matriz de correlaciones de Pearson entre las variables mediante los paquetes “psych” y “Hmisc”. Se consideró un nivel de significancia del 95% ($p < 0.05$).

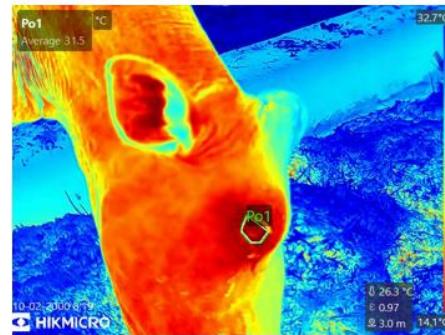


Figura 1. Imagen del análisis de termografía ocular, mostrando la región delimitada para la medición de la temperatura superficial.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las mediciones termográficas en las regiones nasal, flanco izquierdo, flanco derecho y ubre no mostraron correlación con TIV, indicando que la mayoría de las regiones superficiales evaluadas no reflejan con precisión la temperatura corporal interna. Solo la temperatura ocular (T ojo) presentó una correlación positiva y significativa con TIV ($r = 0.382, p < 0.001$), lo que sugiere que esta región puede ser un indicador sensible de cambios en la temperatura corporal interna. Las regiones termográficas (morro, flancos y ubre) presentaron correlaciones altas entre sí (por ejemplo, entre flanco derecho e izquierdo y ubre), lo que indica que, aunque estas mediciones son consistentes entre regiones superficiales, no son confiables como predictores de la temperatura interna.

Cuadro 1. Matriz de correlación entre variables termográficas y temperatura corporal interna en vacas lecheras

	TIV	T ojo	T morro	T flanco der	T flanco izq	T ubre
TIV	—					
T ojo	0,382	***	—			
T morro	0,085	0,253	***	—		
T flanco der	0,015	0,258	***	0,824	***	—
T flanco izq	0,054	0,283	***	0,847	***	0,833
T ubre	0,063	0,304	***	0,892	***	0,818

						—

Nota. * $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

Si bien en estudios previos han reportado correlaciones altas para estrés térmico y T ojo en condiciones de confinamiento ($r > 0,6, P < 0,01$), estos resultados no se replican fácilmente en condiciones de campo abierto debido a la heterogeneidad ambiental y de manejo. Esto resalta la necesidad de contar con protocolos estandarizados y registros ambientales precisos para interpretar correctamente las mediciones termográficas (Ley *et al.*, 2023; Godyn *et al.*, 2013).

CONCLUSIONES

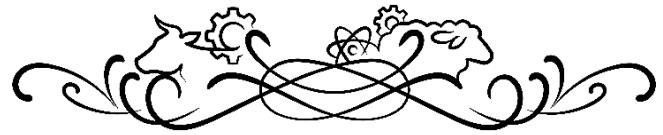
Los resultados sugieren que la termografía ocular es la única medición superficial con potencial para reflejar cambios en la temperatura corporal interna en vacas lecheras bajo condiciones de pastoreo. Sin embargo, es necesario desarrollar y adaptar protocolos que permitan minimizar el efecto de factores externos que puedan generar ruido durante la captura de las imágenes termográficas.

AGRADECIMIENTOS

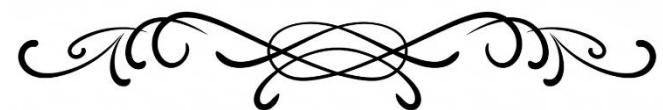
Al proyecto FIA PYT 2021-0159 “Sistema de alerta temprana y monitoreo de estrés calórico en ganado lechero”.

REFERENCIAS

- LEI, M. A. C., FÉLIX, L., MONTEIRO, S. M., SILVA, S., & VENÂNCIO, C. (2023). Non-invasive biomarkers in saliva and eye infrared thermography to assess the stress response of calves during transport. *Animals*, 13(1423). 10.3390/ani13142311
- GODYŃ, D., HERBUT, E., & WALCZAK, J. (2013). Infrared thermography as a method for evaluating the welfare of animals subjected to invasive procedures – A review. *Annals of Animal Science*, 13 (423–434). 10.2478/AOAS-2013-0027.



SECCIÓN II:
**GENÉTICA Y
REPRODUCCIÓN**



A SELECTION INDEX BASED ON PRE-WEANING TRAITS IN SUFFOLK DOWN LAMBS MANAGED ON DRYLANDS IN CENTRAL CHILE

Felipe Lembeye¹, Héctor Uribe² y Giorgio Castellaro².

¹Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía y Sistemas Naturales.

²Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas.

INTRODUCTION

Lamb productivity at weaning is key to farm efficiency, but higher weaning weights also lead to increased ewe weight at maturity, raising costs and reducing stocking rates. Farmers should explore strategies to lower adult weight (AW) (Conington et al., 2004). While weaning weight (WW) and AW show a positive but unfavorable genetic correlation (r_g), selection index (I) theory allows simultaneous improvement of both traits. Accurately estimating economic values (v_i) for extensive systems remains challenging. Wolfová et al. (2011) suggest that v_i alone does not fully capture trait importance, advocating for standardized economic weights (v_s) for better comparisons, expressed relative to all goal traits as v_r . This study aims to estimate v_i and evaluate selection responses in Suffolk sheep.

MATERIAL AND METHODS

An I was used with birth weight (BW), pre-weaning growth rate (GR), and WW (criteria) to improve WW and AW (goal traits). Phenotypic data came from Suffolk Down sheep at Estación Experimental Rinconada de Maipú, University of Chile, while genetic parameters from the literature (Safari et al. 2005). For more details about how I is developed and solved, the readers can refer to Cameron (1997). Using the reverse methodology indicated by Wolfová et al. (2011) the v_i of WW and AW were calculated with their v_r (assigned arbitrarily) and their genetic standard deviations (σ_g) assuming that the sum of v_s equals to 1 (or 100%), then $v_i = \frac{v_r}{\sigma_g}$. When an I is implemented, it requires more effort compared to direct selection (DS) for a single trait. Consequently, it was compared response to selection on WW and AW obtained through I and the theoretical response through DS on WW and correlated response (CR) on AW. The equations are $DS_i = ih^2\sigma_P$ and $CR_y = r_g h_y h_x \sigma_{P_y}$, respectively. The results are expressed per generation considering a selection intensity equal to 1.

RESULTS AND DISCUSSION

The expected gain in WW through DS is 0.64 kg, while the CR_{AW} is 0.68 kg. Theoretically, when the I is used and selection is oriented between 70-100% to increase WW, it would be expecting greater (0.702 kg) response in WW. The increase in WW, however, is small (2.15-2.17% per generation) because under grazing conditions, phenotypic values of animals are strongly influenced by environmental components that are not inheritable. Interestingly, the response in AW with the utilization of the I would be lower (desirable) than the expected due to CR. Importantly, when v_r of WW and AW are 60 and 40%, respectively, in theory the increase on WW would be equal to the increase as expected by DS (0.64 kg); but the response on AW would be lower than expected as a consequence of CR by selecting for WW (0.357 vs. 0.68 kg.). In all scenarios considered in this study, the response in AW is lower than its correlated response to DS.

Table 1. Economic values and response to selection in weaning weight (WW) and adult weight (AW) with different selection emphasis on WW

Emphasis on WW(%)	Economic value		Response to selection			
	v_{WW}	v_{AW}	Weaning weight	Adult weight	kg	%
100	0.66	0.00	0.702	2.17	0.565	0.87
90	0.59	-0.05	0.701	2.17	0.544	0.84
80	0.53	-0.09	0.697	2.15	0.511	0.79
70	0.46	-0.14	0.683	2.11	0.455	0.70
60	0.39	-0.19	0.641	1.98	0.347	0.53
50	0.33	-0.23	0.503	1.55	0.117	0.18
40	0.26	-0.28	0.156	0.48	-0.277	-0.43

CONCLUSION

The methodology used to calculate v_i is a simple method to be understood by farmers. The arbitrary value of v_r is flexible and allows selection to be orientated to different objectives depending on the environment and/or the breed purpose. The results simulated could incentive, instead of direct selection, the use of more efficient methods of selection in sheep as the proposed *I*. The challenge, therefore, is to encourage farmers to collect data at different moments of sheep production.

REFERENCES

- CAMERON N. 1997. Selection indices and prediction of genetic merit in animal breeding. CAB International, Wallingford, UK.
- CONINGTON J, S BISHOP, A WATERHOUSE, G SIMM. 2004. A bioeconomic approach to derive economic values for pasture-based sheep genetic improvement programs. Journal of Animal Science 82(5): 1290–1304.
- SAFARI E, N FOGARTY, A GILMOUR. 2005. A review of genetic parameter estimates for wool, growth, meat and reproduction traits in sheep. Livestock Production Science 92: 271-28
- WOLFOVÁ M, J WOLF, M MILERSKI. 2011. Calculating economic weights for sheep sire breeds used in different breeding systems. Journal of Animal Science 89:1698-711.

GENMATCH: HERRAMIENTA COMPUTACIONAL PARA LA PLANIFICACIÓN DE GRUPOS REPRODUCTIVOS EN PROGRAMAS DE MEJORAMIENTO GENÉTICO GANADERO

GenMatch: a computational tool for planning mating groups in livestock breeding programs

Jaime Piñeira Vargas. E-mail: jpineira@inia.cl
Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA Carillanca),

INTRODUCCIÓN

La planificación reproductiva en programas de mejoramiento genético animal enfrenta crecientes desafíos a medida que se incrementa el número de reproductores, criaderos y criterios de selección. Tradicionalmente, esta tarea se ha realizado de forma manual, siendo propensa a errores y limitada en su capacidad de integrar múltiples fuentes de información como genealogía, valores genéticos, consanguinidad y funcionalidad reproductiva. Con el objetivo de automatizar este proceso y garantizar decisiones técnicas, trazables y reproducibles, se desarrolló GenMatch, una herramienta computacional escrita en Python que asiste en la formación de grupos reproductivos maximizando el mérito genético esperado de la descendencia y minimizando el riesgo de consanguinidad excesiva. Actualmente se encuentra en su primera versión pública (GenMatch 1.0), disponible para libre acceso a través del repositorio institucional de INIA: <http://hdl.handle.net/20.500.14001/69716>. El objetivo del presente trabajo es dar a conocer la existencia de la aplicación con propósitos de evaluación en sistemas reales de crianza ganadera.

MATERIALES Y MÉTODOS

GenMatch fue desarrollado a partir de la experiencia del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) en la planificación de grupos reproductivos en programas de mejoramiento genético ganadero. Durante años, este proceso se realizó manualmente considerando múltiples factores como parentesco, valores genéticos y restricciones prácticas, lo que permitió sistematizar criterios que luego fueron transformados en un algoritmo con apoyo de inteligencia artificial.

El sistema fue programado en Python 3.10 y compilado como ejecutable (.exe), permitiendo su uso en Windows sin necesidad de bibliotecas externas. Su arquitectura comprende tres fases: preparación de datos, evaluación genética y asignación de grupos reproductivos. El archivo de entrada es una planilla Excel (.xlsx) con columnas configurables que incluyen genealogía, sexo, sobrevida, EBVs, facilidad de parto y pesos de cubierta, las cuales son definidas por el usuario mediante una interfaz paso a paso.

La matriz de parentesco se genera aplicando el algoritmo de Henderson (1976), lo que permite calcular la consanguinidad individual (F) y filtrar animales que superen un umbral definido. Luego, se aplica un sistema de selección genética ponderada, donde el usuario define qué EBVs priorizar, cómo deben comportarse (maximizar, minimizar o mantener) y su ponderación relativa (total 100%). Esto permite construir un índice combinado para cada macho, tras lo cual se seleccionan los reproductores a utilizar.

Para cada cruce posible entre un macho seleccionado y una hembra con sobrevida, se calcula el valor genético esperado de la cría (promedio parental), la consanguinidad esperada y se aplican restricciones tales como peso al nacer, diferencias de peso, límite de hembras por macho no probado y parentesco entre los padres.

La asignación de hembras se realiza en tres rondas jerárquicas: estricta (todos los criterios), forzada (relajación parcial) y obligatoria (solo se controla el parentesco), según la prioridad establecida por el usuario. El sistema genera archivos de salida con matrices de parentesco, consanguinidad individual, índices genéticos, valores esperados y un archivo final con los grupos reproductivos formados.

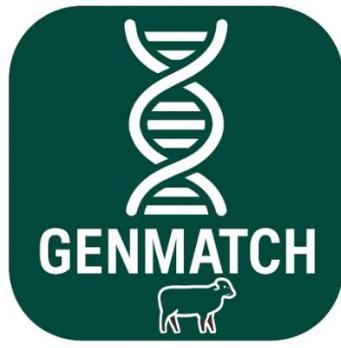


Figura 1. Esquema funcional de GenMatch 1.0 y logotipo institucional. El diagrama resume el flujo operativo de GenMatch: desde la carga de datos genealógicos y productivos, el cálculo de parentesco y valores genéticos esperados, hasta la asignación de hembras a machos según criterios definidos por el usuario. El resultado es un archivo con grupos reproductivos técnicamente fundamentados y listos para su aplicación en campo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

GenMatch ha sido validado mediante múltiples simulaciones y pruebas con datos reales de genealogía y evaluaciones genéticas en rebaños ovinos y bovinos. Aunque su aplicación en cruzamientos reales comenzará durante 2025, los resultados preliminares demuestran su capacidad para evitar combinaciones con alto grado de parentesco, mejorar el índice genético esperado de las crías y reducir el tiempo necesario para la conformación de grupos de encaste. La herramienta documenta cada asignación, el tipo de cruzamiento (estricto o forzado), el índice genético esperado de la descendencia, el parentesco entre los reproductores y la consanguinidad proyectada. La posibilidad de incluir múltiples EBVs y ponderar su importancia permite adaptar la herramienta a distintas razas, especies y objetivos productivos. Su enfoque modular lo hace especialmente útil en rebaños multicaracter y en condiciones de manejo variable.

CONCLUSIONES

GenMatch representa un avance en la gestión reproductiva en programas de mejoramiento genético animal, automatizando decisiones complejas bajo criterios definidos por el usuario. Actualmente se encuentra disponible en su primera versión como herramienta de libre acceso, con el propósito de ser evaluada y perfeccionada en conjunto con criadores, investigadores y asesores técnicos. Su estructura flexible permite adaptarla a distintos sistemas y especies, abriendo la posibilidad de construir futuras versiones mejoradas a partir de su uso en condiciones reales de producción.

REFERENCIAS

HENDERSON, C. R. 1976. A simple method for computing the inverse of a numerator relationship matrix used in prediction of breeding values. *Biometrics*, 32(1), 69–83. <https://doi.org/10.2307/2529339>

AVANCES RECIENTES DEL PROGRAMA NACIONAL DE MEJORAMIENTO GENÉTICO EN ABERDEEN ANGUS EN CHILE

Recent Advances of the National Genetic Improvement Program in Aberdeen Angus in Chile

Jaime Piñeira Vargas, Francisco Sales Zlatar, Marilyn Tapia Montes, Ma. Eugenia Martínez Peláez, Juan Lobos Contreras, Guido Candia Astete, Paulo Guarda Cañulef, Rosiel Del Río Sidle
E-mail: jpineira@inia.cl
Instituto de Investigaciones Agropecuarias,

INTRODUCCIÓN

El Programa Nacional de Mejoramiento Genético en Aberdeen Angus, impulsado por INIA, ha mostrado avances en años anteriores, pero el dinamismo de los sistemas de selección animal exige evaluaciones periódicas que permitan actualizar la información disponible. El presente trabajo resume los progresos recientes obtenidos a partir de un registro único nacional que integra datos genealógicos y productivos de múltiples criaderos conectados mediante el uso de toros de inseminación artificial de distintas procedencias internacionales, consolidando así una base común para la comparación y la toma de decisiones.

MATERIALES Y MÉTODOS

La evaluación genética 2025 de la raza Aberdeen Angus se realizó sobre un registro único nacional con 6.208 animales de 8 criaderos en las regiones de La Araucanía, Los Lagos, Aysén y Magallanes, incluyendo 407 nacidos en 2024. Se incorporaron toros de inseminación de EE.UU., Irlanda y Nueva Zelanda, junto a tres generaciones de ascendientes, para mejorar la conectividad genealógica, aunque sin estimación de EBV para dichos reproductores.

Se analizaron los rasgos peso al nacimiento (PN), peso ajustado al destete (PA365) y ganancia diaria de peso (GPD) mediante un modelo animal BLUP multicaracter con efecto materno en todos los rasgos, implementado en BLUPF90 (Misztal et al., 2014). Los efectos fijos incluidos fueron: sexo, mes y año de nacimiento, rebaño, número ordinal de parto (NOP) y tipo de parto.

Además, se calcularon coeficientes individuales de consanguinidad y se construyó una matriz de parentesco de toros de inseminación y una matriz de distancias genéticas de Nei entre criaderos con ENDOG (Gutiérrez y Goyache, 2005). A partir de esta última se elaboró un árbol Neighbor-Joining, optimizado con apoyo de IA y visualizado en Dendroscope 3.8.10 (Huson y Scornavacca, 2012), lo que permitió representar gráficamente clústeres y niveles de diferenciación entre criaderos y orígenes internacionales de semen.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La evaluación genética 2025 integró un total de 4.793 animales de la raza Aberdeen Angus pertenecientes a los ocho criaderos de las regiones de La Araucanía, Los Lagos, Aysén y Magallanes, incluyendo 389 nacidos en 2024, junto con toros de inseminación de Estados Unidos, Irlanda y Nueva Zelanda incorporados con tres generaciones de ascendientes para mejorar la conectividad genealógica. Los promedios poblacionales de valores genéticos estimados (EBV) fueron de +0,33 kg para peso al nacimiento (PN), -7,85 kg para peso ajustado al destete (PAD), -14,0 g/día para ganancia de peso diaria (GPD) y -0,03 kg para peso al año (PA365), evidenciando estabilidad en PN, lo que reduce riesgos de distocias, y progresos en rasgos de crecimiento postdestete. Las tendencias genéticas entre 2021 y 2024 mostraron consanguinidad promedio segura (~0,68%, muy por debajo del umbral de 6,25%), un incremento en PAD de +16,9 a +26,3 kg y en GPD de 46,3 a 162,7 g/día, junto con valores estables de PA365 en torno a cero. La matriz de distancias de Nei reveló clústeres bien definidos, destacando Porvenir–Butalcura–Tamel Aike y El Maqui–Carrasco Levi

como núcleos de conexión, mientras que Kampenaike se mostró prácticamente idéntico a USA y Nueva Zelanda y fue más distante, reflejando una influencia genética puntual. El árbol Neighbor-Joining confirmó la existencia de rebaños centrales que actúan como conectores de la red genética nacional. En conjunto, estos resultados demuestran que el programa ha logrado avanzar en crecimiento y eficiencia sin comprometer la facilidad de parto ni la diversidad genética de la raza.

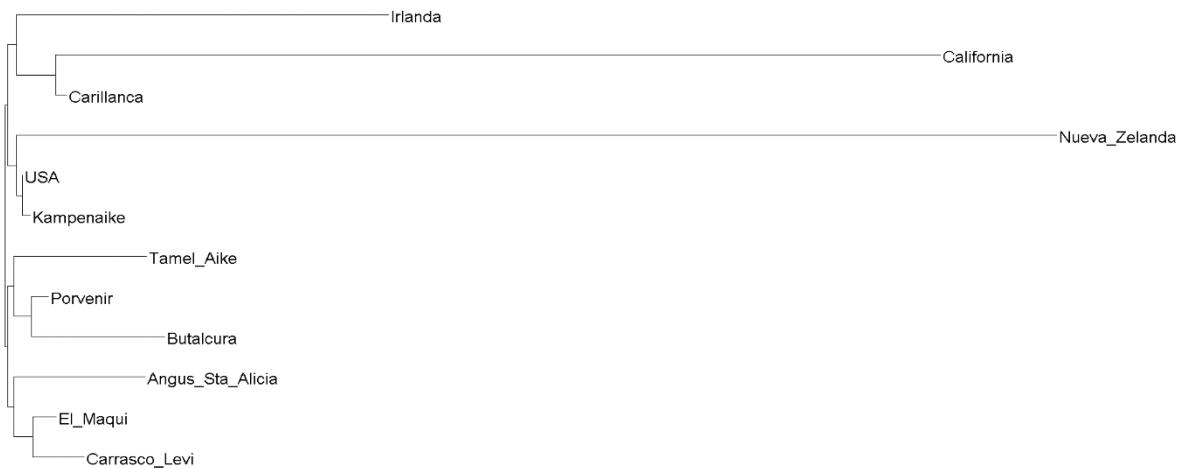


Figura 1. Árbol Neighbor-Joining basado en distancias de Nei que muestra los clústeres genéticos entre criaderos nacionales de Aberdeen Angus y orígenes internacionales de semen.

El programa ha logrado consolidar progresos sostenidos en rasgos de crecimiento, mantener la facilidad de parto mediante un control adecuado del peso al nacimiento y resguardar la diversidad genética con niveles de consanguinidad bajo los umbrales críticos. La incorporación de toros de inseminación internacional ha fortalecido la conectividad entre rebaños y, junto con el análisis de distancias de Nei y árboles filogenéticos, ha permitido identificar clústeres genéticos estratégicos para la planificación de futuros cruzamientos.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos confirman que la estrategia de integrar un registro único nacional y aplicar modelos animales BLUP multicaracter con información fenotípica y genealógica de múltiples criaderos constituye una herramienta robusta para la mejora genética del Aberdeen Angus en Chile. Estos avances posicionan al programa como una referencia nacional para productores y asociaciones, al tiempo que sientan las bases para un uso más eficiente de la información genética en la toma de decisiones.

BIBLIOGRAFIA

- GUTIÉRREZ, J. P. Y GOYACHE, F. (2005). A note on ENDOG: a computer program for analysing pedigree information. *Journal of Animal Breeding and Genetics*, 122(3), 172–176. Doi:10.1111/j.1439-0388.2005.00512.x
- HUSON, D. H. Y SCORNAVACCA, C. (2012). Dendroscope 3: An interactive tool for rooted phylogenetic trees and networks. *Systematic Biology*.
- MISZTAL, I., TSURUTA, S., LOURENCO, D. A. L., AGUILAR, I., LEGARRA, A. Y VITEZICA, Z. (2014). Manual for BLUPF90 family programs. University of Georgia.

A SELECTION INDEX BASED PRE-WEANING TRAITS IN MERINO PRECOZ LAMBS MANAGED ON DRYLAND GRASSLANDS IN CENTRAL CHILE

Felipe Lembeye¹, Héctor Uribe² y Giorgio Castellaro².

¹Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía y Sistemas Naturales.

²Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas. Departamento de Producción Animal.

INTRODUCTION

Selection indices (I) optimize breeding for genetic progress and economic returns by aligning with breeding objectives (H). In dual-purpose breeds like Merino Precoz (MP), studies (Mueller et al., 2016) show genetic improvements in key traits (wool and body weight), but they rely on performance recorded at 12 months of age. In Chile, however, commercial farmers select replacements at weaning (4 months). While wool traits could be excluded given their low importance, keeping them in H without direct recording may still be valuable. This study examines selection indices that incorporate pre-weaning performance and maternal data to enhance genetic progress under extensive management in central Chile.

MATERIAL AND METHODS

A I was used including birth weight (BW), pre-weaning growth rate (GR), weaning weight (WW, criteria) (I_1) and also the dam's weight at 18 months (I_2) to improve greasy fleece weight (GFW), fiber diameter (FD), WW and adult weight (AW). Phenotypic data came from Merino Precoz sheep at Estación Experimental Rinconada de Maipú, University of Chile, while genetic parameters from the literature (Safari et al. 2005). For more details about how I is developed and solved, the readers can refer to Cameron (1997). Economic values (v) were: US\$5.42 (GFW); US\$-1.18 (FD); \$4.93 (WW) and \$-0.09 (AW). Results from I were compared to direct selection (DS) for WW and correlated response (CR) on the other goal traits since farmers select their replacements basically on this trait. The equations are $DS_i = ih^2\sigma_P$ and $CR_y = ir_yh_yh_x\sigma_{Py}$ (Falconer & Mackay, 1996), respectively. The economic-genetic gain of using I was determined as $\Delta H = \sum_i^n CR_i \times v_i$, where ΔH is the economic gain using the I , which considers the sum of the CR achieved in each trait included in H multiplied by their v . It is considered a selection intensity of 1.67 and a generation interval of 3.43 years which represents the flock.

RESULTS AND DISCUSSION

The equations of the index are:

$$I_1 = 1.237 \times (BW_i - \underline{BW}) + (-0.055) \times (GR_i - \underline{GR}) + 1.408 \times (WW_i - \underline{WW}) \text{ and}$$

$$I_2 = 1.557 \times (BW_i - \underline{BW}) + (-0.090) \times (GR_i - \underline{GR}) + 2.006 \times (WW_i - \underline{WW}) + (-0.206) \times (AW_d - \underline{AW})$$

Regarding WW, the most influential trait for profitability in sheep production, the expected gain through I_1 and I_2 are greater compared to DS (0.299-0.312 kg/yr. vs. 0.273 kg/yr.). The undesirable increase on AW is lower, in particular for I_2 (0.400 kg/yr. vs. 0.593 kg/yr.) (Table 1). Even though the intention of reduce FD (relation of 7% of the GFW price), the implementation of an index would not reduce this trait, and a similar increase in GFW is expected compared with DS, indicating no advantage for wool traits if they are not recorded. However, it is notably stressed when the I are used, ΔH , are between 9% to 15% greater compared with DS, indicating that commercial farmers can select more efficiently at early ages.

Table 1. Response to selection in greasy fleece weight (GFW), fiber diameter (FD), weaning weight (WW) and adult weight (AW), expected monetary returns (ΔH) with the implementation of two indexes and direct selection (DS) on WW

	Index 1	Index 2	DS
GFW (Kg)	0.018	0.017	0.017
FD (μm)	0.027	0.020	0.014
WW (Kg)	0.299	0.312	0.273
AW (kg)	0.527	0.400	0.593
ΔH	1.49	1.57	1.37
Efficiency	109%	115%	

CONCLUSION

Despite not reducing FD and AW, the use of an index based on own candidate performance at weaning and without information of wool traits is theoretically more efficient compared with DS. The inclusion of the dam's candidate weight at 18 months old information increases efficiency significantly.

REFERENCES

- CAMERON, N. 1997. Selection indices and prediction of genetic merit in animal breeding. CAB International, Wallingford, UK.
- FALCONER D.S., M.T. MACKAY. 1996. Introduction to quantitative genetics. 4th ed. Essex, UK.
- MUELLER, J.P., N. GIOVANNINI, F. BIDINOST. 2016. Vientiocho años de mejoramiento genético en una majada Merino comparada con una testigo sin selección. Revista Argentina de Producción Animal. 36(2): 63-74.
- SAFARI E., N. FOGARTY, A. GILMOUR. 2005. A review of genetic parameter estimates for wool, growth, meat and reproduction traits in sheep. Livestock Production Science 92: 271-28.

DISPOSICIÓN DE PRODUCTORES LECHEROS A REALIZAR CRUZAMIENTOS TERMINALES CARNE x LECHE EN EL SUR DE CHILE

Willingness of Dairy Farmers in Southern Chile to Adopt Terminal Beef × Dairy Crossbreeding

María Follert^a y Rodrigo Arias^a.

E-mail: rodrigo.arias@uach.cl*

^aInstituto de Producción Animal, Facultad de Ciencias Agrarias y Alimentarias, Universidad Austral de Chile, Valdivia.

INTRODUCCIÓN

Uno de los principales desafíos que enfrentan los sistemas lecheros a nivel global es el aprovechamiento de los terneros machos, especialmente de razas como Holstein Friesian y Jersey, ya que estos presentan escaso valor comercial. Las cruzas terminales (CT) carne x leche están creciendo a nivel global (Basiel y Felix, 2022), aunque su adopción puede suponer diversos retos para los productores lecheros. A lo anterior, se suma la falta de información y capacitación local lo que podría ser un factor limitante para el desarrollo y adopción de esta práctica. El objetivo del estudio fue evaluar la disposición de los productores lecheros del Sur de Chile a realizar cruzamientos terminales cárnico y al mismo tiempo determinar el nivel de conocimiento, prácticas y de aceptación de las CT.

MATERIALES Y MÉTODOS

La población objetivo del estudio correspondió a productores lecheros de la zona Sur de Chile. Para colectar la información, se diseñó una encuesta estructurada en base a 15 preguntas (cerradas y semiabiertas), organizadas en tres secciones: 1) *Información general del productor*, lo que incluyó: edad, comuna, experiencia (años), número de cabezas de ganado y raza predominante; 2) *Conocimientos y prácticas sobre CT*, lo que incluyó conocimiento y uso de CT, frecuencia de ejecución de esta práctica, razas con las que se realizan los CT y si estas influyen el número de ganado en su adopción; y 3) *Disposición hacia implementar CT y capacitación*, que incluyó disposición a implementar los CT, beneficios de los CT, barreras percibidas, disposición recibir capacitaciones y evaluación de nuevas razas y tecnologías. La encuesta distribuida a los productores a través de correo electrónico estuvo disponible desde lunes 26/05/2025 por un mes, distribuyéndose a través de redes sociales, WhatsApp de grupos rurales, bases de datos de organizaciones del sector agropecuario y lechero. Los productores fueron clasificados según su perfil productivo por rangos etarios (jóvenes < 30 años; adulto joven 30-45 años; adultos 46-60 años; y mayores > 60 años), por tamaño de la explotación (número de cabezas): pequeños (<50 vacas), medianos (50-200 vacas) y grandes (>200 vacas); y por años de experiencia: baja < 10 años, media (10-20 años) y experimentados (>20 años). Adicionalmente, también fueron clasificados por región y comuna. Los datos fueron tabulados y analizados utilizando el paquete Jamovi® obteniéndose estadística descriptiva y análisis de tablas de contingencias con prueba de Chi-cuadrado. En todos los análisis se consideró un nivel de significancia del 5%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La mayoría de las encuestas recibidas correspondieron a agricultores de las regiones de Los Lagos (41,5%) y Los Ríos (36,8%), seguidas por las regiones del Biobío (15,1%), y en menor medida por La Araucanía, Ñuble y Aysén, que en conjunto sumaron el 6,6% del total. Según grupo etario, predominaron los adultos jóvenes (38,7%), seguidos por adultos (29,2%). Los jóvenes representaron el 14,2% y los mayores el 17,9%. En términos de tamaño de la explotación, el 59,4% maneja rebaños grandes, seguidos por rebaños medianos que correspondieron al 23,6% de las encuestas. Sólo el 17% correspondió a rebaños pequeños. Se observó

que el 75,5% está dispuesto "en gran medida" o "muy dispuesto" a implementar CT, mientras que sólo 9,4% no mostró interés en implementar CT. El 15,1% manifestó una postura intermedia. Los resultados del análisis descriptivo indican una disposición a evaluar nuevas razas y tecnologías en los CT (73,6%). La raza preferida entre quienes practican CT fue Angus, independiente de la raza del rebaño lechero (Holstein, Jersey o KiwiCross). Asimismo, los productores jóvenes prefieren para las CT Angus (38,5%), Belga Azul (23,1%) y SimAngus T-14 (38,5%), mientras que los mayores prefieren Charolais (20,0%), British Blue T-15 (12,5%) y Limousin (5%). Por último, siete de cada diez productores (69,8%) tienen la intención de recibir capacitaciones en este aspecto. El 92,5 % de los productores declaró conocer los CT y un 72,6 % ya lo aplica de forma habitual, indicando que los CT ya no son una práctica experimental en la cuenca lechera sur.

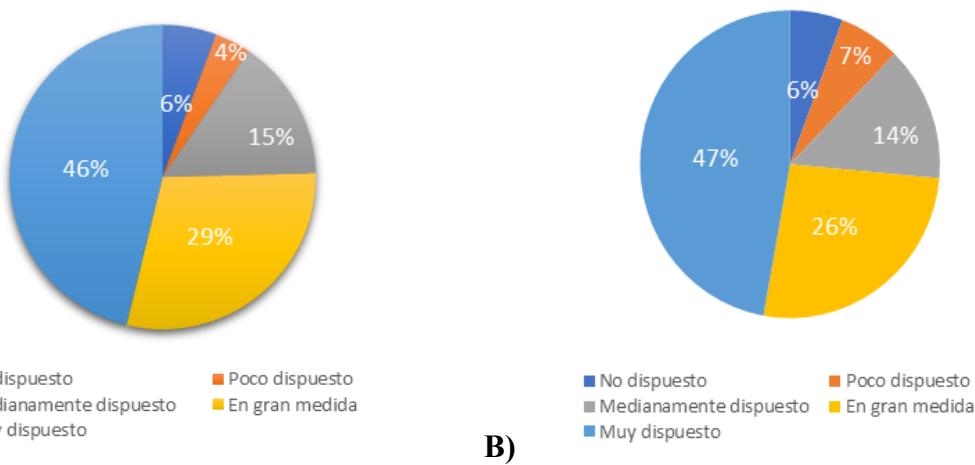


Figura 1. Disposición de los productores lecheros del sur de Chile a 1A) realizar cruzas terminales y 1B) evaluar nuevas razas y tecnologías.

No se observaron diferencias en la disposición a la adopción de CT según rango etario, tamaño del rebaño y años de experiencia ($p > 0,05$). En tanto, factores considerados como limitantes para implementar los CT fueron: a) costos, b) falta de información técnica, c) falta de infraestructura, d) necesidad de capacitación del personal y e) acceso a mercados de carne de calidad, que fueron percibidos con una influencia moderada a alta entre los productores.

CONCLUSIONES

Existe un alto interés y se practica con regularidad la CT en las lecherías del Sur de Chile, lo que no está condicionado por perfil sociodemográfico de los productores lecheros, aunque se observaron diferencias en las razas preferidas según grupo etario.

REFERENCIAS

BASIEL, B., AND T.L. FELIX. 2022. Board Invited Review: Crossbreeding beef \times dairy cattle for the modern beef production system. *Translational Animal Science*, 6: 1–21

VÉRTEBRAS TORACOLUMBARES ADICIONALES EN CORDEROS SUFFOLK Y SU EFECTO EN LAS REGIONES CORPORALES DE LA CARCASA

Additional thoracolumbar vertebrae in Suffolk lambs and their effect on the carcass regions

Álvaro Ferrada R¹., Briones Luengo, M.² y Ávila Stagno J.²

E-mail: aferrada@udec.cl

¹Depto Producción Animal, Fac. de Agronomía, Universidad de Concepción, Chillán.

²Depto Cs. Animal, Fac. de Cs. Veterinarias. Universidad de Concepción. Chillán.

INTRODUCCIÓN

En algunos órdenes de mamíferos existe una tendencia a aumentar el número de vértebras en la zona torácica y lumbar. En cerdos, la aparición de vértebras adicionales logró aumentar la producción de carne (Martin & Fredeen. 1966). Ancestralmente en ovinos, el número de vértebras torácicas es 13 y lumbaras 6, que en conjunto suman 19. El número de vértebras extras ha sido poco estudiado y solo en algunas razas ovinas, pero los resultados apuntan en la misma dirección. El objetivo fue determinar el número vertebral toracolumbar y su efecto en el peso de las regiones corporales de corderos Suffolk.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron 80 corderos Suffolk del plantel genético UdeC en Chillán, Ñuble. Se mantuvieron en pastoreo libre con sus madres hasta la faena. Se determinó el número vertebral (NV) entre las 3 a 5 semanas de edad, estableciendo el número de vértebras torácicas (T) y lumbaras (L) con un equipo radiográfico digital directo Sahara Slate PC, Slate 4. El número toracolumbar (TL) se obtuvo al sumar el conjunto de vértebras. La faena, previo destare de 12 hrs, se realizó cuando los animales alcanzaron $42,60 \pm 6,24$ kg de peso vivo ($153,69 \pm 12,84$ días). La carcasa fría se dividió en 5 regiones para luego ser pesadas cada una. Las regiones fueron Cuello (Cu), Brazos (Es), Tórax (To), Lomo (Lo) y Piernas (Pi). Se aplicó un modelo general lineal, para estimar el efecto de la variación vertebral sobre el peso de las regiones corporales, presentando los datos como medias de mínimo cuadrado \pm error estándar.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la figura 1 se aprecia que T13 predominó con 91,25 % respecto de T14 con 8,75 %. En cambio, para las vértebras lumbaras, donde L6 es el número ancestral, solo presentó 33,75 %, y L7 una mayor frecuencia de 66,25 %. De esta forma, T13 y L7 prevalecieron respecto de T14 y L6. El conjunto de 19 vértebras toracolumbares (TL19) fue de solo 25,00 %, en cambio para TL20 su frecuencia fue 75,00 %. Se obtuvieron tres fórmulas toracolumbares, donde la ancestral T13L6 solo fue 25,00 % y la de corderos multivertebrados T13L7 y T14L6 predominó con 75,00 %, observando variación en las vértebras presacrales en Suffolk.

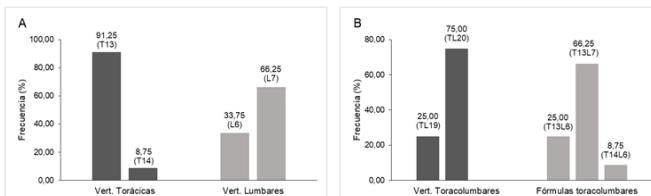


Figura 1. Frecuencia observada A: vértebras torácicas (T) y lumbaras (L). B: vértebras toracolumbares (TL) y sus fórmulas, en corderos Suffolk.

En el cuadro 1 se observa que corderos T14, presentaron 0,11 kg más en el cuello, 1,13 kg más en el tórax, 0,55 kg más en brazos y 0,91 kg más en el lomo, que corderos con T13 ($P \leq 0,05$). En el cuadro 1 se observa que corderos T14, presentaron 0,11 kg más en el cuello, 1,13 kg más en el tórax, 0,55 kg más en brazos y 0,91 kg más en el lomo, que corderos con T13 ($P \leq 0,05$). El peso de las piernas tendió a aumentar cuando

aumenta el número vertebral, aunque no fue significativo ($P > 0,05$). No se observaron efectos significativos ($P > 0,05$) en corderos L7 respecto de L6. Al agruparlos.

de acuerdo a las vértebras toracolumbares, sólo el lomo presentó un peso mayor de 0,35 kg con TL20 respecto de TL19, sin afectar al resto de los cortes. Al comparar las tres fórmulas vertebrales encontradas, se observó que sólo los corderos T14L6 presentaron mayores pesos promedios que los con fórmulas diferentes, obteniendo 1,27 kg más en tórax, 0,61 kg más en brazos y 1,07 kg más en el lomo, que corderos con fórmula T13L6. Un aumento vertebral permite inferir que, animales con vértebras extras, entregarían una mayor porción de carne proveniente de estas regiones corporales, lo que concuerda con lo señalado por Li *et al.*, (2017), quienes también encontraron variaciones en el número de vértebras torácicas y lumbares en ovinos, junto con aumentos de peso en la carcasa.

Cuadro 1. Efecto del número de vértebras (NV) sobre el peso (kg) de regiones corporales en carcassas de cordero Suffolk.

NV	n	Cu	To	Es	Lo	Pi
T13	73	0,99±0,02 ^a	6,01±0,12 ^a	3,83±0,07 ^a	2,79±0,07 ^a	6,47±0,11 ^a
T14	7	1,10±0,06 ^b	7,14±0,40 ^b	4,38±0,22 ^b	3,70±0,22 ^b	7,02±0,35 ^a
L6	27	1,01±0,03 ^a	6,17±0,22 ^a	3,91±0,12 ^a	2,88±0,12 ^a	6,49±0,18 ^a
L7	53	0,99±0,02 ^a	6,07±0,15 ^a	3,86±0,08 ^a	2,86±0,09 ^a	6,53±0,13 ^a
TL19	20	0,98±0,04 ^a	5,83±0,24 ^a	3,75±0,13 ^a	2,60±0,14 ^a	6,31±0,21 ^a
TL20	60	1,00±0,02 ^a	6,20±0,14 ^a	3,92±0,07 ^a	2,95±0,08 ^b	6,59±0,12 ^a
T13L6	20	0,98±0,03 ^a	5,86±0,24 ^a	3,76±0,13 ^a	2,62±0,13 ^a	6,32±0,21 ^a
T13L7	53	0,99±0,02 ^a	6,07±0,15 ^a	3,86±0,08 ^a	2,85±0,08 ^a	6,53±0,13 ^a
T14L6	7	1,10±0,06 ^a	7,13±0,41 ^b	4,37±0,22 ^b	3,69±0,21 ^b	7,00±0,36 ^a

La presencia de vértebras extras contribuiría a aumentar positivamente el peso en estos segmentos corporales al aumentar sus tejidos. Al respecto, Zhang *et al.*, (2017) señalan que el aumento en el número vertebral estaría asociado a un aumento del músculo *Longissimus* y piezas óseas extras (costillas y vértebras), lo que contribuiría a aumentar el peso de tales regiones. La presencia de una vértebra torácica extra, respecto de lo ancestral, tendría mayor efecto sobre las piezas corporales encontradas a lo largo de la columna, y en forma parcial sobre las piezas apendiculares. Posiblemente la selección visual constante, buscando mayor longitud, contribuya a encontrar aumento vertebral. Sin embargo, aunque no hubo diferencias estadísticas, se observó una tendencia a aumentar el peso de las regiones corporales cuando aumentó el número vertebral, tanto por vértebras torácicas como lumbares.

CONCLUSIÓN

Se observó un mayor número de corderos con T13 y L7 que con T14 y L6. El número toracolumbar 20 y la fórmula vertebral T13L7 fueron más frecuentes en la muestra, por lo que predominó un mayor número de corderos Suffolk multivertebrados. Una vértebra torácica extra (T14), independiente del número de vértebras lumbares, tiene mayor efecto sobre el peso de 3 de las 5 regiones corporales, correspondiente a Lo, To y Es, de corderos Suffolk con esta condición.

BIBLIOGRAFÍA

- LI, C., ZHANG, X., CAO, Y., WEI, J., YOU, S., JIANG, Y., Y CHEN, C. 2017. Multi-vertebrae variation potentially contribute to carcass length and weight of Kazakh sheep. Small Ruminant Research, 150, 8-10.
- MARTIN, A., & FREDEEN, H. 1966. Radiography of the live animal as a technique for predicting carcass characteristics in swine. Can. J. Anim. Sci. vol. 46.
- ZHANG, Z., SUN, Y., DU, W., HE, S., LIU, M., Y TIAN, C. 2017. Effects of vertebral number variations on carcass traits and genotyping of *Vertnn* candidate gene in Kazakh sheep. Asian-Australasian journal of animal sciences, 30(9), 1234.

PERFIL MORFOLOGICO Y GENETICO DEL BURRO CRIOLLO CHILENO

Morphology and genetic profile of the Chilean creole donkey

Alfredo Ramírez-Reveco^{1,4}, Gonzalo Gajardo^{1,4,5}; Daniel Larsen¹; María Jesús Montero¹; Tamara Tadich^{1,4}; Nicolas Fuentes²; Marianne Werner⁴, Hedio Bustamante^{3,4}, Germán Errazuriz⁶ and Pablo Strobel¹.

E-mail: alfredoramirez@uach.cl

¹Instituto de Ciencia Animal, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.

²INIA Intihuasi, INIA Ururi. Chile³. Veterinary Clinical Sciences Department. College of Veterinary Medicine.

Auburn University, Alabama, U.S.A. ⁴Programa Équidos, Facultad de Ciencias Veterinarias-Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile. ⁵Escuela de Medicina Veterinaria, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.

⁶Asinolat®, Tantehue, Melipilla, Chile.

INTRODUCCIÓN

La población de burros criollos del continente americano es el resultado de la introducción de burros de razas ibéricas desde el siglo XV, posiblemente con una influencia adicional de razas africanas y más reciente por otras razas introducidas el último siglo (Gama et al, 2020).

En Chile existen aproximadamente 5029 asnos criollos catastrados (INE, 2021), los cuales mayoritariamente habitan en las regiones de Coquimbo (3000), Atacama (600), y en menor medida en el Maule (254), Tarapacá (180), Valparaíso (149) y Metropolitana (90), los cuales se usan en labores agrícolas, de turismo, cuidadores, producción mular y también en producción de leche. El objetivo de este estudio fue caracterizar el peso, morfometría y diversidad genética del burro criollo de Chile.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron 192 animales principalmente burras de la lechería Asinolat®, ubicada en Tantehue, Melipilla (33°52'51"S, 71°13'12"O), y que provienen de Carrizalillo, Región de Coquimbo (29°06'00"S 71°28'00"O); Canela, Región de Coquimbo (31°23'56"S 71°27'22"O); y San Felipe, Región de Valparaíso (32°44'59" 70°43'33" O). Las edades de los animales fluctuaron entre 3 y 11 años y su régimen de alimentación fue en base a pasturas naturales, ensilaje de ballica, pelón de almendras y avena como forraje verde hidropónico. Las mediciones y análisis se realizaron entre agosto de 2023 y agosto de 2025. Para los análisis de pesaje se utilizó una balanza electrónica con plataforma y barras acopladas a manga y brete de contención. Las mediciones de alzada a la cruz se realizaron mediante uso de hipómetro metálico, para las mediciones de largo, perímetro torácico y de caña se realizaron mediante uso de cinta métrica estándar. El genotipado molecular se realizó a partir del uso de DNA genómico, previamente extraído de folículos pilosos por métodos estandarizados, y la coamplificación del panel de microsatélites (The Equine Genotypes™ Panel 1.1, Thermo), el cual coamplifica 17 microsatélites en una única reacción de PCR. El panel incluye los nueve loci SRT recomendados por el Comité de Estandarización de Genética Equina de la Sociedad Internacional de Genética Animal (ISAG) para pruebas de paternidad y caracterización equina. El genotipado molecular consideró muestras de 49 animales, los 17 STR analizados fueron: VHL20, HTG4, AHT4, HMS7, HTG6, AHT5, HMS6, ASB23, ASB2, HTG10, HTG7, HMS3, HMS2, ASB17, LEX3, HMS1 y CA425. Los productos de amplificación fueron separados mediante electroforesis automatizada en capilar usando ABI3137 XL genetic analyzer (Applied Biosystems) y leídos mediante uso de software GENEIOUS Prime v2.5 (© 2025 Dotmatics). La estadística descriptiva de peso y parámetros de morfometría fue tabulada en Excel 2013 (Microsoft) y procesada en GraphPad (Prism 6). Para los análisis genéticos que incluyeron el cálculo de las frecuencias alélicas por locus, parámetros de diversidad genética y análisis de coordenadas principales (PCoA) se utilizó la aplicación GenAIEx6, que corre dentro de Excel Microsoft (Peakall and Smouse, 2006).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos indican que el burro criollo posee un peso promedio de 189 kg, con una alzada, largo y perímetro torácico promedios de 113 cm, 114 cm y 130 cm, respectivamente. Respecto a la diversidad genética, el análisis revela que la población criolla estudiada presenta un alto grado de polimorfismo en los 13 marcadores estudiados, con un total de 74 alelos detectados y un promedio de alelos por loci de 5,69. Sin embargo, se detecta un déficit de heterocigotos ($H_o < H_e$) con valores de 0,461 y 0,583, respectivamente, lo que, sumado a un índice promedio de fijación alélica de $FIS=0,182$ ($FIS>0$), sugiere cierto grado de endogamia, similar a lo reportado para poblaciones criollas del Perú, Bolivia y Argentina (Jordana et al., 2016).

Finalmente, el análisis de coordenadas principales (PCoA) revela al menos dos agrupamientos o subpoblaciones, en donde los dos primeros ejes de coordenadas explicarían el 36% de la variabilidad presente en la población, sugiriendo un efecto Wahlund, con un moderado nivel de estructura genética.

CONCLUSIONES

El burro criollo de Chile es de pequeña envergadura y posee un fenotipo del tipo africano.

El burro criollo de Chile presenta déficit de heterocigotos y moderada tendencia a la endogamia

El burro criollo de Chile presenta perfil genético con similitudes a las poblaciones criollas de Perú, Bolivia y Argentina.

REFERENCIAS

- GAMA, L. T., MARTINEZ, A. M., GINJA, C., CAÑON, J., MARTIN-BURRIEL, I., REVIDATTI, M. A., ...ET AL (2020). Genetic diversity and structure of Iberoamerican livestock breeds. In *Advances in Animal Health, Medicine and Production: A Research Portrait of the Centre for Interdisciplinary Research in Animal Health (CIISA), University of Lisbon, Portugal* (pp. 52-68). Cham: Springer International Publishing.
<https://www.ine.gob.cl/censoagropecuario/resultados-finales/presentacion-censo>
- PEAKALL, R. O. D., & SMOUSE, P. E. (2006). GENALEX 6: genetic analysis in Excel. Population genetic software for teaching and research. *Molecular ecology notes*, 6(1), 288-295.
- JORDANA, J., FERRANDO, A., MIRÓ, J., GOYACHE, F., LOARCA, A., MARTÍNEZ LÓPEZ, O. R., ... & DELGADO, J. V. (2016). Genetic relationships among American donkey populations: insights into the process of colonization. *Journal of Animal Breeding and Genetics*, 133(2), 155-164.

EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LA ULTRASONOGRAFÍA TRANSRECTAL Y LA HISTOLOGÍA POST MÓRTEM EN OVARIOS DE OVEJAS SUFFOLK DOWN

Comparative Evaluation of Transrectal Ultrasonography and Postmortem Histology in Suffolk Sheep Ovaries

Lina María Correa^{1,2}; Pía Correa-Véliz¹; Martina Salazar-Cornejo¹; Sarah Montoya-Muñoz³; Marcela Gómez-Ceruti², Daniela Castro-Tardón¹
E-mail: lcorrea2@santotomas.cl

¹ Escuela de Medicina Veterinaria, Universidad Santo Tomás, Talca, Chile.

² Centro OVISNOVA, Universidad Santo Tomás, Talca, Chile.

³ Facultad de Ciencias de la Salud, I.U. Colegio Mayor de Antioquia, Medellín, Colombia.

INTRODUCCIÓN

El conocimiento detallado de la dinámica folicular ovárica en ovejas es esencial para comprender los mecanismos de ovulación y optimizar programas reproductivos. Tradicionalmente, estos estudios se han basado en técnicas invasivas como la laparotomía o la laparoscopía, con implicaciones éticas y limitaciones en estudios repetidos. La ultrasonografía transrectal ofrece una alternativa no invasiva, permitiendo la observación directa y repetida de estructuras ováricas. El objetivo de este estudio fue evaluar la precisión de la ultrasonografía transrectal para determinar el número y tamaño de folículos y cuerpos lúteos (CL) en ovejas, comparando los resultados con evaluaciones post mórtем.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en Villa Alegre - Región del Maule. Se utilizaron 4 ovejas Suffolk Down en temporada reproductiva (febrero 2025). Se realizó una ecografía transrectal con un transductor de 7,5 MHz (VC-U10, ARI Vetcare), registrando el número y tamaño de folículos (≥ 2 mm) y CL. Dos horas después, se realizó una ovariectomía a las ovejas y los ovarios examinados morfológicamente. Los folículos se agruparon en categorías de 2, 3, 4 y ≥ 5 mm. La precisión diagnóstica de la ultrasonografía se evaluó mediante el cálculo de valor predictivo positivo (VPP) y sensibilidad, y la concordancia entre ambas metodologías se analizó por correlación de Pearson.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La ultrasonografía permitió identificar la presencia de CL con un 100% de valor predictivo positivo y una sensibilidad del 100% para la ausencia de CL. En ovejas con ovulación doble, la sensibilidad fue del 100%. Para los folículos, la correlación entre ambas metodologías aumentó con el tamaño: $r = 0,31$ (2 mm) a $r = 0,65$ (≥ 5 mm; $P \leq 0,05$). La sensibilidad fue del 40, 75, 86 y 80 % para folículos de 2, 3, 4 y ≥ 5 mm, respectivamente. El VPP promedio para folículos de ≥ 4 mm fue del 86%, mientras que para los menores de 3 mm descendió a 25-50%, evidenciando que la resolución ecográfica limita la detección de estructuras pequeñas. La precisión disminuyó para estructuras pequeñas debido a limitaciones técnicas del equipo y la resolución de imagen. Estos resultados confirman que la ultrasonografía transrectal es un método confiable para evaluar CL y folículos ≥ 4 mm, pero su eficacia se reduce para estructuras menores. La aplicabilidad práctica de esta técnica en condiciones de campo amplía las posibilidades de monitoreo reproductivo no invasivo, favoreciendo la investigación en fisiología ovárica y manejo reproductivo en pequeños rumiantes.

CONCLUSIONES

La ultrasonografía transrectal con transductor de 7,5 MHz constituye una herramienta precisa y no invasiva para evaluar estructuras ováricas en ovejas. Permite una estimación confiable del número de CL y folículos de ≥ 4 mm, siendo menos exacta para diámetros menores. Su aplicación mejora la comprensión de la dinámica folicular y facilita la implementación de programas reproductivos más eficientes y éticos.

REFERENCIAS

- VIÑOLES, C.; MEIKLE, A.; FORSBERG, M. (2004). Accuracy of evaluation of ovarian structures by transrectal ultrasonography in ewes. *Animal Reproduction Science*, 80(1–2), 69–79.
- SCHRICK, F. N. et al. (1993). Ovarian structures during the estrous cycle and early pregnancy in ewes. *Biology of Reproduction*, 49, 1133–1140.
- DICKIE, A. M. et al. (1999). Determination of corpora lutea numbers in ewes using transrectal ultrasound. *Theriogenology*, 51, 1209–1224.
- EVANS, A. C. O. et al. (2000). Waves of follicle development during the estrous cycle in sheep. *Theriogenology*, 53, 699–715.

IMPACTO Y VARIABILIDAD DEL MICROBIOMA SEMINAL DE VERRACO SOBRE LA CALIDAD ESPERMÁTICA DURANTE EL ALMACENAMIENTO EN FRÍO

Impact and variability of the boar seminal microbiome on sperm quality during cooled storage

Nicol Carrasco¹, Karla Leal¹, Juan Machuca², Kattia Núñez-Montero³, Felipe Pezo⁴, María José Contreras^{1*}.

E-mail: maria.contreras@uautonoma.cl*.

¹Instituto de Ciencias Aplicadas, Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Chile, Temuco, Chile.

²Doctorado en Ciencias Biomédicas, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Autónoma de Chile, Chile.

³Facultad de Ciencias de la Salud, Instituto de Ciencias Aplicadas, Universidad Autónoma de Chile.

⁴Facultad de Ciencias Agropecuarias y Medioambiente, Universidad de La Frontera, Temuco, Chile

INTRODUCCIÓN

El microbioma seminal de verraco ha cobrado relevancia en reproducción animal por su influencia en la calidad espermática y los resultados de fertilidad. La preservación de semen enfriado a 15–17 °C, práctica común en la industria porcina, se ve limitada por la proliferación bacteriana, que afecta negativamente motilidad, viabilidad e integridad de membrana, incluso en presencia de antibióticos en los diluyentes. Estudios recientes sugieren que no solo la carga bacteriana total, sino la composición y dinámica de comunidades microbianas específicas, determinan el impacto sobre la funcionalidad espermática. Patógenos como *Pseudomonas aeruginosa* y *Escherichia coli* se han asociado a alteraciones de la motilidad y la capacitación, mientras que bacterias beneficiosas como *Lactobacillus* spp. se vinculan a eyaculados de mayor calidad. Se plantea como hipótesis que la variabilidad del microbioma seminal durante el almacenamiento en frío contribuye directamente a la disminución de la calidad espermática. El objetivo de este estudio fue caracterizar los cambios en la composición microbiana del semen de verraco incubado a 17 °C por doce días y evaluar su asociación con parámetros de calidad y funcionalidad espermática.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la Región de La Araucanía entre enero y abril de 2024, con aprobación del Comité de Ética Científica de la Universidad Autónoma de Chile. Se utilizaron seis eyaculados de verracos sexualmente maduros, colectados mediante la técnica de mano enguantada en un plantel comercial y transportados a 17 °C hasta el laboratorio. Solo se incluyeron muestras con motilidad >80% y viabilidad >85%. Las muestras crudas se incubaron a 17 °C durante 12 días, evaluándose en días 1, 4, 8 y 12. En cada tiempo se analizaron parámetros de calidad espermática (motilidad total y progresiva, integridad de membrana y acrosoma, potencial de membrana mitocondrial, producción de anión superóxido y peroxidación lipídica) mediante sistema ISAS y citometría de flujo. Paralelamente, se almacenaron alícuotas de semen crudo a -80 °C para la extracción de ADN y secuenciación del gen 16S rRNA (regiones V3–V4) en plataforma Illumina MiSeq, con análisis bioinformático en QIIME2 y MicrobiomeAnalyst. Los datos de calidad espermática se analizaron con ANOVA y prueba post-hoc de Bonferroni, además de correlaciones de Spearman, considerando significancia en $P < 0.05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La incubación de semen de verraco a 17 °C por 12 días provocó un deterioro progresivo de la calidad espermática. La motilidad total y progresiva, inicialmente altas (>95% y 46% en d1), cayeron a 0% desde d4. El potencial de membrana mitocondrial también disminuyó drásticamente, mientras que la integridad de membrana y acrosoma mostró un descenso más gradual, manteniéndose en torno al 50% en d12. En paralelo, se observó un incremento marcado de estrés oxidativo, evidenciado por la producción de anión

superóxido y la peroxidación lipídica, lo que confirma la fragilidad metabólica de los espermatozoides bajo condiciones subóptimas de almacenamiento.

A nivel microbiológico, el microbioma seminal presentó una alta diversidad inicial (*Proteobacteria*, *Firmicutes*, *Actinobacteria*, *Bacteroidota*, entre otros), la cual se redujo progresivamente hasta una comunidad dominada por taxones oportunistas como *Pseudomonas*, *Escherichia-Shigella*, *Enterococcus* y *Bacteroides* en d8–d12. Los índices alfa-diversidad evidenciaron una pérdida significativa de riqueza y equidad, mientras que el análisis de beta-diversidad mostró una clara sucesión temporal de comunidades.

Los análisis de correlación revelaron asociaciones diferenciales según la etapa: bacterias ambientales y comensales (ej. *Brackiella oedipodis*, *Corynebacterium amycolatum*) se vincularon positivamente con viabilidad y acrosoma en d1, mientras que especies oportunistas (*Enterococcus faecalis*, *Bacteroides fragilis*) se relacionaron negativamente con estos parámetros en etapas posteriores. Estos hallazgos demuestran que la incubación prolongada induce disbiosis, favoreciendo especies con potencial patógeno que comprometen la funcionalidad espermática. En conjunto, los resultados subrayan la necesidad de estrategias de conservación que controlen selectivamente el crecimiento bacteriano y mitiguen el daño oxidativo para mantener la calidad seminal y la eficiencia reproductiva en programas de inseminación artificial.

CONCLUSIONES

En conclusión, este estudio demostró que la incubación de semen crudo de verraco a 17 °C afecta rápidamente variables de calidad y funcionalidad espermática. La diversidad bacteriana disminuye a lo largo de la incubación, predominando taxones oportunistas patógenos a los 12 días. Estas bacterias se asocian directamente con baja calidad seminal. Estos resultados orientan a nuevas estrategias de preservación seguras y sostenibles, de tan manera que se pueda potenciar la mantención de taxas beneficiosas y se realice una estrategia antimicrobiana más específica y guiada.

AGRADECIMIENTOS

Financiamiento del proyecto FONDECYT INICIACION [11240632], ANID.

REFERENCIAS

- CONTRERAS MJ, NÚÑEZ-MONTERO K, BRUNA P, GARCÍA M, LEAL K, BARRIENTOS L, ET AL. 2022. Bacteria and boar semen storage: progress and challenges. *Antibiotics*, 11:1796.
- NGO CB, SUWIMONTEERABUTR J, APIWATSIRI P, SAENKANKAM I, PRAPASARAKUL N, MORRELL JM, ET AL. 2023. Boar seminal microbiota in relation to sperm quality under tropical environments. *Animals*, 13:3837.

SUPLEMENTACIÓN DEL MEDIO DE DESCONGELACION CON GLUTATIÓN REDUCIDO (GSH) Y SU IMPACTO EN EL ESTRÉS OXIDATIVO Y FUNCIONALIDAD DE ESPERMATOZOIDES DE VERRACO CRIOPRESERVADOS

Supplementation of the thawing medium with reduced glutathione (GSH) and its impact on oxidative stress and functionality of cryopreserved boar sperm

Ana Carrasco^{1,2}*, Rebeca Choque^{1,2}, Sofía Palma^{1,2}, Cristóbal Nahuelpán^{1,2}, Pía Burgos^{1,2}, Matías Sanhueza^{1,2}, Ricardo Guerrero^{1,2}, André Furugen Cesar de Andrade³, Raúl Sánchez^{4,5}, Felipe Pezo^{1,2}.

E-mail: a.carrasco14@ufromail.cl*

¹Facultad de Ciencias Agropecuarias y Medioambiente, Universidad de La Frontera, Temuco, Chile ²Centro de Excelencia en Biotecnología Reproductiva (BIOREN-CEBIOR), Facultad de Medicina, Universidad de La Frontera, Temuco, Chile. ³Swine Research Center, Department of Animal Reproduction, School of Veterinary Medicine and Animal Science, University of São Paulo, São Paulo, Brazil ⁴Centro de Excelencia en Medicina Traslacional—Núcleo Científico y Tecnológico de Biorrecursos (CEMT—BIOREN), Facultad de Medicina, Universidad de La Frontera, Temuco, Chile. ⁵Departamento de Ciencias Preclínicas, Facultad de Medicina, Universidad de La Frontera, Temuco, Chile.

INTRODUCCIÓN

Un protocolo estándar de criopreservación de espermatozoides de verraco, implica la eliminación del plasma seminal que contiene enzimas con actividad antioxidante. Sumado a esto, la evidencia científica confirma que la manipulación *in vitro* provoca daño espermático en todas las etapas del proceso de criopreservación, afectando parámetros como motilidad y viabilidad celular, el cual se asocia principalmente al aumento de radicales libres de oxígeno producidos por las mitocondrias, disminuyendo de manera significativa la calidad espermática. El medio de descongelación más usado es el Beltsville Thawing Solution (BTS), el cual ha sido usado como modelo para la adición de otros compuestos, como antioxidantes, para conservar la funcionalidad de los espermatozoides descongelados (Pezo *et al.*, 2025), entre estos compuestos el glutatión reducido (GSH), el tiol más abundante en las células y entre sus funciones, destaca el mantenimiento del equilibrio redox intracelular, y por lo tanto, ha sido empleado como estrategia antioxidante para optimizar algunas biotecnologías reproductivas (Estrada *et al.*, 2014). El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la adición de glutatión reducido (GSH) en distintas concentraciones al medio de descongelación BTS, en espermatozoides incubados por 240 min a 38 °C.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se colectaron eyaculados (enero-marzo, 2025) de seis verracos de raza Landrace, reproductores pertenecientes a la Sociedad Agrícola y Ganadera Pehuén Ltda., ubicada en Victoria, Chile, solo la fracción rica en espermatozoides se criopreservó en el medio trehalosa-yema de huevo-glicerol, siguiendo un protocolo convencional. La descongelación se efectuó a 38 °C durante 20 segundos utilizando el medio BTS, seleccionando únicamente pajuotas con una motilidad total (MT) igual o superior al 40% inmediatamente después de la descongelación. Las muestras fueron incubadas en BTS (control) o en BTS suplementado con GSH a concentraciones de 1 mM (GSH-1), 3 mM (GSH-2) y 5 mM (GSH-3) durante 240 min a 38 °C. La MT se evaluó con el sistema ISAS a los 60 (T60), 120 (T120) y 180 (T180) min post-descongelación, y por citometría de flujo distintos parámetros funcionales a los 60 (T60) y 240 (T240) min post incubación. Los resultados se expresaron como promedio ± desviación estándar. El análisis estadístico se realizó con el software GraphPad Prism®, se usó la prueba de Kolmogorov-Smirnov para ver normalidad. Para determinar el efecto de los tratamientos en cada tiempo de evaluación, se aplicó un ANDEVA de una vía con medidas repetidas y la prueba post hoc de Bonferroni. Además, se empleó una prueba *t* independiente para comparar los distintos tiempos de incubación en los parámetros evaluados por citometría de flujo y un

ANDEVA de dos vías para los análisis de motilidad total. Se consideraron diferencias estadísticamente significativas aquellas con un valor de $P < 0,05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Nuestros resultados demostraron una reducción de la peroxidación lipídica al comparar el T60 versus T240 post incubación para los grupos GSH-1 y GSH-2, sin embargo, no se observó un efecto de los tratamientos respecto al control para el T60 y T240, estos resultados sugieren que el GSH actúa modulando el equilibrio redox. La MT se vio negativamente afectada por el tiempo de incubación, lo cual demuestra que la motilidad es uno de principales parámetros espermáticos afectados por la congelación/descongelación. A pesar de esto, los tratamientos, GSH-3 y GSH-2 fueron significativamente superiores al grupo control en el T60 ($P=0,0438$) y T180 ($P=0,0479$), respectivamente. En cuanto al estado de las membranas, no hubo un efecto del tiempo en el % de espermatozoides con un aumento en la fluidez de membrana para ninguno de los grupos ($P>0,05$), mientras que, al comparar los tratamientos en T60 se observó una reducción significativa de espermatozoides vivos con incremento en la fluidez de membranas en las tres condiciones experimentales versus el grupo control ($P=0,0007$). Si bien para integridad de membrana plasmática no se observaron diferencias significativas entre condiciones experimentales en T60 y T240, si se observó un efecto negativo en la conservación de la viabilidad, reduciendo significativamente en el grupo control después de 240 min de incubación ($P=0,0280$). Para el PMM, el grupo GSH-3 mostro una reducción significativa al comparar T60 versus T240 ($P=0,0413$), mientras que los tratamientos no tuvieron un efecto respecto al grupo control ($P=>0,05$). En verracos se ha usado el GSH en combinación con ácido ascórbico reduciendo los niveles de peróxido intracelular y preservando la motilidad y viabilidad durante 240 min de incubación (Crespo-Félez *et al.*, 2017).

CONCLUSIONES

La adición de GSH al medio de descongelación redujo la peroxidación lipídica y preservó la motilidad y viabilidad de los espermatozoides de verraco a lo largo de los tiempos de incubación, destacando la concentración de 3 mM (GSH-2) como la más efectiva. Estos resultados respaldan su papel como modulador del equilibrio redox y sugieren que futuras investigaciones podrían optimizar dosis y tiempos de incubación para maximizar la funcionalidad espermática y evaluar su impacto sobre la fertilidad *in vivo*.

AGRADECIMIENTOS

Al Proyecto DI24-0114 de la Dirección de Investigación de la UFRO, Temuco, Chile, el FONDECYT Iniciación (11250694) y la Fundación de Apoyo a la Investigación del Estado de Sao Paulo (FAPESP), Brasil y la UFRO, Chile, (FPP22-0022 a R.S y A.F.C).

REFERENCIAS

- ESTRADA, E., RODRÍGUEZ-GIL, J. E., ROCHA, L. G., BALASCH, S., BONET, S., & YESTE, M. (2014). Supplementing cryopreservation media with reduced glutathione increases fertility and prolificacy of sows inseminated with frozen-thawed boar semen. *Andrology*, 2(1), 88–99.
- CRESPO-FÉLEZ, I., CASTAÑEDA-SAMPEDRO, A., SÁNCHEZ, D.I., FERNÁNDEZ-ALEGRE, E., ÁLVAREZ-RODRÍGUEZ, M., DOMÍNGUEZ, J.C., MORRELL, J.M., MARTÍNEZ-PASTOR, F., 2017. Effect of Single Layer Centrifugation Porcicoll (70%, 80% and 90%) or supplementation with reduced glutathione, seminal plasma and bovine serum albumin on frozen-thawed boar sperm. *Anim Reprod Sci* 187, 167–173.
- PEZO, F., SANCHEZ, R., PEDROSA, A.C., DE ANDRADE, A.F.C. (2025). Stored and Frozen Semen in Swine. Assisted Reproductive Technologies in Animals Volume 2. Springer, Cham.

EFECTO DE LA ADICIÓN DE MELATONINA AL MEDIO DE DESCONGELACIÓN DE ESPERMATOZOIDES DE VERRACO CRIOPRESERVADOS SOBRE EL ESTRÉS OXIDATIVO Y FUNCIONALIDAD ESPERMÁTICA

Effect of melatonin addition to the thawing extender of cryopreserved boar spermatozoa on oxidative stress and sperm functionality

Rebeca Choque^{1,2*}, Ana Carrasco^{1,2}, Sofía Palma^{1,2}, Cristóbal Nahuelpán^{1,2}, Pía Burgos^{1,2}, Matías Sanhueza^{1,2}, Ricardo Guerrero^{1,2}, André Furugen Cesar de Andrade³, Raúl Sánchez^{4,5}, Felipe Pezo^{1,2}.
r.choque01@ufromail.cl*

¹Facultad de Ciencias Agropecuarias y Medioambiente, Universidad de La Frontera, Temuco, Chile ²Centro de Excelencia en Biotecnologías Reproductivas, Universidad de La Frontera, Temuco, Chile. ³Swine Research Center, Department of Animal Reproduction, School of Veterinary Medicine and Animal Science, University of São Paulo, São Paulo, Brazil ⁴Centro de Excelencia en Medicina Traslacional—Núcleo Científico y Tecnológico de Biorrecursos (CEMT—BIOREN), Facultad de Medicina, Universidad de La Frontera, Temuco, Chile.

⁵Departamento de Ciencias Preclínicas, Facultad de Medicina, Universidad de La Frontera, Temuco, Chile.

INTRODUCCIÓN

Es necesario recuperar las temperaturas fisiológicas durante la descongelación para que los espermatozoides criopreservados se utilicen en la inseminación artificial (IA). En espermatozoides de verraco, el medio de descongelación influye en la supervivencia espermática, siendo el Beltsville Thawing Solution (BTS) el más utilizado (De Andrade *et al.*, 2022). La incubación post-descongelación a 38 °C reduce la motilidad e integridad de membranas, lo que se relaciona con el aumento de especies reactivas de oxígeno (ROS) y la peroxidación lipídica (Pezo *et al.*, 2021a). El uso de antioxidantes podría contrarrestar los efectos negativos del estrés celular generado por la manipulación *in vitro* durante los protocolos de congelación y disminuir el daño celular. Entre ellos, la melatonina (MEL) neutraliza los radicales libres, reduce la peroxidación lipídica (LPO) y activa enzimas antioxidantes intracelulares, mitigando el estrés oxidativo que se encuentra comúnmente en entornos de alta producción (Yang *et al.*, 2024). El objetivo del estudio es determinar los efectos de la adición de MEL en distintas concentraciones al BTS sobre la peroxidación lipídica y parámetros espermáticos funcionales.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se obtuvieron eyaculados (enero-marzo 2025) de seis verracos de raza Landrace (N=6) con fertilidad comprobada. Los animales pertenecen a la Sociedad Agrícola y Ganadera Pehuén Ltda., ubicada en Victoria, Chile. Para la congelación se usó el medio Trehalosa- yema de huevo- glicerol, junto al protocolo de congelación convencional, exponiendo las pajuelas a 4 cm durante 10 minutos a vapores de LN₂ en una caja de poliestireno. La descongelación se realizó a 38 °C por 20 s en el medio BTS, empleando solo aquellas pajuelas con una motilidad total (MT) igual o mayor al 40% inmediatamente después de la descongelación. Las pajuelas descongeladas en medio BTS (control) y BTS suplementado con MEL en concentraciones de 0,5 (MEL-1), 1 (MEL-2) y 1,5 µM (MEL-3) fueron incubadas hasta por 240 min a 38 °C. Se evaluó la motilidad total (MT) con el sistema ISAS, 60 (T60), 120 (T120) y 180 (T180) min post descongelación y por citometría de flujo se evaluó integridad y fluidez de la membrana plasmática, peroxidación lipídica y potencial de membrana mitocondrial (PMM) a los 60 (T60) y 240 (T240) min post descongelación. Los resultados se presentan como promedio ± desviación estándar. El análisis estadístico se efectuó con el software GraphPad Prism®. La normalidad de los datos fue verificada mediante la prueba Kolmogorov-Smirnov. Para evaluar el efecto de los tratamientos en cada uno de los tiempos para MT y parámetros de citometría de flujo, se aplicó un ANOVA de una vía con medidas repetidas, seguido de la prueba post hoc de Bonferroni. Adicionalmente, se empleó una prueba *t* independiente para comparar los distintos tiempos de incubación en cada uno de los grupos experimentales evaluados por citometría de flujo y una ANOVA de dos vías para los análisis de MT. Se consideraron diferencias estadísticamente significativas aquellas con valores de P<0,05.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los análisis de citometría de flujo, la LPO no difirió entre grupos en T60 y T240 ($P>0,05$), sin embargo, los grupos con MEL indicaron una disminución significativa entre ambos tiempos, demostrando una reducción del estrés oxidativo durante la incubación. A pesar de ello, no se observó efectos del tratamiento o el tiempo para PMM, integridad de la membrana espermática ni cambios de capacitación ($P>0,05$). En relación con la MT, se determinó que, independientemente del tratamiento, el tiempo de incubación tiene un efecto negativo significativo. No obstante, si fue posible observar diferencias entre tratamientos, donde el grupo control ($5,1\pm2,1$) fue significativamente más bajo que MEL-2 ($14,08\pm2,9$) para el T60 ($P=0,0232$), lo mismo ocurrió para el T180 ($P=0,0290$), donde el grupo MEL-1 ($5,9\pm1,8$) fue significativamente más alto que el grupo control ($2,8\pm1,6$). En porcinos, la acción antioxidante de la MEL ha sido evidenciada en protocolos de refrigeración (Martín-Hidalgo et al., 2011) y criopreservación de espermatozoides de verracos (Pezo et al., 2021). Similar a nuestros resultados, pero en espermatozoides de toro no se observaron efectos significativos de la MEL sobre motilidad, viabilidad, integridad del acrosoma o actividad mitocondrial, sin embargo, mejoró la fertilización y potenció el desarrollo y la competencia embrionaria *in vitro* (Gutiérrez-Añez et al., 2021).

CONCLUSIONES

La adición de MEL al medio BTS presenta efectos beneficiosos parciales sobre la calidad espermática post-descongelación en verracos. Aunque no se observaron diferencias significativas en la integridad o fluidez de membrana, la disminución del estrés oxidativo en los grupos con MEL sugiere una acción antioxidante efectiva durante la incubación. Además, las mejoras significativas en la motilidad total a los 60 y 180 minutos en los tratamientos MEL-1 y MEL-2 respecto al control indican que concentraciones moderadas de MEL ($0,5\text{--}1 \mu\text{M}$) podrían contribuir al mantenimiento de la funcionalidad espermática tras la descongelación. En conjunto, estos resultados apoyan el potencial de la MEL como aditivo antioxidante en la descongelación espermática porcina, aunque se requiere profundizar en su mecanismo de acción y su impacto sobre la fertilidad *in vivo*.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue apoyado por el Proyecto DI24-0114 de la Dirección de Investigación de la UFRO, Temuco, Chile, el FONDECYT Iniciación (11250694, F.P.) y la Fundación de Apoyo a la Investigación del Estado de São Paulo (FAPESP), Brasil y la Universidad de La Frontera (UFRO), Chile, (FPP22-0022 a R.S y A.F.C)

REFERENCIAS

- DE ANDRADE, A.F.C., GROSSFELD, R., KNOX, R. V., 2022. *In vitro* effects of two different commercial freezing and thawing extenders on boar sperm quality. *Anim Reprod Sci* 236.
- MARTÍN-HIDALGO, D., BARÓN, F. J., BRAGADO, M. J., CARMONA, P., ROBINA, A., GARCÍA-MARÍN, L. J., & GIL, M. C. (2011). The effect of melatonin on the quality of extended boar semen after long-term storage at 17 °C. *Theriogenology*, 75(8), 1550–1560.
- PEZO, F., YESTE, M., ZAMBRANO, F., URIBE, P., RISOPATRÓN, J., & SÁNCHEZ, R. (2021A). Antioxidants and their effect on the oxidative/nitrosative stress of frozen-thawed boar sperm. *Cryobiology*, 98, 5–11.
- PEZO, F., ZAMBRANO, F., URIBE, P., MOYA, C., DE ANDRADE, A. F. C., RISOPATRON, J., YESTE, M., BURGOS, R. A., & SÁNCHEZ, R. (2021B). Oxidative and nitrosative stress in frozen-thawed pig spermatozoa. I: Protective effect of melatonin and butylhydroxytoluene on sperm function. *Research in veterinary science*, 136, 143–150.
- YANG, D., WANG, C., LU, W., TIAN, X., SUN, Y., & PENG, H. (2024). Beneficial effects of melatonin on boar sperm motility and kinematics are mediated by MT1 receptor. *Theriogenology*, 226, 95–103.
- GUTIÉRREZ-AÑEZ, J. C., HENNING, H., LUCAS-HAHN, A., BAULAIN, U., ALDAG, P., SIEG, B., HENSEL, V., HERRMANN, D., & NIEMANN, H. (2021). Melatonin improves rate of monospermic fertilization and early embryo development in a bovine IVF system. *PloS one*, 16(9), e0256701.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0256701>

COMPARACIÓN DEL PATRÓN DE SECRECIÓN DE VESÍCULAS EXTRACELULARES oviductales entre PAVA CRIOLLA Y GALLINA ARAUCANA

*Comparison of oviductal extracellular vesicle secretion patterns between creole turkeys
and Araucana hens*

Makarena Rubilar^{1*}, Diego Caamaño¹, Yat Wong¹, Bárbara Melo-Baez¹, Lleretny Rodríguez-Álvarez¹,
Mario Briones¹, Fidel O. Castro¹

*Email: makrubilar@udec.cl

¹Departamento de Ciencia Animal, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad de Concepción.

INTRODUCCIÓN

Las aves poseen la capacidad de conservar espermatozoides viables por periodos prolongados gracias a los túbulos de almacenamiento espermático (TAE) en la unión útero vaginal (UUV) del oviducto. En pava criolla (*Meleagris gallopavo*) y gallina Araucana (*Gallus gallus*), se ha propuesto que las vesículas extracelulares (EVs) secretadas por el oviducto participan en este proceso. Sin embargo, mecanismos celulares y moleculares que explican dicha función permanecen poco descritos. Comprender la dinámica secretora de las EVs resulta clave para esclarecer su rol en la conservación espermática y la fisiología reproductiva aviar. Se plantea que el cargo de las EVs secretadas en el oviducto de pavas y gallinas varía según la región anatómica y la especie. El objetivo fue estudiar el patrón de secreción de las EVs del fluido oviductal de hembras en estado ovulatorio, procedente de dos regiones del oviducto (con y sin TAE).

MATERIALES Y MÉTODOS

Se emplearon pavas criollas (*Meleagris gallopavo*) y gallinas Araucanas (*Gallus gallus*) de la Unidad Avícola, Facultad de Cs. Veterinarias, Universidad de Concepción, Chillán, Chile. Las aves se mantuvieron en sistema semiconfinado, expuestas a temperatura y fotoperiodo natural. Las muestras se recolectaron de septiembre a diciembre de 2023, durante fotoperiodo positivo, a partir de hembras en estado ovulatorio de primer ciclo reproductivo, fertilizadas por monta natural. Se utilizaron 9 hembras por especie, eutanasiadas por dislocación cervical, recolectándose el fluido oviductal de M y UUV mediante clampado y lavado con 5 mL de PBS y AAM (2%) a 41 °C. Las EVs se aislaron mediante centrifugaciones seriadas y ultracentrifugación, según Théry *et al.*, (2006). Se identificaron por microscopía electrónica de transmisión (TEM) y proteómica, caracterizándose mediante análisis de seguimiento de nanopartículas (NTA). El análisis estadístico consideró 4 tratamientos (Pava-M, Pava-UUV, Gallina-M, Gallina-UUV), con 3 réplicas biológicas (pools de 3 aves para cada réplica) y 3 réplicas técnicas (conformando 9 réplicas totales), evaluando concentración, tamaño, concentración de partículas pequeñas (≤ 120 nm) y grandes (> 120 nm). Ante la ausencia de normalidad (Shapiro-Wilk), los datos se transformaron a Log_{10} y se analizaron mediante ANDEVA, considerando la interacción entre tejido y especie (Infostat®).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La presencia de EVs se confirmó por TEM, observándose la morfología típica en forma de copa, y por proteómica, detectándose biomarcadores específicos (CD63, CD81, EPCAM, HSP70, HSP90AA1, HSPA8, ANXA4, ANXA5 y VCP). Respecto a los análisis comparativos mediante NTA (Cuadro 1), se observó mayor concentración de EVs en la UUV respecto al M, en ambas especies, con mayor promedio en la UUV de las pavas, sin diferencias entre los M de ambas especies. En cuanto al tamaño de las partículas, no se observaron diferencias entre tejidos ni especies. Al desagregar por fracciones, las partículas pequeñas (≤ 120 nm) presentaron mayor concentración en la UUV que en M, tanto en pavas como en gallinas, sin diferencias

entre especies. Para las partículas grandes (>120 nm), se registró mayor concentración en la UUV de gallinas, sin diferencias entre tejidos en pavas y sin diferencias entre especies al comparar esta fracción.

Cuadro 1. NTA de EVs provenientes del M y la UUV de pava criolla y gallina Araucana.

	Concentración			Tamaño			Concentración ≤ 120 nm			Concentración > 120 nm		
	Med	Med	EE	Med	Med	EE	Med	Med	EE	Med	Med	EE
	EVs/mL	Log ₁₀	Log ₁₀	p	nm/EVs	Log ₁₀	Log ₁₀	p	EVs/mL	Log ₁₀	Log ₁₀	p
G	8,7,E+10	10,9	0,03	<0,01	156	2,19	0,01	0,09	1,2E+10	10,06	0,05	<0,01
	1,6,E+11	11,2	0,03		147	2,17	0,01		4,0E+10	10,58	0,05	
P	1,2,E+11	10,9	0,10	<0,01	161	2,21	0,01	0,15	1,4E+10	9,9	0,29	0,019
	2,4,E+11	11,4	0,10		154	2,19	0,01		3,2E+10	10,4	0,29	
M	8,7,E+10	10,9	0,10	0,98	156	2,19	0,01	0,22	1,2E+10	9,9	0,22	0,15
	1,2,E+11	10,9	0,10		161	2,21	0,01		1,4E+10	10,1	0,22	
U	1,6,E+11	11,2	0,03	<0,01	147	2,17	0,01	0,27	4,0E+10	10,6	0,20	0,14
	2,4,E+11	11,4	0,03		154	2,19	0,01		3,2E+10	10,4	0,20	

*G: gallina, P: pava, M: magnum, U: unión útero vaginal, EVs: vesículas extracelulares, Med: media, EE: error estándar, Log₁₀: logaritmo en base 10. p-valor: 0,05

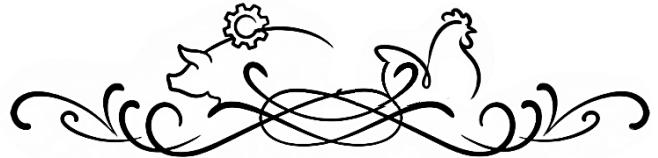
El tamaño de partícula se relaciona con el tipo de EVs: microvesículas (>120 – 150 nm) y exosomas (≤ 120 nm). En pava se han descrito vesículas/ampollas en los TAE de 100–250 nm. En estudios oviductales *in vivo* de otras especies se han reportado diámetros de 158 y 140 nm, con concentraciones de $4,5 \times 10^{10}$ y $3,1 \times 10^{10}$ partículas/mL, para *Canis familiaris* y *Felis Catus* respectivamente. En *Bos taurus* se observa mayor proporción de EVs pequeñas en el ístmo (sin diferencias en ámpula), mientras que en *Sus scrofa* no se reporta diferencias entre ístmo y ámpula. Estos patrones disímiles entre especies y regiones oviductales son consistentes con nuestros hallazgos y sugieren un rol funcional diferencial de las EVs sobre la fisiología espermática, particularmente asociado a la mayor actividad secretora de la UUV, donde la elevada concentración observada en las pavas podría reflejar adaptaciones vinculadas a su reconocida eficiencia en la conservación prolongada de los espermatozoides, que puede extenderse hasta 70 días en los TAE.

CONCLUSIONES

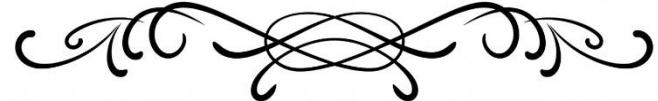
Las pavas criollas y gallinas Araucanas presentan un patrón de secreción de EVs oviductales similar entre especies, diferenciándose por una mayor concentración en la UUV de las pavas. Los tejidos difieren en una mayor concentración total y de partículas pequeñas en la UUV, mientras que las partículas grandes se concentran en la UUV de las gallinas. No se observaron diferencias en el tamaño promedio de las EVs entre tejidos ni especies. Estos resultados evidencian un rol funcional de las EVs en la conservación espermática y refuerzan la importancia de la UUV como principal zona secretora del oviducto, aportando información relevante para comprender los mecanismos que sustentan la fertilidad prolongada en aves.

REFERENCIAS

- BAKST, M. R., & BAUCHAN, G. R. (2015). Apical blebs on sperm storage tubule epithelial cell microvilli: their release and interaction with resident sperm in the turkey hen oviduct. *Theriogenology*, 83, 1438–1444.
- DE FERRAZ, A. M. M., ET AL. (2020). Oviductal extracellular vesicles improve post-thaw sperm function in red wolves and cheetahs. *International Journal of Molecular Sciences*, 21(10), 3733.
- JAMALUDIN, N., ET AL. (2019). Efficient isolation, biophysical characterisation and molecular composition of extracellular vesicles secreted by primary and immortalised cells of reproductive origin. *Theriogenology*, 135, 121–137.
- LOPERA-VÁSQUEZ, R., ET AL. (2017). Effect of bovine oviductal extracellular vesicles on embryo development and quality *in vitro*. *Reproduction*, 153(4), 461–470.
- THÉRY, C., ET AL. (2006). Isolation and characterization of exosomes from cell culture supernatants and biological fluids. *Current Protocols in Cell Biology*, 3.22, 1–29.



SECCIÓN III:
NUTRICIÓN



ANIMAL

VARIACIÓN EN EL TIEMPO DE COMUNIDADES MICROBIANAS DEL RUMEN INCUBADAS IN VITRO SOBRE UN SUSTRATO LIGNOCELULOSICO

Over time variation of rumen microbial communities incubated in vitro on lignocellulosic substrate

Alejandro Velásquez^{1,2,3*}, Paola Díaz^{1,2,3} y María José Sepúlveda^{1,3}

E-mail: avelasquez@uct.cl.*

¹Departamento de Ciencias Agropecuarias y Acuáticas, Facultad de Recursos Naturales, Universidad Católica de Temuco. Rudecindo Ortega 02950. Temuco-Chile. ²Núcleo de Investigación en Producción Alimentaria, UC-Temuco. ³Proyecto FONDEF-IDeA I+D/24-ID24I10028.

INTRODUCCIÓN

La biodiversidad microbial del ecosistema ruminal es normalmente afectada por la ración alimenticia, siendo los componentes fibrosos, amiláceos y los nitrogenados los principales inductores del cambio en la dominancia y variabilidad de los consorcios microbianos en el rumen. Especial interés existe por conocer los posibles cambios de las comunidades microbiales al fermentar compuestos lignocelulósicos, dada su importancia sobre el consumo voluntario, la rumia, la salud ruminal y la eficiencia bioenergética, tanto para los microorganismos ruminantes como para el propio rumiante. La técnica “Metabarcoding” (*Metagenomic Sequencing Library Preparation*) ha demostrado ser una metodología confiable y útil para realizar estudios sobre biodiversidad microbial del rumen, basada en un análisis metagenómico (Le Graverand, 2023). El objetivo de esta investigación fue estudiar la variación en el tiempo de comunidades microbianas del rumen, a través de una incubación *in vitro* con material lignoceluloso.

MATERIALES Y MÉTODOS

El fluido ruminal (FR) fue colectado desde seis ovejas Suffolk Down, utilizando cánula oro-ruminal. Estas muestras fueron homogenizadas (Blender: 8011S), luego filtradas en paño quesero, para luego ser incubadas por 72 h en un biorreactor de 2 L a 39°C, pH 6,8, bajo condiciones anaeróbicas y con agitación permanente. El medio de cultivo estaba constituido por 10 g de paja de avena (molida entre 1 y 2 mm), inoculados con 150 ml de FR, más 100 ml de solución con macro y microminerales. Tras la incubación, se centrifugó el cultivo a 6000 rpm a 4°C, obteniendo de esta forma una biomasa rica en microorganismos ruminantes (RF₇₂). Como control se consideró este mismo procedimiento, pero al tiempo cero, es decir, cultivo microbial sin incubar (RI₀). El análisis Metabarcoding consistió, luego de extraer el ADN a las muestras (*kit DNeasy PowerSoil Pro*) en una amplificación de los amplicón 16S (región V3-V4 del gen ribosomal bacteriano), cuya identificación molecular permitió estudiar las comunidades microbianas a nivel de género. Para la generación de las bibliotecas de secuenciación, los amplicones fueron elaborados siguiendo el protocolo *Illumina 16S Metagenomic Sequencing Library Preparation*. El diseño experimental fue completamente aleatorizado, en una sola dirección con dos niveles (tres repeticiones). Los tratamientos fueron: RI: Fluido Ruminal Inicial (tiempo 0) y RF: Fluido Ruminal Final (72 h.). 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.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El output total de lecturas brutas, para la construcción de las *Bibliotecas 16S* región V3-V4, fue de 927.211. El promedio de lecturas por muestra (Tratamiento) fue de 153.602. Los resultados mostraron que los filos *Bacteroidetes* y *Firmicutes* fueron los más abundante en RI (70%). Respecto a los grupos más representativos (Figura 1), estos fueron el taxón *Selenomonas* y los miembros de la familia

Lachnospiraceae. La microbiota bacteriana de RI se caracterizó por mostrar los géneros *Prevotella*, *Lysinibacillus*, *Herbinix* y *Solibacillus* como dominantes. Durante el proceso de cultivo en los biorreactores, se pudo observar un cambio significativo ($P<0,01$) en la proporción relativa de algunos géneros. En particular, se evidenció una disminución de *Prevotella*, el género más abundante en RI, el cual bajó desde un 60,2% a un 27% tras la fermentación (RF). Otros géneros identificados tanto en RI como en RF fueron los taxa *Succinilasticum*, *Fibrobacter* y *Rikenellaceae*. También, se pudo observar un incremento tras la incubación de los géneros *Lysinibacillus* y *Herbinix* ($P<0,01$). Es interesante indicar que los géneros *Proteiniborus* y *Solibacillus*, ausentes en RI, alcanzan una abundancia del 12% en RF. Estos hallazgos sugieren, por un lado, que el tipo de sustrato a fermentar podría influir en los cambios en la biodiversidad microbial en el rumen, y por otro, los procesos de inducción de secreción enzimática hidrolítica especializada de los microorganismos fibrolíticos del ecosistema ruminal se verían favorecidos por un sustrato lignocelulósico.

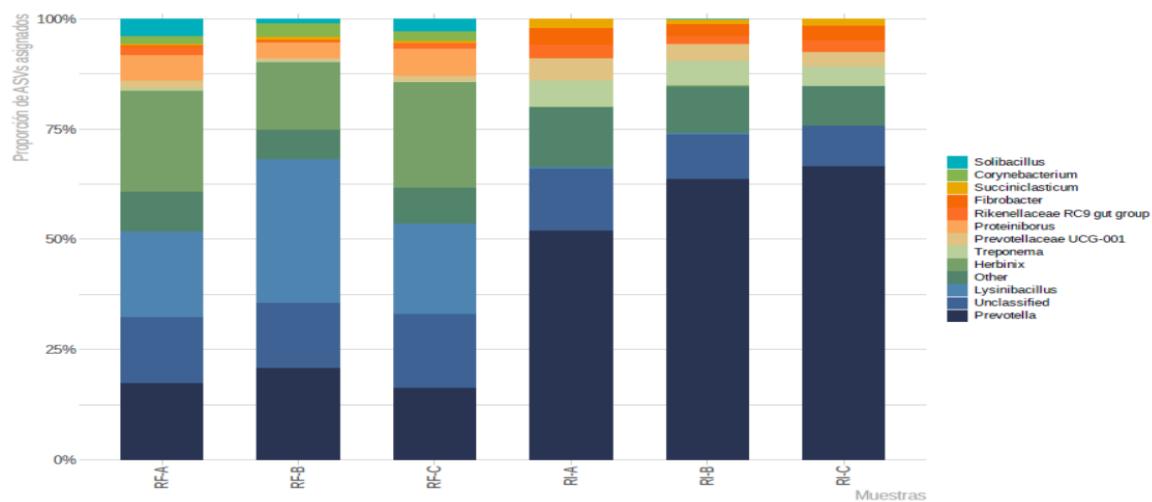


Figura 1. Abundancia según tiempo de incubación *in vitro* de los géneros bacterianos a partir de 16S región V3-V4 (ASVs). Análisis Metabarcoding: *Metagenomic Sequencing Library Preparation*. RF (A, B y C): Fluido Ruminal Final Incubación (tres repeticiones); RI (A, B, C): Fluido Ruminal Inicial Incubación (tres repeticiones).

CONCLUSIONES

Durante el cultivo *in vitro* de FR se genera un cambio en la biodiversidad de la microbiota ruminal. Los filos *Bacteroidetes* y *Firmicutes*, son los más abundantes en el FR al inicio de la incubación. Se generó un incremento de los géneros *Lysinibacillus* y *Herbinix* tras la fermentación del FR en un sustrato lignocelulósico, mostrando al mismo tiempo, una disminución del género *Prevotella* y el taxón *succinilasticum*.

REFERENCIAS

- LE GRAVERAND, Q., MARIE-ETANCELIN, C., MEYNADIER, A., WEISBECKER, J.L., MARCON, D., AND F. TORTEREAU. 2023. Predicting feed efficiency traits in growing lambs from their ruminal microbiota. *Animal* 17: Issue 6. (100824). <https://doi.org/10.1016/j.animal.2023.100824>.

DESEMPEÑO PRODUCTIVO DE BOVINOS EN RECRÍA ALIMENTADOS CON REMOLACHA FORRAJERA EN EL SUR DE CHILE

Productive performance of backgrounding beef cattle fed with fodder beet in Southern Chile

Mauricio Pizarro¹, Edita Ramírez¹ y Rodrigo Arias^{1*}

E-mail: rodrigo.arias@uach.cl*

¹Instituto de Producción Animal, Facultad de Ciencias Agrarias y Alimentarias, Universidad Austral de Chile, Valdivia.

INTRODUCCIÓN

En Chile, la crianza se concentra en las regiones del sur del país, basándose principalmente en la utilización de praderas, la cual presentan un limitado crecimiento en el periodo invernal (Arias, 2024). Este periodo resulta ser crítico, por la menor disponibilidad de alimento y por el mayor gasto energético que tiene el animal debido a las condiciones climáticas adversas. En conjunto afectan negativamente el crecimiento y desarrollo del animal así como su ganancia diaria de peso (GDP). Es común observar que en este periodo los animales presentan pérdidas de peso o bien GDP mínimas, utilizando usualmente suplementos como henilajes, ensilajes y/o heno. Los cultivos suplementarios pueden ser una alternativa interesante, por ello se evaluó el efecto de la suplementación con remolacha forrajera (*Beta vulgaris* L.) sobre el desempeño productivo de animales en recría, debido su alto contenido energético y volumen de producción.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se ejecutó en el Fundo “el Chucao” ubicado en la Región de Los Lagos, Chile ($40^{\circ}45'49.5''S$ $72^{\circ}40'05.6''W$), utilizando 400 novillos mestizos de carne adquiridos en feria y sometidos al mismo manejo sanitario. Posteriormente, se conformaron dos bloques: livianos y pesados (> 250 kg peso vivo), siendo los novillos asignados al grupo Control (C) o grupo Remolacha Forrajera (RF). El estudio comenzó en abril con un periodo de adaptación al consumo de la RF (30 días), mientras el grupo C pastoreaba regularmente, y finalizó en septiembre 2025. La dieta de C consistió en pradera rezagada + henilaje de pradera (bolos), sin sales minerales; mientras que la dieta RF consistió en 75% RF, 14% pradera rezagada, 10% henilaje (bolo) y 1% sales minerales. El nivel de RF se basó en experiencias observadas en Nueva Zelanda. En ambos grupos se estimó una oferta del 2,5% del peso vivo. En el grupo remolacha el pastoreo de RF se hacía una vez al día (~ 2 h), para luego retornar a un potrero de pradera contiguo, en donde también recibían henilaje y sales minerales. Se midió en tres oportunidades la profundidad del barro, tanto en la franja de pastoreo de RF como 3 m hacia atrás de la franja. Finalmente, se realizaron pesajes mensuales con balanza electrónica para estimar peso vivo y GDP, y se colectaron muestras de alimento las cuales fueron analizadas en el Laboratorio de Nutrición Animal de la Universidad Austral de Chile, con el objetivo de determinar materia seca (% MS), proteína cruda (% PC), energía metabolizable (Mcal/kg), FDN (%), FDA (%), Ca% y P%. El análisis de los datos se realizó mediante ANOVA de medidas repetidas en el software JASP.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La profundidad del barro en la franja de pastoreo de RF no alcanzó a niveles de preocupación, siendo < 5 cm en todas las fechas evaluadas. Cabe señalar que el potrero utilizado era de pendiente ondulada. Por otra parte, se observó un efecto de interacción tiempo x grupo para el peso vivo ($P < 0,001$). Asimismo, dentro del bloque de animales livianos el C logró un mayor peso vivo respecto del RF, donde se observaron diferencias en los pesajes 1, 4 y 5. En el pesaje 1 el grupo C promedió $228,7 \pm 2,3$ kg y el grupo RF $217 \pm 2,6$ kg. En tanto, en el pesaje 4 los pesos fueron de $281,6 \pm 5,5$ y $261 \pm 3,8$ kg, respectivamente. Sin embargo,

en el bloque de novillos pesados se observó lo contrario. En el pesaje 1 el grupo RF promedió $271,1 \pm 2,6$ kg y el grupo C $284,4 \pm 3,0$ kg, mientras que en el pesaje 5 los promedios fueron de $354,5 \pm 5,2$ kg y $333,2 \pm 4,4$ kg, respectivamente. En lo que respecta a GDP (Fig. 1b), también se observó un efecto de interacción tiempo x grupo ($P < 0,001$). En el bloque de novillos livianos solo hubo diferencia en la GDP3 ($P < 0,001$) con una mayor GDP en el C respecto de RF ($0,51 \pm 0,05$ vs. $0,21 \pm 0,03$ kg/día). En tanto si bien las GDP1, GDP2 y GDP4 promediaron 0,114, 0,090 y 0,783 kg/día, estas fueron numéricamente superiores en el grupo RF. De igual manera, el bloque de novillos pesados presentó diferencias sólo para GDP3 ($0,61 \pm 0,03$ vs. $0,37 \pm 0,03$ kg/día; $P < 0,001$), promediando 0,066, 0,329 y 0,973 kg/día, respectivamente. Si bien experiencias en Argentina y Chile indican que el potencial de GDP con remolacha puede llegar a 1,0 kg/día en un periodo de 130 días aproximadamente, en este caso se logró una media de 0,395 kg/día. La diferencia se podría atribuir a condiciones particulares del lugar del ensayo, cuyo suelo presentó un alto contenido de hierro, lo que podría haber afectado la absorción del fósforo (datos no presentados en este resumen), limitando así la GDP. Este aspecto fue corregido mediante un cambio en la dieta (aumento del fósforo y proteína de la dieta en el tiempo 3). Las diferencias observadas en la evolución de peso vivo entre los bloques se podrían explicar por la dominancia de los animales pesados por sobre los livianos lo que limitaría el consumo de RF de estos últimos.

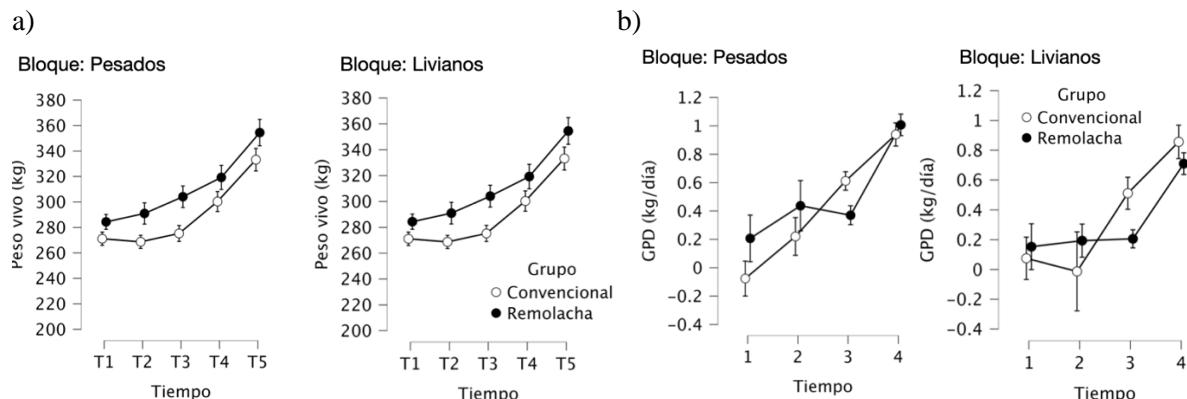


Figura 1. a) Evolución de peso vivo; y b) Ganancia diaria de peso (GDP) para animales alimentados bajo un manejo convencional (control) y una de pastoreo de remolacha forrajera durante la recría.

CONCLUSIONES

La remolacha forrajera generó un mayor peso vivo en animales pesados (> 250 kg), mientras que en animales livianos no se observó un efecto, lo que podría ser el resultado de un efecto de confusión de una tercera variable no observada como el consumo. Las GDP de los animales pastoreando remolacha estuvieron limitadas en ambos bloques lo que podría deberse a los altos contenidos de hierro en el suelo, aspecto que debe seguir siendo investigado.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a Agrícola y Ganadera Tattersall y KWS-Chile por permitir realizar este trabajo.

REFERENCIAS

- ARIAS, R. 2024. Beef production and the beef evaluation system in Chile: description, characterization, and quality. *Animal Frontiers* 14(2): 21–28, <https://doi.org/10.1093/af/vfae003>

UTILIZACIÓN DE BAGAZO DE CERVEZA PARA LA OBTENCIÓN DE UN ALIMENTO CÁRNICO ALTERNATIVO

Use of brewer's bagasse to obtain an alternative meat food

Daniela Tapia^{1,4*}, Ailin Martínez^{2,4}, Natalia Rebolledo^{1,4}, Gastón Sepúlveda^{1,4}, Rommy Díaz^{3,4}.
d.tapia01@ufromail.cl

¹ Programa de Doctorado en Ciencias Agroalimentarias y Medioambiente, Universidad de La Frontera. Temuco, Chile, 4780000. 2 Programa de Doctorado en Ciencias mención Biología Celular y Molecular Aplicada, Universidad de La Frontera. Temuco, Chile, 4780000. 3 Facultad de Ciencias Agropecuarias y Medioambiente. 4 Laboratorio de Tecnología e Innovación en la Carne (CTI-Carne). Universidad de La Frontera. Temuco, Chile, 4780000.; <https://orcid.org/0009-0001-8796-4683>

INTRODUCCIÓN

La elaboración de productos cárnicos utilizando subproductos de la industria cervecera, como los granos gastados de cerveza (BSG), ha sido poco explorada. La investigación se basa en la hipótesis de que la utilización de una fracción de BSG puede enriquecer estos productos **con** fibra dietaria, antioxidantes y ácidos grasos esenciales, sin afectar negativamente sus propiedades fisicoquímicas, nutricionales y sensoriales. El objetivo de este trabajo fue evaluar la incorporación de BSG en la producción de estos productos cárnicos como las hamburguesas y analizar el efecto de esta adición en su calidad. Para ello se evaluó el porcentaje de inclusión de BSG en cada producto cárneo para reducir el contenido de grasa y aumentar la fibra, y determinar la influencia del BSG en los atributos sensoriales y la aceptación del consumidor

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en el Centro de Tecnología e Innovación en Calidad de Carne de la Universidad de La Frontera, Temuco. Se seleccionaron muestras de salvado de cerdo (BSG) provenientes de una cervecería artesanal, previamente secadas y molidas. La fracción fina (<200 µm) mostró mayor riqueza en antioxidantes y fibra dietética. A partir de estas muestras, se elaboraron prototipos de hamburguesas en lotes de 500 g cada uno, utilizando como sustituto de grasa cerdo en la receta original los siguientes tratamientos: B0 (control, 0% Aportación de BSG), B1 (10% de grasa reemplazada por BSG), B3 (30%), B5 (50%) y B10 (100% grasa sustituida por emulsión de BSG). Cada hamburguesa se preparó con 100 g de la emulsión cárnea y se cocinó en una parrilla de contacto. Se evaluó el pH de las hamburguesas utilizando un medidor portátil de pH para carne (HI98163), realizando sextuplicados a temperatura ambiente y variando el punto de inserción. El color se midió directamente en cada hamburguesa con un colorímetro Konica Minolta CR-1, calibrado previamente, obteniéndose las coordenadas CIE L*, a*, b* (luminosidad, rojez y amarillez). La oxidación lipídica se cuantificó como malonaldehído (MDA) mediante el método TBARS (Vyncke, 1975) con modificaciones, expresándose en mg MDA/kg de muestra. Adicionalmente, se realizó una evaluación de aceptación de doble objetivo, incorporando la evaluación del producto y entrenamiento para conformar un panel sensorial de expertos. Los consumidores fueron evaluados en condiciones controladas (sala con iluminación blanca) y se valoraron sabor, jugosidad, color y aceptabilidad general en una escala de 9 puntos (1 = disgusto extremo; 9 = gusto extremo)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de color indican una tendencia a la disminución de los valores a*, b* y L*, así como de la c (valor de croma o saturación), en las muestras B5 y B10 respecto a la muestra control B0, evidenciando

cambios en la apariencia visual de las hamburguesas (Cuadro 1). El pH se mantuvo relativamente estable alrededor de 5,4, con variaciones ligeras en B5 y B10 que alcanzaron valores ligeramente superiores. En cuanto a la oxidación lipídica evaluada por TBARS (Cuadro 1), se observó una reducción significativa desde B0 (8,12 mg MDA/kg) a B5 (0,82 mg MDA/kg). En la muestra B10 se registró un ligero incremento, probablemente relacionado con la incorporación de la emulsión de BSG.

Cuadro 1. Mediciones de Color, pH y oxidación lipídica en las hamburguesas

Tratamiento	Color					pH	TBARs mgMDA/K
	a	b	c	L	h		
BO	21,9 ± 1,1	15,4 ± 0,9	26,8 ± 1,3	38,6 ± 1,4	35,1 ± 1,1	5,44 ± 0,02	8,12 ± 1,1
B1	18,5 ± 1,3	15,8 ± 0,9	24,4 ± 1,4	41,8 ± 1,7	40,4 ± 1,8	5,45 ± 0,06	5,89 ± 0,3
B3	17,0 ± 0,5	14,4 ± 0,4	22,3 ± 0,5	37,5 ± 1,3	40,9 ± 4,4	5,38 ± 0,01	1,32 ± 0,1
B5	13,8 ± 0,9	16,1 ± 0,6	21,2 ± 0,8	40,4 ± 1,0	49,3 ± 1,9	5,62 ± 0,10	0,82 ± 0,1
B10	13,9 ± 0,8	17,3 ± 0,7	22,2 ± 0,9	45,8 ± 1,6	51,1 ± 1,4	5,63 ± 0,04	1,24 ± 0,0

Se observa una disminución en los valores de color a*, b* y L* para las muestras B5 y B10 respecto a B0, lo que se relaciona con un mayor reemplazo de grasa por BSG y, en el caso de B10, con la emulsión; la menor luminosidad sugiere oscurecimiento potencial que podría influir negativamente en la percepción sensorial. El pH permanece estable entre tratamientos, sugiriendo estabilidad microbiológica y de textura y facilitando la viabilidad de uso de BSG como ingrediente. Los TBARs indican una reducción notable de la oxidación lipídica en B1, B3, B5 y B10 frente a B0, destacando B5 (0,82 mg MDA/kg) como el tratamiento más eficaz para inhibir la oxidación lipídica. Sin embargo, B10 muestra una ligera recuperación de TBARs, probablemente asociada a la forma de incorporación (emulsión) del BSG. Aunque B5 y B10 reducen la oxidación, también se observan cambios en la apariencia (menor luminosidad) que podrían afectar la aceptación sensorial. La evaluación sensorial mostró que B5 y B10 obtuvieron las puntuaciones más altas de aceptación general, atribuibles a mejor retención de agua, jugosidad y coloración más homogénea. No obstante, B10 presentó limitaciones en jugosidad y sabor, posiblemente por mayor contenido de fibra que modifica la textura.

CONCLUSIONES

En conclusión, la incorporación de BSG en formulaciones de hamburguesas puede ser una estrategia viable para reducir la oxidación lipídica, mejorar la estabilidad durante almacenamiento y mantener, o incluso mejorar, los atributos sensoriales, siempre que la cantidad de fibra añadida sea moderada. La formulación en emulsión (B10) puede afectar algunos atributos sensoriales, por lo que es necesario repetir las pruebas y realizar análisis estadísticos para determinar la significancia de los efectos observados. En conjunto, estos hallazgos abren la posibilidad de desarrollar nuevos productos cárnicos con mayor contenido de BSG, aprovechando sus beneficios nutricionales y funcionales.

AGRADECIMIENTOS

Financiado con gastos operacionales de Beca de Doctorado Nacional Nº 21231645, ANID (Chile)

REFERENCIAS

- VYNCKE, W. 1975. «Evaluation of the direct thiobarbituric acid extraction method for determining oxidative rancidity in mackerel (Scomber scombrus L.)». Fette, Seifen, Anstrichmittel 77 (6): 239-40.

EL PERFIL DE PROTEINA CRUDA Y AMINOÁCIDOS EN LAS DIETAS MODULA EL COMPORTAMIENTO ALIMENTARIO DE POLLOS BROILER ANTE LISINA, TREONINA, METIONINA Y TRIPÓFANO

Profiles of crude protein and amino acids in diets modulate the feeding behavior of broiler chickens toward lysine, methionine, threonine, and tryptophan.

Paloma Cordero¹, Galia Ramírez-Toloza², Sofía Herrera-Alcaíno¹, Sergio A. Guzmán-Pino^{1*}

Email: sguzmanp@uchile.cl*

¹Departamento de Ciencia Animal, Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias, Universidad de Chile, Santiago, Chile.

²Departamento de Medicina Preventiva Animal, Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias, Universidad de Chile, Santiago, Chile

INTRODUCCIÓN

El eje intestino-cerebro constituye una red neuroendocrina bidireccional que regula la homeostasis nutricional y la conducta alimentaria (Agustí et al., 2018). Las modificaciones dietarias pueden alterar sus vías de señalización y, con ello, el comportamiento de consumo (de Wouters d'Oplinter et al., 2022). En aves, la percepción gustativa se ha evaluado mediante pruebas conductuales (Figueroa et al., 2025), buscando estrategias nutricionales que mejoren la eficiencia productiva y el bienestar a través de adaptaciones sensoriales. La entrega de dietas bajas en proteína cruda en avicultura maximiza la rentabilidad, mejora la sostenibilidad y salud de las aves. Este estudio evaluó el efecto de distintos niveles de proteína cruda y aminoácidos sobre el comportamiento alimentario de pollos broiler.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en la Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias de la Universidad de Chile entre septiembre y octubre del 2022 durante 39 días e incluyó 64 aves Ross 308 distribuidas en pares en 32 corrales de piso. Las aves fueron alimentadas con 4 dietas que variaron en incorporación de proteína cruda (PC) y aminoácidos (AA) cada una asignada a 8 corrales (T1= control con 23% PC e inclusión total de Lisina, Treonina, Metionina y Triptófano; T2= dieta -30g/kg de PC e inclusión total de AA; T3= dieta -30g/kg de PC y reducción de 50% de AA; T4= dieta -30g/kg de PC sin inclusión de AA). Se evaluó la conducta de consumo de las aves de cada tratamiento a partir del día 7 con la entrega de AA disueltos en agua (Lys, Thr, Met y Trp) en 8 concentraciones crecientes. El consumo total durante 4 horas/día permitió calcular la aceptabilidad por los AA entregados, mientras que registros de videogramas de 10 minutos al inicio de cada prueba permitieron calcular el *Pecking cluster size* (PCS), indicador que se asoció con la palatabilidad expresada por los AA entregados (Figueroa et al., 2025). Los datos se analizaron por ANDEVA usando RStudio (v4.1.3, Boston, MA) con $\alpha < 0,05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se observó una mayor aceptabilidad por todos los AA entregados en aves alimentadas con las dietas más deficitarias respecto de las aves control ($p < 0,001$; Fig.1A), efecto que se explicó tanto por el nivel de inclusión de PC ($p = 0,049$; Fig.1B) como por el grado de suplementación de AA en las dietas ($p < 0,001$; Fig.1C), posiblemente como respuesta compensatoria adaptativa para restablecer el equilibrio de AA y corregir el déficit (Castro y Roura, 2023). Por su parte, el análisis del PCS reveló diferencias entre los tratamientos reflejado en valores más bajos en aves alimentadas con las dietas T3 y T4 respecto a las aves del grupo T1 ($p < 0,005$; Fig.1D), efecto que se explicó tanto por el nivel de inclusión de PC ($p = 0,008$; Fig.1E) como por el grado de suplementación de AA en las dietas ($p = 0,021$; Fig.1F). Estudios previos

indican que los compuestos umamis en las dietas pueden mejorar su palatabilidad (Yoshida et al., 2015), por lo que una menor abundancia de estos iría en desmedro de su palatabilidad.

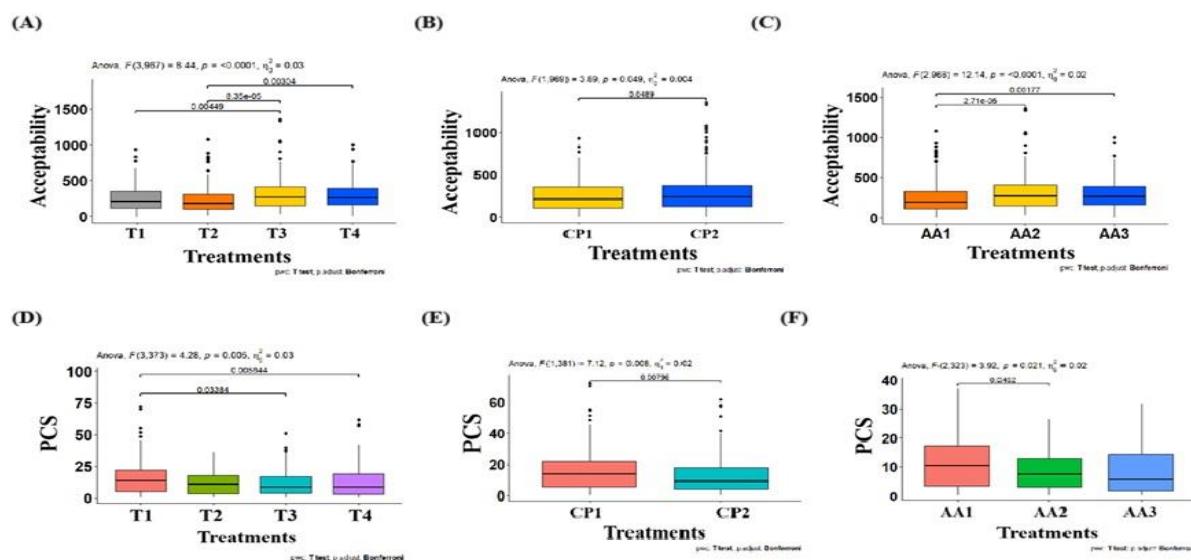


Figura 1. Aceptabilidad y PCS de pollos de engorde ante el suministro de AA (Lisina, Treonina, Metionina y Triptófano). (A) Influencia de los tratamientos en la aceptabilidad de los AA. (B) Efecto de la inclusión de PC dietaria sobre la aceptabilidad de los AA. (C) Efecto del nivel de inclusión de AA sobre la aceptabilidad de los AA. (D) Influencia de los tratamientos en el PCS de los AA. (E) Efecto de la inclusión de PC dietaria sobre el PCS de los AA. (F) Efecto del nivel de inclusión de AA sobre el PCS de los AA. CP1=inclusión completa de PC, CP2= reducción de 30g/kg. AA1=100% inclusión de AA, AA2=50% inclusión de AA, AA3=0% inclusión de AA.

CONCLUSIONES

Diferentes perfiles de inclusión de PC y AA en las dietas modulan el comportamiento alimentario de los pollos lo que se refleja en una mayor aceptabilidad y menor palatabilidad frente a la entrega de Lisina, Treonina, Metionina y Triptófano

AGRADECIMIENTOS
FONDECYT Iniciación 11190569

REFERENCIAS

- AGUSTÍ, A., GARCÍA-PARDO, MP., LÓPEZ-ALMELA, I., CAMPILLO, I., MAES, M., ROMANÍ-PÉREZ, M., SANZ, Y. 2018. Interplay Between the Gut-Brain Axis, Obesity and Cognitive Function. *Front. Neurosci.* 12:155.
- CASTRO, C., ROURA, E. The Gustatory Apparatus: Key Component in Poultry Nutrition. *NutriNews*, (Ed. November 2023), pp. 86–96. Available online: https://issuu.com/grupoagrinews/docs/00_nutrinews-noviembre23-v3?fr=sNjFIMzY4NzU5NTk
- FIGUEROA, J., CORDERO, P., HERRERA-ALCAÍNO, S., GUZMÁN-PINO, S.A. 2025. Taste Preferences in Broilers: Behavioral Evaluation for Varying Concentrations of Four Essential Amino Acids. *Animals*, 15, 1574.
- DE WOUTERS D'OPLINTER, A., HUWART, SJP., CANI, PD. EVERARD, A. 2022. Gut microbes and food reward: From the gut to the brain. *Front. Neurosci.* 16:947240.
- YOSHIDA, Y., KAWABATA, Y., KAWABATA, F., NISHIMURA, S., TABATA S. 2015. Expressions of multiple umami taste receptors in oral and gastrointestinal tissues, and umami taste synergism in chickens. *Biochem Biophys Res Commun.* 466(3):346-9.

DIETAS REDUCIDAS EN PROTEINA CRUDA Y AMINOÁCIDOS REDUCEN LA EXPRESIÓN GÉNICA INTESTINAL DE LOS SENSORES DE AMINOÁCIDOS T1R1 Y T1R3 EN POLLOS BROILER

Diets low in crude protein and amino acids decrease intestinal gene expression of the amino acid sensors T1R1 and T1R3 in broiler chicken

Paloma Cordero¹, Galia Ramírez-Toloza², Sofía Herrera-Alcaíno¹, Sergio A. Guzmán-Pino^{1*}

Email: sguzmanp@uchile.cl*

¹Departamento de Ciencia Animal, Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias, Universidad de Chile, Santiago, Chile.

²Departamento de Medicina Preventiva Animal, Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias, Universidad de Chile, Santiago, Chile

INTRODUCCIÓN

La detección intestinal de nutrientes en aves está mediada por receptores acoplados a proteína G, como T1R1 y T1R3, que reconocen aminoácidos y péptidos (Yoshida et al., 2015). Su expresión varía a lo largo del tracto gastrointestinal según tejido, desarrollo y función (Cordero et al., 2023), y puede ser modulada por la disponibilidad luminal de nutrientes, reflejando efectos epigenéticos de la dieta sobre la regulación molecular (Mierziak et al., 2025). La entrega de dietas bajas en proteína cruda en avicultura maximiza la rentabilidad, mejora la sostenibilidad y salud de las aves. Este estudio evaluó cómo dietas reducidas en proteína cruda y cuatro aminoácidos esenciales afectan la expresión de ARNm de T1R1 y T1R3 en pollos broiler.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en las dependencias de la Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias de la Universidad de Chile entre septiembre y octubre del 2022. El experimento tuvo una duración de 39 días e incluyó 64 pollos de engorda (Ross 308) alojados en pares en 32 corrales de piso. Las aves fueron alimentadas con 4 dietas que variaron en la inclusión de proteína cruda (PC) y aminoácidos sintéticos (AA). Cada tratamiento fue asignado a 8 corrales (T1= dieta control, 23% PC e inclusión total de Lisina (Lys), Treonina (Thr), Metionina (Met) y Triptófano (Trp); T2= dieta - 30g/kg de PC e inclusión total de AA; T3= dieta - 30g/kg de PC y 50% menos de AA; T4= dieta - 30g/kg de PC y sin adición de AA). Al día 39 se escogieron 6 aves de cada tratamiento como unidades experimentales las cuales fueron sacrificadas por dislocación cervical para el muestreo de tejidos desde el tracto intestinal (duodeno, yeyuno e íleon). Las muestras se procesaron para la extracción de ARN y análisis de expresión génica mediante q-PCR. La expresión relativa del ARNm se determinó con el método $\Delta\Delta CT$ (Vandesompele et al., 2002). Los datos se analizaron con pruebas no paramétricas de Kruskal-Wallis, seguido de un Post hoc de Dunn, empleando el software RStudio (v4.1.3, Boston, MA), con un nivel de significancia de 0,05.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de ARNm de T1R1 y T1R3 mostró que las aves alimentadas con dietas deficientes (T2, T3 y T4) presentaron niveles de expresión significativamente menores de ambos receptores en comparación con aquellas que recibieron la dieta control (T1) ($p < 0,001$; Figura 1A). La contribución específica de cada receptor reveló que tanto T1R1 ($p < 0,001$; Figura 1B) como T1R3 ($p < 0,001$; Figura 1C) se encontraron subexpresados, confirmando que la disminución fue atribuible a ambos sensores. Esta respuesta podría estar asociada a un mecanismo de retroalimentación negativa inducido por la deficiencia de nutrientes, que regula a la baja su expresión génica (Wauson et al., 2012).

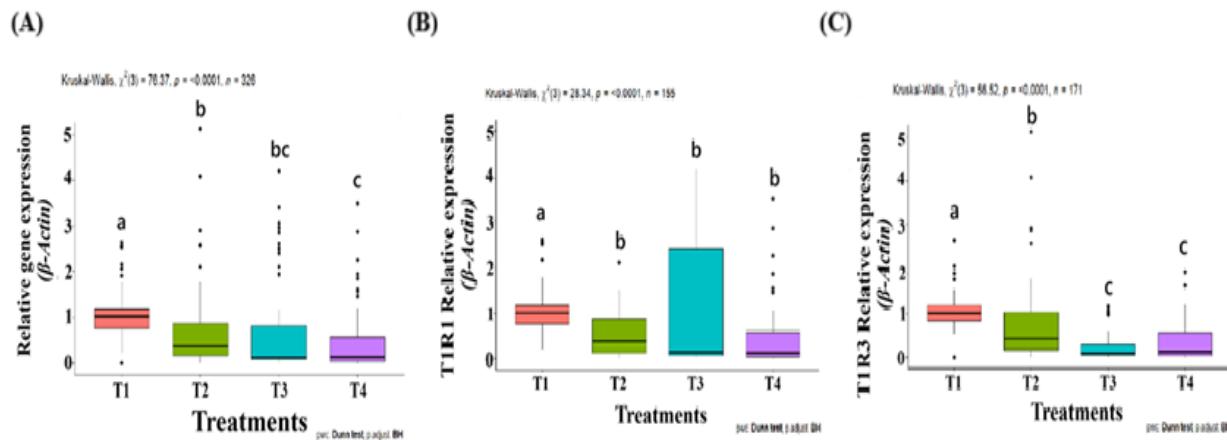


Figura 1. Boxplot de niveles de expresión de ARNm de los sensores de AA en el tracto intestinal anterior de pollos de engorde sometidos a cuatro tratamientos dietarios. (A) Efecto de los tratamientos dietarios sobre la expresión de ARNm de T1R1 y T1R3 en el duodeno, yeyuno e íleon de pollos de engorde. (B) Efecto de los tratamientos dietarios sobre la expresión del ARNm del receptor T1R1 en duodeno, yeyuno e íleon de pollos de engorde. (C) Efecto de los tratamientos dietarios sobre la expresión del ARNm del receptor T1R3 en duodeno, yeyuno e íleon de pollos de engorde. a, b, c = Medias con diferentes superíndices ($p < 0,050$).

CONCLUSIONES

Diferentes perfiles de inclusión de PC y AA en las dietas modulan la expresión génica de los sensores de AA de los pollos lo que se refleja en una reducción de la expresión de ARNm de T1R1 y T1R3 a nivel intestinal, respaldando la idea del efecto epigenético de la nutrición sobre la expresión molecular de genes.

AGRADECIMIENTOS

FONDECYT Iniciación 11190569

REFERENCIAS

- CORDERO, P., F. DÍAZ-AVILÉS, P. TORRES, M. GUZMÁN, S. NIKNAFS, E. ROURA, AND S. A. GUZMÁN-PINO. 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.
- MIERZIAK, J., KOSTYN, K., BOBA, A., CZEMPLIK, M., KULMA, A., WOJTASIK, W. 2021. Influence of the Bioactive Diet Components on the Gene Expression Regulation. *Nutrients*. 13, 3673.
- WAUSON, EM., ZAGANJOR, E., LEE, AY., GUERRA, ML., GHOSH, AB., BOOKOUT, AL., CHAMBERS, CP., JIVAN, A., MCGLYNN, K., HUTCHISON, MR., DEBERARDINIS, RJ., COBB, MH. 2012. The G protein-coupled taste receptor T1R1/T1R3 regulates mTORC1 and autophagy. *Mol Cell*.47(6):851-62.
- YOSHIDA, Y., KAWABATA, Y., KAWABATA, F., NISHIMURA, S., TABATA S. 2015. Expressions of multiple umami taste receptors in oral and gastrointestinal tissues, and umami taste synergism in chickens. *Biochem Biophys Res Commun*. 466(3):346-9.
- VANDOSEMPELE, J., DE PRETER, K., PATTYN, F., POPPE, B., VAN ROY, N., DE PAEPE, A., SPELEMAN, F. 2002. Accurate normalization of real-time quantitative RT-PCR data by geometric averaging of multiple internal control genes. *Genome Biol*. 3, 1–12.

PROGRAMACIÓN FETAL DEL PERFIL METABOLÓMICO EN NEONATOS OVINOS NACIDOS COMO PEQUEÑOS PARA EDAD GESTACIONAL (SGA) Y NO-SGA A PARTIR DE GESTACIONES BAJO RESTRICCIÓN NUTRICIONAL EN MAGALLANES

Fetal programming of metabolomic profiles in small for gestational age (SGA) and Non-SGA newborn lambs from naturally undernourished pregnancies in Magallanes

Camila Sandoval^{1*}, Pablo Alarcón², Francisco Sales³, Raúl Lira³, Matías Araya⁴, Rafael Burgos², César Ulloa-Leal⁵,
Marcelo Ratto²

Email: csandovalt@udec.cl*

¹Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad de Concepción, Chillán, Chile. ² Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile. ³INIA Kampenaike, Punta Arenas, Chile. ⁴ Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias, Universidad de Chile, Santiago, Chile. ⁵ Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad San Sebastián, Concepción, Chile.

INTRODUCCIÓN

La producción ovina en Magallanes depende del pastizal como fuente de alimentación, lo que impone un escenario natural de restricción nutricional (RN). Esto lleva al nacimiento de crías de bajo peso (SGA, del inglés *small for gestational age*) que podrían ver afectada su sobrevivencia y rendimiento productivo futuro. Sin embargo, estudios previos han identificado hembras capaces de generar corderos de peso normal (No-SGA) en Magallanes, a pesar de la RN (Sandoval et al., 2023). Actualmente, se desconoce si la trayectoria de desarrollo SGA o No-SGA genera una programación fetal diferencial a nivel metabólico, lo que sentaría las bases para diferencias en mortalidad neonatal, crecimiento y desarrollo postnatal, pudiendo alterar el rendimiento productivo. El objetivo de este trabajo es comparar perfiles metabolómicos de neonatos SGA y No-SGA nacidos de gestaciones bajo restricción nutricional en sistemas ovinos de Magallanes.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los procedimientos fueron aprobados por el comité de bioética de INIA (CICUA 1/22) para ser ejecutados en INIA Kampenaike, Magallanes. Se trabajó con 86 hembras de similar peso, edad y condición corporal, las que fueron asignadas a un grupo de restricción nutricional (RN, n=68) o control (mCN, n=18). Ambos grupos se mantuvieron en pastoreo en el mismo potrero bajo condiciones representativas de los sistemas ovinos Magallánicos (PC 6,1%, EM 1,6Mcal/Kg, carga animal 0.9 ovinos/Ha, MS 525 kg/Ha) entre el día gestacional (DG) 70 y 140. El grupo CN fue suplementado con concentrado (Suralim®, PC 22%, ME 2,5 Mcal/Kg) a partir del DG 70 para suplir sus requerimientos nutricionales de PC de acuerdo a recomendaciones de la NRC. Al DG140 los animales fueron ingresados a maternidades individuales. Los tratamientos nutricionales se mantuvieron hasta el parto. Inmediatamente después del parto se registró el peso de la cría, la temperatura rectal, y se colectó una muestra de sangre yugular. Los corderos nacidos de hembras RN se dividieron en cuartiles en base a sus pesos de nacimiento. Los cuartiles superior e inferior se clasificaron como grupo No-SGA (n=17) y SGA (n=17) respectivamente. Los corderos nacidos de hembras CN no se dividieron en cuartiles (CN, n=18). El peso de nacimiento y la temperatura rectal se evaluaron para normalidad y se analizaron mediante ANOVA. Ocho muestras de suero sanguíneo por grupo fueron seleccionadas aleatoriamente para análisis metabolómico no dirigido mediante GC-MS utilizando la plataforma MetaboAnalyst v4.0 (Xia Lab, McGill University, Canada) aplicando análisis de componentes principales (PCA) validado mediante PERMANOVA con valores $F<5.34$, $R^2<0.348$, y $P<0.05$. Los metabolitos que presentaron diferencias significativas entre grupos se utilizaron para un análisis de vías metabólicas usando la librería disponible para *Ovis aries*, y datos de *Kyoto Encyclopedia of Genes and Genomes* (KEGG) y *Bovine Metabolome Database*.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El peso de nacimiento presentó diferencias entre los grupos CN, Non-SGA y SGA ($4,95 \pm 0,09$ a, $5,31 \pm 0,10$ b, $3,79 \pm 0,10$ c, $P < 0,0001$). No se encontró diferencias ($P > 0,05$) en temperatura rectal. El análisis PCA no arrojó diferencias ($P > 0,05$) entre los grupos CN y No-SGA. La comparación entre los grupos CN y SGA indicó diferencias ($P < 0,01$) para las vías moleculares del metabolismo de galactosa y glicerolípidos (Figura 1a). El PCA entre No-SGA y SGA indicó diferencias ($P < 0,05$) asociadas a vías metabólicas de glicerolípidos, y a la vía de glicina, serina y treonina (Figura 1b). La alteración en el metabolismo de glicerolípidos identificada en el grupo SGA puede tener una serie de consecuencias metabólicas futuras, y a nivel neonatal tiene un impacto negativo en la termogénesis, lo que tendría implicancias en la mortalidad neonatal en sistemas extensivos. Alteraciones en el metabolismo de galactosa se asociarían con una menor capacidad de corderos SGA de obtener energía a partir de este carbohidrato presente en la leche materna. Finalmente, la síntesis de glicina a partir de serina y treonina representa aproximadamente el 80% de los requerimientos de este aminoácido en neonatos, indicando una posible limitación del grupo SGA para suplir estos requerimientos.

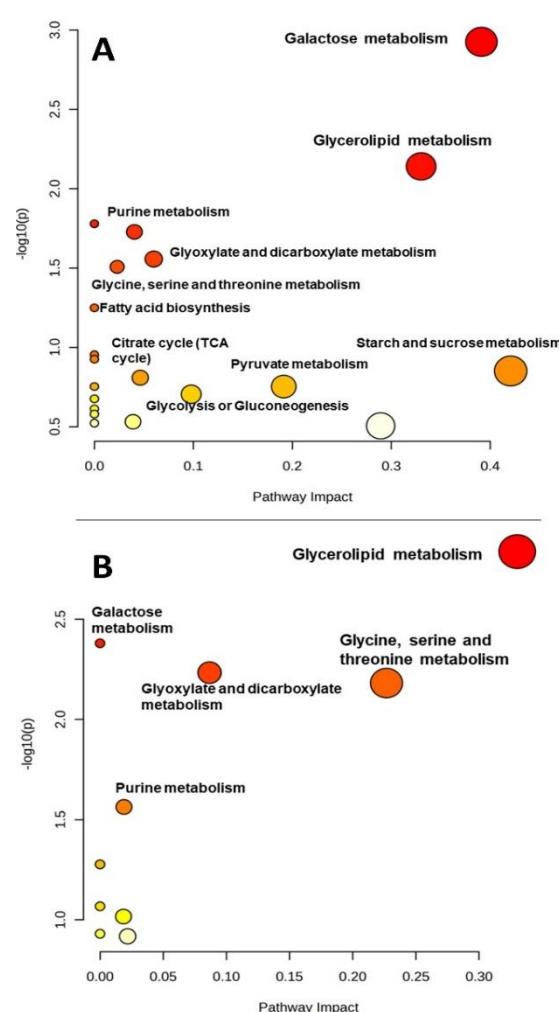


Figura 1. Análisis de Vías Metabólicas. A. Grupo CN vs SGA. B. Grupo No-SGA vs SGA.

CONCLUSIONES:

Los datos indican una programación fetal diferencial en los perfiles metabólicos de corderos nacidos como No-SGA y SGA, a pesar de provenir de madres bajo el mismo régimen de RN, y demuestran que las crías No-SGA no sólo presentan un mayor peso de nacimiento que las crías CN, sino que además no presentan diferencias metabólicas con dicho grupo, indicando una protección contra los efectos de programación fetal inducidos por la restricción nutricional gestacional.

AGRADECIMIENTOS

PROYECTO FONDECYT 11220188 / PROYECTO FONDEQUIP EQM130257

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.

COMPARACIÓN DEL PERFIL FERMENTATIVO RUMINAL DE *Plantago lanceolata*, *Cichorium intybus* Y PRADERAS BASADAS EN GRAMÍNEAS UTILIZANDO EL SISTEMA RUSITEC

Comparative ruminal fermentation profile of Plantago lanceolata, Cichorium intybus, and grass-based pastures using the RUSITEC system

Romina Rodríguez^{1*}, Nelson Vera², Jorge Ávila³, Daniel Alomar⁴, Silvana Bravo⁴

Email: rrodriguez22@santotomas.cl^{1*}

¹Escuela de Medicina Veterinaria, Facultad de Recursos Naturales y Medicina Veterinaria, Universidad Santo Tomás, Talca, Chile. ²Departamento de Ciencia Animal, Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias, Universidad de Chile, Santiago, Chile. ³Departamento de Ciencia Animal, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad de Concepción, Chile. ⁴Instituto de Producción Animal, Facultad de Ciencias Agrarias y Alimentarias, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.

INTRODUCCIÓN

Las especies forrajeras con metabolitos secundarios, como *Plantago lanceolata* y *Cichorium intybus*, han despertado creciente interés por su potencial para mejorar la eficiencia de fermentación ruminal. Estos compuestos, junto con su alto valor nutritivo y buena palatabilidad, podrían representar una alternativa a las praderas tradicionales dominadas por gramíneas. Sin embargo, la evidencia comparativa sobre sus efectos fermentativos en condiciones controladas aún es limitada. El sistema de fermentación *in vitro* RUSITEC permite evaluar de forma precisa los procesos de digestión y producción de metabolitos en el rumen, ofreciendo una herramienta adecuada para comparar diferentes especies y mezclas forrajeras bajo condiciones estandarizadas. En este contexto, el presente estudio tuvo como objetivo evaluar el perfil fermentativo de una mezcla de *Plantago*–*achicoria*, sus componentes individuales y una pradera polifítica dominada por gramíneas, utilizando la técnica RUSITEC.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se llevó a cabo en el Laboratorio de Nutrición Animal y Sistemas Ganaderos de la Universidad de Concepción (campus Chillán), utilizando un sistema de fermentación *in vitro* tipo RUSITEC (Czerkawski y Breckenridge, 1977) para simular la fermentación ruminal. Se evaluaron cuatro sustratos: una mezcla de *Plantago lanceolata* y achicoria (*Cichorium intybus*) (PA), ambas especies por separado (PL y CHI), y una pradera polifítica dominada por gramíneas (PP). Las muestras secas de forraje fueron obtenidas a fines de noviembre desde la Unidad Ovina de la Estación Experimental Agropecuaria Austral de la Universidad Austral de Chile. Los contenidos de proteína cruda fueron de 18,0%, 17,4%, 20,0% y 15,5%, y la energía metabolizable de 2,8, 2,7, 3,1 y 2,8 Mcal/kg MS para PA, PL, CHI y PP, respectivamente. El ensayo tuvo una duración total de 30 días, con 10 días de adaptación y 5 días de muestreo, repitiéndose el ciclo completo una vez. El inóculo ruminal se obtuvo de vacas Aberdeen Angus, colectando 800 mL de fluido por fermentador ($n = 8$) y 40 g de digesta sólida ruminal para la inoculación inicial. Cada fermentador se cargó con 200 mL de tampón McDougall y 800 mL de fluido ruminal. En el día 1, se introdujeron dos bolsas de nylon: una con 40 g de digesta sólida húmeda y otra con 10 g del forraje correspondiente. Las concentraciones de ácidos grasos volátiles (AGV) y nitrógeno amoniacoal (NH₃-N) se determinaron entre los días 11 y 15, repitiéndose el procedimiento en el segundo período experimental. Los datos fueron analizados mediante un modelo de ANOVA para medidas repetidas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El pH ruminal no mostró diferencia entre tratamientos ($P > 0,1$), manteniéndose valores estables dentro del rango óptimo para la actividad microbiana. En contraste, la concentración de nitrógeno amoniacal ($\text{NH}_3\text{-N}$) fue mayor ($P < 0,001$) en el tratamiento GBS, seguido por las dietas PCH y CHI, siendo menor en PL. Esta reducción en la producción de $\text{NH}_3\text{-N}$ se ha atribuido a los compuestos secundarios bioactivos presentes en el plantago, como la aucubina y el acteosida, que poseen propiedades antimicrobianas y pueden influir en la microbiota ruminal (Sivanandarajah et al., 2025). No se observaron diferencias en la producción total de ácidos grasos volátiles (AGV; $P = 0,737$), aunque la proporción molar de los principales AGV se modificó entre tratamientos. El acetato fue mayor en PCH ($P = 0,007$), mientras que el propionato fue más alto en PL ($P < 0,001$), resultando en una menor relación acetato:propionato (A:P) para PL (1,60) respecto a CHI y PCH. Esta menor relación A:P indica una fermentación más orientada hacia la producción de propionato, asociada con una menor generación de hidrógeno y, potencialmente, una reducción en la emisión de metano (Ungerfeld, 2020).

Cuadro 1. Efecto de los diferentes de las especies forrajeras en los parámetros fermentativos usando la técnica de RUSITEC

	Tratamientos				EEM	Valor P
	PCH	PL	CHI	PP		
pH	7,00	6,95	6,93	6,97	0,018	0,108
$\text{NH}_3\text{-N}$ (mg/d)	22,5 ^{ab}	5,92 ^c	18,9 ^b	25,0 ^a	1,13	< 0,001
AGV total (mmol/d)	29,6	32,2	31,9	28,7	2,57	0,737
Acetato (mmol/100 mmol)	60,2 ^a	54,2 ^b	57,6 ^{ab}	56,5 ^{ab}	2,95	0,007
Propionato (mmol/100 mmol)	27,7 ^{bc}	34,5 ^a	26,0 ^c	30,3 ^b	2,7	< 0,001
Butirato (mmol/100 mmol)	8,88	8,16	11,6	9,69	4,35	0,054
Acetato:Propionato	2,22 ^{ab}	1,60 ^c	2,27 ^a	1,89 ^{bc}	0,112	0,001

CONCLUSIONES

Plantago lanceolata mostró un perfil fermentativo más eficiente, caracterizado por menor concentración de $\text{NH}_3\text{-N}$ y una menor relación acetato:propionato. Estos resultados sugieren un uso más eficiente del nitrógeno y una potencial reducción en la producción de metano. En conjunto, esta especie representa una alternativa promisoria a las praderas dominadas por gramíneas en sistemas de alimentación de rumiantes.

REFERENCIAS

- CZERKAWSKI, J. W., AND G., BRECKENRIDGE. 1977. Design and development of a long-term rumen simulation technique (Rusitec). *Br. J. Nutr.* 38, 371-384.
- UNGERFELD, E. M. (2020). Metabolic hydrogen flows in rumen fermentation: principles and possibilities of interventions. *Frontiers in microbiology*, 11, 589
- SIVANANDARAJAH, K., DONAGHY, D., KEMP, P., NAVARRETE, S., HORNE, D., RAMILAN, T., ... & PACHECO, D. (2025). Effects of Plantain (*Plantago lanceolata* L.) Metabolites Aucubin, Acteoside, and Catalpol on Methane Emissions In Vitro. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 73(20), 12132-12145.

VARIABILIDAD DEL GASTO CALÓRICO EN CABALLOS DE RODEO Y SU IMPLICANCIA EN LA ESTIMACIÓN DE REQUERIMIENTOS ENERGÉTICOS. ESTUDIO PRELIMINAR

Variability of caloric expenditure in Chilean rodeo horses and its implications for estimating energy requirements. Preliminary study

Florencia Tobar^{1,2*}, Álvaro Morales², Juan Pablo Keim³, Mónica Gendarillas³

Email: flo.tobarm@gmail.com*

¹Proa SpA. ²Instituto de Ciencia Animal, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile. ³Instituto de Producción Animal, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.

INTRODUCCIÓN

El Caballo Raza Chilena, utilizado principalmente en el Rodeo Chileno, es una raza de gran importancia zootécnica y patrimonial, reconocida por su agilidad, fuerza y capacidad para desempeñarse en maniobras que exigen alta coordinación y potencia muscular. Durante la temporada de entrenamiento, estos ejemplares realizan rutinas que combinan ejercicios al paso, trote, galope y maniobras de topeo, los cuales podrían implicar demandas fisiológicas de distinta intensidad. Sin embargo, la información científica disponible sobre la magnitud de dichas exigencias y su relación con el gasto energético real es escasa. Actualmente, la formulación de dietas suele basarse en estimaciones generales y, según Bull et al. (2019), frecuentemente se define en base a la experiencia personal de los encargados sin apoyo técnico profesional. Evaluar el gasto calórico durante el entrenamiento permite comprender las diferencias individuales en el esfuerzo físico y ajustar los requerimientos energéticos con mayor precisión, contribuyendo a mejorar el rendimiento, la salud y el bienestar de los ejemplares. El objetivo de este estudio fue analizar la variabilidad del gasto calórico en caballos de rodeo durante la temporada de entrenamiento y su aplicación en la estimación de los requerimientos energéticos individuales.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó durante la temporada 2023–2024 en cinco predios de la Región de Los Ríos. Se evaluaron 25 caballos Raza Chilena clínicamente sanos. Se registró la frecuencia cardíaca (FC), velocidad y tiempo durante una sesión de entrenamiento real mediante una banda Polar Equine H7 conectada a un dispositivo móvil. El consumo de oxígeno (VO_2) se estimó según la ecuación de Coenen (2005) y NRC (2007), considerando el peso vivo total del ejemplar y la carga dorsal promedio. Con ello se calculó el gasto calórico (kcal) de cada animal. Los datos fueron analizados mediante modelos lineales mixtos, considerando el individuo como efecto aleatorio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante las sesiones de entrenamiento, los caballos realizaron rutinas que incluyeron ejercicios al paso, trote y galope, tanto con como sin presencia del novillo, con una duración promedio de 31 minutos. Las velocidades registradas variaron según el tipo de ejercicio, siendo las actividades con novillo las de mayor intensidad.

El gasto calórico total durante las rutinas de entrenamiento presentó una alta variabilidad entre individuos, incluso bajo condiciones y duraciones similares. Las mayores exigencias fisiológicas se observaron en los ejercicios de galope y topeo al galope, alcanzando valores medios de FC de 160 y 171 lpm respectivamente, lo que los clasifica como de muy alta intensidad según el NRC (2007).

Cuadro 1. Valores promedio, desviación estándar, mínimos y máximos de frecuencia cardíaca (FC), duración y gasto calórico durante el entrenamiento de caballos de rodeo.

Parámetro	Promedio ± D.E.	Mínimo	Máximo	Rango observado
FC media (lpm)	132 ± 34	103	179	76
FC mínima (lpm)	65 ± 25	12	119	107
FC máxima (lpm)	185 ± 47	109	226	117
Duración rutina (min)	31,3 ± 10,9	12,5	51,2	38,7
Gasto calórico total (kcal)	3.727 ± 1.526	1.946	7.151	5.205

Los valores promedio y extremos de FC, duración y gasto calórico se presentan en el Cuadro 1. El gasto calórico total varió entre 1.946 y 7.151 kcal, con un promedio de 3.727 ± 1.526 kcal, evidenciando una amplia variabilidad entre individuos.

El gasto energético estimado difirió en más del 100% entre caballos con rutinas similares, lo que evidencia la necesidad de una evaluación individual para ajustar los aportes energéticos. Esta variabilidad podría estar relacionada con distintos grados de adaptación al ejercicio, lo que explicaría las diferencias en la respuesta de FC y, en consecuencia, en el gasto calórico entre ejemplares con rutinas comparables. Este enfoque permite una estimación más precisa de los requerimientos nutricionales y mejora la relación entre la carga de trabajo y la dieta, favoreciendo el bienestar y el rendimiento. La integración de tecnologías de monitoreo continuo, como los sensores de FC, constituye una herramienta práctica para la toma de decisiones en programas de entrenamiento y alimentación, permitiendo obtener información objetiva sobre la carga real de trabajo y el gasto energético de cada ejemplar. Estos datos facilitan el ajuste de los aportes energéticos a las demandas del ejercicio, promoviendo un manejo más eficiente, sustentado en evidencia y orientado a la profesionalización del manejo del Caballo Raza Chilena de Rodeo.

CONCLUSIONES

El gasto calórico durante el entrenamiento de caballos de rodeo varió ampliamente entre individuos, incluso en condiciones similares, evidenciando diferencias de hasta el doble entre ejemplares que realizaron rutinas de duración y tipo de ejercicio comparables. Esta variabilidad debe considerarse al estimar los requerimientos energéticos, promoviendo estrategias nutricionales formuladas en base a datos objetivos y específicos de cada ejemplar. La evaluación individual del gasto calórico constituye una herramienta práctica para ajustar los aportes energéticos y avanzar hacia un manejo deportivo y nutricional más preciso y profesionalizado dentro del Rodeo Chileno.

REFERENCIAS

- BULL, M. et al. 2019. Caracterización del entrenamiento y manejo alimenticio en caballos de rodeo. *Arch. Med. Vet.* 51, 1–10.
- COENEN, M. 2005. About the predictability of oxygen consumption and energy expenditure in the exercising horse. *Proc. 19th Equine Sci. Soc.*, Tucson, AZ, 123.
- GARCÍA, M. et al. 1999. Evaluación del entrenamiento tradicional del caballo criollo chileno. *Arch. Med. Vet.* 31, 167–176.
- NRC. 2007. *Nutrient Requirements of Horses*. 6th ed. National Academies Press, Washington, DC.

EVALUACIÓN IN VIVO DE MODELOS DE ALIMENTACIÓN EN ALPACAS (*VICUGNA PACOS LINN*)

*In vivo validation of feeding models in Alpacas (*Vicugna pacos linn*)*

Benjamín Guerrero^{1*}, Pamela Williams¹, Giorgio Castellaro², Sandra Suescún¹, Marcelo Doussolin¹

*Email: benjaguerrero@udec.cl

¹Departamento de Producción Animal, Facultad de Agronomía, Universidad de Concepción.

²Departamento de Producción Animal, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile.

INTRODUCCIÓN

En Chile existen aproximadamente 16 mil alpacas, especie de gran valor cultural para las comunidades altoandinas. No obstante, en los últimos años su población ha disminuido progresivamente, evidenciando la necesidad de optimizar las estrategias de alimentación y manejo. Estas se desarrollan principalmente en praderas de baja calidad forrajera, condición que limita la disponibilidad de nutrientes y destaca la importancia de contar con herramientas precisas y válidas para estimar sus requerimientos nutricionales. Modelos como los de AFRC (1993) y SCA (1990) son aplicables en alpacas, pero su ingesta, anatomía y eficiencia de conversión, difieren de los rumiantes, por lo que se requiere una validación específica (Van Saun, 2009). Este estudio tuvo por objetivo analizar y validar dichos modelos en alpacas jóvenes, evaluando su capacidad para predecir consumo de materia seca y aumento de peso en praderas naturales de secano chileno.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la región del Maule, entre los meses de enero y mayo de 2025. Se trabajó con 15 alpacas jóvenes de raza Suri, de aproximadamente 3 meses de edad (7 machos y 8 hembras), las cuales permanecieron junto a sus madres durante todo el periodo experimental. Todos los animales fueron declarados clínicamente sanos y manejados a libre pastoreo en una pradera natural de secano, compuesta principalmente por *Bromus spp.*, *Brisa máxima*, *Aristida spp.*, y *Cirsium*.

Mediante el método botanal se determinó la composición botánica, energía bruta (EB), metabolizable (EM) y digestibilidad de la pradera. La disponibilidad de agua fue ad libitum.

El peso vivo (PV) de las crías se registró cada 21 días (y a los 77 días entre los dos últimos registros) con una balanza de plataforma, mientras que el peso de las madres se estimó mediante una ecuación de regresión (Muñoz, 2007) que relaciona perímetro torácico (PT) con el PV:

$$PV = 1,2021 * PT - 58,544$$

La validación consistió en evaluar la capacidad de dos modelos teóricos – SCA (1990) y AFRC (1993) – para predecir el consumo de materia seca (DMI), el requerimiento energético de mantención (RM), la conversión energética metabolizable (CEM) y el cambio de peso vivo (CPV) en alpacas juveniles bajo condiciones de secano chileno.

En ambos modelos, los cálculos se realizaron a partir de valores reales de edad, peso vivo, energía bruta y metabolizable de la pradera, digestibilidad, y eficiencia de utilización de esta energía, complementados con parámetros tabulados. Estos valores se integraron a las ecuaciones específicas de cada modelo en dos fases: primero en su versión pura, adaptada a ovinos, y luego en una versión ajustada según literatura, con parámetros más específicos para alpacas:

AFRC: $DMI = (150,3 - 78 * qm - 0,408 * W) * W^{0,75} * 0,001$; Con $qm = EM/EB$ y W peso vivo

SCA: $DMI = 0,04 * SRW * (WN/SRW) * (1,7 - WN/SRW) * CF * [1 - 1,7 * (0,8 - DMS)]$; Con $CF = RC * \frac{(1,5 - RC)}{0,5}$, $RC = W/WN$; WN es peso normal para la edad; SRW peso estándar de referencia; DMS digestibilidad de MS.

A partir de esta y las ecuaciones complementarias, se obtuvieron los valores estimados de DMI (kg MS/día), CEM (MJ/día), RM (MJ/día) y CPV (kg/día) para cada modelo. Estos se compararon con los valores medidos experimentalmente y se validaron estadísticamente utilizando como indicadores de ajuste el error porcentual absoluto medio (MAPE), el coeficiente de correlación de Pearson (r) y el coeficiente de concordancia de Lin (CCC), calculados con los softwares InfoStat y Microsoft Excel.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Modelo puro (Ovinos): El modelo AFRC puro presentó menor error absoluto medio y mayor concordancia (CCC) con los valores reales en comparación con el modelo de SCA (Figura 1). Y si bien el modelo AFRC es estadísticamente válido como predictor de tendencia ($CCC > 0,9$), no es fisiológicamente exacto para alpacas, por lo cual, se consideró ajustar parámetros metabólicos al contexto fisiológico de alpacas juveniles para una validez más robusta.

Modelo Ajustado: Luego del ajuste según literatura de algunos parámetros, ambos modelos cumplen criterios de validez estadística, donde el modelo SCA alcanzó a un CCC cercano a 1 y MAPE < 8%, demostrando tanto validez estadística como coherencia biológica para la predicción del peso vivo de alpacas juveniles bajo condiciones de secano chileno.

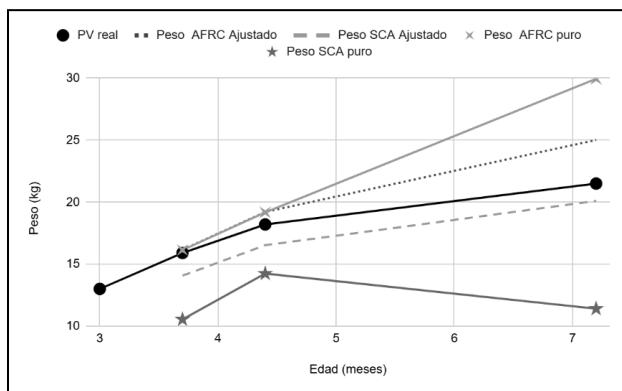


Figura 1. Variación del peso en función del tiempo

CONCLUSIONES

El estudio mostró que los modelos AFRC y SCA describen adecuadamente el crecimiento, aunque divergen al extrapolar ecuaciones desarrolladas para ovinos a alpacas. Tras ajustar parámetros fisiológicos, el modelo SCA presentó mayor sensibilidad y precisión. Esto confirma la necesidad de adaptar y validar modelos energéticos según la fisiología específica de los camélidos.

REFERENCIAS

- AGRICULTURE AND FOOD RESEARCH COUNCIL (1993). Energy and protein requirements of ruminants. An advisory manual prepared by the AFRC Technical Committee on Responses to Nutrients. CAB International, Wallingford, UK.
- MUÑOZ, J. (2007). Caracterización morfométrica de un rebaño de alpacas Huacaya. Universidad de Chile.
- STANDING COMMITTEE ON AGRICULTURE (1990). Feeding standards for Australian livestock: Ruminants. CSIRO Publications, Melbourne, Australia.
- VAN SAUN, R. J. (2009). Nutritional requirements and assessing nutritional status in camelids. Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice, 25(2), 265–279.

VALORIZACIÓN DEL ORUJO DE UVA TINTA Y BLANCA COMO INGREDIENTE FUNCIONAL EN LA ALIMENTACIÓN DE GALLINAS PONEDORAS: EFECTOS SOBRE LA PRODUCTIVIDAD Y LA CALIDAD DEL HUEVO

Valorization of red and white grape pomace as a functional ingredient in the diet of laying hens: Effects on productivity and egg quality

Ignacio Fuentealba^{1*}, Sandra Tatiana Suescun-Ospina¹, Pamela Williams¹, Valeria Velasco¹, Jorge Ávila-Stagno².

*E-mail: ifuentealba2020@udec.cl

¹Depto. de Producción Animal, Facultad de Agronomía, ²Departamento de Ciencia Animal, Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad de Concepción, Chillán, Chile.

INTRODUCCIÓN

El orujo de uva (OU), un subproducto de la industria vinícola es una fuente de compuestos polifenólicos y fibra dietética, con propiedades antioxidantes y funcionales. Su incorporación en la alimentación avícola podría mejorar la salud y la productividad animal, favoreciendo la economía circular. El objetivo de este estudio fue determinar los efectos de la inclusión de orujo de uva deshidratado (blanco y tinto) en una dieta a base de maíz y soya sobre parámetros productivos, la calidad y oxidación lipídica del huevo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio se realizó en la Estación Experimental Marcelo Tima Péndola de la Universidad de Concepción (Chillán- Chile). Se utilizaron 105 gallinas ponedoras línea ISA Brown (120 semanas de edad), se asignaron 35 aves por tratamiento: T1 (control) dieta tipo para gallinas de postura, basada en maíz y soya (Proteína Cruda PC 22% y Energía Metabolizable EM 3098 Kcal/kg); T2 dieta control con 2% MS de OU blanco (PC 18% y EM 3242 Kcal/kg) y T3 dieta control con 2 % MS de OU tinto (PC 20% y EM 3062 Kcal/kg). El estudio se extendió por 9 semanas (27-01-2025 al 29-03-2025). Las aves fueron alojadas en jaulas colectivas con 5 gallinas por jaula. Durante todo el periodo experimental se registró consumo y rechazo de alimento diariamente, la producción diaria y acumulada de huevos. En las semanas 3, 6 y 9 se colectaron huevos frescos, para análisis de calidad usando el medidor digital de huevo DET 6500 (Nabel, China). Se evaluó la oxidación lipídica del huevo el día de colecta, a los 10 y a los 21 días. Los datos se analizaron mediante un modelo mixto de medidas repetidas, con tratamiento, día de muestreo y su interacción como efectos fijos, y la jaula como efecto aleatorio. Se comparó medias mediante test de Tukey, se declaró significancia estadística cuando $p < 0,05$ y tendencia cuando $p > 0,05$ y $< 0,1$. Los análisis se realizaron utilizando el software JPM Pro 16.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La inclusión del OU blanco o tinto al 2% MS no afectó significativamente el consumo de alimento, aunque si la redujo el rechazo, se considera rechazo al alimento ofrecido menos el consumido (Cuadro 1), lo cual sugiere un potencial para mayor eficiencia de consumo. El porcentaje de postura semanal se incrementó en un 8,9% en aves alimentadas con la dieta OU tinta respecto de aves alimentadas con dieta control. Se observó una tendencia al incremento de la eficiencia de alimentación con OU tinto (2,96 vs. 3,24 en control). Se evidenció una tendencia a la reducción (5%) en el peso del huevo con OU tinto y una tendencia al incremento (6%) en las unidades Haugh (HU) OU blanco, sugiriendo una mejora en la calidad interna del huevo, aunque este tratamiento generó una reducción en el color de la yema (Yf), posiblemente por dilución de pigmentos o interacción polifenólica.

Cuadro 1. Efectos de la inclusión de orujo de uva seco blanco o tinto (2% MS) en dietas para gallinas sobre parámetros productivos y calidad del huevo.

Parámetro	Tratamiento			EEM	p-valor
	Control	OUN 2%	OUT %		
Consumo de alimento (g/día)	105,48	105,89	106,33	0,529	0,358
Rechazo (g/día)	77,87 ^a	69,47 ^c	70,22 ^b	1,008	0,013
Postura (% semana)	50,42 ^b	52,81 ^{ab}	54,86 ^a	0,116	0,004
Conversión alimenticia*	3,24	3,21	2,96	0,367	0,051
Peso huevo (gr)	65,84	65,58	62,18	1,40	0,077
Ht (mm)	5,12	5,53	5,32	0,425	0,065
Yf	7,11 ^a	6,16 ^b	6,66 ^{ab}	0,270	0,050
Str	3,23 ^b	4,01 ^a	3,23 ^b	0,302	0,092
HU	82,73	87,36	80,56	2,810	0,052
Yi	0,34	0,35	0,35	0,008	0,762

Nota: OUN: orujo de uva blanco, OUT: orujo de uva tinto, EEM: error estándar de la media

*Equivalente a kilogramos de alimento consumidos por kilogramos de huevos

La inclusión de OU, especialmente tinto, redujo los valores de oxidación lipídica en huevo (TBARS), acorde a la actividad antioxidante de los polifenoles, sugiriendo un efecto protector frente a la peroxidación lipídica y potencial para mejorar la estabilidad oxidativa del huevo durante almacenamiento, resultados que coinciden con Erranz et al. (2024).

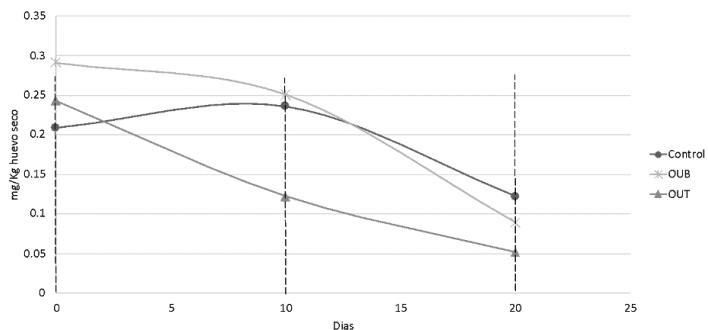


Figura 1. Efectos de la inclusión de orujo de uva blanco o tinto sobre valores de oxidación lipídica en huevo

CONCLUSIÓN

La suplementación con OU seco al 2% (especialmente tinto) aporta en la dieta compuestos polifenólicos con actividad antioxidante, lo que se traduce en mejoras de los parámetros productivos, reducción de rechazo del alimento, así también una tendencia favorable en la calidad del huevo y estabilidad oxidativa, al disminuir la peroxidación lipídica. Se requiere profundizar en el estudio del uso del orujo como ingrediente funcional como estrategia de valorización de subproductos vitivinícolas en avicultura.

REFERENCIAS

- HERRANZ, B.; ROMERO, C.; SÁNCHEZ-ROMÁN, I.; LÓPEZ-TORRES, M.; VIVEROS, A.; ARIJA, I.; ÁLVAREZ, M.D.; DE PASCUAL-TERESA, S.; CHAMORRO, S. Enriching Eggs with Bioactive Compounds through the Inclusion of Grape Pomace in Laying Hens Diet: Effect on Internal and External Egg Quality Parameters. *Foods* 2024, 13, 1553.

EFECTO DE LA INCLUSIÓN DE COCHAYUYO (*DURVILLAEA ANTARTICA*) SOBRE PARÁMETROS CÁRNICOS EN CERDOS

*Effect of the inclusion of Cochayuyo (*Durvillaea antarctica*) on meat parameters in pigs*

Peralta, Natalia^{1*}, Sepúlveda Gastón. ^{2,3}, Muñoz Alex. ^{2,3}, Perez-Nuñez Isabella ^{2,3}, Rebolledo Natalia. ^{2,3},
Quiñones John. ^{2,3}, Sepúlveda Néstor ^{2,3}.

*Email: n.peralta01@ufromail.cl

¹Carrera de Medicina Veterinaria, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales, Universidad de La Frontera

²Doctorado en Ciencias Agroalimentarias y Medioambiente, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales, Universidad de La Frontera. ³Centro de Tecnología e Innovación de la Carne, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales, Universidad de la Frontera, Avenida Francisco Salazar 01145, Temuco, Chile.

INTRODUCCIÓN

Actualmente existe una demanda creciente por proteína animal, lo que conlleva un fuerte impacto en fuentes de alimentación tradicional, en el caso de monogástricos la sobre explotación de cultivos de maíz y de soja. Ante esto se hace necesario la búsqueda de fuentes de alimentos más sustentables con el medioambiente. *Durvillaea antártica* es una macroalga parda muy común en las costas de Chile la cual tiene la oportunidad de mejorar la sustentabilidad de la producción de monogástricos. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la inclusión de *Durvillaea* y su efecto sobre parámetros cárnicos, se presenta que la inclusión afectará positivamente la calidad de la carne de los animales.

MATERIALES Y MÉTODOS

En el Campo Experimental Maquehue de La Universidad de La Frontera, se alimentaron cerdos adquiridos desde una granja comercial de la región en 3 grupos de 8 animales con tres niveles de inclusión de harina de *D. antartica*: 0% (Grupo control), 3% (Grupo 1) y 6% (Grupo 2), desde los 30kg hasta un peso meta de 100kg en una dieta isoenergética. De los animales faenados se obtuvieron muestras de lomo (*Longissimus dorsi*) a la altura de la 10 costilla directamente de matadero, a los cuales se les realizó mediciones de perímetro y área del lomo y ancho de cobertura grasa sobre lomo por medio del software ImageJ, además de mediciones de color a través de un colorímetro (Manitoba) con seis repeticiones, de pH por medio de un pHmetro de carne (Hanna, HI98163), para textura se realizaron mediciones en todos los productos cocidos a través de Texturometro (CT3, Brookfield) con una sonda Warner-Braztler.

Los análisis estadísticos se realizaron a través del software JASP 0.19 realizándose MANOVA a datos en conjunto, específicamente a color (a, b, C, L y H) y mediciones en carne (perímetro, área y ancho de cobertura grasa) para luego realizar ANOVA de dos vías para cada parámetro. En general, aquellos parámetros significativos fueron sometidos a un post-hoc de Tukey.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los tres lomos no presentaron diferencias significativas en el área del lomo ($39,71 \pm 5,48$, $39,51 \pm 11,45$ y $35,11 \pm 7,64 \text{ cm}^2$), perímetro del lomo ($27,32 \pm 3,25$, $26,77 \pm 4,82$ y $24,75 \pm 4,37 \text{ cm}$) y ancho de grasa ($1,08 \pm 0,38$, $1,08 \pm 0,4$ y $1,27 \pm 0,4 \text{ cm}$), según He et al. (2002) existe un efecto positivo de la suplementación de yodo orgánico que tiende a mejorar aspectos de calidad, pero no necesariamente aumenta el rendimiento cárneo.

Se encontraron diferencias significativas en el color de los lomos entre los grupos, específicamente en los parámetros L, a, b, C y h. El grupo G2 (6%) presentó los lomos más rojos ($6,19 \pm 2,02$), más amarillos ($14,97 \pm 1,44$), Croma más intenso ($16,28 \pm 1,82$), teniendo una luminosidad del color (L) similar al Control (Control = $51,92 \pm 4,59$ y G2 = $52,55 \pm 4,95$) y siendo el Control el grupo con una tonalidad de color (h)

más intensa (5.77 ± 0.07), resultados similares obtuvo Jerez-Timaure (2021) al incorporar (*Macrocystis pyrifera*) a la dieta de cerdos de engorda.



Figura 1. Cortes de lomo de Cerdos con inclusión de Cochayuyo (*D. antartica*), de izquierda a derecha Control, G1 (3%) y G2 (6%)

Los lomos de los grupos tratamientos presentaron valores significativamente más ácidos que el Control (G1= 5.69 ± 0.13 y G2 = 5.65 ± 0.01). En cuanto a la pérdida por cocción hubo diferencias levemente significativas ($p = 0.06$) siendo el grupo Control el que mostró una aparente menor pérdida por cocción (Control = $9.2 \pm 4.4\%$ y G1 = $12 \pm 4.5\%$ y G2 = $11.9 \pm 2.9\%$). Respecto de la textura, los grupos no indicaron diferencias significativas en la Dureza (N), pero sí en el Trabajo de Dureza siendo el G2 (6%) el que requirió menor trabajo al corte (Control = 835 ± 417.72 y G1 = 668.28 ± 462.62 y G2 = 534.64 ± 341.16).

CONCLUSIONES

La inclusión de *Durvilleae antartica* en la dieta de cerdos produjo cambios relevantes en las características de color, obteniendo cambios significativos en pH y en el trabajo de corte, los resultados sugieren que la incorporación de esta alga mejoraría aspectos fisicoquímicos sin comprometer negativamente el rendimiento de los animales.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al proyecto FAPESP-UFRO Nº FPP22-0032 “Understanding the use of the Chilean brown seaweeds additive in the gut microbiome and metabolome profile of fattening pigs and its perspectives on future”.

REFERENCIAS

- HE, M. L., HOLLWICH, W., & RAMBECK, W. A. (2002). Supplementation of algae to the diet of pigs: A new possibility to improve the iodine content in the meat. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 86(3-4), 97-104. <https://doi.org/10.1046/j.1439-0396.2002.00363.x>
- JEREZ-TIMAURE, N., SÁNCHEZ-HIDALGO, M., PULIDO, R., & MENDOZA, J. (2021). Effect of Dietary Brown Seaweed (*Macrocystis pyrifera*) Additive on Meat Quality and Nutrient Composition of Fattening Pigs. *Foods*, 10(8), 1720. <https://doi.org/10.3390/foods10081720>

EFFECTO DE LA INCLUSIÓN DE ORUJO DE UVA EN LA DIETA DE VAQUILLAS ANGUS CON UNA DIETA ALTA EN FORRAJES SOBRE INDICADORES DE ESTRÉS OXIDATIVO

Effect of grape marc inclusion in a high-forage diet on oxidative stress indicators in Angus heifers

Abril Munizaga¹, Daniel Cartes¹, Mónica Huala², Sergio Iraira², Ignacio Beltrán^{2,*}

*Email: ignacio.beltran@inia.cl

¹ Departamento Ciencias Clínicas, Facultad Ciencias Veterinarias y Pecuarias, Universidad de Chile. ² Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), sede regional Remehue, Osorno.

INTRODUCCIÓN

En la producción bovina de carne, los animales están expuestos a diversos factores estresantes a lo largo del ciclo productivo, como el destete, el transporte, la reagrupación y las prácticas de manejo. Provocando un aumento en la producción de especies reactivas de oxígeno, generando un estado de estrés oxidativo que afecta la salud, el bienestar y la productividad animal (Deters & Hansen, 2020). El orujo de uva - subproducto de la industria vitivinícola chilena - constituye una fuente abundante de compuestos fenólicos con reconocida actividad antioxidante, y su aprovechamiento en la alimentación animal representa una alternativa sustentable y de valor agregado (Suescun et al., 2023). El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de distintos niveles de inclusión de orujo de uva en la dieta de vaquillas Angus sobre indicadores de estrés oxidativo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el Centro Experimental INIA Remehue, Región de Los Lagos, Chile, durante 60 días, entre junio y agosto de 2025. Se utilizaron 36 vaquillas Angus (9 meses, 250 ± 15 kg) asignadas aleatoriamente a tres tratamientos: Control (ensilaje de pradera, maíz rolado y pradera; 59:21:20), O-UVA 1 (10% orujo de uva) y O-UVA 2 (20% orujo de uva). El orujo reemplazó parcialmente el ensilaje de pradera. Para mantener dietas isoenergéticas e isoproteicas, se incrementó el maíz rolado entre 23 y 36% en las dietas con orujo. Los animales fueron distribuidos en cuatro grupos, con tres vaquillas por cada tratamiento, siendo mantenidas en corrales con un comedero y agua *ad libitum*. Las raciones fueron pesadas y suministradas manualmente dos veces al día. Se recolectaron muestras de sangre mediante venopunción coccígea en tres períodos, cada 20 días, durante el ensayo para determinar la concentración plasmática de malondialdehído (MDA), un indicador de la peroxidación lipídica, la capacidad antioxidante total (CAT) y el índice de estrés oxidativo (IEO), obtenido a partir de la relación entre ambos parámetros. Los datos se analizaron utilizando el software Rstudio mediante modelos mixtos, considerando como efectos fijos el tratamiento, el día de muestreo y su interacción, y como efecto aleatorio al animal dentro de cada corral. Se aplicaron comparaciones entre tratamientos mediante la prueba de Tukey, considerando diferencias significativas cuando $p < 0,05$ y como tendencia cuando $p < 0,1$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La concentración plasmática de malondialdehído (MDA) presentó una interacción entre el tratamiento y período, registrándose valores más elevados en el tratamiento O-UVA 2 ($p < 0,05$), en los P1 y P2, en comparación con el control. Además, se observó una reducción en la concentración de MDA en P3 ($p < 0,05$) en los tres tratamientos, posiblemente asociada a una adaptación al manejo experimental de los animales. La capacidad antioxidante total (CAT) no mostró diferencias entre tratamientos; no obstante, se observó un incremento lineal en la actividad antioxidante con el paso de las semanas ($p < 0,05$). El índice de estrés oxidativo (IEO) fue superior en el tratamiento O-UVA 2 respecto al Control ($p < 0,05$) en el P1 y P2. Además,

el IEO presentó una disminución lineal con el avance del tiempo, reflejando una mejora gradual en el equilibrio redox sistémico ($p<0,05$).

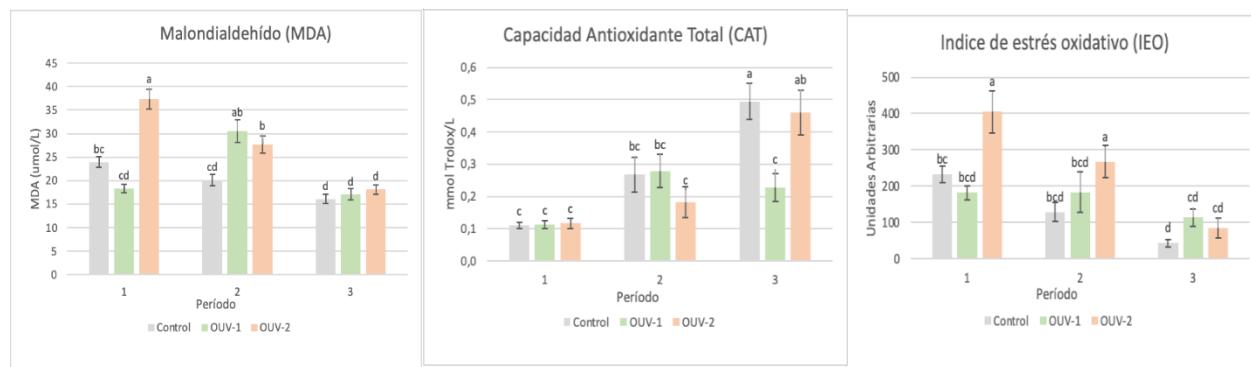


Figura. 1. Indicadores de estrés oxidativo evaluados en vaquillas durante los tres períodos experimentales, para los tratamientos Control, OUV- 1 y OUV- 2 (media ± error estándar de la media).

CONCLUSIONES

Los resultados demuestran que la inclusión del 20% de orujo de uva en la dieta incrementó el estrés oxidativo, mientras que el 10% no alteró significativamente el equilibrio redox en relación al control. Esto, sugiere que la incorporación de Orujo de uva en la dieta de vaquillas Angus con una dieta alta en forrajes no reduce los indicadores de estrés oxidativo.

AGRADECIMIENTOS

Proyecto FONDEF IDEA I+D ID23I10196.

REFERENCIAS

- DETERS E. Y HANSEN S. 2020. Invited review: Linking Road transportation with oxidative stress in cattle and other species. *Applied Animal Science*, 36, 183-200
- SUESCUN S., AVILA J., VERA N., ASTUDILLO R., TRUJILLO I. Y ALARCÓN J. 2023 Effects of drying method on bioactive compounds contents, rumen fermentation parameters and in vitro methane output of waste dried País grape (Vitis vinifera L.) marc. *Food Bioscience*, 51.

EFEKTOS DE LA INCORPORACIÓN CONJUNTA DE GLICINATOS DE ZINC, COBRE, HIERRO Y MANGANEZO EN DIETAS DE CRIANZA DE POLLITAS SOBRE PARÁMETROS PRODUCTIVOS

Effects of the joint incorporation of zinc, copper, iron, and manganese glycinate in rearing diets for pullets on productive parameters

Patricia Muñoz-Martínez¹, Camila Troncoso Medina¹, Javiera Mella Holvoet², Gastón Cassus Becerra², Pía Saavedra³, Miguel Guzman³, Sergio A. Guzmán-Pino^{1*}

*Email: sguzmanp@uchile.cl

¹Departamento de Ciencia Animal, Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias, Universidad de Chile.

²Veterquimica S.A. ³Departamento de Patología Animal, Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias, Universidad de Chile.

INTRODUCCIÓN

La industria avícola constituye uno de los principales pilares de la producción mundial de proteínas de origen animal. Dada la creciente demanda, la optimización de la eficiencia productiva y la sostenibilidad del sistema ha impulsado el desarrollo de estrategias nutricionales más precisas e innovadoras, siendo la formulación mineral un componente clave (Barszcz et al., 2024). En este contexto, diversos estudios han reportado que la suplementación con glicinatos de Zn, Cu, Fe y Mn puede mejorar los parámetros productivos en pollos broiler en comparación con fuentes minerales inorgánicas tradicionales (Ghasemi et al., 2020; Xia et al., 2022). Considerando estos antecedentes, el presente estudio plantea que la inclusión de glicinatos de Zn, Cu, Fe y Mn en la dieta podría mejorar el desempeño productivo de pollitas de postura en relación con dietas suplementadas con minerales inorgánicos o sin adición mineral.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento de campo se llevó a cabo en la Unidad Experimental Avícola de la Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias de la Universidad de Chile el cual tuvo una duración de 15 semanas, comprendidas entre los meses de enero y mayo de 2025. Fue aprobado por el Comité Institucional de Cuidado y Uso de Animales de la Universidad de Chile (certificado 25905-VET-UCH). Se utilizaron 960 aves de la línea genética Lohmann LSL-Lite, hembras, de un día de edad, distribuidas al azar en cuatro tratamientos, correspondientes a cuatro dietas experimentales, elaboradas según los requerimientos nutricionales de las aves CN: 0% de adición de los minerales en estudio como control negativo, CP: 100% del requerimiento en forma de minerales inorgánicos como control positivo, G100: 100% de requerimiento como glicinatos (Zn, Cu, Fe, Mn), G50: 50% del requerimiento mineral, en forma de glicinatos (Zn, Cu, Fe, Mn; 0% inorgánicos). Cada tratamiento contó con 8 repeticiones, con 30 aves por cada repetición. Semanalmente se registró el peso vivo de las aves y el consumo de alimento en cada corral, con el objetivo de determinar la ganancia diaria de peso y la conversión alimenticia. El análisis estadístico de los datos fue por ANDEVA de una vía, considerando como factor principal el efecto del tratamiento ($p \leq 0,05$). Los datos fueron analizados por medio del software estadístico SAS.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante el período experimental, no se observaron diferencias significativas en el consumo de alimento entre los distintos tratamientos, lo que sugiere que la suplementación mineral no afectó el patrón de ingestión de las aves. De manera similar, la ganancia diaria de peso no presentó diferencias significativas entre tratamientos, indicando que las variaciones en la fuente mineral no influyeron en el crecimiento de las

pollitas durante la etapa evaluada. Tampoco se registraron diferencias en la conversión alimenticia, lo que refuerza la ausencia de efecto sobre la eficiencia en la utilización del alimento. Finalmente, el peso vivo final de las pollitas Lohmann no mostró diferencias significativas entre los grupos, confirmando que la inclusión de glicinatos de Zn, Cu, Fe y Mn no modificó el desempeño productivo bajo las condiciones experimentales del presente estudio.

Cuadro 1. Resultados productivos de las pollitas Lohmann entre 1 y 15 semanas del período experimental.

Parámetro	Tratamiento				EEM	P-valor
	CN (0% inorgánicos 0% orgánicos)	CP (100% inorgánicos)	G100 (100% glicinatos)	G50 (50% glicinatos 0% inorgánicos)		
Peso inicial (g)	36.72	37.11	36.35	36.87	1.0986	0.5731
Consumo de alimento (g/día)	49.32	51.23	53.47	52.93	3.7959	0.1447
Ganancia diaria de peso (g)	10.46	10.41	10.41	10.45	0.2327	0.9604
Conversión alimentaria	0.21	0.20	0.19	0.19	0.0144	0.1335
Peso final (g)	1133.77	1131.47	1130.40	1134.50	25.5328	0.9869

CONCLUSIONES

Los resultados del presente estudio indican que la suplementación conjunta con glicinatos de Zn, Cu, Fe y Mn en la dieta de pollitas Lohmann no produjo efectos significativos sobre los parámetros productivos evaluados. No obstante, se recomienda desarrollar investigaciones adicionales que consideren distintas concentraciones de glicinatos, así como la posible interacción con otros componentes de la dieta, la duración del tratamiento y las condiciones ambientales. Asimismo, futuros estudios deberían evaluar el efecto de estas fuentes minerales a lo largo de todo el ciclo productivo, con el fin de determinar si su inclusión podría generar beneficios en etapas posteriores del desarrollo.

AGRADECIMIENTOS

Proyecto financiado por Veterquimica S.A.

REFERENCIAS

- BARSZCZ, M.; TUŚNIO, A.; TACIAK, M. 2024. Poultry nutrition. Article of Physical Sciences Reviews. Vol. 9. Nro 2. Págs 611-650.
- GHASEMI, H.; HAJKHODADADI, I.; HAFIZI, M.; TAHERPOUR, K.; NAZARAN, M. 2020. Effect of advanced chelate technology based trace minerals on growth performance, mineral digestibility, tibia characteristics, and antioxidant status in broiler chickens. Nutrition and Metabolism. Vol. 17. Nro 1.
- XIA, W.; TANG, L.; WANG, Z-Y.; WANG, L. 2022. Effects of inorganic and organic manganese supplementation on growth performance, tibia development, and oxidative stress in broiler chickens. Biological trace element research. Vol. 200. Nro. 10. Págs 1-12.

EFFECTOS DE LA INCORPORACIÓN CONJUNTA DE GLICINATOS DE ZINC, COBRE, HIERRO Y MANGANEZO EN DIETAS DE CRIANZA DE POLLITAS SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS DEL INTESTINO DELGADO

Effects of the joint incorporation of zinc, copper, iron, and manganese glycinate in rearing diets for pullets on the morphometric characteristics of the small intestine

Camila Troncoso Medina^{1*}, Patricia Muñoz-Martínez¹, Javiera Mella Holvoet², Gastón Cassus Becerra², Pía Saavedra³, Miguel Guzman³, Sergio A. Guzmán-Pino^{1*}

*Email: sguzmanp@uchile.cl

¹Departamento de Ciencia Animal, Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias, Universidad de Chile.

²Veterquimica S.A. ³Departamento de Patología Animal, Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias, Universidad de Chile

INTRODUCCIÓN

La nutrición es uno de los factores que más influyen en el rendimiento productivo de las aves. Un adecuado aporte de minerales traza, esenciales para diversas funciones, resulta fundamental. Estos pueden añadirse como minerales inorgánicos (sulfatos u óxidos de zinc, cobre, hierro y manganeso) o en forma de complejos orgánicos, como los glicinatos, producto de la unión de un ion metálico con el aminoácido glicina (Jacob et al., 2022; Sirri et al., 2016). Una ventaja del uso de glicinatos es su mayor biodisponibilidad frente a minerales inorgánicos; característica que podría estar relacionada con mejoras en la morfología intestinal. Este estudio plantea que los glicinatos de Zn, Cu, Fe y Mn aumentan la relación altura de la vellosidad:profundidad de la cripta (V/C) en comparación con fuentes inorgánicas o sin suplementación, por lo que el objetivo fue evaluar su efecto conjunto sobre la morfometría intestinal de pollitas en crianza.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento de campo se llevó a cabo en la Unidad Experimental Avícola de la Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias (FAVET) de la Universidad de Chile entre los meses de enero y mayo de 2025. Fue aprobado por el Comité Institucional de Cuidado y Uso de Animales de la Universidad de Chile (certificado 25905-VET-UCH). Se utilizaron 960 aves de la línea genética Lohmann LSL-Lite, hembras, de un día de edad, distribuidas al azar en cuatro tratamientos, correspondientes a cuatro dietas experimentales, elaboradas según los requerimientos nutricionales de las aves CN: 0% de adición de los minerales en estudio (Zn, Cu, Fe y Mn) como control negativo, CP: 100% del requerimiento en forma de minerales inorgánicos como control positivo, G100: 100% de requerimiento como glicinatos (Zn, Cu, Fe, Mn), G50: 50% del requerimiento mineral, en forma de glicinatos (Zn, Cu, Fe, Mn). Cada uno de estos tratamientos contó con 8 repeticiones, con 30 pollitas en cada una. Cada repetición fue asignada a uno de los 32 corrales disponibles. Durante el ensayo, se realizaron tres muestrazos, a las 5, 10 y 15 semanas de vida de las pollitas. Para esto, se seleccionó al azar una pollita por cada uno de los corrales. Las aves fueron trasladadas desde la Unidad Avícola al Laboratorio de Patología Aviar de FAVET, donde fueron eutanasiadas mediante el método de dislocación cervical. Se extrajo una muestra de 2 cm de yeyuno y se incluyó en formalina tamponada neutra al 10%. Las muestras de yeyuno se cortaron en secciones de 3-5 mm, se incluyeron en parafina y fueron cortadas en secciones transversales de 2 μ m, se colocaron en portaobjetos y se tiñeron con hematoxilina-eosina. Se tomaron fotos de las vellosidades y sus criptas, con la cámara del microscopio. Posteriormente se utilizó el software Image J para realizar las mediciones en micras (μ m). El análisis estadístico de los datos fue por ANDEVA de una vía, considerando como factor principal el efecto del tratamiento. Cuando se detectaron diferencias significativas ($p \leq 0,05$), se aplicó la prueba post hoc de Tukey para comparar las medias entre tratamientos. Aunque se evaluaron tres edades distintas, las aves fueron diferentes en cada una,

por lo que no se consideró un diseño de medidas repetidas. Los datos fueron analizados por medio del software estadístico SAS. .

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la semana 5, se encontró una diferencia significativa en la relación V/C entre los tratamientos CN y G100, siendo mayor en G100 que CN. De la misma manera, en la semana 10, se observaron diferencias significativas en la relación V/C entre los tratamientos CN y G100, CN y G50, CP y G100, y CP y G50, siendo mayor en G100 y en G50. En la semana 15, también en la relación V/C, se encontró diferencia entre el tratamiento CP y G100, resultando mayor en G100 que CP. El efecto del tiempo evidenció que la superioridad de los tratamientos con glicinatos se mantuvo en todas las etapas evaluadas. Lo anterior demuestra que la suplementación con glicinatos como fuente alternativa de minerales traza en pollitas presenta beneficios aumentando la relación altura de vellosidades:profundidad de las criptas en el yeyuno, en comparación con los grupos incorporados con fuentes minerales inorgánicas o sin suplementación.

Cuadro 1. Efecto de la incorporación de distintas fuentes minerales en dietas de pollitas sobre la altura de las vellosidades (V), profundidad de la cripta (C) y relación V/C en la semana 5, 10 y 15.

Semana	Tratamiento				EEM	P-valor
	CN (0%inorgánicos 0%orgánicos)	CP (100% inorgánicos)	G100 (100% glicinatos)	G50 (50% glicinatos 0%inorgánicos)		
Semana 5						
Altura V (μm)	763,8	820,5	864	888,3	37,692	0,1072
Profundidad C (μm)	157,6	143,6	145,5	168,2	8,572	0,1334
Relación V/C	4,85 ^b	5,76 ^{ab}	6,025 ^a	5,271 ^{ab}	0,3	0,0346
Semana 10						
Altura V (μm)	1126,4	1134,5	1099,4	1200,5	55,137	0,5829
Profundidad C (μm)	205,9 ^a	194,3 ^{ab}	155,6 ^b	163,2 ^b	10,479	0,0029
Relación V/C	5,74 ^b	5,89 ^b	7,09 ^a	7,48 ^a	0,362	0,002
Semana 15						
Altura V (μm)	1074,7	949,9	1053,9	1063,7	44,392	0,1796
Profundidad C (μm)	199,6	207,7	188,76	201,9	10,381	0,6311
Relación V/C	5,45 ^{ab}	4,66 ^b	5,62 ^a	5,3 ^{ab}	0,227	0,0308

Los valores con letras diferentes dentro de una misma fila indican diferencias significativas entre tratamientos ($p \leq 0.05$, prueba post-hoc de Tukey).

CONCLUSIONES

La incorporación conjunta de glicinatos de Zn, Cu, Fe y Mn en la dieta de pollitas mejora la relación V/C a las semanas 5, 10 y 15, lo que respalda su utilización frente a dietas sin suplementación con minerales traza o con fuentes inorgánicas tradicionales. Dicho efecto se asociaría con una mayor absorción de nutrientes, favorecida por las mejoras morfométricas observadas en las vellosidades y criptas intestinales, reflejadas en la relación entre ambos parámetros.

AGRADECIMIENTOS

Proyecto financiado por Veterquimica S.A.

REFERENCIAS

- JACOB, R. H., AFIFY, A. S., SHANAB, S. M., & SHALABY, E. A. (2022). Chelated amino acids: Biomass sources, preparation, properties, and biological activities. *Biomass Conversion and Biorefinery*, 14(3), 2907–2921.
- SIRRI, F., MAIORANO, G., TAVANIETTO, S., CHEN, J., PETRACCI, M., & MELUZZI, A. (2016). Effect of different levels of dietary zinc, manganese, and copper from organic or inorganic sources on performance, bacterial chondronecrosis, intramuscular collagen characteristics, and occurrence of meat quality defects of broiler chickens. *Poultry Science*, 95(8), 1813–1824.

EFFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN CON SELENIO SOBRE LA ACTIVIDAD DE GLUTATIÓN PEROXIDASA (GSH-PX) Y LA EFICIENCIA PRODUCTIVA EN OVEJAS

Effect of selenium supplementation on glutathione peroxidase (GSH-Px) activity and productive efficiency in ewes

Silvana Bravo^{1*}, Sebastián Bravo², Álvaro Morales², Mario Díaz Matus de la Parra³, Cristian Norambuena⁴, Rebeca Neipán⁵.

*Email: silvana.bravo@uach.cl

¹Instituto de Producción Animal, Facultad de Ciencias Agrarias y Alimentarias, Universidad Austral de Chile, Campus Isla Teja, Valdivia, Chile. ²Instituto de Ciencia Animal, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad

Austral de Chile, Campus Isla Teja, Valdivia, Chile. ³Escuela de Graduados, Facultad de Ciencias Agrarias y Alimentarias, Universidad Austral de Chile, Campus Isla Teja, Valdivia, Chile. ⁴Cristian Norambuena, Representante de ventas DRAG PHARMA, Región de Los Ríos y Región de Los Lagos, Chile. ⁵Escuela de Agronomía, Facultad de Ciencias Agrarias y Alimentarias, Universidad Austral de Chile, Campus Isla Teja, Valdivia, Chile.

INTRODUCCIÓN

El Selenio (Se) en animales forma parte estructural de la enzima glutatión peroxidasa (GSH-PX) y regula procesos oxidativos y la protección de la membrana celular (El Ghany Hefnawy & Tórtora-Pérez, 2010). Los ovinos presentan mayor susceptibilidad a deficiencias de Se, afectando su eficiencia productiva, con efectos en una alta mortalidad de crías, desarrollo de anemia, menores ganancias de peso, menor producción de leche, lana, fertilidad, tamaño de la camada y calidad seminal, y problemas de salud como la enfermedad del músculo blanco (Rajab et al., 2023). Ya que la mayoría de los alimentos utilizados en ovinos son deficientes en algunos nutrientes, se requiere de la suplementación de minerales, por ello el objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la suplementación con selenio sobre la actividad sanguínea de la enzima glutatión peroxidasa (GSH-PX) y la eficiencia productiva en ovejas Suffolk Down.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la Unidad Ovina de la Estación Experimental Agropecuaria Austral de la Universidad Austral de Chile, comuna de Valdivia, región de Los Ríos, desde el 22 de julio de 2024 al 15 de septiembre de 2025. Se trabajó con un total de 37 ovejas de la raza Suffolk Down, 19 ovejas para el tratamiento control sin suplementación de Se (TC) y 18 ovejas para el tratamiento con suplementación de Se (TSe). Todas las ovejas evaluadas presentaron igual alimentación y manejo, la diferencia solo radicó en la suplementación intramuscular con Se al TSe. La suplementación intramuscular se realizó en los meses de julio de 2024, marzo de 2025 y julio de 2025. La dosis utilizada fue de acuerdo a las recomendaciones del fabricante (2,5 mL/45 kg de pesos vivo). De cada oveja se recolectó 4 mL de sangre a través de venopunción yugular en el mes de julio del año 2024 y julio del año 2025. 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 Cooprisem. Las concentraciones plasmáticas de Se fueron determinadas a través de la actividad de la enzima Glutatión Peroxidasa a través del kit comercial Glutathione Peroxidase (Ransel). Los resultados se expresaron en U/g Hemoglobina (Hb). Adicionalmente, se implementaron registros de peso vivo (PV), condición corporal (CC) y pariciones. Se utilizó un diseño experimental completamente al azar, donde se consideró a cada oveja como una unidad experimental y observacional. Los datos fueron analizados mediante un modelo lineal mixto de medidas repetidas, considerando como efectos fijos el tratamiento (grupo control, TC; y grupo suplementado con selenio, TSe), el tiempo de muestreo (julio 2024 y julio 2025) y su interacción. El identificador individual de cada oveja (Crotal) se incluyó como efecto aleatorio, para controlar la dependencia entre mediciones repetidas sobre el

mismo individuo y modelar la variabilidad individual no explicada por los efectos fijos. Los modelos se ajustaron utilizando el procedimiento lmer del paquete lmerTest en R (v4.4.2), y los valores de significancia (p) se obtuvieron mediante el método de Satterthwaite para grados de libertad. Cuando se identificaron diferencias significativas ($p < 0,05$), las medias marginales estimadas (EMM) fueron comparadas mediante la prueba de Tukey usando el paquete emmeans.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Fig.1 muestra como la actividad sanguínea de la enzima GSH-PX disminuyó en el transcurso de un año y presentó diferencias significativas entre las ovejas TC julio 2024 y TSe julio 2025 y las ovejas TSe julio 2024 y TC julio 2025. Disminución que puede atribuirse a forrajes de mala calidad y al inadecuado suministro de minerales (Díaz-Zarco et al., 2022).

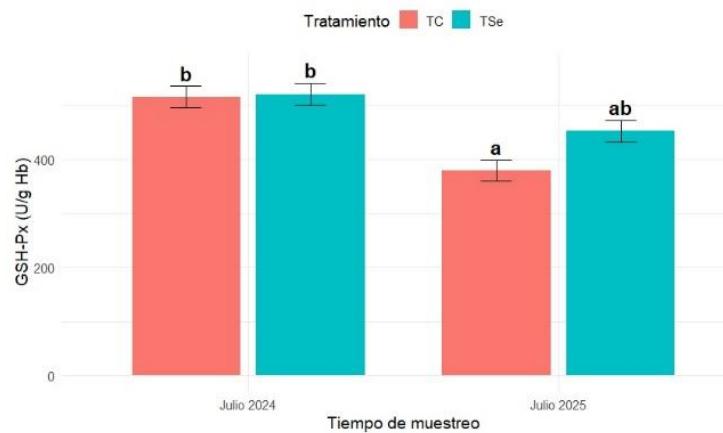


Figura 1. Actividad sanguínea de la enzima glutatión peroxidasa (GSH-PX) en los meses de julio de 2024 y julio de 2025 en ovejas Suffolk Down según los tratamientos evaluados.

No existieron diferencias significativas en el tiempo en los dos grupos de ovejas evaluadas para los parámetros de CC y número de corderos por camada. Solo se identificaron diferencias significativas en el PV de las ovejas, el cual fue igual entre los tratamientos evaluados para cada año, existiendo una disminución del peso vivo de las ovejas de ambos tratamientos evaluados para el año 2025.

CONCLUSIONES

Se observó en el estudio que al no existir una suplementación con selenio la actividad sanguínea de la enzima glutatión peroxidasa disminuye en el tiempo. Sin embargo, $379 \pm 68,9$ U/g Hb de la GSH-PX no afectaron la condición corporal de las ovejas y número de corderos por camada, no limitando la eficiencia productiva.

REFERENCIAS

- DÍAZ-ZARCO, S., MONTES-DE-OCA-JIMÉNEZ, R., RODRÍGUEZ-DOMÍNGUEZ, 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 Latinoamericana*, 40, e950.
- EL GHANY HEFNAWY, A., TÓRTORA-PÉREZ, J.L. 2010. The importance of selenium and the effects of its deficiency in animal health. *Small Ruminant Research*, 89, 185-192.
- RAJAB, J., RUDIANSYAH, M., et al. 2023. The Role of Selenium on the status of mineral elements and some blood parameters of blood serum of lambs. *Archives of Razi Institute*, 78 (1), 135-144.

FEEDING BEHAVIOUR OF SENSORY VARIED DIETS IN NURSERY PIGS

Irene Vera; Elizabeth Huenul; Rocío Palomo; Sophia Cabezas; Daniela Luna; Jaime Figueroa.
Fondecyt 1200643

INTRODUCTION

Pigs, in a natural environment, consume an extensive variety of foods with its sensory cues associated. However, pigs raised in conventional farms do not have the opportunity to search for different foods. Therefore, sensory-specific satiety (SSS) could negatively affect their intake and welfare associated with decreased pleasure when consuming a food continuously [1]. Its role is, therefore, to promote a varied consumption of nutrients, considering that a varied diet consists of the consumption of foods that differ in at least one sensory property [2]. The objective of this experiment was to explore the effect of diet texture, colour and taste variety on the feeding behaviour of nursery pigs.

MATERIAL AND METHODS

Ninety-six nursery pigs were used in three consecutive batches (32 pigs/batch). Animals in each batch were allocated in pairs and exposed daily, during eight consecutive days, to four acceptability and four preference tests, to assess their SSS for feed texture (trial 1), colour (trial 2) and taste (trial 3). To test feed acceptability, pigs were exposed for 10 min to a specific diet after being exposed to the same or different sensory characteristics for the same amount of time (i.e. powder-powder, pelleted-pelleted, powder-pelleted or pelleted-powder). Subsequently, preference between powder and pelleted feed (trial 1), red and blue feeders (trial 2) and sweet and umami feeds (trial 3) were estimated during 10 minutes after a previous exposure for the same time to one of the two options in each trial. Data were analysed with an ANOVA procedure by using the statistical software SAS®.

RESULTS

Texture: Pigs presented a higher intake of pelleted feed during the acceptability test ($P=0.028$). No effect of the interaction between the first and second given diet was observed ($P=0.226$). No preferences were observed between powder or pelleted diets ($P=0.405$). Nevertheless, an interaction was observed between the diet consumed during the preference test and the diet previously delivered ($P=0.022$), where animals preferred consuming a different feed texture; when pigs were first given powder feed, they preferred pelleted feed and the other way around. Figure 1.

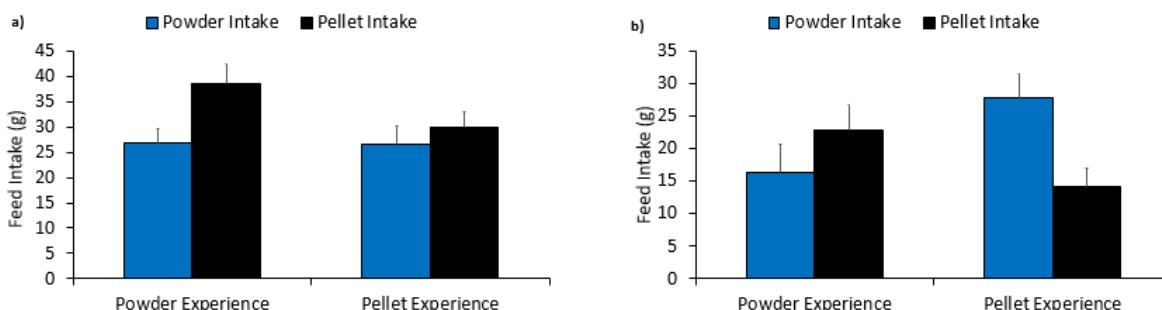


Figure 1. Feed intake (\pm SEM) during the acceptability (a) and preference tests (b) for powder and pelleted feed when pigs had a previous experience with the same or different feed texture

Colour: Pigs presented a similar intake of feed when was delivered in red or blue pan feeders during the acceptability test ($P=0.648$). It was observed an effect of the interaction between the first and second color given (Figure 1), where pigs preferred to consume the feed delivered in different pan feeder colors ($P=0.002$). When pigs were first given the feed in red feeders, they consume more feed in blue feeders and the other way round. When the feed was offered at the same time in different feeder colors, no preferences were observed between red or blue pan feeders ($P=0.279$). No interaction was observed between the color consumed during the preference test and the color previously delivered ($P=0.703$). Figure 2.

Figure 2. Feed intake (\pm SEM) during the acceptability (a) and preference tests (b) for red and blue feeders when pigs had a previous experience with the same or different feeder color.

Taste: No intake differences were observed between Suc-feed and MSG-feed intake during the acceptability test ($P=0.345$). Feed intake and palatability were affected by the interaction between the taste consumed and the taste previously exposed, where pigs consumed more and perceived the feed more pleasant when a different taste was offered ($P<0.05$). During the preference test, pigs preferred to consume MSG-feed than Suc-feed ($P<0.001$). An interaction between the taste consumed during the preference test and the taste previously delivered was observed ($P<0.001$) where pigs preferred MSG-feed over Suc-Feed, but the magnitude of this difference was lower if pigs that previously consumed MSG-feed (54g vs. 23g) than Suc-feed (72g vs. 13g). Figure 3.

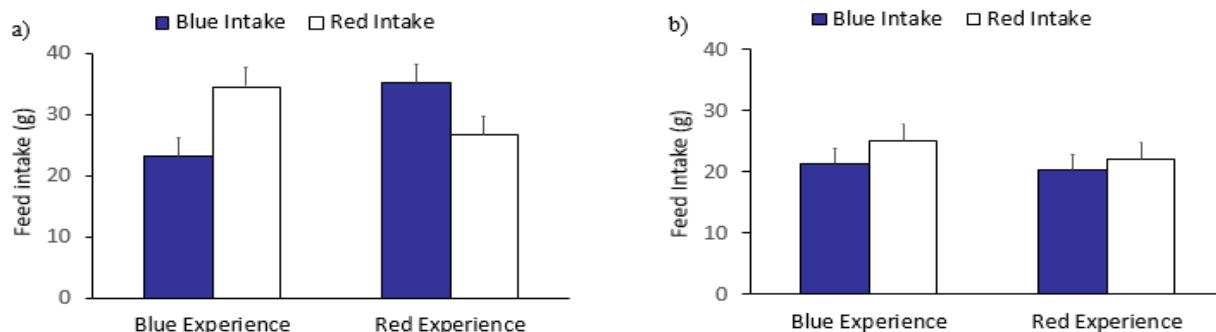


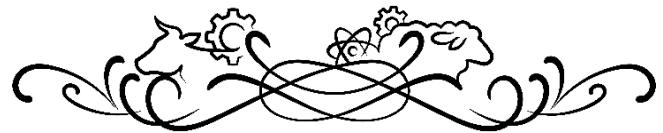
Figure 3. Feed intake (\pm SEM) during the acceptability (a) and preference tests (b) for sweet (8% Suc) and umami (300mM MSG) feeds when pigs had a previous experience with the same or different feed.

DISCUSSION/CONCLUSION

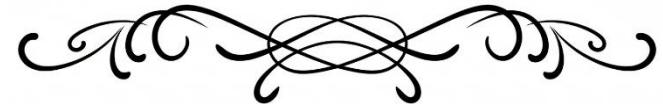
Results support that feed texture, colour and taste monotony may decrease feed preference and acceptability in nursery pigs. Therefore, swine industries should develop feeding strategies that promote diet sensory variability, in order to allow animals to express, to some extent, their natural feeding behavior, thus promoting positive welfare.

REFERENCES

- WILKINSON LL AND BRUNSTROM JM. 2016. *Appetite* 103:221-228.
ROLLS ET AL. 1981. *Physiol. Behav.* 27: 137-142.



SECCIÓN IV:
**PRADERAS Y
FORRAJES**



REDUCCIÓN DE FERTILIZACIÓN NITROGENADA EN BALICA PERENNE ESTABLECIDA EN MEZCLA CON TRÉBOL BLANCO EN DOS AMBIENTES CONTRASTANTES EN EL SUR DE CHILE. I- COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE LA PRIMERA TEMPORADA

Reduction of nitrogen fertilization in perennial ryegrass white clover mixtures in two contrasting environments in the south of Chile. I- Agronomic performance in the first season

Fernando Ortega-Klose¹, Emilio Ungerfeld¹, Cristian Moscoso², Jaime Mejías¹, Francisco Salazar², Sara Hube², Juan Quintana¹, Marcelo Villagra² y Luis Ramirez²

*Email: fortega@inia.cl.

¹ Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA Carillanca.

² Instituto de Investigaciones Agropecuaria, INIA Remehue

INTRODUCCIÓN

Las gramíneas templadas perennes son recursos forrajeros importantes para los sistemas ganaderos del sur de Chile, siendo *Lolium perenne* L. (BP) la de mayor relevancia en Chile. En las últimas décadas, la mayoría de las praderas de BP se han establecido típicamente como monocultivos, siendo manejadas con altas dosis de fertilizantes nitrogenados sintéticos (FNS). Sin embargo, la creciente preocupación por la sostenibilidad de los sistemas basados en pasturas ha renovado el interés en sembrar BP en mezcla con *Trifolium repens* L. (TB). La hipótesis general planteada es que es posible reemplazar parcial o totalmente la FNS al incluir TB en mezcla con BP, sin reducir significativamente el rendimiento de forraje y mejorando la calidad de forraje y sustentabilidad. En este trabajo se aborda la respuesta en rendimiento de forraje durante la primera temporada en dos sitios contrastantes del sur de Chile.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se establecieron dos experimentos de campo en la primavera de 2024 (INIA Carillanca con riego, Car; INIA Remehue sin riego, Rem). Se implementaron cuatro tratamientos en parcelas de 10,5 m² (3 x 3,5 m), bajo un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones: T1: BP en monocultivo, fertilizada con 190 kg N ha⁻¹ en la primera temporada; T2: BP + TB y 80 kg N ha⁻¹; T3: BP +TB sin adición de N; T4: TB en monocultivo sin adición de N. La fertilización nitrogenada (urea) se fraccionó en cinco dosis para T1 (30 kg N ha⁻¹ antes de la siembra y 40 kg N ha⁻¹ en cuatro parcialidades posteriores) y en cuatro dosis para T2 (20 kg N ha⁻¹ durante la temporada). La BP se sembró en líneas separadas a 18 cm (15 kg de semilla ha⁻¹, cv. *Hustle ARI*), mientras que el TB se sembró al voleo (4 kg de semilla ha⁻¹, cv. *Legacy*). El rendimiento de forraje (kg de MS ha⁻¹) se evaluó en cinco cortes durante la temporada con barra segadora a 4–5 cm de altura. Una submuestra de 150–200 g por parcela se utilizó para estimar la materia seca (MS, %) y otra de 100–150 g por parcela para estimar la composición botánica en base a MS. El rendimiento de forraje total de la temporada se sometió a análisis de varianza combinado de ambos sitios considerando un modelo mixto que incluyó los efectos fijos tratamiento (T), sitio (S), su interacción y el efecto aleatorio de bloque anidado dentro de S. El rendimiento por corte dentro de cada sitio se analizó mediante un modelo mixto de medidas repetidas, considerando los efectos fijos de T y tiempo de corte, su interacción, y los efectos aleatorios de bloque y de parcela anidada en T. Las medias fueron separadas mediante la prueba de Tukey HSD.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En rendimiento total de las especies sembradas (BP + TB) hubo efecto significativo de T, S y T × S (Cuadro 1). Dentro del sitio Car, T2 superó estadísticamente a T1, T3 y T4; en el sitio Rem, T1 superó a los otros tratamientos, en tanto que T2 y T3 fueron iguales estadísticamente y superaron a T4. En rendimiento total

de BP hubo efectos significativos de T y S y no significativo de T × S. El rendimiento promedio de BP fue superior en Rem, comparado con Car, en tanto que T1 fue superior a T2 y T3. Por último, en rendimiento total de TB hubo efecto significativo de T y S y no significativo de T × S. Contrariamente a lo que ocurrió con BP, el rendimiento de TB en Car fue superior a Rem, en tanto que T4 superó a T2 y T3. En términos generales, la inclusión de TB en la mezcla permitió disminuir la aplicación de FNS, lo que es coincidente con otros reportes (Finn y otros, 2013; Chapman y otros, 2018); sin embargo, en el sitio Rem hay algún factor limitante para el establecimiento del trébol. En forma paralela se ha establecido un experimento bajo condiciones controladas para aislar aspectos climáticos; sin embargo, las tendencias se mantienen similares. Si bien no se tiene certeza de la o las variables que inciden en este fenómeno, se especula que algún factor de suelo o microbiota podría estar incidiendo.

Cuadro 1. Rendimiento de forraje (kg MS ha⁻¹) durante el año de establecimiento en dos sitios experimentales. T1: Monocultivo de ballica perenne (BP) +190 kg N ha⁻¹ año⁻¹; T2: BP + trébol blanco (TB) + 80 kg N ha⁻¹ año⁻¹; T3: BP + TB sin N; T4: Monocultivo de TB sin N.

	Carillanca	Remehue	T1	T2	T3	T4	Valor P		
							T (P)	S (P)	T x S (P)
BP	4673 b	7068 a	8874 a	4840 b	3897 b	-	<0.0001	0.0045	0.9604
TB	7586 a	694 b	-	3535 b	3564 b	5323 a	0.0017	<0.0001	0.8481
BP+TB							<0.000		
PROM.	9194	5821	8874	8374	7461	5323	<0.0001	<0.0001	1
BP+TB Car			7738 b	10510 a	9619 b	8911 b			
BP+TB Rem			10010 a	6239 b	5303 b	1734 c			

Especie no sembrada en ese tratamiento. Letras distintas dentro de hilera indican diferencias significativas entre sitios o tratamientos (Tukey 5%).

CONCLUSIONES

Los resultados mostraron una respuesta diferencial entre sitios. En Car destacó el buen desempeño del TB y el bajo rendimiento de BP, en tanto que en Rem se dio la tendencia inversa. De esta forma, los resultados de rendimiento de la temporada de establecimiento en Car con riego muestran que es posible reemplazar parcial o totalmente el FNS al incluir TB en mezcla, en tanto que en Rem el bajo rendimiento del TB no alcanzó a reemplazar la FNS. Para obtener conclusiones más robustas, es necesario esperar los resultados agronómicos de la segunda temporada y las respuestas en variables ambientales no reportadas en este trabajo.

AGRADECIMIENTOS

proyecto FONDEF IDeA ID24I10323, ANID, Chile.

REFERENCIAS

- CHAPMAN, D., CRUSH, J., LEE, J., COSGROVE, G., STEVENS, D., ROSSI, L., POPAY, A., EDWARDS, G., KING, M. (2018) Implications of grass–clover interactions in dairy pastures for forage value indexing systems. 6. Cross-site analysis and general discussion, *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 61, 255-284.
- FINN, J.A., KIRWAN, L., CONNOLLY, J., SEBASTIÀ, M.T., HELGADÓTTIR, Á., BAADSHAUG, O.H., BELANGER, G., BLACK, A. BROPHY, C., COLLINS, R.P., COP, J., DALMANNSDÓTTIR, S., DELGADO, I., ELGERSMA, A., FOTHERGIL, M., FRANKOW-LINDBERG, B.E., GHESQUIRE, A., GOLINKA, B., GOLINSKI, P., GRIEU, P., GUSTAVSSON, A.M., HÖGLIND, M., HUGUENIN-ELIE, O., JØRGENSEN, M., KADZIULIENÉ, Z., KURKI, P., LLURBA, R., LUNNAN, T., PORQUEDDU, C., SUTER, M., THUMM, U. AND LÜSCHER, A. (2013) Ecosystem function enhanced by combining four functional types of plant species in intensively managed grassland mixtures: a 3-year continental-scale field experiment, *Journal of Applied Ecology*, 50, 365-375.

ESTABLECIMIENTO DE BALICA HÍBRIDA EN MEZCLA CON TRÉBOL ROSADO PARA MEJORAR LA SUSTENTABILIDAD EN DOS AMBIENTES CONTRASTANTES EN EL SUR DE CHILE. I- COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE LA PRIMERA TEMPORADA

Establishment of hybrid ryegrass in mixture with red clover to enhance sustainability in two contrasting environments in the south of Chile. I- Agronomic performance in the first season

Fernando Ortega-Klose^{1*}, Cristian Moscoso², Francisco Salazar², Jaime Mejías¹, Emilio Ungerfeld¹, Sara Hube², Juan Quintana¹, Marcelo Villagra² y Luis Ramirez²

*Email: fortega@inia.cl.

¹ Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA Carillanca.

² Instituto de Investigaciones Agropecuaria, INIA Remehue

INTRODUCCIÓN

La balica híbrida (*Lolium x boucheanum* Kunth, BH) es una especie forrajera relevante para la producción animal en el sur de Chile. En las últimas décadas, comúnmente se ha sembrado en monocultivo y manejado con altas dosis de fertilizantes nitrogenados sintéticos (FNS). Sin embargo, la búsqueda de sistemas de producción más sustentables basados en pasturas sigue siendo una prioridad. En ese sentido, la incorporación de trébol rosado (*Trifolium pratense* L., TR) en praderas de BH es una estrategia a considerar. La hipótesis general planteada es que es posible reemplazar parcial o totalmente la FNS al incluir TR en mezcla con BH, sin reducir significativamente el rendimiento de forraje y aprovechando los beneficios de mejoramiento de calidad de forraje y ambientales. En este trabajo se aborda la respuesta en rendimiento de forraje durante la primera temporada en dos sitios contrastantes del sur de Chile.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se establecieron dos experimentos de campo en la primavera de 2024 (INIA Carillanca con riego, Car; INIA Remehue sin riego, Rem). Se implementaron cuatro tratamientos en parcelas de 10,5 m² (3 x 3,5 m), bajo un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones: T1: BH en monocultivo, fertilizada con 190 kg N ha⁻¹ en la primera temporada; T2: BH + TR y 80 kg N ha⁻¹; T3: BH +TR sin adición de N; T4: TR en monocultivo sin adición de N. La FNS (urea) se fraccionó en cinco dosis para T1 (30 kg N ha⁻¹ antes de la siembra y 40 kg N ha⁻¹ en cuatro parcialidades posteriores) y en cuatro dosis para T2 (20 kg N ha⁻¹ durante la temporada). La BH se sembró en líneas separadas a 18 cm (20 kg de semilla ha⁻¹, cv. Shogun), mientras que el TR se sembró al voleo (10 kg de semilla ha⁻¹, cv. Perduro INIA®). El rendimiento de forraje (kg de MS ha⁻¹) se evaluó en cinco cortes durante la temporada con barra segadora a 4–5 cm de altura. Una submuestra de 150–200 g por parcela se utilizó para estimar la materia seca (MS, %) y otra de 100–150 g por parcela para estimar la composición botánica en base a MS. El rendimiento de forraje total de la temporada se sometió a análisis de varianza combinado de ambos sitios considerando un modelo mixto que incluyó los efectos fijos tratamiento (T), sitio (S), su interacción (T × S), y el efecto aleatorio de bloque anidado dentro de S. El rendimiento por corte dentro de cada sitio se analizó mediante un modelo mixto de medidas repetidas, considerando los efectos fijos de T y corte, su interacción, y los efectos aleatorios de bloque y de parcela anidada en T. Las medias fueron separadas mediante la prueba de Tukey HSD.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el rendimiento total de las especies sembradas (BH + TR) hubo un efecto significativo de T, S y T × S (Cuadro 1). Dentro del sitio Car, no hubo diferencias estadísticamente significativas, en tanto que en Rem T1 fue superior a T2 y T3, siendo T4 el de menor rendimiento. En rendimiento total de BH hubo efectos significativos de T y S y no significativo de T × S. El rendimiento de BH fue superior en Rem, comparado

con Car, en tanto que T1 fue superior a T2 y T3. Por otro lado, en rendimiento total de TR hubo efecto significativo de T y S y no significativo de T × S. Contrariamente a lo que ocurrió con BH, el rendimiento de TR en Car fue superior a Rem, en tanto que T4 superó a T2 y T3. En términos generales, la inclusión de TR en la mezcla permitió disminuir la aplicación de FNS, lo que es coincidente con otros reportes (Lüscher y otros, 2014; Harrison y otros, 2024; Nyfeler y otros, 2024); sin embargo, en el sitio Rem hay algún factor limitante para el establecimiento del trébol. En forma paralela se ha establecido un experimento bajo condiciones controladas para aislar aspectos climáticos; sin embargo, las tendencias se mantienen similares. Si bien no se tiene certeza de la o las variables que inciden en este fenómeno, se especula que algún factor de suelo o microbiota podría estar incidiendo.

Cuadro 1. Rendimiento de forraje (kg MS ha^{-1}) durante el año de establecimiento en dos sitios experimentales. T1: Monocultivo de ballica híbrida (BH) + 190 kg N ha^{-1} año $^{-1}$; T2: BH + trébol rosado (TR) + 80 kg N ha^{-1} año $^{-1}$; T3: BH + TR sin N; T4: Monocultivo de TR sin N.

	Carillanca	Remehue	T1	T2	T3	T4	T (P)	S (P)	T x S (P)
BH	7505 b	10446 a	12326 a	7804 b	6796 b	-	<0.0001	0.0097	0.7055
TR	8147 a	2234 b	-	3578 b	4025 b	7968 a	<0.0001	<0.0001	0.5923
BH+TR PROM.	11738	9510	12326	11381	10821	7968	<0.0001	0.0177	<0.0001
BH+TR Car BH+TR Rem			11140 a 13513 a	13055 a 9707 b	12121 a 9520 b	10637 a 5299 c			

Especie no sembrada en ese tratamiento. Letras distintas dentro de hilera indican diferencias significativas entre sitios o tratamientos (Tukey 5%).

CONCLUSIONES

Los resultados mostraron una respuesta diferencial entre los sitios evaluados. En Car destacó el buen desempeño del TR y el menor rendimiento de BH, en tanto que en Rem se dio la tendencia inversa. De esta forma, los resultados de rendimiento de la temporada de establecimiento en Car con riego muestran que es posible reemplazar totalmente el FNS al incluir TR en mezcla, en tanto que en Rem el reemplazo de FNS al incluir TR es parcial ya que hay algún factor limitante en estudio que impide la plena expresión del trébol. Para obtener conclusiones más robustas, es necesario esperar los resultados agronómicos de la segunda temporada y las respuestas en variables ambientales no reportadas en este trabajo.

AGRADECIMIENTOS

Proyecto FONDEF IDeA ID24I10323, ANID, Chile.

REFERENCIAS

- HARRISON, F., GUNN, B., ANDERSON, S., VISSER, L., MCKENZIE, S., MOORHEAD, A. AND EHOCHÉ, G. (2024). Effect of modern red clover and nitrogen fertiliser on yield, quality and botanical composition of a hybrid ryegrass sward. *Journal of New Zealand Grasslands*, 86, 37–46.
- LÜSCHER, A., MUELLER-HARVEY, I., SOUSSANA, J.F., REES R.M. AND PEYRAUD J.L. (2014) Potential of legume-based grassland-livestock systems in Europe: a review. *Grass and Forage Science*, 69, 206-228.
- NYFELER, D., HUGUENIN-ELIE, O., FROSSARD, E. AND LÜSEHER, A. (2024) Effects of legumes and fertilizer on nitrogen balance and nitrate leaching from intact leys and after tilling for subsequent crop, *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 360, 108776.

COMPOSICIÓN BOTANICA Y CALIDAD DE LA DIETA DE CAPRINOS EN TERRENOS DE PASTOREO DEL SECANO ARIDO DE CHILE DURANTE DOS ÉPOCAS CONTRASTANTES

Diet's botanical composition of goats in Chilean arid rangelands in two contrasting periods

Giorgio Castellaro G.^{1*}, Juan Escanilla C.¹, Juan Fernández, Claudia Torres P.²

Email: *gicastel@uchile.cl.

¹Facultad de Ciencias Agronómicas Universidad de Chile, Dpto. de Producción Animal.

²Facultad de Ciencias Agronómicas Universidad de Chile, EEA Las Cardas.

INTRODUCCIÓN

En zonas áridas de Chile, la base de sustentación de los sistemas extensivos de producción caprina lo constituyen los terrenos de pastoreo, siendo estos mayoritariamente formaciones vegetales biestratificadas, con un estrato leñoso bajo dominado por arbustos y subarbustos y otro herbáceo dominado por terófitas de crecimiento invernal y algunas gramíneas perennes (Azócar, 2006). Para un adecuado manejo de estos terrenos, tanto para el pastoreo como para la restauración de estos, es relevante cuantificar el aporte que hacen las diferentes plantas de ambos estratos a la dieta del caprino, especialmente en años secos en donde la contribución de los arbustos podría ser muy importante. En este trabajo se determinó la composición botánica de la dieta de cabritillas mestizas en dos épocas contrastantes (invierno v/s primavera) durante una temporada especialmente seca, con el propósito de determinar los índices de selectividad de las principales especies consumidas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la Estación Experimental Las Cardas de la Universidad de Chile (30°13' Lat S; 71°19'30" Long O; 260 m.s.n.m). El clima es de tipo desierto con influencia marina y régimen de humedad Xérico, con un promedio de 133 mm año⁻¹, monto que se concentra en un 90% entre los meses de mayo y agosto. Durante la temporada en que se realizó el estudio (2021), precipitaron 25,8 mm. En un área de pastoreo de 55,6 ha se dispusieron seis líneas de evaluación de 50 m de longitud sobre las principales formaciones vegetales visitadas por los animales en su circuito de pastoreo. En cada una de estas líneas se estimó la cobertura forrajera y composición botánica, utilizando el método Point-Quadrat modificado (Passera *et al.*, 1983). Esta evaluación se realizó en una semana representativa del mes de agosto (invierno) y en otra representativa del mes de octubre (primavera). Paralelamente, se obtuvieron muestras de heces de 14 cabritillas mestizas (28,0±6 kg; 15 meses de edad), durante cinco días consecutivos, las cuales fueron analizadas mediante microhistología fecal (Holechek *et al.*, 2011), para estimar la composición botánica de sus dietas y el contenido de N y P, para así inferir acerca de la calidad dietaria (Orellana *et al.*, 2020). En base a los resultados de la composición botánica del pastizal y de las dietas, se calcularon índices de selectividad de las principales especies consumidas, analizando su concentración proteica y energética. Los datos del pastizal fueron analizados mediante estadística descriptiva, mientras que la proporción de las principales especies consumidas y los porcentajes de N y P fecal, se sometieron a un análisis de comparación de medias, en donde la fuente de variación fue la época del año.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el terreno de pastoreo dominaron arbustos, especialmente *Atriplex nummularia*, *Flourensia thurifera* y *Gutierrezia resinosa*, con aportes en el invierno de 25, 11 y 29%, respectivamente, porcentajes que cambiaron a 0,0; 35 y 25% en primavera. La cobertura forrajera varió entre 10 y 1,6% entre ambas estaciones. La dieta estuvo constituida principalmente por especies arbustivas (76,4±2,5% en invierno;

36,9±2,5% en primavera), destacando *Acacia saligna*, *Senna cumingii*, *G. resinosa* y *A. nummularia*. Dentro de las especies herbáceas, destacó la terófita *Hordeum murinum*, con aportes de 14,0±0,5 y 28,5±0,5% en invierno y primavera, respectivamente (Figura 1).

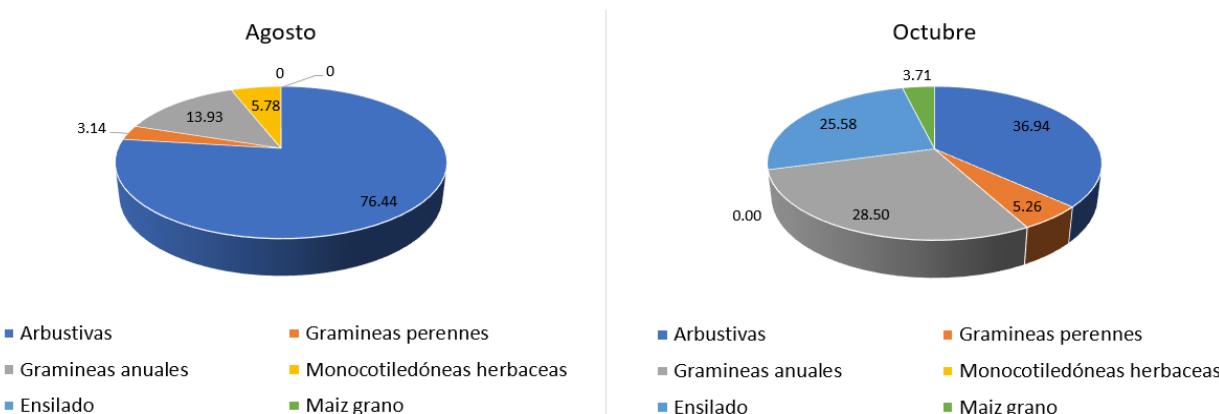


Figura 1. Contribución porcentual de diferentes grupos de especies vegetales a la dieta de cabritillas que pastorean un matorral xerofítico, en dos épocas del año: Invierno (Agosto) y Primavera (Octubre).

Los arbustos promediaron una concentración de energía metabolizable y proteína cruda en la MS de 10 MJ kg⁻¹ y 14%, respectivamente, mientras que en las herbáceas estas concentraciones fueron de 9,4 MJ kg⁻¹ y 18,6%. Valores de N fecal significativamente más altos ($P < 0,05$) fueron registrados en el invierno ($2,08 \pm 0,03\%$) en comparación con la primavera ($1,88 \pm 0,03\%$), ocurriendo lo mismo con el tenor de P fecal ($0,16 \pm 0,005$ v/s $0,11 \pm 0,005$), lo que sugiere una mayor calidad dietaria durante el periodo invernal. La respuesta selectiva de los caprinos podría estar definida por el tenor proteico de las especies consumidas, como fue el caso de *A. saligna* y *S. cumingii*, especies que tuvieron importantes aporte dietarios e índices de selectividad.

CONCLUSIONES

La dieta de caprinos en el matorral árido de Chile está constituida principalmente por especies arbustivas las que contribuyen a que estos animales puedan obtener una dieta con regulares a buenos tenores proteicos y energéticos. Las especies con alto porcentaje de proteína cruda en sus tejidos son las más seleccionadas por los animales y deberán ser priorizadas en programas de manejo pastoril y de restauración de terrenos de pastoreo del secano árido.

REFERENCIAS

- AZÓCAR, C. P. 2006. Praderas de la zona forrajera del secano norte. (On-line) Circular de Extensión N° 32. <http://www.agronomia.uchile.cl/extension/publicaciones/revistas-academicas/circular-de-extension.html>>
- HOLECHEK, J. L., R. D. PIEPER, AND C. H. HERBEL. 2011. Range Management: principles and practices. Sixth edition. Pearson. New Jersey. U.S.A.
- ORELLANA, C.; PARRAGUEZ, V.H; ARANA, W.; ESCANILLA, J.; ZAVALETA, M.; CASTELLARO, G. Use of Fecal Indices as a Non-Invasive Tool for Nutritional Evaluation in Extensive–Grazing Sheep. *Animals* 2020, 10, 46.
- PASSERA, C. B., A. D. DALMASSO, O. BORSETTO. 1983. Método “Point Quadrat Modificado”. Cap. 12, pp. 71-79. In. Taller de Arbustos forrajeros para zonas áridas y Semiáridas 2da Ed. Subcomité Asesor del Árido Subtropical Argentino. Amawald. S. A. Buenos Aires Argentina. 107 p.

RENDIMIENTO DE ALFALFA (*Medicago sativa* L.) DE DIFERENTE LATENCIA EN UN CLIMA TEMPLADO

*Yield of lucerne (*Medicago sativa* L.) with different dormancy under a temperate climate*

Cristian J. Moscoso^{1*}, Ignacio Beltrán¹, Marcelo Villagra¹

*Email: cristian.moscoso@inia.cl

¹Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA Remehue, Osorno, Chile.

INTRODUCCIÓN

La alfalfa (*Medicago sativa* L.) es reconocida como la leguminosa más importante para los sistemas de producción animal en regiones templadas, basándose su clasificación en latencias que han sido descritas como un factor que indica parcialmente su capacidad de adaptación y uso (Veronesi et al., 2010). En climas mediterráneos su rendimiento ha permitido extender la temporada de crecimiento y asegurar cierta producción bajo un estrés hídrico severo (Ovalle et al., 2015). La alfalfa puede desempeñar un papel importante en la ganadería, pero la información es limitada en climas templados con cierto grado de sequía estival. En base a esto, el objetivo fue evaluar tres cultivares de alfalfa de distinta latencia en términos de producción estacional y anual a lo largo de seis años.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó desde noviembre de 2018 a junio de 2025 en INIA Remehue, Osorno. Se utilizaron cultivares de alfalfa con tres dormencias (FD), FD4 (350 acb), FD7 (Sardi seven) y FD9 (WL 903 HQ) clasificados como dormante, semi-dormante y no dormante, respectivamente. El suelo presentó inicialmente 2,9% de sat. de Al, 16,4% MO, 31 mg kg⁻¹ P-Olsen, 17 mg kg⁻¹ S y 68 mg N kg⁻¹. Previo a la siembra se aplicó glifosato (3 L ha⁻¹) y fluroxipir-meptilo (0,3 L ha⁻¹). El área fue cultivada incorporando 4,0 t de CaCO₃. La siembra se realizó en noviembre de 2018 (25 kg ha⁻¹) en parcelas de 1,5 x 4,5 m. La fertilización fue de 150 kg ha⁻¹ de P₂O₅, 170 kg ha⁻¹ de K₂O y 50 kg ha⁻¹ de S. La fertilización se realizó anualmente en otoño y primavera, y al inicio de cada invierno se aplicó Paraquat (1 L ha⁻¹) para control de malezas. La cosecha se realizó al alcanzar el primero de los siguientes estados: flor temprana (Kalu y Fick, 1981) ó 5 cm de rebrote desde la corona (Orloff y Putnam, 2007). El muestreo de forraje se realizó con una cosechadora dejando 5 cm de residuo. Se analizó el rendimiento estacional (E) (primavera, verano y otoño) y anual (A) por seis años. Se utilizó un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones. El análisis estadístico se realizó con medidas repetidas considerando FD, E, A e interacciones como efectos fijos y réplicas como aleatorios, utilizando la prueba de Tukey para comparar medias (P < 0,05).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante el período de seis años evaluado, se registró un promedio de 1,5, 1,8 y 1,1 cosechas en primavera, verano y otoño, respectivamente. Los rendimientos promedio de materia seca (MS) fueron de 6.737 (±121), 8.769 (±101) y 2.988 (±63) kg MS ha⁻¹ para dichas estaciones. Se observó una interacción significativa entre el factor de dormancia (FD) y la estación (E) sobre la producción de materia seca (p=0,01) (Figura 1a). En primavera, el cultivar con FD4 (350 acb) presentó un mayor rendimiento (p=0,01) en comparación con los cultivares FD7 (Sardi Seven) y FD9 (WL 903 HQ), mientras que en verano y otoño no se detectaron diferencias significativas entre los niveles de dormancia (p>0,05). En términos relativos, las estaciones de primavera, verano y otoño representaron el 36,4%, 47,4% y 16,2% del rendimiento total anual, respectivamente. La mayor producción observada en verano constituye una ventaja productiva relevante, ya

que permite compensar la menor disponibilidad de forraje típica de las praderas permanentes de la macrozona sur de Chile (Demanet et al., 2015).

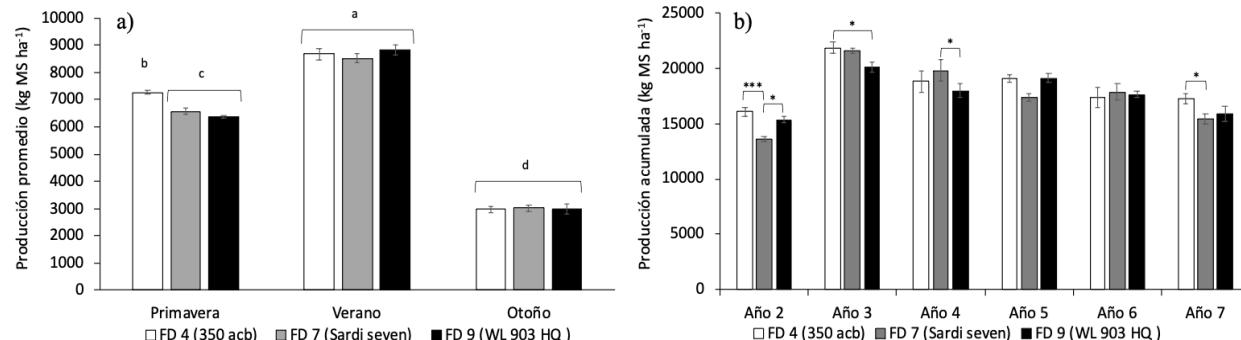


Figura 1. Producción promedio por estación del año (a) y acumulada anual (b) de alfalfas con diferente latencia. Letras y asteriscos indican diferencias estadísticas y barras indican ESM.

En promedio se realizaron 4,5 cosechas por año, con un rendimiento de 18.414 (± 283), 17.601 (± 352) y 17.679 (± 313) kg MS ha⁻¹ para los cultivares con FD 4 (350 acb), FD 7 (Sardi seven) y FD 9 (WL 903 HQ) respectivamente, no presentándose diferencias productivas entre cultivares como promedio de todos los años ($p>0,05$). Se presentó una interacción FD x A ($p=0,02$) en la producción de materia seca (Figura 1b), con diferencias estadísticas de producción en los años 2, 3, 4 y 7, reflejadas en una mayor producción de FD 4 en relación a FD 7 en los años 2 y 7, y en relación a FD 9 en el año 3, mientras que FD 7 en el año 2 presentó una menor producción que FD 9, y una mayor en el año 4 (Figura 1b). Cabe destacar que la producción de los cultivares contrastantes FD 4 y 9 no fue estadísticamente diferente con excepción del año 3 ($p<0,05$). Esto no concuerda con la medida de adaptación propuesta por Veronesi et al. (2010) ni con lo recomendado por el medio productivo en la macrozona sur, donde la premisa es la utilización de cultivares con latencias que presenten un bajo crecimiento invernal.

CONCLUSIONES

En el verano y otoño no se presentó un efecto diferenciador en la producción al utilizar alfalfas con FD de 4, 7 y 9, y solo se evidenció un efecto en la primavera con la mayor productividad del cultivar dormante (FD 4). La interacción FD x A no es clara, pero es posible indicar que los cultivares contrastantes (FD 4 y 9) solo se diferenciaron productivamente en uno de los seis años evaluados. Ya que en términos de producción promedio no existieron diferencias, se abre una mayor cantidad de opciones de utilización de cultivares de alfalfa en la macrozona sur.

REFERENCIAS

- DEMANET, R., et al.. 2015. Seasonal variation of the productivity and quality of permanent pastures in Adisols of temperate regions. *J Soil Sci Plant Nutr* 15: 111–128.
- KALU, B y G. FICK, 1981. Quantifying Morphological Development of Alfalfa for Studies of Herbage Quality. *Crop Sci* 21: 267–271.
- ORLOFF, S. y D. PUTNAM, 2007. Harvest Strategies for Alfalfa. In: *Irrigated Alfalfa Management for Mediterranean and Desert Zones*. University of California, Oakland. p. 1–12.
- OVALLE, C., et al. 2015. Lucerne and other perennial legumes provide new options for rain fed livestock production in the Mediterranean-climate region of Chile. *Cien. Inv. Agr.* 42: 461–474.
- VERONESI, F., et al. 2010. Alfalfa. *Fodder Crops and Amenity Grasses*. Springer, p. 395–437.

CAMBIOS EN LA PRODUCCIÓN DE LECHE ESTIVAL Y OTOÑAL POR LA INCLUSIÓN DE BALICA HÍBRIDA Y TRÉBOL ROSADO BAJO PASTOREO

Summer and autumn milk yield changes by the use of hybrid ryegrass and red clover under grazing

Cristian J. Moscoso^{1*}, Ignacio Beltrán¹, Fernando Ortega²

*Email: cristian.moscoso@inia.cl

¹Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA Remehue, Osorno, Chile. ²Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA Carillanca, Vilcún, Chile.

INTRODUCCIÓN

La producción lechera en la macrozona sur se basa en el consumo de praderas ya que es el alimento de menor costo y más abundante. Sin embargo, su disponibilidad se ha visto afectada por eventos de déficit hídrico en la época estival, disminuyendo la producción de pradera, y por consiguiente, la productividad animal. La diversificación de la matriz forrajera con especies que soporten de mejor manera el estrés hídrico es una oportunidad para la ganadería, y a pesar que balica perenne es la especie más sembrada (Moscoso et al., 2021) es altamente vulnerable al déficit hídrico debido a su baja profundidad de raíces. Ya se cuentan con evaluaciones de productividad forrajera de gramíneas perennes (Ortega et al., 2013), de preferencia de consumo en vaquillas (Urrutia et al., 2021) y de ganancias de peso en bovinos (Moscoso et al., 2023), pero el uso de especies de gramíneas y leguminosas no perennes no ha sido evaluada en un ámbito productivo lechero. El objetivo, fue determinar las diferencias en producción láctea por el uso de distintos tipos de pradera en la época estival y otoñal.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se seleccionaron 30 vacas lecheras Holstein Friesian, las cuales fueron agrupadas (n=15) según producción de leche, peso vivo, días en leche, número ordinal de partos y edad, y asignadas aleatoriamente a uno de los dos tratamientos dietarios: TS: Dieta compuesta por 50% de una pradera sembrada + 50% de una pradera mejorada adyacente; TT: dieta basada en el pastoreo de una pradera mejorada (testigo), similar a la pradera mejorada de TS. Durante la primavera de 2024 se sembró 1 ha de balica híbrida (25 kg ha⁻¹) en mezcla con trébol rosado var. Perduro (11 kg ha⁻¹) en dependencias de INIA Remehue, Osorno. En función de la disponibilidad de la pradera se asignó la superficie a pastorear, considerando inicialmente un ingreso con 2.200-2.600 Kg MS ha⁻¹ y residuos de 1.600 Kg MS ha⁻¹. El registro de la producción láctea se realizó de manera individual y diaria, generando un valor promedio semanal por animal. Para determinar posibles diferencias, se utilizó un modelo mixto con medidas repetidas en el tiempo, siendo el factor fijo el tratamiento, tiempo como medida repetida y su interacción, mientras que el animal fue considerado como efecto aleatorio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los animales comenzaron el pastoreo el 27 de enero finalizando el 04 de mayo de 2025. Como promedio de los 98 días, la disponibilidad de forraje en la pradera sembrada correspondió a 2.325 (± 99) kg MS ha⁻¹, la pradera mejorada presentó 1.428 (± 39) kg MS ha⁻¹ y la pradera testigo 1.384 (± 59) kg MS ha⁻¹. La composición botánica promedio correspondió a 19,8% de tréboles, 77,0% gramíneas y 3,2% de malezas para el sector sembrado; 9,4% de tréboles, 88,4% gramíneas y 2,2% de malezas para el sector de pradera mejorada y 1% de tréboles, 98% de gramíneas y 1% de malezas para el sector testigo. En términos de producción láctea (Figura 1) aquellas vacas con acceso a la pradera sembrada presentaron un promedio de 17,0 L día⁻¹, mientras que aquellas que permanecieron en la pradera testigo obtuvieron 15,5 L día⁻¹ ($p<0,05$).

Se presentó una interacción significativa ($p<0,01$) entre la semana de producción y el tratamiento, principalmente en la época estival (Figura 1), evidenciándose diferencias en la producción láctea en las semanas 1-4, 7, 10, 13-14. Esta mayor producción se mantuvo a lo largo del estudio, generando una diferencia de 118 L al final del periodo ($p<0,05$). Sólo en la semana 14 el tratamiento testigo generó una mayor producción láctea ($p<0,01$).

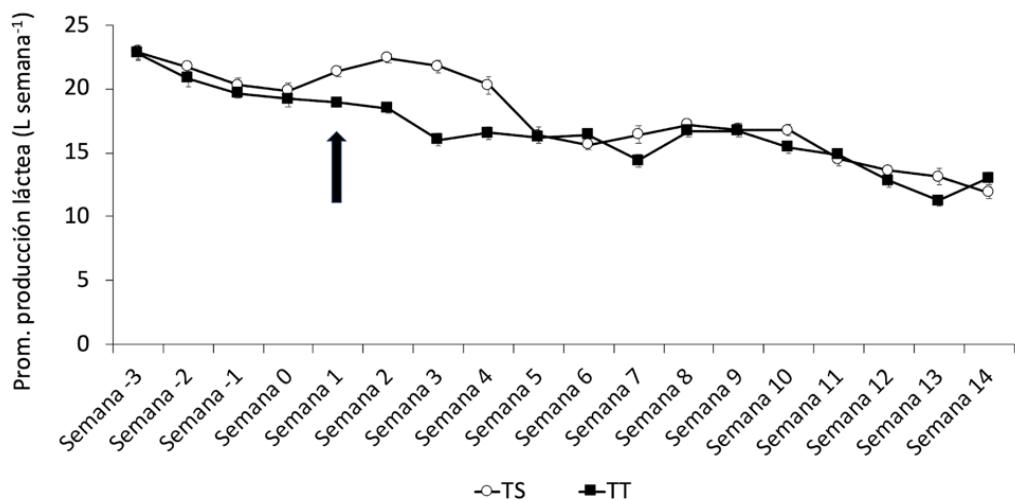


Figura 1. Producción láctea promedio semanal en la época de estudio. Flecha indica ingreso de animales al tratamiento de Siembra y barras verticales indican ESM.

CONCLUSIONES

La inclusión de ballica híbrida más trébol rosado en la dieta de las vacas lecheras permitió un incremento de la producción láctea en parte de la época estival y otoñal. De manera general, aquellas vacas con acceso a la pradera sembrada presentaron en promedio de 17,0 L día⁻¹ mientras que aquellas que permanecieron en una pradera testigo presentaron 15,5 L día⁻¹. La inclusión de la siembra permitió incrementar rápidamente la producción láctea durante el primer mes (semanas 1 a 4) y esporádicamente a medida que avanzaba la temporada. Estas diferencias en producción se vieron acompañadas en diferencias de disponibilidad forrajera, presentándose en promedio una disponibilidad de forraje para la pradera sembrada de 2.325 kg MS ha⁻¹ y de 1.384 kg MS ha⁻¹ para la pradera testigo.

REFERENCIAS

- MOSCOSO, C., ET AL. 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: 552.
- MOSCOSO, C., ET AL. 2023. Fertilización integral de praderas y uso de especies forrajeras en la Región de Los Lagos. Osorno, Chile. *Boletín INIA* N° 496.
- ORTEGA, F. ET AL. 2013. Gramíneas forrajeras perennes para el sur de Chile. Evaluación de cultivares 2010-13. *Boletín INIA* N° 226.
- URRUTIA, N., ET AL. 2021. Preferencias de consumo de forraje en bovinos lecheros de sistemas pastoriles. Osorno, Informativo INIA Remehue N° 268.

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

*Nutritional value of forage from mixed (*Lolium perenne* and *Trifolium repens*) and a multispecies pasture, subjected to two frequencies and intensities of defoliation*

Verónica Merino^{1,2}, Luis Piña^{2*}, María Jesús Navarro², Claudia Mella², Alejandro Acuña², Cristian Lucero², Juan Chandía², Rodrigo Mora²

*Email: luispina@uchile.cl

¹ Departamento de Producción Animal, Facultad de Agronomía, Universidad de Concepción

² Departamento de Producción Animal, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile

Proyecto IDeA I+D ID23I10191

INTRODUCCIÓN

El uso de mezclas forrajeras con alta riqueza de especies (praderas multiespecies) podría ser una alternativa para entregar un forraje de mayor calidad a los animales durante épocas de sequía, pero existen pocos estudios que evalúen el efecto de diferentes criterios de defoliación en este tipo de mezclas forrajeras (Piña *et al.*, 2025) 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, sobre el valor nutritivo de mezclas forrajeras mixtas y multiespecies durante dos temporadas de crecimiento.

MATERIALES Y MÉTODOS

En la Estación Experimental Oromo de la Universidad de Chile (40°53' S, 73°06'30" O), se establecieron 96 parcelas experimentales de 24 m² cada una, en donde se sembraron 4 mezclas forrajeras (MF), mantenidas en condiciones de secano durante todo el ensayo

: LP-TR, mezcla conformada por *L. perenne* (90% base peso de semilla) y *T. repens* (10%); MSS1, mezcla compuesta por *L. perenne* (10%), *T. repens* (15%), *L. arundinacea* (10%), *D. glomerata* (10%), *Festulolium* (15%), *P. lanceolata* (20%) y *C. intybus* (20%); MSS2, mezcla compuesta por *L. perenne* (15%), *T. repens* (10%), *L. arundinacea* (20%), *D. glomerata* (5%), *Festulolium* (10%), *P. lanceolata* (30%) y *C. intybus* (10%), y MSS3, mezcla compuesta por *L. perenne* (25%), *T. repens* (15%), *L. arundinacea* (15%), *D. glomerata* (5%), *Festulolium* (10%), *P. lanceolata* (15%) y *C. intybus* (15%). La mezcla LP-TR tuvo una dosis de semilla de 25 kg ha⁻¹, mientras que las mezclas multiespecies tuvieron dosis, en promedio, de 38 kg ha⁻¹. 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 (altura sin disturbar); frecuencia de defoliación cada 21 a 35 días (Corta) y cada 28 a 45 días (Larga), adaptada según estación del año. Se utilizaron 6 parcelas por tratamiento (combinación de factores mezcla x intensidad x frecuencia). Los tratamientos de defoliación fueron mantenidos estrictamente hasta agosto de 2025. Se evaluó el contenido de MS del forraje (%), proteína cruda (PC,%), fibra detergente ácido (FDA,%), fibra detergente neutra (FDN,%), y energía metabolizable (EM, Mcal kg MS⁻¹). 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 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

Dado que no se presentaron interacciones significativas ($P > 0,05$) entre los diferentes factores, se analizaron los resultados por cada factor principal. Las praderas multiespecies (MSSs) presentaron una calidad nutritiva superior como promedio anual, con menor contenido de FDA y FDN, y una mayor concentración de EM (promedio 2,45 Mcal kg MS⁻¹) respecto a LP-TR (2,33 Mcal kg MS⁻¹) (Cuadro 1). La intensidad de defoliación de 5 cm aumentó el contenido de EM y disminuyó la proporción de fibra. En verano, LP-TR registró los valores más altos de FDA (33,7%) y FDN (49,2%), resultando en la menor EM (2,06 Mcal kg MS⁻¹), siendo MSS3 la de mayor valor nutritivo (EM de 2,28 Mcal kg MS⁻¹). Similares resultados se obtuvieron en invierno, y en otoño, en el caso del contenido de FDN. En primavera, no se observaron diferencias estadísticamente significativas ($P > 0,05$) en PC, FDA, FDN o EM entre las mezclas. La mayor calidad de las MSSs se atribuye a la inclusión de especies herbáceas con menores niveles de pared celular (Baker *et al.*, 2023), lo que se ve especialmente reflejado en la estación de verano, ya que la pérdida de calidad de LP-TR en verano se debe al efecto de la estacionalidad en la maduración de las gramíneas, lo que aumenta la acumulación de fibra estructural.

Cuadro 1. Composición química del forraje producido por cuatro mezclas forrajeras (MF), sometidas a dos frecuencias (FD) e intensidades (ID) de defoliación.

	MS (%)	PC (%)	FDA (%)	FDN (%)	EM (Mcal kg MS ⁻¹)		MS (%)	PC (%)	FDA (%)	FDN (%)	EM (Mcal kg MS ⁻¹)
<i>Promedio anual</i>											
LP-TR	21,1 a	18,8	28,6 a	44,4 a	2,33 a	LP-TR	15,8 a	21,9	24,8	42,5 a	2,52
MSS1	17,7 b	18,6	26,5 ab	39,2 b	2,44 b	MSS1	11,9 b	21,4	23,6	37,2 b	2,59
MSS2	17,5 b	18,5	26,4 b	38,9 b	2,44 b	MSS2	11,9 b	21,0	23,2	36,9 b	2,60
MSS3	17,5 b	18,4	25,9 b	38,4 b	2,48 b	MSS3	11,9 b	21,3	22,8	35,6 b	2,64
<i>Verano</i>											
LP-TR	28,5	13,5	33,7 a	49,2 a	2,06 a	LP-TR	17,9 a	24,8	27,9 a	43,8 a	2,37 a
MSS1	24,9	14,3	30,8 ab	43,3 b	2,22 ab	MSS1	14,0 b	24,7	24,2 b	36,2 b	2,56 b
MSS2	24,7	14,5	30,5 ab	42,6 b	2,23 ab	MSS2	13,9 b	23,5	24,7 ab	36,9 b	2,53 ab
MSS3	24,5	14,5	29,6 b	42,1 b	2,28 b	MSS3	14,0 b	23,9	23,9 b	36,0 b	2,58 b
<i>Primavera</i>											
LP-TR	18,7 a	17,9	25,1	38,7	2,52	Corta	17,8 a	19,6 a	27,2	40,7	2,40
MSS1	16,6 b	16,4	25,1	37,2	2,52	Larga	19,0 b	17,6 b	26,5	39,7	2,44
MSS2	15,8 b	17,2	25,2	36,7	2,51	<i>Intensidad de defoliación</i>					
MSS3	15,9 b	15,9	25,5	38,2	2,49	5 cm	17,0 a	19,5 a	25,5 a	38,4 a	2,49 a
						8 cm	19,8 b	17,6 b	28,2 b	42,0 b	2,35 b

¹ Letras distintas en la misma columna, indican diferencias significativas dentro de cada factor o estación ($P < 0,05$).

CONCLUSIONES

Las mezclas multiespecies (MSSs) presentan una calidad nutritiva superior como promedio anual (mayor EM, menor fibra) que LP-TR. Las MSSs mitigan la caída de calidad estival en calidad de LP-TR, confirmando su rol como alternativa en épocas de estrés. Se concluye que una menor frecuencia (efecto sobre la PC) e intensidad de defoliación (5 cm) es la estrategia de manejo óptima para maximizar el valor nutritivo del forraje, independiente de la mezcla forrajera.

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.
- PIÑA, L., MERINO, V., NAVARRO, M. J., MELLA, C., LUCERO, C., ACUÑA, A., SEGUEL, G. & SCHWENKE, T. (2025). Rotation Length and Defoliation Intensity Effects on Dry Matter Production and Botanical Composition in Perennial ryegrass–White clover and Multispecies Pastures. *Agronomy*, 15(9), 2097.

EFFECTO DE LA ESPECIE, CRITERIOS DE PASTOREO Y ESTACIÓN DEL AÑO SOBRE PARÁMETROS DE CALIDAD NUTRITIVA EN GRAMÍNEAS

Effect of species, defoliation criteria and season on nutritional quality parameters of grasses

Cristian J. Moscoso^{1*}, Ignacio Beltrán¹

*Email: cristian.moscoso@inia.cl

¹Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA Remehue, Osorno, Chile.

INTRODUCCIÓN

La evaluación de distintas especies forrajeras se realiza, principalmente, en función de la productividad, y en menor medida, en base a la calidad nutritiva (Ortega et al., 2013). En este sentido, la determinación de carbohidratos solubles en agua (CHOs), de proteína bruta (PB) y su relación (CHOs/PB) son importantes componentes desde el punto de vista del animal, ya que inciden directamente en los microorganismos ruminantes. Estos componentes varían según la especie, ploidía y manejo del pastoreo. El objetivo, fue determinar los cambios en CHOs, PB y su relación en cuatro gramíneas perennes, con dos criterios de pastoreo y en cuatro estaciones del año.

MATERIALES Y MÉTODOS

En la comuna de Futrono se estableció un ensayo para determinar el efecto de la especie (E), criterio de pastoreo (CP) y estación del año (EA) sobre los parámetros de CHOs, PB y su relación (CHOs/PB). Entre octubre y noviembre de 2021 se sembró ballica perenne 2n (Expo AR1), ballica perenne 4n (Base AR1), festuca (Easton) y pasto ovillo (Baridana) con una dosis de siembra de 25, 30, 25 y 18 kg/ha respectivamente en parcelas de 6 m² cada una. Se realizó control de malezas químico previo y posterior a la siembra, Los CP utilizados fueron Intenso: con cosechas al alcanzar 2 hojas/macollo (ballicas y festuca) ó 3,5 hojas/macollo (pasto ovillo) y Laxo: con cosechas a 3 hojas/macollo (ballicas y festuca) ó 4,5 hojas/macollo (pasto ovillo), dejando 5 cm de residuo. La fertilización y encalado se realizó en base a análisis de suelo. Desde el otoño 2022 a verano 2023 se realizaron cosechas para determinar CHOs por la técnica de antrona y PB por Kjeldahl (MAFF, 1986). Los resultados se ponderaron por la producción de materia seca de cada cosecha y estación (Deak et al., 2007), totalizando 32 tratamientos (4 E, 2 CP, 4 EA). El muestreo dentro de la estación se repitió en la misma parcela. Se utilizó un diseño de bloques al azar con dos repeticiones. El análisis estadístico consideró los factores E, CP, EA (medida repetida) e interacciones como efectos fijos y réplicas como aleatorios, utilizando la prueba de Tukey para comparar medias ($P<0,01$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tanto para CHOs, PC y su relación (CHOs/PC) se observó una interacción E x CP x EA ($P<0,001$). Estas triples interacciones se resumen en las Figuras 1a, 1b y 1c. En el caso de CHOs (Figura 1a) se observa el menor nivel en Festuca en el pastoreo Laxo de Otoño, mientras que el mayor nivel se presentó en la misma especie y criterio de pastoreo pero en la época invernal. Para PB, el menor nivel se presentó en Festuca en el pastoreo Laxo de Otoño y el mayor en el Intenso de Invierno. En Verano se evidenció una diferencia significativa entre especies, independiente del CP aplicado, donde festuca y pasto ovillo presentaron un mayor nivel de PB que ambas ballicas perennes. Misma situación se repitió en Primavera, solo con la excepción de la ballica perenne 4n en el pastoreo Intenso. Entre estaciones, en Invierno se presentaron mayores niveles de PB que en Verano. La relación CHOs/PC (Figura 1c) fue baja en las cosechas de Otoño Intensas de ballica perenne 2n y pasto ovillo, en las cosechas Laxas de festuca y pasto ovillo y en la cosecha de Primavera Laxa de pasto ovillo. Todas ellas se diferenciaron estadísticamente ($P<0,001$) de las cosechas

Intensas de ballica perenne en el Invierno, Primavera y Verano, y de la ballica perenne 4n en las cosechas de Primavera Intensas y Laxas.

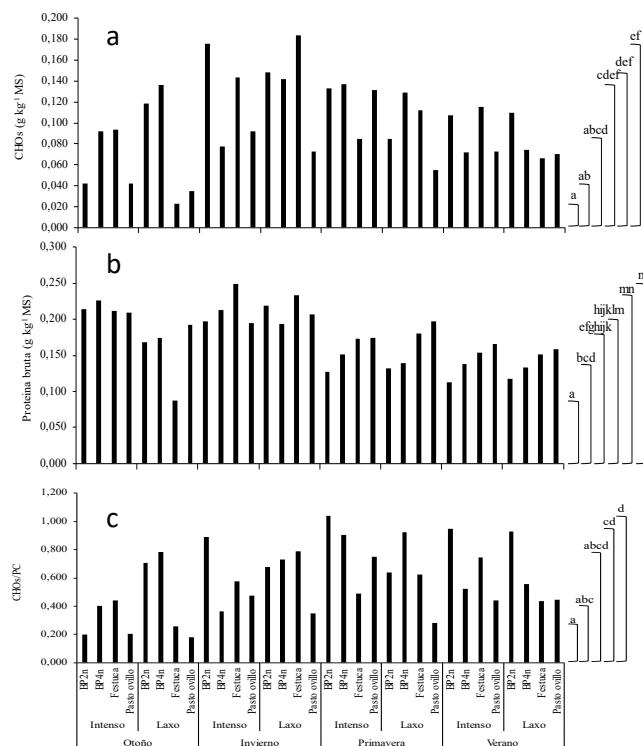


Figura 1. Efecto de la especie, criterio de pastoreo y estación del año sobre el contenido de carbohidratos solubles en agua (a), proteína bruta (b) y su relación (c).

La PB presentó el mismo patrón descrito por Keim et al. (2015) con menores niveles de PB ponderada en los meses estivales y bajos niveles generales para CHOs. Al no considerarse este factor de ponderación, Rivero et al. (2019) al utilizar cultivares de ballica perenne de distinta ploidía y nivel de “azúcar” presentaron valores de CHOs de 194 y 251 g kg⁻¹ MS en las estaciones de primavera y verano respectivamente, sin presentarse un efecto del cultivar dentro de cada estación. Estos valores fueron superiores a los generados en el presente estudio.

CONCLUSIONES

Para todos los componentes de la calidad descritos se generó una interacción Especie x Criterio de Pastoreo x Estación del Año, resaltando los bajos niveles de CHOs y PB de Festuca en el pastoreo Laxo de Otoño, pero sus altos niveles en Invierno. Destacó en Verano el mayor nivel de PB en festuca y pasto ovillo en relación a ambas ballicas perennes.

REFERENCIAS

- DEAK, A., et al. 2007. Production and nutritive value of grazed simple and complex forage mixtures. *Agronomy Journal*, 99, 814–821.
- MAFF, 1986. *The Analysis of Agricultural Materials*, 3rd ed. London, UK.
- KEIM, J.P., et al. 2015. Sward herbage accumulation and nutritive value as affected by pasture renovation strategy. *Grass and Forage Science*, 70: 283–295.
- ORTEGA, F. et al. 2013. Gramíneas forrajeras perennes para el sur de Chile. Evaluación de cultivares 2010-13. Boletín INIA N° 226.
- RIVERO, J., et al. 2019. Does the “high sugar” trait of perennial ryegrass cultivars express under temperate climate conditions?. *Grass and Forage Science* 74: 496–508.

RELACIÓN ENTRE LARGO ESPECÍFICO DE RAÍZ Y RESPIRACIÓN RADICULAR EN UNA ESPECIE ADAPTADA AL CLIMA DE ESTEPA FRÍA EN PATAGONIA

Specific root length to root respiration relationships in a species adapted to the Cold Steppe climate, Patagonia

Iván Ordóñez¹, Ignacio López², Dorota Dec³, Alinne Castro¹, Eric Ulloa¹, ⁴Veronica Merino

E-mail: ivan.ordonez@inia.cl

¹ INIA Kampenaike, Punta Arenas 6212707, Chile. ² School of Agriculture and Environment, Massey University, Palmerston North, New Zealand. ³ Instituto de Ingeniería Agraria Y Suelos, Facultad de Ciencias Agrarias y Alimentarias, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile. ⁴ Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile, Santiago

INTRODUCCIÓN

La respiración es el mecanismo que libera la energía para el crecimiento de una planta y refleja el costo metabólico asociado a la construcción y mantenimiento del tejido, influyendo en el balance de carbono y siendo clave para el rendimiento de la parte aérea y de las raíces. En cuanto a las raíces, el costo de construcción y mantenimiento varía según su largo específico (SRL; $m\ g^{-1}$), y se ha observado, en estudios interespecíficos, que a mayor SRL de la especie la tasa de respiración de raíz es mayor (Jia et al., 2013). La hipótesis planteada es que la actividad respiratoria de la raíz, tanto por gramo como por longitud, aumenta con la SRL, siendo las raíces finas las que presentan mayor actividad y tasa respiratoria que las gruesas. El objetivo del estudio fue determinar la relación entre SRL y tasa de respiración en raíces, y la tasa de respiración de raíces con diámetro <0.3 mm (finas) y >0.3 mm (gruesas).

MATERIAL Y MÉTODO

Se colectó material de *Festuca gracillia* en dos zonas de la región denominadas “estepa” y “transición”. En la zona de estepa las precipitaciones son de ≈ 200 mm año $^{-1}$ (dominio vegetacional de *F. gracillima*), y en la de transición ≈ 300 mm año $^{-1}$ (Dominio vegetacional de *Chiliotrichum diffusum* con *F. gracillima*). A las accesiones de *F. gracillima* se aplicó tres tratamientos de defoliación: i) 1 hoja totalmente expandida; ii) 3 hojas totalmente expandidas; iii) senescencia temprana en la primera hoja (1/3 de la lámina clorótica). El diseño experimental fue factorial de 3 frecuencias de defoliación x 2 accesiones x 5 repeticiones. Los datos presentados corresponden a dos ciclos de crecimiento, es decir, 2 cosechas determinadas por el tratamiento de senescencia temprana. En cada cosecha se evaluó la respiración radical usando un medidor de gases infrarrojo (LI-850) de una submuestra del total de la raíz, una submuestra de raíces finas y otra submuestra de raíces gruesas extraídas al azar por planta. Se escanearon las raíces y se analizaron con el software Rhizovision Explorer. Posteriormente, las muestras de raíces se secaron a 70 °C por 72 h. Se realizaron pruebas de normalidad y ANOVA, y coeficiente de determinación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

No hubo diferencias entre accesiones ni frecuencia de defoliación ($P>0.05$). La relación entre el SRL y la tasa de respiración radical por longitud de raíz ($nmol\ CO_2\ s^{-1}\ m^{-1}$) mostró un coeficiente de determinación $R^2=0.66$, descrito en una ecuación potencial negativa (Figura 1a). La tasa de respiración expresada en masa presentó un coeficiente de determinación $R^2=0.11$. Al comparar tipos de raíces, las finas exhibieron un SRL mayor que las gruesas (355.5 vs. 90.5 $m\ g^{-1}$), pero una menor tasa de respiración por longitud (0.0070 vs. 0.0522 $nmol\ CO_2\ s^{-1}\ m^{-1}$) y por masa (2.23 vs. 4.43 $nmol\ CO_2\ s^{-1}\ g^{-1}$). A medida que aumenta la SRL dentro de la misma especie, las tasas de respiración disminuyeron. Las raíces finas presentaron una menor tasa

respiratoria en términos de masa y de longitud. Las raíces finas son cruciales para la adquisición de recursos, pero en este trabajo se observó que es un tejido “más económico” (mayor longitud por menor materia seca y menor respiración). En *F. gracillima* estas podrían estar constituidas con una menor cantidad componentes metabólicos activos, traduciéndose en un menor gasto energético en respiración. Aunque estas raíces son metabólicamente menos activas por unidad, su bajo costo de construcción y mantenimiento le permite a la planta explorar un volumen de suelo mucho mayor con una inversión de carbono relativamente baja, maximizando así la eficiencia en la exploración del suelo.

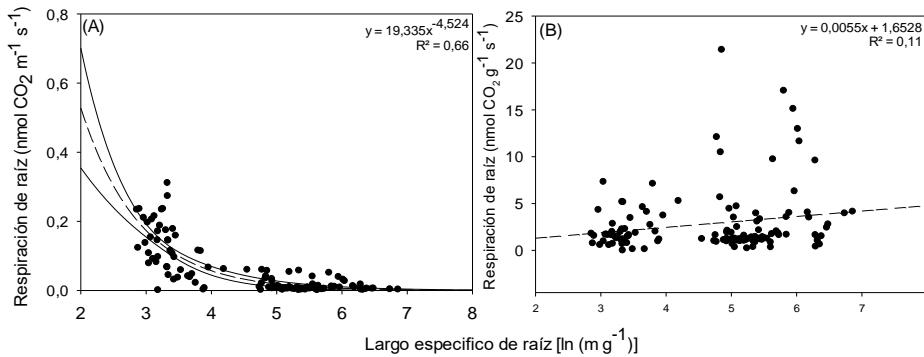


Figura 1. Relación del SRL vs respiración de raíz en términos de longitud (A) y masa (B) para *F. gracillima*. Cada punto representa la evaluación de una planta.

Cuadro 1. SRL y respiración para las raíces finas y gruesas de *F. gracillima*.

	Raíces finas (<0,3 mm)	Raíces gruesas (>0,3mm)	Raíces finas (ESM)	Raíces gruesas (ESM)	P- valor
SRL (m g⁻¹)	355,5 a	90,54 b	43,45	14,20	<0,001
Respiración de raíz por longitud (nmol CO ₂ m⁻¹ s⁻¹)	0,0070 b	0,0521 a	0,0007	0,0060	<0,001
Respiración de raíz por peso (nmol CO ₂ g⁻¹ s⁻¹)	2,23 b	4,43 a	0,27	0,82	<0,001

CONCLUSIONES

En *F. gracillima*, SRL es uno de los factores que explica las tasas de respiración cuando se expresa por longitud de raíz, disminuyendo la tasa de respiración a medida que SRL es mayor. Las raíces finas presentaron un menor costo de construcción por unidad de longitud y una menor tasa de respiración por longitud y por masa, demostrando que el tejido de las raíces finas es metabólicamente menos activo, sugiriendo una menor tasa de captura de recursos. El bajo costo de construcción y mantenimiento permite su crecimiento con menor inversión de fotoasimilados.

AGRADECIMIENTOS

FONDECYT DE INICIACIÓN 11231013. INIA (503083-70).

BIBLIOGRAFÍA

- JIA, S., MCLAUGHLIN, N.B., GU, J., LI, X., WANG, Z., 2013. Relationships between root respiration rate and root morphology, chemistry and anatomy in *Larix gmelinii* and *Fraxinus mandshurica*. *Tree Physiol.* 33, 579–589. <https://doi.org/10.1093/treephys/tpf040>

EFICIENCIA EN EL USO DE LA RADIACIÓN FOTOSINTÉTICAMENTE ACTIVA DE LA VEGETACIÓN EN UNA VEGA HÚMEDA EN LA ESTEPA PATAGONICA

Photosynthetically Active Radiation Use Efficiency of Vegetation in a Wet Meadow in Patagonian Steppe

Iván Ordóñez¹, Dorota Dec², Jorge Ivelic-Sáez^{1,5}, Ignacio López⁴, José Dorner², Jose Luis Arumi³, Alinne Castro¹, Eric Ulloa¹

E-mail: ivan.ordonez@inia.cl

¹ INIA Kampenaike, Punta Arenas, Chile. ² 1 Instituto de Ingeniería Agraria y Suelos, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile. ³ Departamento de Recursos Hídricos, Universidad de Concepción, Chillán, Chile. ⁴ School of Agriculture and Environment, Massey University Private Bag 11222, Palmerston North 4442, New Zealand. ⁵ Escuela de Graduados, Facultad de Ciencias Agrarias y Alimentarias, Valdivia, Chile.

INTRODUCCIÓN

Los pastizales de estepa fría presentan un corto crecimiento vegetativo, desde comienzos de octubre hasta mediados o finales de noviembre (Ordóñez et al., 2023). La eficiencia en el uso de la luz (RUE) es clave para comprender la dinámica de crecimiento de la vegetación y desarrollar modelos predictivos de crecimiento para los pastizales Patagónicos. La RUE incrementa cuando hay una alta eficiencia en la utilización del forraje (≈ 5 cm de residuo), reduciendo el tejido fotosintético senescente y sombreado. Además, la disminución en la humedad de suelo disminuye la RUE debido al cierre estomático. La hipótesis es que el menor residuo y la mayor disponibilidad de agua incrementan la RUE en una vega húmeda en Patagonia. El objetivo fue determinar la intercepción de luz y estimar la REU en una vega húmeda en un clima de estepa fría bajo dos niveles de residuo < 5 cm (alta carga animal) y > 10 cm (baja carga animal) y tres condiciones de agua en el suelo (sin drenaje, drenaje controlado y drenaje libre).

MATERIAL Y MÉTODO

En el sector húmedo de una vega orgánica de la Estación Experimental INIA Kampenaike, región de Magallanes ($52^{\circ}40'48.04''S$; $70^{\circ}58'31.01''O$), se estableció un experimento con tres niveles de manejo de agua: i) sin drenaje, ii) drenaje controlado y iii) drenaje libre, combinados con dos cargas animales: alta (6 ovejas parcela⁻¹) y baja (3 ovejas parcela⁻¹). El periodo de pastoreo se estableció cuando el tratamiento de alta carga animal alcanzó los 5 cm de altura de residuo. El diseño experimental fue de parcelas subdivididas (400 m^2), para evitar interferencias entre tratamientos. Se evaluó la producción de materia seca de forraje en tres periodos: periodo 1 del 18 jul 2024 – 20 dic 2024, periodo 2 del 20 dic 2024 – 18 ene 2025 y periodo 3 del 20 feb 2025 – 06 jun 2025. La radiación PAR incidente e interceptada se determinó semanalmente (Accupar LP-80). se obtuvo la radiación total de la estación climática (W m^{-2}) (<https://agrometeorologia.cl/>). Se determinó la proporción que corresponde al PAR de la radiación total y en conjunto con la radiación PAR interceptada, se estimó la radiación PAR acumulada de la pradera. Para la eficiencia en el uso de la radiación PAR, tras verificar normalidad, se realizó un ANOVA y una prueba LSD para la comparación de medias. Para las series de tiempo se utilizó el error estándar de la media (ESM).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

No se encontraron diferencias de RUE entre tratamientos con distinta carga animal (distinto nivel de residuo) ($P=0,14$), ni entre los distintos sistemas de drenaje ($P=0,21$), pero sí entre periodos ($P<0,001$), sin interacción entre factores ($P>0,05$). En el porcentaje de intercepción de luz se observaron diferencias posteriores al periodo de pastoreo (ANOVA; $P<0,01$). El periodo de mayor RUE fue el periodo 2 ($3,08 \pm 0,12$ g MS MJ⁻¹ PAR en comparación con los periodos 1 y 3. Estos valores son similares a los reportados

para otras especies en distintos ecosistemas ($0,5 - 3,34$ g MS MJ $^{-1}$). Durante los tres períodos evaluados se observaron diferencias en la RUE, siendo el periodo entre diciembre y enero el que presentó la mayor tasa de conversión a materia seca. Esto podría estar relacionado con el mayor de crecimiento vegetativo y el paso al estado reproductivo. La baja eficiencia posterior puede deberse a que las plantas continuaron en estado reproductivo y posteriormente debido a las bajas temperaturas entrando en otoño.

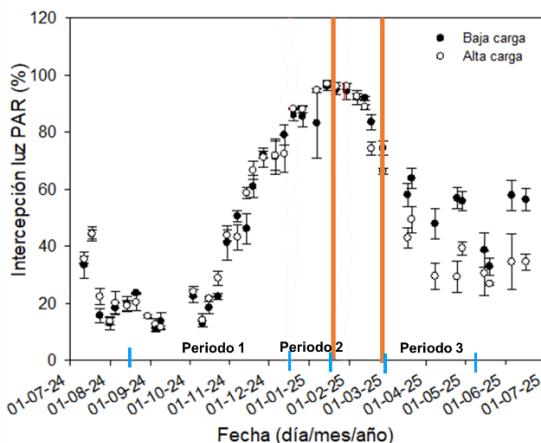


Figura 1. Porcentaje de intercepción de luz para los tratamientos de baja y alta carga animal. Líneas rojas indican periodo de pastoreo. Líneas azules las fechas de los períodos. Barras indican error estándar de la media ($n=3$).

Tabla 1. Eficiencia de uso de luz para los 3 períodos evaluados.

Período	REU (g MS MJ $^{-1}$ PAR)	Error estándar de la media observado (ESM)
Período 1	1,08 b	0,26
Período 2	3,08 a	0,12
Período 3	1,38 b	0,46

CONCLUSIONES

Durante el primer ciclo de pastoreo no se presentaron diferencias en RUE para las distintas alturas de residuo y niveles de agua disponible. Sí existió un aumento en el porcentaje de intercepción de luz posterior al pastoreo para el tratamiento de baja carga. El periodo entre el 20 de diciembre y el 18 de enero mostró la mayor eficiencia de RUE para todos los tratamientos.

AGRADECIMIENTOS

Fondecyt regular 1231934. INIA (503083-70)

BIBLIOGRAFÍA

Ordoñez, I, Radic-Schilling, S., Ivelic J., et al. 2023. Descripción de la vegetación, suelo y tasas de crecimiento de vegas y coironales en la Región de Magallanes. Boletín INIA - Instituto de Investigaciones Agropecuarias, N° 486. <https://hdl.handle.net/20.500.14001/69085>.

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

*Yield of mixed (*Lolium perenne* and *Trifolium repens*) and a multispecies pasture subjected to two frequencies and intensities of defoliation during two growing seasons*

Luis Piña^{1*}, Verónica Merino^{1,2}, María Jesús Navarro¹, Claudia Mella¹, Juan Chandía¹, Rodrigo Mora¹, Cristian Lucero¹, Alejandro Acuña¹, Gabriel Seguel¹, Tomás Schwenke¹

*Email: luispina@uchile.cl

¹ Departamento de Producción Animal, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile ² Departamento de Producción Animal, Facultad de Agronomía, Universidad de Concepción Proyecto IDeA I+D ID23I10191

INTRODUCCIÓN

Las pasturas permanentes en climas templados se han establecido, tradicionalmente, con la mezcla de *Lolium perenne* y *Trifolium repens*. Sin embargo, la marcada estacionalidad climática, especialmente el déficit hídrico estival, reduce drásticamente su producción de forraje. Una alternativa es la incorporación de especies de grupos funcionales contrastantes, dando lugar a mezclas multiespecies; no obstante, existe una escasez de estudios que evalúen el efecto de diferentes criterios de defoliación en su manejo (Baker *et al.*, 2023). Ante esto, la optimización productiva de estas pasturas requiere la aplicación de estrategias de manejo adaptativo, tales como la combinación óptima de frecuencia e intensidad de defoliación (Piña *et al.*, 2025). El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de dos intensidades y frecuencias de defoliación durante dos temporadas de crecimiento, 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 m², en donde se sembraron 4 mezclas forrajeras (MF): LP-TR, mezcla conformada por *L. perenne* (90%) y *T. repens* (10%); MSS1, mezcla compuesta por *L. perenne* (10%), *T. repens* (15%), *L. arundinacea* (10%), *D. glomerata* (10%), *Festulolium* (15%), *P. lanceolata* (20%) y *C. intybus* (20%); MSS2, mezcla compuesta por *L. perenne* (15%), *T. repens* (10%), *L. arundinacea* (20%), *D. glomerata* (5%), *Festulolium* (10%), *P. lanceolata* (30%) y *C. intybus* (10%), y MSS3, 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 (sin disturbar); frecuencia de defoliación cada 21 a 35 días (Corta) y cada 28 a 45 días (Larga), adaptativa según estación del año. Se utilizaron 6 parcelas por tratamiento (combinación de factores mezcla x intensidad x frecuencia). Los tratamientos de defoliación fueron mantenidos estrictamente hasta agosto de 2025. Se evaluó el rendimiento anual y estacional (kg MS ha⁻¹): primavera (septiembre-noviembre); verano (diciembre-febrero); otoño (marzo-mayo); invierno (junio-agosto). 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 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

Todas las pasturas multiespecies (MSSs) presentaron mayor rendimiento anual que la mezcla mixta (LP-TR) ($P < 0,0001$), con MSS2 destacando con un 12% más de producción anual (Cuadro 1). Los niveles FD corta e ID 8 cm presentaron una mejor respuesta productiva a nivel anual ($P = 0,0137$). En cuanto a los resultados estacionales, en verano, MSS3 y MSS2 presentaron una mayor producción de MS ($P = 0,0135$), con mejores resultados bajo FD corta. En otoño, MSS1 y MSS2 superaron a las demás MF's ($P < 0,0001$), con la interacción FD corta x 5 cm resultando en el mayor rendimiento estacional. Durante el invierno, MSS2 produjo significativamente más fitomasa ($P < 0,0001$), detectándose interacciones significativas entre MF e ID, y entre FD e ID. Finalmente, en primavera, MSS2 también tuvo mayor rendimiento ($P = 0,0012$). La producción primaveral se incrementó al manejar la defoliación bajo un esquema de 8 cm/FD corta, lo que subraya la importancia de optimizar la combinación de manejo por temporada (Piña *et al.*, 2025).

Cuadro 1. Rendimiento anual y estacional (kg MS ha^{-1}) de cuatro tipos de mezclas forrajeras (MF) bajo dos intensidades (ID) y frecuencias de defoliación (FD), durante dos temporadas de crecimiento.

	Rendimiento anual (kg MS ha^{-1})	Rendimiento verano (kg MS ha^{-1})	Rendimiento otoño (kg MS ha^{-1})	Rendimiento invierno (kg MS ha^{-1})	Rendimiento primavera (kg MS ha^{-1})
<i>Mezcla forrajera (MF)</i>					
LP-TR	11.035 c ¹	1.494 c	1.302 b	1.352 c	4.746 ab
MSS1	11.732 b	1.589 bc	1.828 a	1.552 b	4.526 b
MSS2	12.557 a	1.648 ab	1.794 a	1.771 a	5.075 a
MSS3	11.508 b	1.731 a	1.264 b	1.488 b	4.553 b
EEM	166,3378	52,1935	37,8099	33,9924	105,5081
<i>p-value</i>	<0,0001	0,0135	<0,0001	<0,0001	0,0012
<i>Frecuencia de defoliación (FD)</i>					
Corta	12.545 a	1.689 a	1.827 a	1.520	5.132 a
Larga	10.871 b	1.542 b	1.267 b	1.561	4.318 b
EEM	117,6186	36,9064	26,7356	24,0362	74,6054
<i>p-value</i>	<0,0001	0,0056	<0,0001	0,2263	<0,0001
<i>Intensidad de defoliación (ID)</i>					
5 cm	11.425 b	1.618	1.651 a	1.558	4.264 b
8 cm	11.991 a	1.613	1.443 b	1.523	5.186 a
EEM	117,6186	36,9064	26,7356	24,0362	74,6054
<i>p-value</i>	0,0010	0,9228	<0,0001	0,3078	<0,0001
<i>Significancia de las interacciones</i>					
MF x FD	0,1119	0,9606	0,0026	0,1128	0,0536
MF x ID	0,2783	0,5978	0,2960	0,0298	0,1244
FD x ID	0,0137	0,3532	0,0147	0,0060	0,0005
MF x FD x ID	0,7271	0,6896	0,2291	0,1936	0,0573

CONCLUSIONES

Las pasturas multiespecies (MSSs) presentaron una mayor productividad anual en comparación con la mezcla mixta (LP-TR). Se concluye que el manejo de la defoliación debe ser adaptativo por estación y tipo de mezcla, ya que la combinación óptima de frecuencia e intensidad permite maximizar la productividad.

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.
- PIÑA, L., MERINO, V., NAVARRO, M. J., MELLA, C., LUCERO, C., ACUÑA, A., SEGUEL, G. & SCHWENKE, T. (2025). Rotation Length and Defoliation Intensity Effects on Dry Matter Production and Botanical Composition in Perennial ryegrass–White clover and Multispecies Pastures. *Agronomy*, 15(9), 2097.

VARIACIÓN ESTACIONAL DE LA CALIDAD NUTRITIVA Y CONCENTRACIÓN DE PIGMENTOS FOTOSINTÉTICOS EN *PLANTAGO LANCEOLATA L.*

Seasonal variation in nutritional quality and photosynthetic pigments concentration in Plantago lanceolata L.

Luis Piña^{1*}, Verónica Merino^{1,2}, Claudia Pérez³, Lubia Guedes⁴, María Jesús Navarro¹, Gabriela Gómez¹

*Email: luispina@uchile.cl

¹Departamento de Producción Animal, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile.

²Departamento de Producción Animal, Facultad de Agronomía, Universidad de Concepción.

³Departamento de Botánica, Facultad de Cs. Naturales y Oceanográficas, Universidad de Concepción.

⁴Laboratorio de Semioquímica Aplicada, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Concepción

Proyecto IDEIA I+D ID24I10241

INTRODUCCIÓN

Plantago lanceolata es una especie herbácea perenne que presenta un alto potencial para mejorar la sostenibilidad de los sistemas ganaderos debido a su elevado valor nutritivo, adaptabilidad y tolerancia a condiciones de estrés climático (Piña et al., 2025; Ordóñez et al., 2024). Sin embargo, existe limitada información sobre cómo su calidad nutricional y capacidad fotosintética varían a lo largo del año en condiciones del sur de Chile. La hipótesis de este trabajo es que *P. lanceolata* presenta variaciones estacionales significativas en su composición nutricional y contenido de pigmentos fotosintéticos, con mejor calidad forrajera durante períodos de menor estrés ambiental. El objetivo fue evaluar el efecto de la estación del año sobre la composición nutricional y concentración de pigmentos fotosintéticos en la biomasa aérea de *P. lanceolata*.

MATERIAL Y MÉTODO

Muestras de 500 g de forraje de *P. lanceolata* fueron cosechadas estacionalmente (verano, otoño, invierno y primavera 2024) mediante cortes a 5 cm de altura residual de praderas multiespecies establecidas en la Estación Experimental Oromo, Purranque, Universidad de Chile (40°55'S, 73°17'W), en el marco del proyecto FONDEF IDEA ID23I0191, según metodología descrita por Piña et al. (2025). Las muestras se almacenaron inmediatamente en freezer a -86 °C (HFLTP86, Heal Force, China) hasta su posterior análisis. Para los análisis de valor nutricional, submuestras de aproximadamente 100 g fueron secadas en horno de aire forzado de 125 L (BOV V-125F, BioBase, China) a 60°C hasta peso constante, molidas con malla de 1 mm y almacenadas. La proteína cruda (PC) se determinó mediante método Kjeldahl (Nx6,25), fibra detergente neutro (FDN) y fibra detergente ácido (FDA) según Van Soest modificado, y cenizas por calcinación a 550°C durante 4 h, siguiendo protocolos descritos por Merino et al. (2024). Los pigmentos fotosintéticos (clorofila a y b) se cuantificaron mediante método espectrofotométrico según Warren (2008). Se utilizaron 0,5 g de material vegetal fresco con 5 mL de metanol al 80%, los extractos se centrifugaron a 2000 rpm por 10 min en una centrífuga refrigerada (K2015R, Centurion Scientific, Reino Unido) y se realizó lectura espectrofotométrica (800TSI, BioTek, EE.UU.). Los datos fueron analizados mediante ANOVA con diseño completamente al azar, utilizando la estación como factor fijo. Las medias se compararon mediante test de Tukey ($\alpha=0,05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los contenidos de PC, FDN, FDA y cenizas presentaron diferencias significativas entre estaciones (Tabla 1). Los valores más altos de PC se encontraron en invierno y primavera (promedio 25,6% MS), y más bajos en otoño y verano (promedio 23,7% MS). Este patrón indica una mayor calidad proteica del forraje de *P. lanceolata* en los meses de crecimiento activo y temperaturas más moderadas. En cuanto a la fibra, como

era de esperar los contenidos de FDN y FDA fueron significativamente más bajos en invierno y primavera, lo cual implica una mayor digestibilidad del forraje en estas estaciones. La FDN, que incluye celulosa, hemicelulosa y lignina, fue especialmente baja en invierno (27,3% MS) en comparación con verano y otoño (promedio 38% MS), lo que sugiere un menor grado de lignificación y mayor valor nutritivo en meses fríos. La FDA, que representa las fracciones más indigestibles (celulosa y lignina), mostró una marcada reducción en invierno (15,3% MS) en comparación con el resto del año, reforzando lo anteriormente expuesto. El contenido de cenizas fue relativamente estable a lo largo del año, aunque con una leve, aunque significativa disminución en invierno (11,5% MS), posiblemente asociada a una menor acumulación de minerales en condiciones de menor irradiación. En conjunto, estos resultados indican que *P. lanceolata* mantiene un buen perfil nutricional durante gran parte del año, especialmente en invierno y primavera, lo que refuerza su potencial como recurso forrajero estratégico en sistemas de producción sostenibles adaptados al cambio climático.

Tabla 1. Composición nutricional y concentración de pigmentos fotosintéticos (clorofila a y b) en la biomasa aérea de *P. lanceolata* por estación del año.

Estación	Proteína cruda (% MS)	FDA (% MS)	FDN (% MS)	Cenizas (% MS)	Chla (ug/g MV)	Chlb (ug/g MV)
Otoño	23,5 b	25,8 a	37,2 a	13,6 a	42,4 b	55,5 b
Invierno	25,8 a	15,3 b	27,3 b	11,5 b	60,4 a	77,9 a
Primavera	25,4 a	22,5 a	28,8 b	13,2 a	60,4 a	50,6 b
Verano	23,9 b	25,6 a	38,8 a	13,5 a	31,6 c	24,8 c
EEM	0,2591	1,3176	0,9986	0,2208	1,5181	2,3276
p-value	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001

Letras diferentes dentro de la misma columna, indican diferencias estadísticamente significativas (P<0,05).

Se observó un claro efecto estacional en la concentración de pigmentos fotosintéticos (Tabla 1). Los niveles más altos de clorofila a y b se registraron en invierno (60,4 y 77,9 µg/g MV, respectivamente), mientras que los más bajos ocurrieron en verano (31,6 y 24,8 µg/g MV). Esto refleja una mayor capacidad fotosintética en condiciones de menor estrés térmico e hídrico, concordante con las condiciones ambientales más favorables de invierno y primavera. Esta respuesta fisiológica está en línea con los conceptos de uso efectivo del agua propuestos por Blum (2009), donde la eficiencia en captura de recursos bajo condiciones favorables es clave para el desempeño de especies forrajeras. La marcada reducción de pigmentos en verano refleja el estrés estival característico de la zona, período en que *P. lanceolata* podría estar priorizando la asignación de carbohidratos hacia estructuras de reserva radiculares, como fue documentado por Merino et al. (2024) en su estudio sobre distribución de carbohidratos no estructurales y estructura radicular.

CONCLUSIONES

Plantago lanceolata presenta marcada variación estacional en calidad nutritiva y pigmentos fotosintéticos, con valores óptimos de proteína cruda (25,8% MS) y mínimos de fibras (FDA: 15,3%; FDN: 27,3%) durante el invierno. La mayor concentración de clorofilas en invierno y primavera evidencia alta capacidad fotosintética bajo condiciones templado-lluviosas del sur de Chile. Su excelente perfil nutricional durante todo el año, refuerzan su potencial como recurso forrajero estratégico en sistemas de producción sostenibles de la zona sur de Chile adaptados al cambio climático.

REFERENCIAS

- 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.
- PIÑA, L.F.; MERINO, V.M.; NAVARRO, M.J.; MELLA F., C.; LUCERO, C.; SEGUEL, G.; ACUÑA, A.; SCHWENKE, T. 2025. Rotation Length and Defoliation Intensity Effects on Dry Matter Production and Botanical Composition in Perennial ryegrass–White clover and Multispecies Pastures. Agronomy 2025, 15, 2097.

VARIACIÓN ESTACIONAL DE LA CONCENTRACIÓN DE CARBOHIDRATOS SOLUBLES EN *PLANTAGO LANCEOLATA L.*

Seasonal variation on Soluble Carbohydrates in Plantago lanceolata L.

Verónica M. Merino ^{1*}, Luis F. Piña ¹, Claudia Pérez M. ², Lubia M. Guedes ³, Gabriela Gómez L. ¹,
María Jesús Navarro ¹, Iván P. Ordóñez ⁴, María D. López-Belchi ⁵

*Email: veronica.merino@uchile.cl

¹ Departamento de Producción Animal, Facultad de Ciencias Agronómicas de Agronomía, Universidad de Chile.

² Departamento de Botánica, Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas Universidad de Concepción (UdeC).

³ Laboratorio de Semioquímica Aplicada, Facultad de Ciencias Forestales UdeC. ⁴ INIA Kampenaike, Punta Arenas. ⁵

Departamento de Ciencias Vegetales, Facultad de Agronomía UdeC.

INTRODUCCIÓN

Plantago lanceolata L. es una especie herbácea ampliamente reconocida por su alto valor nutritivo y capacidad de mantener la producción de forraje durante períodos críticos del año (Piña *et al.* 2025). Los carbohidratos solubles (CHOs) desempeñan un rol fundamental en la fisiología de la planta ya que actúan como reservas energéticas que permiten la recuperación del área foliar después de la defoliación y el mantenimiento del crecimiento durante períodos de estrés ambiental (Lee *et al.* 2015). A nivel animal, los CHOs determinan la eficiencia de la síntesis de proteína microbial ruminal, que aporta más del 50% de los aminoácidos absorbidos (Nocek y Russell, 1988). Los CHOs de bajo peso molecular (azúcares simples) proveen energía inmediata e influyen en la palatabilidad del forraje, mientras que los CHOs de alto peso molecular (polisacáridos) proveen energía sostenida para el animal, mantienen la salud digestiva y son esenciales para la sincronización ruminal de energía-nitrógeno (Trevaskis *et al.* 2004). Sin embargo, existe limitada información sobre la dinámica estacional de los CHOs en *P. lanceolata* bajo las condiciones templado-lluviosas del sur de Chile. El objetivo de este estudio fue evaluar la variación estacional en la concentración de CHOs de alto y bajo peso molecular (APM y BPM, respectivamente) en la biomasa aérea de *P. lanceolata*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las muestras de forraje se recolectaron entre el otoño 2024 y verano 2025 durante un experimento realizado en la Estación Experimental Oromo, Purranque, Región de Los Lagos. Muestras de forraje (~500 g peso fresco) de *P. lanceolata* (cultivar Captain) se cosecharon a 5 cm de altura a intervalos de 24, 28, 35 y 21 días para otoño, invierno, primavera y verano, respectivamente, como se reporta en Piña *et al.* (2025). Las muestras se secaron a 60°C en una estufa de aire forzado (BOV V-125F, BioBase, China) y se molieron a 1 mm. Los CHOs de APM y BPM se extrajeron a partir de 25 mg de material seco, mediante una extracción secuencial con 1 mL de etanol al 80 % y posteriormente con 1 mL de agua destilada, de acuerdo con la metodología descrita por Lee *et al.* (2015). Cada extracción se realizó a 65 °C durante 30 min y los extractos fueron centrifugados a 16.000 g por 20 min a temperatura ambiente. La absorbancia se midió con un lector de microplacas Synergy H1M (BioTek, Santa Clara, CA, EE.UU.) usando rafinosa pentahidratada como estándar de calibración ($\geq 99\%$ pureza, CAS 17629-30-0, Sigma Aldrich). Los datos se analizaron mediante un ANOVA de una vía considerando la estación del año como efecto fijo con cuatro repeticiones biológicas. Se usó la prueba de la diferencia mínima significativa de Fisher para la separación estadística de las medias cuando las diferencias fueron significativas ($p < 0,05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los análisis mostraron una marcada estacionalidad en las concentraciones de ambas fracciones de CHOs en la biomasa aérea de *P. lanceolata* ($p<0,001$, Cuadro 1). Los CHOs de BPM, que incluyen principalmente glucosa, fructosa y sucrosa (Lee *et al.* 2015), alcanzaron su menor concentración en verano, lo que pudo deberse a que las plantas se encontraban bajo un mayor estrés térmico e hídrico que redujo su capacidad de fotosíntesis neta y promovió la traslocación de los CHOs de BPM desde las hojas hacia las raíces.

Cuadro 1. Concentración de azúcares de alto (APM) y bajo (BPM) en *P. lanceolata* por estación

Estación del año	Azúcares BPM (mg/100 g MS)	Azúcares APM (mg/100 g MS)
Otoño	2373 bc	3264 b
Invierno	4329 a	3382 b
Primavera	3231 b	7106 a
Verano	1989 c	3074 b
EEM	210,6537	120,3786
<i>p-value</i>	< 0,001	< 0,001

Letras diferentes dentro de la misma columna, indican diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$).

de fructanos y otros polisacáridos durante la etapa de crecimiento vegetativo primaveral (Lee *et al.* 2015). El alto contenido de CHOs de APM en primavera es especialmente relevante desde una perspectiva de nutrición ruminal y mitigación ambiental. Estos carbohidratos se fermentan de manera más gradual en el rumen, proporcionando un suministro sostenido de energía que mejora la sincronía energía-proteína, favorece la síntesis de proteína microbiana y reduce las pérdidas de nitrógeno urinario (Nguyen *et al.* 2022).

Las concentraciones de los CHOs de APM, principalmente fructanos y otros polisacáridos de cadena larga, fueron mayores en primavera (7106 mg/100g MS), superando en más del doble las concentraciones del resto del año (promedio 3240 mg/100g MS). Este comportamiento pudo estar influenciado por la fenología de la planta y por las condiciones ambientales como son las temperaturas moderadas, mayor disponibilidad hídrica y una alta radiación solar, factores que en conjunto promueven altas tasas fotosintéticas y la acumulación preferencial

de fructanos y otros polisacáridos durante la etapa de crecimiento vegetativo primaveral (Lee *et al.* 2015). El alto contenido de CHOs de APM en primavera es especialmente relevante desde una perspectiva de nutrición ruminal y mitigación ambiental. Estos carbohidratos se fermentan de manera más gradual en el rumen, proporcionando un suministro sostenido de energía que mejora la sincronía energía-proteína, favorece la síntesis de proteína microbiana y reduce las pérdidas de nitrógeno urinario (Nguyen *et al.* 2022).

CONCLUSIONES

La concentración de carbohidratos solubles en *P. lanceolata* presentó una marcada estacionalidad, con máximos y mínimos de azúcares de bajo peso molecular en invierno y verano, respectivamente. La mayor concentración de carbohidratos solubles de alto peso molecular se observó en primavera (7106 mg/100 g MS), lo que indica que el pastoreo primaveral de *P. lanceolata* podría optimizar la sincronía energía-proteína ruminal debido a la mayor concentración de carbohidratos de fermentación lenta, favoreciendo la eficiencia de utilización del nitrógeno.

AGRADECIMIENTOS

Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo, Proyecto FONDEF IDeA ID24I10241.

REFERENCIAS

- LEE, J. *et al.* 2015. Patterns in non-structural carbohydrate and nitrogen reserves in chicory (*Cichorium intybus* L.) and plantain (*Plantago lanceolata* L.) during regrowth in summer. *Crop and Pasture Sci.* 66. 1071-1078.
- PIÑA, L. *et al.* 2025. Rotation Length and Defoliation Intensity Effects on Dry Matter Production and Botanical Composition in Perennial ryegrass–White clover and Multispecies Pastures. *Agronomy* 15, 2097.
- 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.
- NOCEK, J. *et al.* 1988. Protein and Energy as an Integrated System. Relationship of Ruminal Protein and Carbohydrate Availability to Microbial Synthesis and Milk Production. *J. Dairy Sci.* 71, 2070-2107.
- TREVASKIS, L. *et al.* 2004. Effect of time of feeding carbohydrate supplements and pasture on production of dairy cows. *Livest. Prod. Sci.* 85, 275-285.

EFECTO DEL INTERVALO DE DEFOLIACIÓN SOBRE LA CONCENTRACIÓN DE CARBOHIDRATOS SOLUBLES Y COMPUESTOS BIOACTIVOS EN SIETE VENAS (*Plantago lanceolata L.*)

Effect of Defoliation Interval on Soluble Carbohydrates and Bioactive Compound Concentration in Plantain (*Plantago lanceolata L.*)

Verónica M. Merino^{1*}, Luis F. Piña¹, Claudia I. Pérez², Lubia M. Guedes³, Gabriela Gómez L.¹, María Jesús Navarro¹, Iván P. Ordóñez⁴, María D. López-Belchi⁵.

E-mail: veronica.merino@uchile.cl

¹Departamento de Producción Animal, Facultad de Cs. Agronómicas, Universidad de Chile. ²Departamento de Botánica, Fac. de Cs. Naturales y Oceanográficas, U. de Concepción (UdeC). ³Lab. de Semioquímica Aplicada, Fac. de Cs. Forestales UdeC. ⁴INIA Kampenaike, Punta Arenas. ⁵Departamento de Cs. Vegetales, Fac. de Agronomía UdeC

INTRODUCCIÓN

Siete venas (*Plantago lanceolata L.*) es una especie herbácea reconocida por sintetizar compuestos bioactivos (CB) con propiedades funcionales que mejoran la eficiencia del uso del nitrógeno y reducen las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en sistemas ganaderos a pastoreo (Nguyen *et al.*, 2022). Los carbohidratos solubles (CHOs) desempeñan un rol fundamental como reservas energéticas que permiten la recuperación del área foliar y el mantenimiento del crecimiento durante períodos de estrés ambiental (Lee *et al.*, 2015). Considerando que el efecto del manejo de la defoliación sobre la concentración de los CB más abundantes en *P. lanceolata* (los glucósidos iridoides catalpol y aucubina, y el fenilpropanoide acteosído), compuestos con efectos diferenciados sobre la mitigación de GEI (Sivanandarajah *et al.*, 2025), aún no ha sido estudiado, el objetivo del estudio fue evaluar el efecto de tres intervalos de defoliación (ID) en la concentración de CB y de CHOs de alto y bajo peso molecular (APM y BPM, respectivamente) en la biomasa aérea de *P. lanceolata*.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó durante 9 meses en una cámara de crecimiento de plantas (20 °C, 14 horas de luz en promedio), con un diseño completamente aleatorizado con arreglo factorial de tres ID, definidos por la longitud de hoja extendida (LHE) de 15, 25 y 35 cm, con cuatro repeticiones por tratamiento (12 macetas, cuatro plantas del cultivar 'Ceres Tonic' por maceta). El ID se estableció según el tiempo requerido para alcanzar la LHE objetivo (Merino *et al.*, 2024). Muestras secas compuestas por los cortes realizados a 5 cm de altura residual durante el período en cada maceta 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, EE. UU.). Los CHOs de APM y BPM se extrajeron de 25 mg de material seco con 1 mL de etanol 80% y 2 mL de agua destilada (Lee *et al.*, 2015). La cuantificación de CB se realizó por HPLC (Hitachi technologies, Alemania), utilizando una columna Kromasil C18. Las concentraciones de aucubina y catalpol se midieron a 204 nm mientras que acteosído a 330 nm. Los datos se analizaron mediante ANOVA de una vía considerando el ID como efecto fijo y la prueba de Fisher para la separación estadística de las medias ($p<0,05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El ID mostró efectos diferenciados sobre las concentraciones de CHOs y CB en *P. lanceolata*. Los CHOs de BPM (glucosa, fructosa y sucrosa, Lee *et al.*, 2015) alcanzaron su mayor concentración a ID de 25 cm LHE, superando en 13% y 30% a los tratamientos de 15 y 35 cm, respectivamente (Cuadro 1). La mayor

concentración de CHOs de BPM en hojas a 25 cm LHE (cortes cada 21 días en promedio) podría reflejar un balance óptimo entre acumulación de azúcares en tejido foliar y traslocación hacia raíces una vez que el área foliar está completamente restablecida, coincidiendo con el período de reposición completa de reservas radiculares reportado por Lee *et al.*, (2015). Los CHOs de APM no fueron afectados por el ID con un promedio de 66,07 mg/g MS. La relativa estabilidad de los CHOs de APM independiente del ID es relevante desde una perspectiva de nutrición ruminal, ya que estos CHOs proporcionan energía de liberación gradual que mejora la sincronía de energía-proteína (Nguyen *et al.*, 2022). Respecto a los CB, el catalpol presentó concentraciones bajas en todos los tratamientos, sin efecto del ID con un promedio de 0,30 mg/g MS (Cuadro 1). La aucubina aumentó desde 1,55 mg/g MS (15 cm LHE) hasta 2,14 mg/g MS en promedio en los cortes a 25 y 35 cm LHE ($p= 0,0025$). Este resultado es particularmente relevante desde el punto de vista de mitigación ambiental, ya que la aucubina es el principal CB responsable de reducir el NH_3 ruminal (46%) mediante efectos antimicrobianos sobre bacterias degradadoras de proteína (Sivanandarajah *et al.*, 2025). El acteósido presentó diferencias significativas entre los ID ($p=0,0102$), con una reducción drástica del 45% a 35 cm LHE respecto a los cortes a 15 y 25 cm, que fueron similares entre sí. Esta disminución sugiere que el acteósido se concentra preferentemente en tejidos más jóvenes y activos como ocurre bajo cortes más frecuentes (ID de 15 y 25 cm LHE), manejos que maximizarían el potencial del acteósido para reducir la síntesis ruminal de metano. El ID a 25 cm de LHE presentó el balance más favorable entre CHOs de BPM, acteósido y aucubina, sugiriendo un manejo óptimo para estrategias integradas de mitigación de GEI. Sin embargo, el ID a 35 cm LHE maximizó la concentración de aucubina para mitigación específica de emisiones de N urinario, mientras que ID más frecuentes (15 y 25 cm LHE) optimizan la concentración de acteósido para reducción de la producción de metano entérico.

CONCLUSIONES

El intervalo de defoliación modifica significativamente la concentración de carbohidratos solubles de bajo peso molecular y compuestos bioactivos en *Plantago lanceolata*. El corte a 25 cm de LHE optimizó el balance entre los CHOs de BPM, aucubina y acteósido para estrategias integradas de mitigación de GEI en sistemas ganaderos sustentables.

Cuadro 1. Concentración de carbohidratos solubles (de BPM y APM) y de compuestos bioactivos en la biomasa aérea de *Plantago lanceolata* bajo 3 intervalos de defoliación.

Variable	15 cm	25 cm	35 cm	SEM	p valor
CHOs BPM (mg/g MS)	30,588 b	34,488 a	26,538 c	1,4541	0,0037
CHOs APM (mg/g MS)	66,637	66,963	64,625	2,3532	0,9079
Catalpol (mg/g MS)	0,3823	0,2883	0,2328	0,1914	0,2052
Aucubina (mg/g MS)	1,5495 b	2,0235 a	2,2533 a	0,1011	0,0025
Acteósido (mg/g MS)	18,8358 a	19,4735 a	10,5743 b	1,7608	0,0102

AGRADECIMIENTOS

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

REFERENCIAS

- LEE J. *et al.*, 2015. DOI:10.1071/CP14181
 MERINO V. *et al.*, 2024. DOI: 10.1371/journal.pone.0310009
 NGUYEN T. *et al.*, 2022. DOI: 10.1016/j.anifeedsci.2022.115244
 SIVANANDARAJAH *et al.*, 2025. DOI: 10.1021/acs.jafc.4c12140

CRECIMIENTO Y VALOR NUTRITIVO DE UNA PRADERA MIXTA (*Lolium perenne* L. y *Trifolium repens* L.) Y UNA POLIFÍTICA (*Lolium perenne* L., *Trifolium repens* L. y *Bromus valdivianus* Phil.) DURANTE PRIMAVERA-VERANO

Growth and Nutritive Value of a Mixed Pasture (*Lolium perenne* L. and *Trifolium repens* L.) and a Polyphitic (*Lolium perenne* L., *Trifolium repens* L., and *Bromus valdivianus* Phil.) during Spring-Summer

Belén Barría¹, Cristóbal Asenjo¹, Iván Calvache^{1,3}, Óscar Balocchi¹, Juan Pablo Keim¹, Rubén Pulido².
Email: rpulido@uach.cl.

¹Instituto de Producción Animal, Facultad de Ciencias Agrarias y Alimentarias, Universidad Austral de Chile.

²Instituto de Ciencia Animal, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Austral de Chile. ³Departamento de Producción Animal, Facultad de Agronomía, Universidad de Concepción.
Proyecto FONDECYT 1240451.

INTRODUCCIÓN

La zona sur de Chile se caracteriza por un gran desarrollo agropecuario, donde las praderas constituyen la base de alimentación del ganado bovino lechero. En este contexto, el rendimiento y el valor nutritivo de las praderas explican más del 50% de la productividad animal (Collier et al., 2017). Una de las especies tradicionalmente utilizada en los sistemas lecheros a pastoreo es *Lolium perenne* L. en mezcla con *Trifolium repens* L., debido a su alto valor nutritivo y rendimiento, pero con restricciones de crecimiento durante la época estival. Por lo tanto, una alternativa es la incorporación de especies nativas en las praderas como es *Bromus valdivianus* Phil., el cual aporta resiliencia y estabilidad productiva durante el verano, manteniendo niveles aceptables de calidad nutritiva y buenos en rendimiento. El objetivo de este experimento fue evaluar el desempeño productivo y nutricional de una pradera mixta comparada con una polifítica durante la época de primavera-verano en el sur de Chile.

MATERIAL Y MÉTODO

El experimento se desarrolló en la Estación Experimental Agropecuaria Austral (39°46'42.7"S 73°13'44.0"W), Valdivia, Chile, entre octubre 03 de 2024 a marzo 25 de 2025 bajo un sistema de secano y pastoreo rotativo. En mayo de 2024 se establecieron 9 ha de pradera mixta (Mx) compuesta por *L. perenne* (cv. 24 siete) + *T. repens* (cv. legacy) y 9 ha de pradera polifítica (Pol) compuestas por *L. perenne* (cv. 24 siete), *T. repens* (cv. legacy) + *B. valdivianus* (cv. Poker INIA). Este estudio se dividió en 3 sectores, cada uno compuesto por 2 potreros de pradera Mx y 2 potreros de pradera Pol. Los muestreos en cada potrero se realizaron una vez por semana. Para determinar el rendimiento se cortó con un aro de 0.25 m² lanzado 3 veces al azar y cortando a ras de suelo, mientras que para valor nutritivo las muestras fueron cortadas a 5 cm sobre el nivel del suelo. El material vegetal se cortó con tijera y se conservó en bolsas debidamente identificadas y rotuladas y se pesó en estado fresco. Posterior a la toma de muestras, se procedió a secar en un horno de ventilación forzada por un mínimo de 72 horas hasta lograr peso constante a una temperatura de 65 °C. Posteriormente se procedió, en caso del rendimiento, a pesar las muestras en seco para por diferencia de peso calcular el porcentaje de materia seca (%MS) y con ello llevarlo a rendimiento (kg MS ha⁻¹) y tasa de crecimiento (kg MS ha⁻¹ día⁻¹). En el caso de valor nutritivo, se utilizó un molino para triturar la muestra y estimar la concentración de proteína cruda (PC, %), fibra detergente neutro (FDN, %), valor "D" (VD, %) y energía metabolizable (EM, kcal kg⁻¹ MS) mediante espectroscopia de reflectancia en el infrarrojo cercano (NIRS). Las medidas de tendencia central y de dispersión fueron calculadas para cada una de las praderas (Mx y Pol) y, para la comparación de media se utilizó un análisis de varianza (ANDEVA) con un 95% de confianza por cada ciclo de pastoreo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La tabla 1 muestra el valor nutritivo para los tipos de pradera en cada uno de los ciclos de crecimiento, donde, durante primavera la pradera Mx y Pol presentaron en promedio 21,4% de PC, mientras que en verano la Pol en promedio fue 2,24 unidades porcentuales más de PC que la Mx. Para la EM no se presentaron diferencias ni entre tipos de praderas ni entre estaciones. La FDN fue la variable que más diferencias presentó, donde, la Mx en verano tuvo un promedio de 54,9% y la pradera que incluía *B. valdivianus* llegó a un valor promedio de 60,12% superándola aproximadamente en un 10%. En cuanto al VD, en primavera para los dos tipos de pradera tuvo un promedio de 75,59% vs. verano donde se redujo a un promedio de 66,36%.

Tabla 1. Valor nutritivo para dos tipos de praderas (Mx y Pol) durante primavera 2024 y verano 2025.

Pradera	Temporada	Fecha	PC (%)	EM (Mcal kg ⁻¹ MS)	FDN (%)	VD (%)
Mx	Primavera 2024	09-oct	17,91	2,86	39,37	78,83
		07-nov	22,14	2,72	47,47	73,88
		30-nov	22,42	2,74	47,05	73,78
		20-dic	22,06	2,83	46,59	78,97
	Verano 2025	26-ene	19,45	2,59	55,52	68,30
		25-mar	19,57	2,41	54,28	63,69
Pol	Primavera 2024	09-oct	18,97	2,79	40,64	77,00
		07-nov	23,39	2,71	50,02	73,05
		30-nov	20,92	2,69	46,93	72,52
		20-dic	23,48	2,74	48,99	76,66
	Verano 2025	26-ene	18,13	2,56	64,40	65,67
		25-mar	25,37	2,52	55,83	67,77

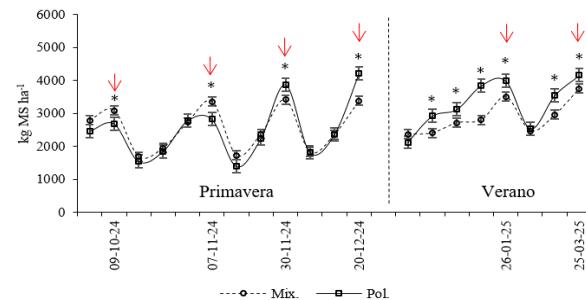


Figura 1. Rendimiento por ciclo de pastoreo para dos tipos de pradera (Mx y Pol) durante primavera 2024 y verano 2025. Las flechas indican defoliación., * Expresan diferencias estadísticas ($p<0,05$) entre tipos de pradera para una misma defoliación.

En la figura 1 se puede observar el crecimiento de la pradera Mx y la Pol durante la época de primavera 2024 y verano 2025, donde, durante los 2 primeros ciclos de crecimiento (Oct. 9 y Nov. 7 de 2024) presentó mayor rendimiento la pradera Mx con un promedio de 3221,1 kg MS ha⁻¹ en comparación a la Pol quien presentó un valor promedio de 2754,1 kg MS ha⁻¹. Las diferencias más importantes radicaron a partir de noviembre 30 de 2024, donde, en los siguientes ciclos de crecimiento y hasta finalizar el verano (Mar. 25 de 2025) la pradera Pol que incluía *B. valdivianus* presentó los mayores crecimientos. Este mismo comportamiento lo reportaron García-Favre et al. (2021) en un estudio donde sometieron a restricciones hídricas a *B. valdivianus*.

CONCLUSIÓN

Ambos tratamientos mostraron resultados contrastantes entre sí, donde en general la pradera polifítica obtuvo mayores rendimientos (kg MS ha⁻¹) dentro de cada curva de crecimiento y con ello también en lo acumulado por estación (primavera y verano). A esto se suma su mayor contenido de PC y FDN durante el verano. Respecto al resto de variables estas fueron relativamente estables entre ambos tratamientos (sin diferencia estadística significativa). Por lo tanto, el *Bromus valdivianus* Phil. se plantea como una opción a considerar dentro del establecimiento de praderas, principalmente para épocas de verano en el sur de Chile.

REFERENCIAS

- COLLIER, R., XIAO, Y. Y BAUMAN, D. 2017. Regulation of Factors Affecting Milk Yield. In *Elsevier eBooks. Nutrients in Dairy and their Implications on Health and Disease* (pp. 3–17).
- GARCÍA FAVRE, J., LÓPEZ, I., CRANSTON, L., DONAGHY, D. Y KEMP, P. 2021. The Growth Response of Pasture Brome (*Bromus valdivianus* Phil.) to Defoliation Frequency under Two Soil-Water Restriction Levels.

PASTOREO REGENERATIVO Y CONTINUO CON AJUSTE DE CARGA EN MAGALLANES: EFECTOS SOBRE LA PRODUCCIÓN ANIMAL

Regenerative and Continuous with adjusted stocking rate grazing systems in Magallanes: Effects on animal production results

Raúl Lira^{1*}, Francisco Sales¹, Jaime Valenzuela¹, Camila Sandoval², Iván Ordoñez¹, Jorge Araneda³ y Jorge Ivelic^{1,4}

*Email: csandovalt@udec.cl

¹Instituto de Investigaciones Agropecuarias. ²Universidad de Concepción.

³Universidad de Magallanes. ⁴Universidad Austral de Chile.

INTRODUCCIÓN

La base y, a la vez, fortaleza de la ganadería ovina de Magallanes es el uso de sus pastizales naturales, en un sistema de explotación extensivo y con poca variación desde los inicios de su historia. No obstante, como una respuesta a la alarmante degradación del pastizal y la consecuente baja en dotación animal, hace dos décadas llegan a Patagonia distintas propuestas de Ganadería Regenerativa, todas con el denominador común de tener por objetivo la mejora del ecosistema e incluso de recuperación de la capacidad de carga. En 2020 INIA Kampenaike toma una propuesta apoyada por la Fundación para la Innovación Agraria, e inicia un trabajo para evaluar una de las propuestas de pastoreo regenerativo (Pastoreo Racional Voisin modificado, PRVm) y compararla con un manejo tradicional de pastoreo continuo, con ajuste de carga.

MATERIALES Y MÉTODOS

En la Estación Experimental INIA Kampenaike, Magallanes, se compararon durante tres temporadas (2021-2022, 2022-2023 y 2023-2024) indicadores de producción animal de dos sistemas de pastoreo; Pastoreo Racional Voisin modificado (PRVm) y Pastoreo Continuo con ajuste de carga (PC). Se estimó disponibilidad de forraje inicial en pastizal y asignaron cargas iniciales de tal manera de equiparar oferta de forraje por animal entre tratamientos (0,89 y 0,80 ovejas/ha., para PRVm y PC, respectivamente), se manejaron potreros separados de invernada (mata-coirón) y veranada (vegas). Las ovejas se asignaron al azar y no mostraron diferencia estadística inicial entre tratamientos. La diferencia principal de manejo entre sistemas fue el ingreso un mes antes (diciembre) a las vegas de PRVm y su pastoreo intensivo en franjas. El PC en vegas, tuvo 2-3 cambios de potrero en la temporada (enero-mayo).

Se controló Peso Vivo (PV) y condición corporal (CC) de los vientres a encaste, señalada y destete y de corderos a señalada y destete. Para cada sistema se estimó el porcentaje de destete y el indicador “Kg cordero destetado / oveja encastada”. Se evaluaron dos temporadas completas, ciclo productivo ovino anual íntegro, y una tercera temporada que va desde el servicio de las ovejas hasta la señalada de ese mismo año. Para los análisis estadísticos se realizaron pruebas de normalidad para luego realizar las pruebas de ANOVA y LSD.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El Cuadro 1 presenta los registros de PV de ovejas y corderos, según sistema. El resultado de mayor impacto productivo y económico en un establecimiento ovejero es el porcentaje de destete; en el promedio de tres temporadas, se registró 83,6 y 95,4% para PRVm y PC, respectivamente. Integrando el porcentaje de destete y el peso de los corderos en ese momento, se estimó el indicador “Kg cordero destetado / oveja encastada”, que se presenta en la Figura 1. En ambas temporadas completas evaluadas, el sistema PC entregó un valor mayor de kg. cordero destetado/oveja encastada que el PRVm. Este indicador es de gran importancia en ganadería ovina extensiva, al combinar éxito reproductivo y capacidad de crecimiento de los corderos y sería consecuencia del mayor PV. y CC de los vientres del grupo PC.

Cuadro 1. Peso vivo (Kg) de ovejas y corderos, según sistema de pastoreo.

Control	Ovejas		Corderos	
	PRVM	Continuo	PRVM	Continuo
Encaste 21	57,6	59,6		
Señalada 21	54,5 ^b	60,0 ^a	18,8	19,6
Destete 21	52,5 ^b	60,8 ^a	27,8 ^b	36,0 ^a
Encaste 22	57,7 ^b	65,4 ^a		
Señalada 22	55,7	54,3	16,6 ^a	13,4 ^b
Destete 22	60,4 ^b	67,9 ^a	29,3 ^b	33,6 ^a
Encaste 23	60,2 ^b	69,8 ^a		
Señalada 23	59,2	60,8	25,3 ^b	27,4 ^a

^{ab} Letras diferentes en la misma fila indican diferencia estadística significativa ($p \leq 0,01$), dentro de cada categoría; ovejas o corderos.

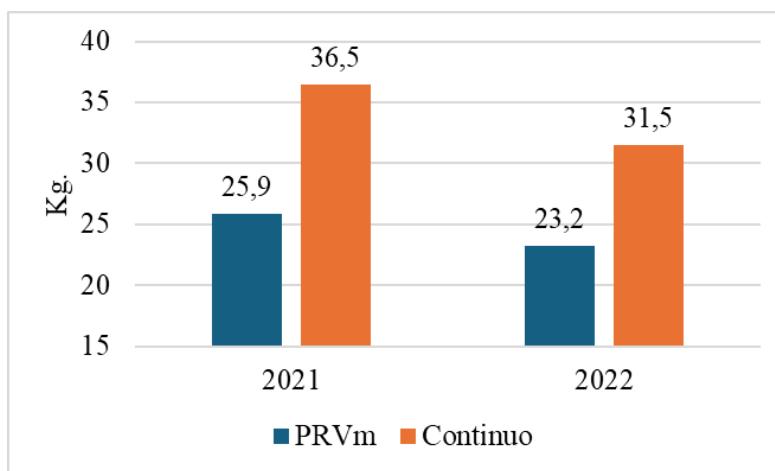


Figura 1. Indicador “kg cordero destetado / oveja encastada”, por temporada y por sistema de pastoreo. Ensayo sistemas de pastoreo, Kampenaike.

CONCLUSIONES

En las condiciones de las temporadas que consideró la evaluación los mejores resultados en términos de producción animal los presentó el sistema PC. Como podría esperarse, los resultados individuales de producción animal caen en pastoreos intensivos. Todo indica que en ganadería extensiva es el ajuste de carga el factor de mayor influencia en los resultados de producción animal.

REFERENCIAS

- GYSLING, J. (2020). Patagonia agredida. Itinerarios de desertificación. La Prensa Austral Impresos Punta Arenas, Chile, 247 p.
- ORDOÑEZ, I. y F. SALES. (eds.). (2024). Efecto del pastoreo regenerativo (PRV modificado) y un pastoreo continuo con ajuste de carga sobre la relación suelo-planta-animal. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Boletín N°506, 107p.
- STRAUCH B., O. y R. LIRA F. (Eds.). 2012. Bases para la producción ovina en Magallanes. 154 p. Boletín INIA N° 244. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Centro Regional de Investigación Kampenaike. Punta Arenas, Chile.

RELACIÓN HOJA-TALLO EN POBLACIONES DE ALFALFA (*MEDICAGO SATIVA L.*) ESTABLECIDAS EN CAUQUENES Y CHILLÁN, CHILE

*Leaf-to-stem ratio in alfalfa (*Medicago sativa L.*) populations established in Cauquenes and Chillán, Chile.*

Camila Saenz¹, Luis Inostroza¹, Soledad Espinoza¹, Viviana Barahona¹, Hamza Noushahi², Alejandro Del Pozo².

E-mail: camila.saenz@inia.cl

¹ Instituto de Investigaciones Agropecuarias. ² Facultad de Agronomía, Universidad de Talca, Talca, Chile.

INTRODUCCIÓN

La alfalfa (*Medicago sativa L.*) es una leguminosa forrajera perenne con un sistema radical profundo, reconocida por su alto rendimiento y diversidad de mecanismos de tolerancia a la sequía, lo que la convierte en un cultivo clave en sistemas de producción de zonas mediterráneas propensas al déficit hídrico (Noushahi et al., 2025). Uno de los componentes del rendimiento de alfalfa es la relación hoja- tallo, además este parámetro es un indicador de la calidad nutritiva para esta especie, pues las hojas de la alfalfa contienen la mejor calidad nutritiva de la planta, y las variedades con mayor relación hoja:tallo se caracterizan por una mejor calidad. Se ha observado una correlación positiva significativa entre la relación hoja:tallo y el contenido de proteína cruda, lo que sugiere que esta relación es el principal determinante de la calidad del forraje en alfalfa. Por lo tanto, en la selección de genotipos de alfalfa se debe considerar la relación hoja:tallo además del rendimiento (Okumus et al., 2021; Wang et al., 2021). El objetivo de este estudio es evaluar la relación hoja:tallo en poblaciones de alfalfa establecidas en Cauquenes y Chillán, para identificar variaciones genéticas y ambientales relacionadas con la calidad del forraje.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio evaluó 250 poblaciones medio hermanas de alfalfa (*Medicago sativa L.*) derivadas de 25 accesiones tolerantes a sequía, con el objetivo de caracterizar la relación hoja:tallo en dos ambientes mediterráneos de la zona centro sur de Chile: Estación experimental Cauquenes y Santa Rosa (Chillán). Las plantas se propagaron mediante clones y se cruzaron mediante polinización controlada con abejorros para generar la población experimental. Los ensayos se establecieron bajo condiciones de secano e irrigación suplementaria (15 mm semanales) en un diseño α -látice con dos repeticiones. En noviembre, previo al corte, se midió el tamaño de las hojas ubicadas en el tercio medio del tallo y se determinó la proporción de biomasa foliar y de tallo. Los datos se analizaron mediante modelos mixtos con estimación REML, considerando sitio, año, régimen hídrico y población. Esta metodología permitió identificar diferencias genéticas y ambientales asociadas a la relación hoja:tallo, información clave para seleccionar genotipos de alfalfa con mejor calidad forrajera y adaptación a condiciones de sequía.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La relación hoja:tallo (Figura 1) mostró diferencias claras entre los sitios de estudio. Las poblaciones de Cauquenes presentaron valores más altos (1,0–1,3) que las de Chillán (0,7–0,9), indicando mayor proporción foliar bajo estrés hídrico. La longitud de tallo (Figura 2) fue mayor en Chillán (70–80 cm) y menor en Cauquenes (45–55 cm), mientras que el área foliar (Figura 3) fue significativamente más amplia en Chillán. Estos resultados reflejan la influencia ambiental sobre la morfología de la alfalfa, en condiciones más secas, las plantas reducen su tamaño pero mantienen una proporción foliar mayor, lo que mejora la calidad forrajera. Este patrón concuerda con estudios previos que asocian una alta relación hoja:tallo con mayor contenido proteico y digestibilidad, aunque con menor biomasa total. En conjunto, la relación

hoja:tallo se confirma como un indicador eficiente de adaptación y calidad nutricional en ambientes contrastantes de producción.

Figura 1. Relación hoja:tallo

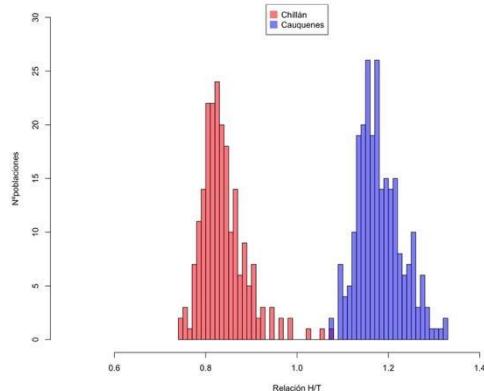


Figura 2. Longitud tallo

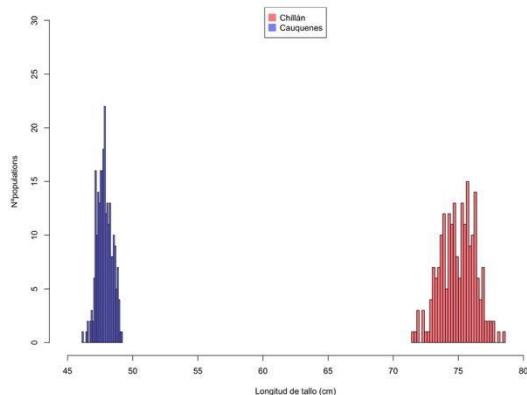
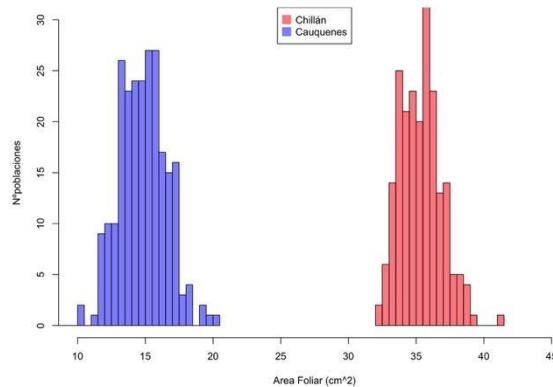


Figura 3. Área Foliar



CONCLUSIONES

Se demostró que la relación hoja:tallo es un descriptor clave para evaluar la adaptación y calidad forrajera de la alfalfa, reflejando la respuesta morfológica al ambiente. Las poblaciones de Cauquenes mostraron una mayor proporción foliar, evidenciando eficiencia adaptativa bajo condiciones de sequía.

REFERENCIAS

- NOUSHABI, H. A., INOSTROZA, L., BARAHONA, V., ESPINOZA, S., OVALLE, C., QUITRAL, K., LOBOS, G. A., GUERRA, F. P., KEFAUVER, S. C., & DEL POZO, A. (2025). Selecting High Forage-Yielding Alfalfa Populations in a Mediterranean Drought-Prone Environment Using High-Throughput Phenotyping. *Remote Sensing*, 17(9), 1517.
- OKUMUS, O., CIFTCI, B., UZUN, S., & KAPLAN, M. (2021). Determination of feed quality parameters of leaves and stems of different alfalfa genotypes. *Current Trends in Natural Sciences*, 10(20), 118-121.
- WANG, X., YAN, X., MI, F., & LI, H. (2021). Correlation analysis of alfalfa varieties based on production performances, winter survival rates and fall dormancies. *Legume Research-An International Journal*, 44(1), 15-20.

EVALUACIÓN ESTACIONAL DE LA CALIDAD Y DISPONIBILIDAD DE PRADERA NATURAL DE SECANO EN RELACIÓN CON LA COMPOSICIÓN BOTÁNICA Y ORIENTACIÓN GEOGRÁFICA

Seasonal assessment of the quality of natural dry grassland in relation to botanical composition and geographical orientation

Antonia Guajardo^{*1}, Patricio Lisboa¹, David Salas¹, Gonzalo Muñoz², Nicolas Quiroga¹ y Paula Toro-Mujica¹

*E-mail: antonia.guajardo@pregrado.uoh.cl

¹ Instituto de Ciencias Agroalimentarias, Animales y Ambientales. Universidad de O'Higgins.

²Departamento de Ingeniería Industrial. Universidad de Chile

INTRODUCCIÓN

Los sistemas de pastoreo cumplen un rol fundamental en el sector agropecuario, ya que permiten una vía sostenible de uso de recursos naturales, mientras aportan al desempeño productivo. No obstante, las variaciones en precipitaciones y temperaturas debido al cambio climático, han reducido la vigencia de la información existente sobre el crecimiento y calidad nutricional de praderas de secano. La hipótesis planteada fue que la altitud y la orientación geográfica de localización de una pradera, modifica el estado fenológico y la composición botánica de las especies y con ello la disponibilidad y calidad nutricional de la pradera natural de secano en la región de O'Higgins. De este modo, el objetivo fue evaluar el efecto de la estacionalidad, altura relativa y orientación geográfica, sobre las variables asociadas a la disponibilidad y composición nutricional de la pradera natural de secano en la región de O'Higgins.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en una pradera natural de secano ubicada en el sector Los Quillayes, comuna de Las Cabras, región de O'Higgins (-34.0695287, -71.4940355), que se caracteriza por tener un clima mediterráneo templado con lluvias invernales (Csb). El periodo de muestreo abarcó desde julio a diciembre de 2023. Se establecieron 12 parcelas de exclusión de 10 x 10 m distribuidas por orientación (norte, sur, este y oeste) y altura (alto, medio, bajo). Cada 30 días se extrajeron tres submuestras por parcela utilizando un marco circular de 36 cm de diámetro. Las muestras fueron cortadas a ras de suelo, embolsadas, rotuladas y conservadas en un contenedor frío para su traslado al laboratorio. En laboratorio, las especies recolectadas se clasificaron por familia botánica (gramíneas, leguminosas, geraniáceas, asteráceas y convolvuláceas) a través de criterios morfológicos y aplicaciones de identificación vegetal con posterior verificación de docente especializado en botánica. Se determinó peso fresco de cada muestra y posteriormente contenido nutricional (materia seca, proteína cruda, fibra detergente neutra y fibra detergente ácida). Posteriormente, se calculó el peso seco, la disponibilidad de materia seca de la pradera y la composición porcentual de cada familia. Para el análisis estadístico se utilizó RStudio, el cual se aplicaron pruebas no paramétricas (Kruskal-Wallis y Dunn) y modelos lineales generalizados (GLM) con distribución gamma y escala logarítmica. Los factores considerados fueron mes, orientación, altura, familia botánica y disponibilidad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La disponibilidad de la pradera natural de secano mostró una clara variación estacional aumentando desde agosto hasta alcanzar su máximo en octubre, que luego disminuyó en noviembre y cayó significativamente en diciembre ($p < 0,05$). Este comportamiento está relacionado con el ciclo vegetativo de las especies y las condiciones climáticas, de manera que la primavera favoreció la acumulación de biomasa debido a mayor temperatura y radiación, mientras que el verano provocó un descenso debido a asociado al déficit hídrico

característico de las praderas de secano durante ese periodo (Figura 1). En cuanto a la composición botánica, las gramíneas fueron la familia predominante durante todo el periodo de estudio, seguida por geraniáceas, asteráceas, convolvuláceas y leguminosas en menor proporción, concentrando también la mayor disponibilidad (Figura 2). La calidad nutricional también tuvo variaciones significativas a lo largo de los meses estudiados. El contenido de materia seca aumentó con la madurez de especies, mientras que la proteína cruda disminuyó. El comportamiento de fibra detergente ácida (FDA) y fibra detergente neutra (FDN) fue muy similar, observándose un aumento a partir de octubre, reflejando la madurez y significación de las especies hacia el final del periodo muestreado. Las gramíneas y asteráceas presentaron mayor materia seca y fibras, pero menor contenido de proteína. En cambio, las leguminosas tuvieron mayor proteína cruda y menor cantidad de fibras. Esto coincide con lo reportado en Portillo et al. (2021), quienes señalan que las gramíneas presentan mayor contenido de materia seca, pero con una calidad nutricional menor debido a su alto contenido de fibra, mientras que las leguminosas aportan mayor concentración de proteína y digestibilidad que mejora la calidad nutricional del forraje.

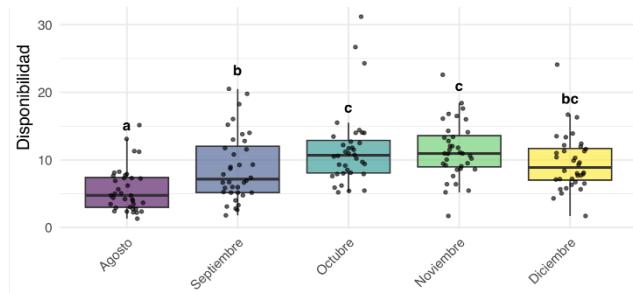


Figura 1: Disponibilidad de MS (Ton MS ha⁻¹)

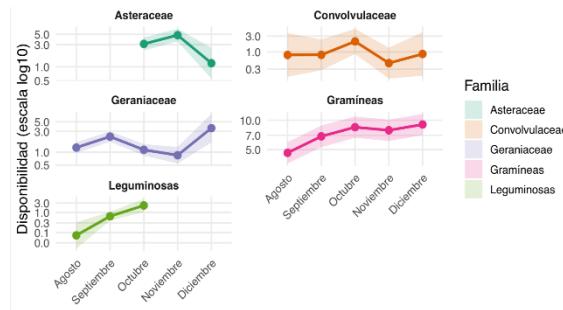


Figura 2: Distribución de familias de especies

CONCLUSIONES

La disponibilidad de biomasa de la pradera natural de secano presentó una variación estacional notoria, con un incremento de agosto a octubre, coincidiendo con el patrón característico de las especies en clima mediterráneo donde la mayor producción se concentra en primavera. Con relación a la composición botánica, las gramíneas fueron la familia dominante, seguida de geraniáceas, asteráceas, convolvuláceas y leguminosas, éstas últimas con la participación más baja en la pradera. La calidad nutricional del forraje evidenció variaciones significativas, de manera que la materia seca, FDA y FDN aumentaron a medida que avanzó la madurez vegetal. Por el contrario, el contenido proteico disminuyó. En cuanto al efecto de la altura sobre la calidad nutricional se destaca que la altura media concentró mayor FDA y FDN, la proteína no tuvo diferencia significativa entre alturas y la materia seca mostró una alta variabilidad pero sin una diferencia notoria entre las alturas. Las orientaciones Oeste y Sur presentaron mayor fibra y materia seca, lo que indicó menor calidad del forraje, mientras que Este y Norte mostraron menor fibra y mayor proteína, lo que reflejó mejor valor nutricional.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad de O'Higgins por el financiamiento otorgado por medio del proyecto MSM2021003.

REFERENCIAS

PORTILLO P. MENESES D. LAGOS E. DUTER M. CASTRO E. (2021). Nutritive value of forage mixtures in the dry and rainy seasons in Nariño, Colombia. *Agronomía Mesoamericana*, 32(2), 556-572.

RENDIMIENTO DURANTE PRIMAVERA-VERANO DE UNA PRADERA BINARIA VS. UNA MULTIESPECIE BAJO DOS FRECUENCIAS DE DEFOLIACIÓN

Yield during spring-summer of a binary pasture vs. a multi-species pasture under two defoliation frequencies

Javier Gallardo^{1,2}, Oscar Balocchi², Iván Calvache^{2,3}, Juan Pablo Keim², Máximo Alonso²

E-mail: javier.gallardo04@alumnos.uach.cl

¹Escuela de Graduados, Facultad de Ciencias Agrarias y Alimentarias, Universidad Austral de Chile. ²Instituto de Producción Animal, Facultad de Ciencias Agrarias y Alimentarias, Universidad Austral de Chile. ³Departamento de Producción Animal, Facultad de Agronomía, Universidad de Concepción.

Proyecto FONDECYT 1220448

INTRODUCCIÓN

El rendimiento de un sistema pastoril se ve afectado en la época estival debido al estrés por falta de humedad y exceso de temperaturas. La utilización de praderas multiespecie puede ayudar a mitigar este efecto, al incorporar especies con mejor crecimiento durante la época estival (Pembleton et al., 2015). La frecuencia de defoliación (FD) calculada a través de grados días acumulados (GDA) es un factor clave para optimizar el rendimiento de praderas multiespecie ya que afecta la acumulación de carbohidratos solubles (Calvache et al., 2020) por lo que se debe ajustar para que no afecte el rendimiento y la persistencia de las especies. Por lo tanto, se plantea la hipótesis que praderas multiespecie tendrán mayor rendimiento que praderas binarias bajo las mismas FD durante primavera y verano. El objetivo fue evaluar el comportamiento de dos tipos de praderas compuestas por distintos grupos funcionales bajo dos FD durante primavera y verano.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se llevó a cabo entre septiembre de 2023 y abril de 2024 en la Estación Experimental Agropecuaria Austral de la Universidad Austral de Chile. El estudio contó de 12 parcelas experimentales distribuidas bajo un diseño en bloques completos al azar con arreglo factorial de 2×2 (2 tipos de praderas (TP), binarias (BN) y multiespecie (MSP) \times 2 frecuencias de defoliación (150 y 300 GDA), teniendo un total de cuatro tratamientos por bloque. Las praderas binarias se encontraron compuestas por *Lolium perenne* (Lp) + *Bromus valdivianus* (Bv), mientras que las praderas multiespecie se encontraban compuestas por gramíneas (Lp y Bv), *Trifolium repens* (Tr) + *Trifolium pratense* (Tp) + *Cichorium intybus* (Ach) + *Plantago lanceolata* (Plant). Por otra parte, las frecuencias de defoliación (FD) fueron determinadas por los GDA con la fórmula de McMaster y Wihelm (1997), siendo F1 150 GDA y F2 300 GDA. Las variables evaluadas fueron rendimiento en fitomasa para ambos tipos de praderas a través de la fitomasa por corte (kg MS ha^{-1}), fitomasa acumulada (kg MS ha^{-1}) y tasa de crecimiento ($\text{kg MS ha}^{-1} \text{día}^{-1}$), mientras que la dinámica de crecimiento fue evaluada en las praderas BN marcando tres macollos de Lp y Bv para medir largo total lámina (LTL; cm macollo^{-1}), número láminas ($\text{N}^\circ \text{ Lam}$; macollo^{-1}), tasa crecimiento lámina (TCL; cm dia^{-1}), tasa aparición lámina (TAL; días Lam^{-1}), filocrono (GDA) y composición botánica (medida a través del porcentaje de participación de cada especie en la pradera).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con respecto al rendimiento, no hubo diferencia significativa para la interacción entre TP \times FD ($p>0,05$) en los parámetros evaluados, pero si al medir los factores por separado, donde, la pradera MSP fue superior que la BN en tasa de crecimiento y fitomasa acumulada ($p<0,05$; Cuadro 1). Esto explicado por lo que plantea Grange et al. (2021) la incorporación de grupos funcionales con resistencia a la sequía promueven mayores rendimientos que sistemas monofíticos. Mientras que para el factor de FD, F2 fue superior a F1 en todos los parámetros evaluados ($p<0,05$), debido probablemente a la concentración de carbohidratos solubles que afectan el rebrote y, por lo tanto, el rendimiento.

Cuadro 1. Producción materia seca para praderas binarias y multiespecie sometidas a dos frecuencias de defoliación

TP	TC (kg MS ha ⁻¹ dia ⁻¹)	Fitomasa Cte. (kg MS ha ⁻¹ Cte ⁻¹)	Fitomasa Acum. (kg MS ha ⁻¹)
BN	69,3	1066,4	6977,6
MSP	95,1	1366,6	8834,0
EEM	5,330	126,930	427,030
V-p	0,0090	0,0900	0,0100
FD			
F1	41,2	679,4	7043,9
F2	123,2	1753,5	8767,7
EEM	5,230	124,620	427,030
V-p	0,0010	0,0010	0,0200
Interacción	Valor -p		
TP × FD	0,1000	0,4800	0,5100

BN: binaria, MSP: multiespecie, TP: tipo pradera, FD: frecuencia defoliación, EEM: error estándar de la media, TC: tasa de crecimiento, Cte.: corte, Acum.: acumulada.

Cuadro 2. Dinámica de crecimiento de *Lolium perenne* y *Bromus valdivianus* sometidas a dos frecuencias de defoliación

Sp	LTL (cm mac ⁻¹)	Nº Lam. (mac ⁻¹)	TCL (cm dia ⁻¹)	TAL (dias Lam. ⁻¹)	Filocrono (GDA)
Bv	32,8	3,3	2,3	6,7	83,6
Lp	23,3	2,8	1,6	7,9	92,2
EEM	1,00	0,06	0,09	0,51	2,40
V-p	0,0010	0,0010	0,0010	0,0340	0,0092
FD					
F1	22,1	2,7	1,3	6,6	75,5
F2	33,5	3,3	2,5	8,0	101,7
EEM	1,05	0,01	0,09	0,52	2,40
V-p	0,0010	0,0010	0,0010	0,0166	0,0010
Interacción	Valor -p				
Sp × FD	0,1900	0,2283	0,1500	0,6037	0,0840

Sp: especie, FD: frecuencia de defoliación, EEM: error estándar de la media, LTL: largo total de lámina, N°Lam.: número de láminas, TCL: tasa crecimiento de lámina, TAL: tasa aparición de láminas, GDA: grados días acumulados.

En el Cuadro 2 para el factor especie Bv fue superior en TCL y tuvo menos TAL y filocrono que Lp ($p<0,05$). Esto fue debido probablemente a que Bv tiene mayor área foliar total dado su mayor número de hojas vivas y longitud de lámina que Lp. Por otro lado, Bv tuvo un filocrono de 80 GDA y Lp de 90 GDA. Para el factor de FD, F2 fue superior a F1 en todos los parámetros evaluados ($p<0,05$), siendo explicado principalmente al tiempo transcurrido entre defoliaciones, dado que en amplias FD (300GDA) se alcanzan a recuperar los carbohidratos solubles necesarios para el rebrote de la pradera.

CONCLUSIONES

Las praderas MSP fueron superiores a las praderas BN en rendimiento indistintamente de la FD. En cuanto a la FD, el tiempo transcurrido entre defoliaciones afecta el rendimiento, siendo FD amplias las que favorecen los parámetros medidos. Mientras que para la dinámica de crecimiento Bv tuvo mayor LTL, N°Lam y TCL que Lp.

REFERENCIAS

- CALVACHE, I., BALOCCHI, O., ALONSO, M., KEIM, J. P., & LÓPEZ, I. (2020). Water-soluble carbohydrate recovery in pastures of perennial ryegrass (*Lolium perenne* l.) and pasture brome (*bromus valdivianus* phil.) under two defoliation frequencies determined by thermal time. *Agriculture (Switzerland)*, 10(11), 1–12.
- PEMBLETON, K. G., TOZER, K. N., EDWARDS, G. R., JACOBS, J. L., & TURNER, L. R. (2015). Simple versus diverse pastures: Opportunities and challenges in dairy systems. In *Animal Production Science* (Vol. 55, Issue 7, pp. 893–901). CSIRO PUBLISH

EFECTO DEL TIPO DE PRADERA Y FRECUENCIA DE DEFOLIACIÓN SOBRE LA PRODUCCIÓN DE GAS Y METANO IN VITRO

Effect of pasture type and defoliation frequency on in vitro gas and methane production

Isidora Ruiz-Tagle^{1*}, Juan Pablo Keim^{2*}, Oscar Balocchi², Iván Calvache²

*isidora.ruiz-tagle@alumnos.uach.cl; juan.keim@uach.cl

¹ Escuela de Graduados, Facultad de Ciencias Agrarias y Alimentarias, Universidad Austral de Chile, ² Instituto de Producción Animal, Universidad Austral de Chile

INTRODUCCIÓN

La ganadería enfrenta el desafío de satisfacer la creciente demanda de alimentos mientras reduce las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), principalmente el metano (CH_4), del cual cerca del 39 % proviene de la fermentación entérica de rumiantes. Es por esto que diversos estudios han buscado disminuir este impacto mediante la modificación de la dieta (Grossi et al., 2019). En este contexto, las praderas multiespecies, que combinan gramíneas, leguminosas y especies latifoliadas, surgen como alternativa para optimizar la fermentación ruminal y reducir la producción de CH_4 (Hassan et al., 2025), considerando además la frecuencia de defoliación, dado que la composición nutricional de la pradera varía entre sus estados fenológicos (Weiby et al., 2025). El objetivo del estudio fue evaluar el efecto de cuatro tipos de pradera y dos frecuencias de defoliación sobre la producción de gas y metano in vitro.

MATERIALES Y METODOS

Se utilizaron cuatro tipos de pradera: monofíticas (*Lolium perenne* y *Bromus valdivianus*), una binaria (*Lp+Bv*) y una multiespecies, establecidas el año 2023, en la Estación Experimental Agropecuaria Austral. Las praderas fueron muestreadas a los 150 y 300 grados día acumulados (GDA) en las estaciones de verano, otoño, invierno y primavera. Se evaluaron ocho tratamientos en tres bloques mediante un diseño experimental de bloques completos al azar con arreglo factorial de 4 * 2 (Tipo de pradera * Frecuencia de defoliación (FD)), considerando la estación como medida repetida. Las muestras de cada tratamiento fueron liofilizadas, molidas y almacenadas. Las incubaciones se realizaron según el método descrito por Theodorou et al. (1994), utilizando el sistema automático ANKOM RF que registró continuamente la presión de gas. Al finalizar la incubación a las 48 horas se determinó la concentración de CH_4 a las 48 h con cromatografía de gases, y se registró la presión de gas para calcular la concentración. Se analizaron los datos mediante modelos mixtos con factores fijos (pradera, FD y estación) y aleatorios (bloque), considerando un nivel de significancia de $p < 0,05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el cuadro 1 se muestran los resultados para la producción total de gas, en el que se observan diferencias para la producción de gas (PG) *in vitro* según pradera ($p < 0,001$) y FD ($p = 0,019$), siendo las praderas cosechadas a los 150 GDA que produjeron un menor volumen de gas, y en cuanto a las praderas, la multiespecie (Msp) fue la de menor fermentación con respecto a las demás ($p < 0,001$). En cuanto al CH_4 , en el cuadro 2 se presentan los resultados donde se evidencia que la estación tuvo un efecto significativo sobre las variables, proporción de CH_4 , mL CH_4 /gMS digerida, mL CH_4 /gMO digerida y el CH_4 expresado en mL/gMS incubados ($p < 0,05$), varió también según la frecuencia de defoliación ($p = 0,043$) y presentó una interacción significativa entre la pradera y la FD ($p = 0,047$). En general, las FD más altas presentaron valores mayores tanto para la producción de gas como CH_4 , donde las mezclas de LpBv y el monocultivo

de Lp a 300 GDA registraron los valores más altos (29,5 y 28,9 mL CH₄/gMS, respectivamente), mientras que Msp mantuvo producciones más estables y bajas con ambas FD (\approx 24 mL/gMS inc).

Cuadro 1. Efecto del tipo de pradera y frecuencia de defoliación sobre la producción total de gas y variables de metano *in vitro*.

Pradera	FD (GDA)	PG ₄₈ (mL)	CH ₄ (%)	CH ₄ (mL/gMS inc)	CH ₄ (mL/gMS dig)	CH ₄ (mL/gMO inc)	CH ₄ (mL/gMO dig)
Lp	150	210	18,7	25,5	34,9	33,5	39,4
	300	229	19,1	28,9	45,1	37,0	46,1
Bv	150	194	19,7	26,0	41,3	35,0	45,0
	300	209	19,6	24,9	36,4	32,8	40,2
Lp+Bv	150	194	19,1	22,8	31,6	30,7	37,1
	300	230	18,8	29,5	48,0	37,6	47,8
Msp	150	189	19,1	24,1	39,2	31,5	40,2
	300	189	19,0	23,9	40,0	31,7	40,7
Valor - p							
Pradera		<0,001	0,054	0,186	0,993	0,227	0,849
FD		0,019	0,998	0,043	0,050	0,111	0,127
Est		<0,001	<0,001	<0,001	0,196	<0,001	0,020
P*FD		0,817	0,658	0,047	0,047	0,086	0,069
P*E		0,364	0,761	0,165	0,939	0,200	0,624
FD*E		0,903	0,047	0,193	0,322	0,285	0,431
P*FD*E		0,98	0,773	0,579	0,917	0,573	0,848

PG₄₈: producción total de gas a las 48 horas de incubación; Lp: *Lolium perenne*; Bv: *Bromus valdivianus*; Lp+Bv: mezcla Lp y Bv; Msp: multiespecie; MS: materia seca; inc: incubados; dig: digeridos; FD: frecuencia de defoliación; Est: estación; P*FD: interacción pradera y frecuencia de defoliación; P*E: interacción pradera y estación; FD: interacción frecuencia de defoliación y estación; P*FD*E: interacción triple.

CONCLUSIONES

Con altas frecuencias de defoliación (150 GDA), las praderas de gramíneas producen menos metano, mientras que a bajas FD (300 GDA) la pradera multiespecie presenta una menor producción, demostrando una interacción entre el tipo de praderas y la frecuencia de defoliación.

REFERENCIAS

- GROSSI, G., GOGLIO, P., VITALI, A., & WILLIAMS, A. G. (2019). Livestock and climate change: impact of livestock on climate and mitigation strategies. *Animal Frontiers*, 9(1), 69-76.
- HASSAN, M. U., SIDORUK, P., LECHNIAK, D., SZUMACHER-STRABEL, M., BOCIANOWSKI, J., ŚLUSARCZYK, S., CIEŚLAK, A. (2025). Effect of multispecies swards on ruminal fermentation, methane emission and potential for climate care cattle farming— an *in vitro* study. *animal*, 19(1), 101386.
- THEODOROU, M. K., WILLIAMS, B. A., DHANOA, M. S., MCALLAN, A. B., & FRANCE, J. (1994). A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feeds. *Animal feed science and technology*, 48(3-4), 185-197. DOI: [https://doi.org/10.1016/0377-8401\(94\)90015-7](https://doi.org/10.1016/0377-8401(94)90015-7)
- WEIBY, K. V., ÅRVIK, L., EKNÆS, M., SCHWARM, A., STEINSHAMN, H., BEAUCHEMIN, K. A., ... & DØNNEM, I. (2025). Milk production and methane emissions from dairy cows fed silages from different grassland species and harvesting frequencies. *Journal of Dairy Science*, 108(3), 2454-2467.

EFFECTO DE LA DISPONIBILIDAD Y OFERTA FORRAJERA DE UNA PRADERA MIXTA CON *Bromus valdivianus* SOBRE LA PRODUCCIÓN LÁCTEA EN OTOÑO

*Effect of Herbage Mass and Pasture Allowance of a Mixed Pasture with *Bromus valdivianus* Phil on Milk Yield of Dairy Cows During Autumn*

Exequiel Herrera¹, Rubén Pulido^{2*}, Juan Pablo Keim^{1*}, Iván Calvache¹, Óscar Balocchi¹.

Email: rlpulido@uach.cl, juan.keim@uach.cl

¹Instituto de Producción Animal, Facultad de Ciencias Agrarias y Alimentarias, Universidad Austral de Chile.

²Instituto de Ciencia Animal, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Austral de Chile. Proyecto FONDECYT 1240451.

INTRODUCCIÓN

La ballica perenne es la principal especie en los sistemas lecheros, no obstante, esta especie puede presentar una baja persistencia bajo condiciones desfavorables como la sequía de verano (Keim et al., 2015). Se han buscado alternativas pratenses, donde *Bromus valdivianus* ha demostrado lograr rendimientos de MS similares a la ballica perenne con una mejor tolerancia al déficit hídrico (Calvache et al., 2020). Producto de su menor relación CHOS/PC y mayor contenido de fibra en comparación a *Lolium perenne*, incrementa las excreciones de N, por lo que no es recomendable su uso como pradera monofítica (Beltrán et al., 2022). Por ello se propone su utilización en mezclas, siendo necesario definir los criterios de pastoreo. El objetivo de este estudio fue determinar la mejor disponibilidad y oferta de una pradera compuesta por ballica perenne, bromo y trébol blanco para vacas lecheras en pastoreo otoñal.

MATERIAL Y MÉTODOS

El experimento se desarrolló en la Estación Experimental Agropecuaria Austral, Valdivia, Chile, entre marzo a mayo de 2025. En mayo de 2024 se establecieron 9 ha de pradera mixta compuesta por *L. perenne*, *T. repens* + *B. valdivianus*, divididas en 3 potreros (bloques). Para el estudio se utilizaron 36 vacas a inicios de lactancia con una producción media de 27 lts y 530 kg PV al inicio del experimento. Las vacas fueron asignadas a 4 tratamientos que resultaron de la combinación de dos disponibilidades de pradera (Alta Disp: 2400 kg MS/ha; Baja disp: 1800 kg MS/ha) y dos ofertas (AO: 25 kg MS/vaca/día a ras de suelo; BO: 15 kg MS/vaca/día), de modo tal que estos estuvieran balanceados en términos de producción de leche y pesos vivo. Se realizó un pastoreo rotativo en franjas con 3 vacas por tratamiento por bloque. Adicionalmente las vacas recibieron 4 kg MS de ensilaje de pradera y 5 kg MS de concentrado comercial. Se definieron dos períodos experimentales de 25 días, con 15 días de adaptación y 10 días de medición. La producción de leche y peso vivo de las vacas se registró diariamente, mientras que para la composición de la leche se tomaron muestras en las ordeñas am y pm durante tres días. El diseño experimental correspondió a bloques completos al azar con arreglo factorial de 2x2 (dos ofertas y dos disponibilidades de pradera) y medidas repetidas en el tiempo. Los datos fueron analizados con PROC MIXED de SAS, con la oferta y disponibilidad de pradera como factores fijos, el bloque de campo y la paridad de las vacas como efectos aleatorios y el período como medida repetida en el tiempo. Se declaró un nivel de significancia de $P < 0,05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La producción y composición de la leche no fueron afectadas significativamente por la disponibilidad de fitomasa ni por la oferta forrajera (Tabla 1). La producción diaria de leche osciló entre 26,4 y 27,6 L/vaca/día, sin diferencias atribuibles a la disponibilidad ($P = 0,557$) ni a la oferta

de pradera ($P = 0,879$), ni su interacción. Esto puede deberse a la sustitución en el consumo de pradera al ofrecer forrajes conservados y concentrado comercial, práctica común durante la época de otoño. En cambio, se observó un efecto altamente significativo del período experimental ($P < 0,001$), lo que indica que la producción varió principalmente a lo largo del tiempo. El contenido de materia grasa en la leche varió entre 4,06 y 4,31%, sin diferencias debidas a los factores principales ($P > 0,05$); sin embargo, se detectó una interacción significativa entre disponibilidad y oferta ($P < 0,001$), lo que sugiere que la respuesta del contenido graso dependió de la combinación entre ambas condiciones de pastoreo. De manera similar, el contenido de proteína cruda fluctuó entre 3,71 y 3,85%, sin diferencias por tratamientos ($P > 0,05$), aunque presentó variaciones asociadas al período experimental ($P < 0,001$). La producción diaria de grasa y proteína mostró una tendencia a ser mayor en la condición de baja disponibilidad (1,19 y 1,06 kg/d, respectivamente), pero sin alcanzar significancia estadística por efecto de disponibilidad u oferta ($P > 0,05$). En ambos casos, el período tuvo un efecto significativo (grasa: $P = 0,003$; proteína: $P = 0,025$). Los sólidos totales producidos (2,09–2,25 kg/d) y la leche corregida por energía (29,8–31,8 kg/d) o por grasa y proteína (27,7–29,5 kg/d) no mostraron diferencias significativas entre tratamientos ($P > 0,05$).

Cuadro 1. Producción y calidad de leche de vacas pastoreando dos disponibilidades de fitomasa y dos ofertas forrajeras.

Variable	Alta Disp		Baja Disp		Valor - P			
	AO	BO	AO	BO	Disp	Oferta	Per	D*O
PL (L/vaca/día)	26.4	26.8	27.6	26.8	0.557	0.879	<0,001	0.612
MG (%)	4.13	4.06	4.31	4.14	0.494	0.902	<0,001	<0.001
PC (%)	3.71	3.75	3.85	3.79	0.308	0.939	<0,001	0.567
Grasa (kg/d)	1.13	1.09	1.19	1.11	0.478	0.269	0.003	0.689
Proteína (kg/d)	0.99	0.99	1.06	1.02	0.179	0.518	0.025	0.503
ST (kg/d)	2.12	2.09	2.25	2.13	0.266	0.283	0.413	0.566
LCE (kg/d)	30.1	29.8	31.8	30.2	0.297	0.321	0.8	0.522
LCGP (kg/d)	28	27.7	29.5	28.1	0.392	0.457	0.882	0.467

PL: producción de leche; MG: materia grasa; PC; proteína cruda; ST: sólidos totales; LCE: leche corregida por energía; LCGP: leche corregida por grasa y energía; AO: alta oferta; BO; baja oferta; Disp: disponibilidad.

CONCLUSIÓN

Estos resultados indican que, bajo las condiciones evaluadas, ni la disponibilidad de fitomasa ni la oferta forrajera modificaron de forma significativa la producción ni la calidad composicional de la leche. La única interacción significativa se presentó para el contenido de materia grasa, reflejando una posible respuesta combinada de los animales a las condiciones de pastoreo.

REFERENCIAS

- BELTRAN IE, TELLEZ D, CABANILLA J, BALOCCHI O, ARIAS R, KEIM JP (2022) Agronomy 12(8), 1953.
 CALVACHE I, BALOCCHI O, ALONSO MF, KEIM JP, LÓPEZ I (2020). Agronomy 10, 620-633.
 KEIM JP, LÓPEZ IF, BALOCCHI OA (2015) Grass and Forage Science 70(2), 283-295.

INFLUENCIA DE *VACHELLIA CAVEN* EN LA ACTIVIDAD MICROBIOLOGICA DEL SUELO SOBRE 16 FUENTES CARBONO EN UN AGROECOSISTEMA SILVOPASTORIL. RESULTADOS PRELIMINARES

Influence of Vachellia caven on soil microbial activity regarding 16 carbon substrates in a silvopastoral ecosystem. Preliminary results

Ariel Soto-Zapata, Camila Zenteno*, Patricio Lisboa y Paula Toro-Mujica,

*Email: ariel.soto@uoh.cl , camila.zenteno@pregrado.uoh.cl

Universidad de O'Higgins, Instituto de Ciencias Agroalimentarias, Animales y Ambientales,
San Fernando, Chile.

INTRODUCCIÓN

La sostenibilidad de los sistemas de producción de rumiantes en Chile requiere ser investigada desde una perspectiva integral y holística (Velázquez et al., 2024), que permita comprender las interacciones entre los subsistemas que constituyen un agroecosistema. Un ejemplo claro de un sistema complejo lo encontramos en un sistema silvopastoril, donde los componentes suelo, microorganismos, pradera, árboles y animales se relacionan e interactúan entre sí. De este modo, el propósito de la investigación fue evaluar el efecto de las variables edad del árbol, distancia al tronco, orientación y estación del año sobre la actividad y diversidad microbiológica del suelo en el sistema silvopastoril en la zona semiárida de Chile central.

MATERIALES Y MÉTODOS

La zona de estudio correspondió a un potrero de 6 ha, ubicado en zona semiárida de Chile Central, específicamente en la comuna Las Cabras, región de O'Higgins. Este potrero pertenece a un sistema silvopastoril que combina pradera natural con la presencia de *Vachellia cavens* (nombre común espino) y el pastoreo rotacional con ovinos. En el mes de marzo de 2025 se tomaron muestras de suelo desde 4 áreas delimitadas bajo el dosel de 9 árboles (norte/sur y cerca/lejos del tronco). Los árboles pertenecían a 3 grupos etarios (joven (J)/adulto (A)/adulto maduro (AM)). Las muestras de suelo fueron analizadas por el método de perfil fisiológico a nivel comunitario (CLPP) determinado con el sistema MicroResp TM. Se utilizaron 15 sustratos de carbono (C): glucosa (GLU), fructosa (FRU), L-arabinosa (ARA), N-acetil glucosamina (NAGA), trehalosa (TRE); ácido γ -aminobutírico (GABA), ácido α -cetoglutárico (AKGA), ácido oxálico (OXA), ácido cítrico (CIT), ácido málico (MAL); L-arginina (ARG), cisteína (CYS), lisina (LYS); ácido protocatecuico (PRO); α -ciclodextrina (ACYC), además de agua (WAT). La emisión microbiana de CO₂ se estimó tras 6 h de incubación a 25°C. Los datos obtenidos fueron analizados a través de la análisis de varianza multivariado (MANOVA) para determinar el efecto de los factores y el test HSD de Tukey para detectar diferencias entre grupos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De los factores analizados, la edad mostró un efecto significativo en 14 de los 15 sustratos. No se observó efecto de la distancia al tronco ni en la orientación ($p < 0,05$). Los resultados muestran una tendencia dominante de mayor actividad catabólica en espinos J para la mayoría de los sustratos, con algunas excepciones (Figura 1). En 11 de los 15 sustratos evaluados, los espinos J registraron una tasa de consumo de CO₂ significativamente superior, mientras que entre A y AM no se observaron diferencias significativas. Incluso en el tratamiento control (WAT), los espinos J mostraron una actividad basal significativamente mayor (Figura 1) sugiriendo una mayor dinámica microbiana general. La superioridad en el consumo de CO₂ por los espinos J para la mayoría de los sustratos (aminoácidos, carbohidratos, ácidos orgánicos) indica

comunidades microbianas altamente dinámicas y diversas. Esto, replica un patrón de sistemas tempranos dominados como r-estrategas. Comportamientos atípicos que evidencian la complejidad en el sistema, se vieron en GLU (J=AM>A), MAL (AM> J>A) y PRO (J >AM>A) (Figura 1). Los resultados sugieren que el incremento del uso de ciertas fuentes de C en árboles AM en comparación a A, evidenciaría una tendencia a la especialización de la comunidad microbiológica, tendiendo hacia k-estrategas, adaptados al consumo de fuentes más complejas de carbono (LYS, NAGA, CIT, MAL, PRO). La presencia de *Vachellia caven* podría tener impacto positivo en la captura de C, como se muestra en Muñoz et al., (2008) y Martínez et al., (2011) donde el efecto nodrizo, cobertura y hojarasca juegan un papel importante en la dinámica del C en los suelos. El no encontrar efecto de la distancia al tronco puede ser consecuencia de la época de muestreo (verano) donde toda la superficie bajo el dosel presenta un bajo contenido de humedad condicionando las especies presentes.

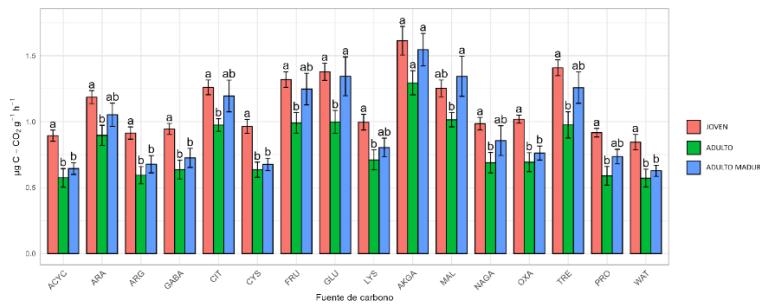


Figura 1. Perfil fisiológico a nivel de comunidad (CLPP) por cada fuente de carbono individuales (media ± EE), diferentes letras muestran diferencias significativas ($p \leq 0,05$) según el test de Tukey. ACYC = α -ciclodextrina, ARA = L-arabinosa, ARG = L-arginina, GABA = ácido γ -aminobutírico, CIT = ácido cítrico, CYS = L-cisteína, FRU = D-fructosa, GLU = D-glucosa, LYS = L-lisina, AKGA = ácido α -cetoglutárico, MAL = ácido málico, NAGA = N-acetil-D-glucosamina, OXA = ácido oxálico, TRE = D-trehalosa, PRO = ácido protocatecuico, WAT = agua.

CONCLUSIONES

La edad de los espinos influye sobre la actividad microbiológica del suelo. La mayoría de los sustratos exhiben una tasa de consumo significativamente mayor en espinos J, atribuido a una alta actividad catabólica y diversidad funcional. Mientras que el aumento de fuentes de carbono complejas en espinos AM sugiere una especialización metabólica en sistemas maduros a compuestos más complejos.

AGRADECIMIENTOS

A la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo (ANID) por el financiamiento otorgado para la realización de esta investigación a través del proyecto FONDECYT Regular 1240446.

REFERENCIAS

- VELÁSQUEZ, C., CANCINO-BAIER, D., QUIÑONES-DIAZ, J., HUAIQUIPAN, R., MUÑOZ, A., SEPÚLVEDA BECKER, N. et al. 2024. In the search for pastoral livestock systems that improve the meat quality: An exploratory study. Renewable Agriculture and Food Systems, 39, e18.
- MUÑOZ VARGAS, C. 2008. Influence of *Acacia caven* (Mol.) coverage on carbon distribution and its chemical composition in soil organic carbon fractions in a Mediterranean-type climate region. Geoderma, 144(1-2), 352-360.
- MARTÍNEZ, I., ZAGAL, E., OVALLE, C., COÛTEAUX, M.-M., STOLPE, N. B., VALDERRAMA, N. 2010. Litter decomposition of *Acacia caven* (Molina) Molina and *Lolium multiflorum* Lam. in Mediterranean climate ecosystems. Chilean Journal of Agricultural Research, 70(3), 454-464

SELECCIÓN DE PROGENIES DE ALFALFA CON ALTA CALIDAD DE FORRAJE EN AMBIENTES DE SECANO MEDITERRÁNEO

Selection of high forage quality alfalfa progenies grown in Mediterranean dryland environments

Luis Inostroza¹, Sofia Cabezas², Soledad Espinoza¹, Gerson Monzon¹, Alejandro del Pozo³, Macarena Gerdina²,
Erick Zagal², Mariela Silva¹ y Camila Saenz²

E-mail: linostroza@inia.cl

¹Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Chile

²Facultad de Agronomía, Universidad de Concepción, Chillán, Chile

³Facultad de Agronomía, Universidad de Talca, Talca, Chile

INTRODUCCIÓN

La calidad de forraje es un atributo de igual importancia que la producción de forraje en alfalfa. Perdidas de un 1% en digestibilidad se asocian a pérdidas de un 3% en ganancia de peso en animales bovinos. El programa de mejoramiento genético de alfalfas de INIA ha desarrollado materiales tolerantes a sequía con foco en alta producción de materia seca y persistencia en ambientes mediterráneos con precipitación anual mayor a 500 mm y 4-5 meses de temporada estival (Inostroza et al., 2021). Debido al alto costo no se ha hecho una caracterización de la calidad de forraje del material tolerante a sequía. El objetivo de este trabajo fue implementar una metodología basada en espectroscopía NIR para la estimación de componentes de calidad de forraje y evaluar la relación entre índices derivados de técnicas de sensoramiento remoto y calidad de forraje, en condiciones de campo.

MATERIALES Y METODOS

Se evaluó la calidad de forraje en dos experimentos establecidos en ambientes mediterráneos de la zona central de Chile: Cauquenes (Cq) y Chillán (Ch) en las regiones del Maule y Ñuble, respectivamente. En Cq se evaluó 250 progenies de medios hermanos y en Ch 185 progenies más 25 líneas parentales. En ambas localidades los experimentos se organizaron en un diseño experimental de Alpha lattice con 4 y 3 repeticiones en Cq y Ch, respectivamente. En total se trabajó con 1000 y 630 unidades experimentales en Cq y Ch, respectivamente. Las unidades experimentales corresponden a parcelas de 1x1m con 40 plantas distribuidas en hileras a 20 cm. Se determinó la calidad de forraje en el segundo corte de la tercera y segunda temporada de crecimiento de Cq y Ch, respectivamente. Se determinó proteína cruda (PC), fibra detergente neutro (FDN) y ácido (FDA) mediante un modelo predictivo basado en espectroscopía NIR. Con los valores de FDA y FDN se calculó el valor relativo del alimento (RFV). En total se analizaron 1630 muestras. Previo al corte de evaluación de producción y calidad de forraje se colectó imágenes RGB con dron Mavic 3T (DJI, China), equipado con sensor RTK, cámara RGB (4/3 CMOS, 48MP) y térmica-radiométrica (Uncooled VOx). El plan de vuelo consideró una altura de vuelo de 20 m, un 80% de traslape entre imágenes y georreferenciación corregida por sensor RTK. Se construyó el ortomosaico en el software Matashape Pro V1.7 (Agisoft, Rusia). El ortomosaico fue analizado con el paquete FieldImageR de R. Se estimó la temperatura del dosel, índices-RGB y porcentaje de cobertura. También se evaluaron índices de reflectancia espectral con un radiómetro (FieldSpec2). La relación entre calidad de forraje y los índices derivados de reflectancia espectral, imágenes RGB y térmicas, se estudió mediante análisis de correlación y regresión en el software R.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El contenido de PC y el valor relativo del alimento (RFV) variaron significativamente entre poblaciones ($P<0.05$). El contenido de PC y RFV fue un 30 y 17% menor en Cauquenes, relativo a Chillán, respectivamente (Figura 1). Índices RGB mostraron alta correlación con producción de forraje (valores de r entre 0,50 y 0,83), pero baja asociación con atributos de calidad de forraje. Sólo en Cauquenes los índices ERVI y GR mostraron una correlación significativa con PC y RFV ($P<0.01$). Ambos índices estiman la proporción de rojo. Índices basados en reflectancia del dosel no mostraron relación con atributos de calidad de forraje. Se identificaron al menos 5 progenies con alta calidad de forraje en Cq y Ch (Alfa40-8, Alfa33-6, Alfa5-9, Alfa60-4 y Alfa57-5).

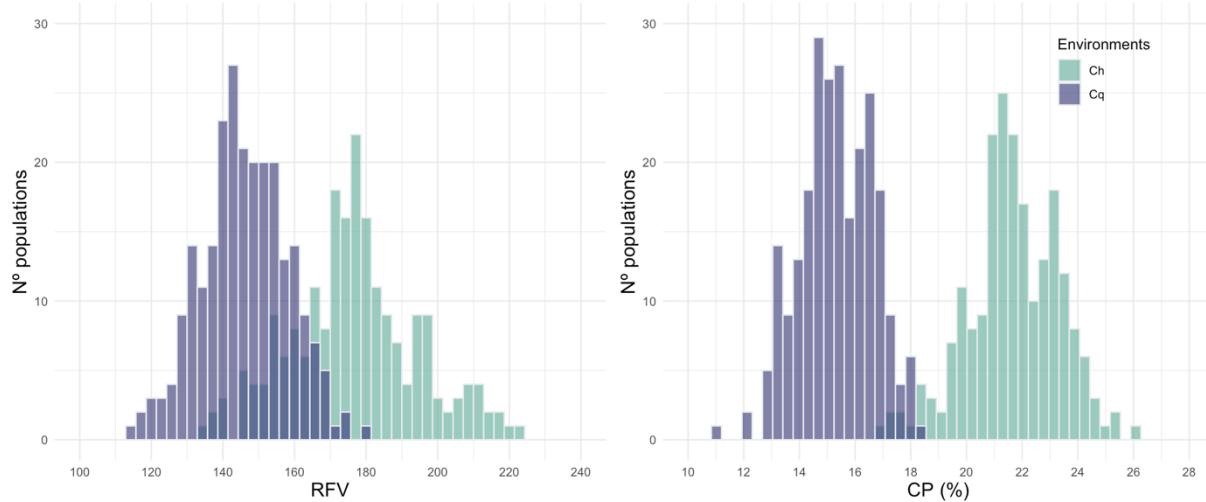


Figura 1. Valor relativo del alimento (RFV) y proteína cruda (PC) de progenies de medios hermanos de alfalfa evaluadas en Cauquenes (Cq) y Chillán (Ch).

CONCLUSIONES

Las progenies de medios hermanos de alfalfa desarrolladas por INIA muestran un amplio rango de variación en parámetros de calidad de forraje evaluados en ambientes de secano. Se logró identificar al menos 5 líneas con alta calidad de forraje en Cauquenes y Chillán indicando que este material tolerante a sequía también posee atributos positivos de calidad de forraje. Se determinó que la calidad de forraje muestra una baja asociación con índices derivados de reflectancia del dosel e imágenes RGB, estimados en condiciones de campo.

AGRADECIMIENTOS

Investigación financiada por INIA (500302-70) y Proyecto FONDECYT 1230399.

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.

ESTIMACIÓN DE LA ALTURA DE PLANTA Y DORMANCIA DE OTOÑO EN ALFALFA MEDIANTE DE IMÁGENES AÉREAS RGB

Estimation of plant height and fall dormancy in alfalfa through aerial RGB images

Danae Hernández¹, Luis Inostroza², Gerson Monzon², Manuel Palacios²

E-mail: linostroza@inia.cl

¹Facultad de Agronomía, Universidad de Concepción, Chile

²Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Chile

INTRODUCCIÓN

La alfalfa es una de las especies forrajeras más importantes a nivel mundial por su alta productividad, calidad nutricional y adaptabilidad agronómica. Uno de los rasgos fisiológicos más relevantes en el mejoramiento genético de alfalfa es la dormancia invernal, definida como la capacidad de la planta para reducir o detener su crecimiento visible durante el invierno como mecanismo de adaptación a bajas temperaturas. Esta característica, clasificada en una escala de 1 a 11, permite identificar genotipos con distinta capacidad de persistencia y adaptación a las condiciones agroclimáticas locales. La evaluación convencional de dormancia se basa en la medición manual de la altura de rebrote a fines de la temporada, lo que implica un trabajo intensivo y limita la eficiencia en programas que evalúan grandes poblaciones. En este contexto, el uso de vehículos aéreos no tripulados (drones) con cámaras RGB representa una herramienta eficaz para obtener información fenotípica de manera no destructiva, rápida y objetiva. El objetivo de este trabajo fue estimar altura de planta y dormancia invernal de alfalfa mediante la elaboración de un modelo digital de elevación basado en imágenes RGB colectadas con dron.

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 hiladas, 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. Las mediciones se realizaron al finalizar la segunda temporada de crecimiento. El experimento se cortó el 19/03/2025. Se midió altura de planta con una regla graduada en centímetro a los 29 (17/04/2025) y 41 (29/04/2025) días después del corte. La altura de planta se midió en tres plantas representativas por parcelas. Simultáneamente a la medición de altura de planta se realizó la colecta de imágenes RGB con dron Mavic 3T (DJI, China), equipado con sensor RTK, cámara RGB (4/3 CMOS, 48MP). 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 elaboró el ortomosaico y modelo digital de elevación (DEM) en Metashape utilizando 6 puntos de control en terreno. La altura de planta de cada unidad experimental se obtuvo con el pipeline del paquete FIELDImage-R (Matias et al., 2020), que incluye interpolación del modelo digital de terreno (DTM), sustracción DEM-DTM, extracción de información mediante proceso de segmentación para eliminar suelo. La dormancia invernal se estimó con la metodología propuesta por la UPOV (<https://www.upov.int/en/>) incluyendo 8 cultivares con dormancia conocida. Los datos fueron analizados mediante análisis de varianza y regresión lineal en el software R.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La altura de planta varió significativamente entre progenies en las dos fechas de muestreo ($P<0,05$). La altura de planta varió entre 5 y 40 cm y entre 6 a 60 cm a los 29 y 41 días después del corte, respectivamente. La altura de planta observada y estimada con dron mostró una relación altamente significativa en ambas fechas de muestreo ($R^2>0.67$; $P<0.001$). Se estimó dormancia invernal mediante el ajuste de un modelo lineal entre altura de planta y dormancia de variedades conocidas. La dormancia invernal determinada con regla y estimada con dron se relacionó significativamente ($P<0,001$; $R^2>0,75$). Se observó un amplio rango de dormancia invernal entre progenies (2,5 a 10; Figura 1).

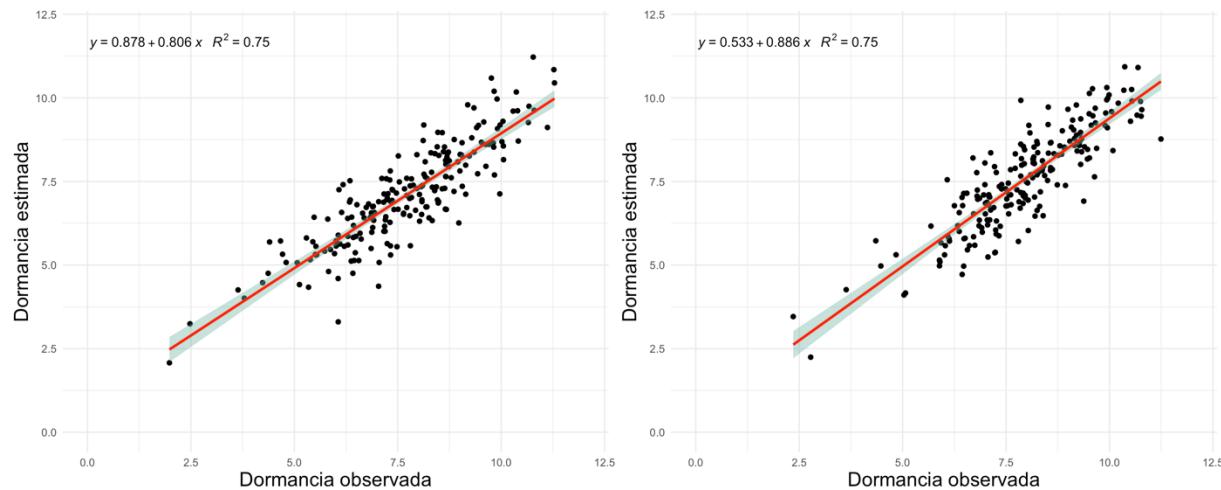


Figura 1. Relación lineal entre dormancia de otoño observada en terreno y la estimada con imágenes RGB en progenies de alfalfa evaluadas en el otoño de la segunda temporada de crecimiento (17 y 29 de abril de 2025). Cada punto representa una progenie.

CONCLUSIONES

La estimación de altura de planta mediante imágenes RGB demostró ser una herramienta eficiente y confiable para evaluar dormancia invernal en alfalfa. La fuerte relación lineal con las mediciones manuales valida su precisión y utilidad en programas de mejoramiento genético. Esta tecnología permite evaluar grandes volúmenes de progenies de forma rápida y objetiva, facilitando la selección temprana de materiales con mejor desempeño agronómico.

AGRADECIMIENTOS

Investigación financiada por INIA (500302-70) y FONDECYT-1230399.

REFERENCIAS

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>.

BACTERIAS PROMOTORAS DE CRECIMIENTO Y MICRONUTRIENTES

*Early vigor of *Medicago sativa* L. seeds treated with growth-promoting bacteria and micronutrients*

Cristian Gutiérrez¹, Luis Inostroza^{2*}, Matías Guerra² y Macarena Gerding¹,

E-mail: linostroza@inia.cl

¹Facultad de Agronomía, Universidad de Concepción, Chile

²Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Chile

INTRODUCCIÓN

La alfalfa (*Medicago sativa* L.), conocida como la “Reina de los Forrajes”, es una leguminosa perenne de alto valor nutricional y agronómico. Se cultiva mundialmente en más de 30 millones de hectáreas. En Chile, es una especie clave para la ganadería de la zona centro-sur, con más de 60.000 hectáreas cultivadas. INIA, desarrolló el cultivar “Kauke”, que se caracteriza por una alta producción de forraje y persistencia en ambientes de secano Mediterraneo (Inostroza et al., 2024). El principal desafío agronómico de la alfalfa en condiciones de secano es su establecimiento en otoño. Donde las bajas temperaturas y menor fotoperiodo afectan el vigor y habilidad competitiva contra las malezas. El objetivo de este trabajo fue evaluar el vigor de establecimiento de semilla de alfalfa cv. ‘Kauke’ inoculadas con bacterias promotoras de crecimiento (BPC) y micronutrientes (Zn y Mo).

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se estableció en el Centro Experimental Quilamapu de INIA en Chillán (36°48' S y 72°37' W). Semilla de alfalfa cv ‘Kauke’ de peso y tamaño similar fue inoculada con los siguientes tratamientos: 1) Control (sólo rizobio); 2) EPS184N (*Bacillus sp*); 3) RGM2741 (*Pseudomonas sp*); 4) MixDarwin (RGM 2526 *Raoultella sp*; RGM2525 *Serratia sp*; RGM2607 *Pseudomonas sp*); 5) RGM2860 (*Pseudomonas sp*); 6) Molibdeno al 0,2%; 7) TransFlo seed (x% Zn) y 8) Nutriseed Premium (X%Zn). Los tratamientos fueron inoculados directamente a las semillas el 08/08/2025. La semilla se sembró en bandejas 60x40 cm y 19 cm de profundidad. Se utilizó suelo de la serie Arrayan como sustrato. Cada bandeja contuvo 25 kg de suelo. La siembra se realizó 12/08/2025. La semilla se sembró en hiladas distanciadas a 10 cm (4 hiladas) en una dosis equivalente a 25 kg/ha. El experimento se realizó bajo condiciones de invernadero con control de temperatura y humedad. Las unidades experimentales (cajas) se organizaron en un en un diseño experimental de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Se evaluó el área foliar en cada unidad experimental mediante colecta y análisis de imágenes RGB estandarizadas. El área foliar se determinó con el programa Easy Leaf Area (Easlon and Bloom, 2014) utilizando un polígono circular de referencia de color rojo con superficie conocida (20 cm²). El área foliar se evaluó en 4 fechas de muestreos (H1: 28/08/25, H2: 09/09/25, H3: 16/09/2025 y H4: 23/09/2025). 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 Infostat.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El área foliar varió significativamente entre tratamientos (P<0,05) en todas las fechas de muestreo (H1 a H4). En la primera medición (H1, 16 días después de siembra (DDS)), el área foliar varió entre 24,25 (RGM2741) y 64,13 cm² (RGM2860). A los 42 DDS, el área foliar incrementó al doble relativo a H1 y el tratamiento con la bacteria RGM2860 mostró la mayor área foliar (Figura 1). Los tratamientos con Zn y Mo, también mostraron un incremento en el vigor seminal de la alfalfa, logrando un área foliar entre un 30 a 40% superior al tratamiento control en H4.

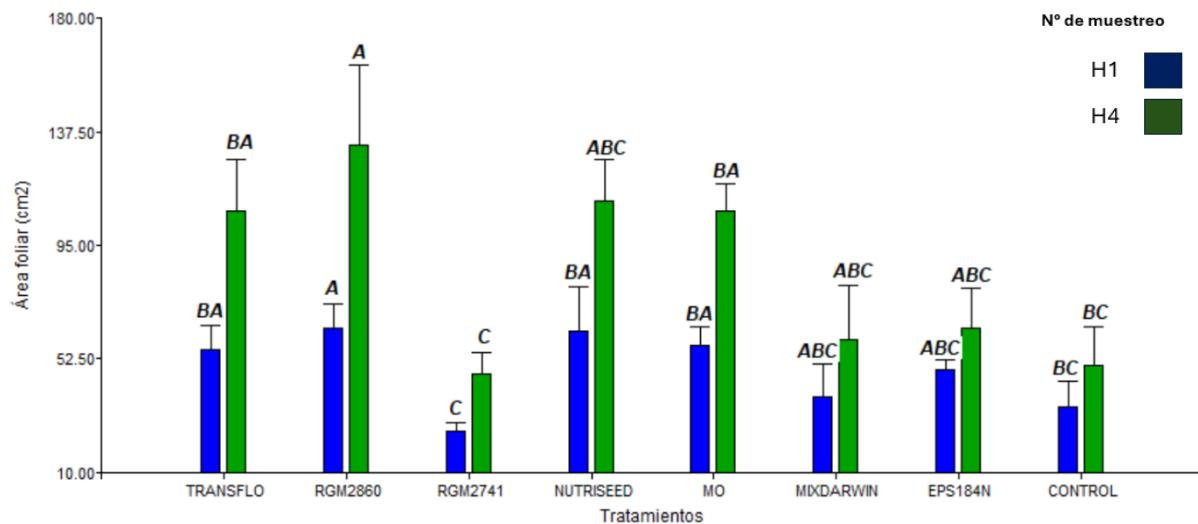


Figura 1. Área foliar ocho tratamientos de inoculación de semilla de alfalfa cv. 'Kauke' con bacterias promotoras de crecimiento en dos fechas de muestreo (H1: 16 DDS y H2: 42 DDS). Letras distintas entre tratamientos dentro de cada fecha de muestreo indican diferencias significativas entre las medias según prueba DMS ($P<0,05$). Barra de error corresponde al error estándar de la media.

CONCLUSIONES

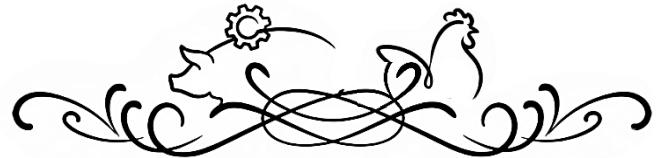
El tratamiento RGM2860 incrementó significativamente el vigor temprano de alfalfa. El que se evidenció en un incremento del 100% en el área foliar evaluada a los 42 días después de la siembra, relativo al tratamiento control.

AGRADECIMIENTOS

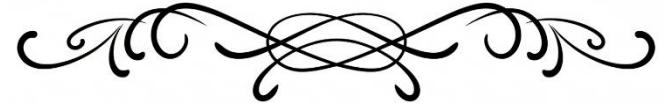
Investigación financiada por INIA (500302-70) y FONDECYT-1230399.

REFERENCIAS

- INOSTROZA F., L., POZO L., A., ETCHEVERRÍA T., P., BARAHONA L., V., ESPINOZA T., S., OVALLE M., C., GERDING G., M., CISTERNAS A., E., GALDAMES G., R & MONZÓN I., G. (2024). Manual para la producción de alfalfas de secano. La Cruz, Chile: Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Boletín INIA - Instituto de Investigaciones Agropecuarias, N° 500. 76 p. <https://hdl.handle.net/20.500.14001/69307> (Consultado el 25 de mayo de 2025).
- EASLON, H.M., AND A.J. BLOOM. 2014. Easy Leaf Area: Automated digital image analysis for rapid and accurate measurement of leaf area. *Appl. Plant Sci.* 2(7): 1400033.



SECCIÓN V:
PRODUCCIÓN



ANIMAL SOSTENIBLE

ENVIRONMENTAL FACTORS AFFECTING MILK PRODUCTION AND LACTATION PERSISTENCY IN INDOORS-MANAGED DAIRY COWS

Factores ambientales que influencian la producción de leche y la persistencia de la lactancia en vacas lecheras manejadas en condiciones intensivas

Felipe Lembeye I.

Email: flembeye@uc.cl

Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía y Sistemas Naturales.

INTRODUCTION

The estimation of lactation persistency (LP) in cows is significant in dairy cattle. Random regression models, using Legendre polynomials (LEG), are among the most widely used methodologies to estimate milk yield (MY) and consequently LP. Various environmental factors have been described affecting MY and LP: parity, season, production level, milking frequency, and season of calving (Yilmaz and Koc, 2013). This study aimed to evaluate MY and LP, and the impact of these environmental factors.

MATERIALS AND METHODS

Monthly herd tests (HT) of MY were conducted from February 2023 to May 2025 for first- to fifth lactation at Fundo La Isla (Pontificia Universidad Católica, Paine, RM), covering 180 lactations from 1453 cows (1st-5th lactation). Only lactations \leq 400 days and \geq 6 HTs were included (total HT = 1470). Lactation curves were modelled using fourth-order LEG (Silvestre et al. 2006). Total MY was estimated using the polynomial equations from day 1 to maximum days in milk. LP was measured using three formulas: 1) total MY divided by production on days 1 and 80 (P1; modified from Yilmaz and Koc, 2013), 2) total MY divided by the product between peak MY and 270 (P2; Jiang et al., 2020) and 3) the difference in MY between the peak and the end of lactation divided by the time interval (P3; Innes et al., 2024). Total MY, LP, average and peak MY were analyzed using PROC GLM of SAS version 9.4 (SAS Institute Inc.). Fixed effects included parity (multiparous, primiparous), lactation length (short: \leq 305 d; extended: 306-400 d) and calving season (summer: September-March; winter: April-August), and day at peak of MY and age at first calving as a covariate.

RESULTS AND DISCUSSION

Greater P1 and P2 indicate higher LP, while for P3 a more negative value indicates a steeper decline. First-lactating cows showed lower peak, average and total MY than older cows, but they peaked later and had higher LP (Table 1), reflecting a flatter shape of the lactation curve and less mammary development. Total MY increased with advancing lactations, indicating enhanced gland development. Cows with extended lactation had higher LP (P1, P2). This is supported by van Knegsel et al. (2022), who indicate a strong and positive relationship between LP and lactation length, that is caused when cows are inseminated latter during the lactation. Regarding calving season, it was theorized that cows calved in summer exhibit heat stress during early lactation (Yilmaz and Koc, 2013), negatively affecting production and LP; however, no difference were found for the traits studied.

Table 1. Least squared means and standard error of accumulated, average and peak milk yield (MY), days in milk (DIM) at peak and lactation persistency (P) for cows, categorized by parity, lactation length and calving season.

Class	Nº Lactancies	Peak MY (kg)	DIM	Average MY (kg)	Total MY (kg)	P1	P 2	P3
Parity								
M	110	39.8±0.5 ^a	67±7 ^a	34.0±0.4 ^a	10656±154 ^a	3.75±0.04 ^a	99.3±0.9 ^a	-0.06±0.002 ^a
P	69	35.1±0.7 ^b	116±9 ^b	31.2±0.5 ^b	9703±217 ^b	3.89±0.06 ^b	102.6±1.2 ^b	-0.04±0.003 ^b
Lactation length								
E	117	38.2±0.5	81±7 ^a	32.3±0.4	11031±149 ^a	4.12±0.04 ^a	107.4±0.8 ^a	-0.05±0.002
S	62	36.8±0.7	101±9 ^b	33.0±0.5	9328±212 ^b	3.51±0.05 ^b	95.5±1.9 ^b	-0.05±0.002
Calving season								
S	118	37.6±0.5	98±7	32.4±0.4	10166±150	3.81±0.04	100.6±0.8	-0.05±0.002
W	61	37.3±0.7	85±9	32.7±0.5	10193±211	3.83±0.05	101.3±1.2	-0.05±0.003

^{a,b} Means with different superscripts in the same column within class are significantly different (P<0.05)
M: multiparous, P: primiparous, E: extended lactation length, S: short lactation length, S: summer and W: winter

CONCLUSIONS

First-lactating cows and extended lactation length results in greater LP. There is no evidence that MY and LP are influenced by the season of the year in which the cows calved.

REFERENCES

- INNES, D.J.; POT, L.J.; SEYMOUR, D.J.; FRANCE, J.; DIJKSTRA, J.; DOELMAN, J.; CANT, J.P. 2024. Fitting mathematical functions to extended lactation curves and forecasting late-lactation milk yields of dairy cows. *Journal of Dairy Science* 107:342-358.
- JIANG, H.; HICKSON, R.E.; WOODS, O.T.; MORANDEAU, M.; BURKE, J.L.; CORREA-LUNA, M.; DONAGHY, D.J.; LOPEZ-VILLALOBOS, N. 2020. Persistency and lactation curves modelled using nonlinear random regression in dairy cows milked once a day. *New Zealand Journal Animal Science Production* 80:131–136.
- SILVESTRE, A.M.; PETIM-BATISTA, F.; COLACO, J. 2006. The accuracy of seven mathematical functions in modelling dairy cattle lactation curves based on test-day records from varying sample schemes, *Journal of Dairy Science* 89: 1813-1821.
- VAN KNEGSEL, A.T.M.; BURGERS, E.E.A.; MA, J.; GOSELINK, R.M.A.; KOK, A. 2022. Extending lactation length: consequences for cow, calf, and farmer. *Journal of Animal Science* 100:1-10.
- YILMAZ, H.; KOC, A. 2013. A Research on milk yield, persistency, milk constituents and somatic cell count of Red Holstein cows raised under Mediterranean climatic conditions. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 19:1401-1407

EFICIENCIA ENERGÉTICA Y PRODUCCIÓN DE QUESO DE VACAS HOLSTEIN Y JERSEY EN PASTOREO DE PRADERA EN UN MODELO BASADO EN NASEM 2021

Energy efficiency and cheese production of grazing Holstein and Jersey cows evaluated with a model based on NASEM 2021

Jorge Figueroa M. Email: sistemalechero@gmail.com
 Médico Veterinario. Optimizador Lechero SpA

INTRODUCCIÓN

Con raciones formuladas mediante el software AMTS (Agricultural Modeling an Training System, Cornell, Ithaca, NY), se demostró que la leche de vacas Jersey producía queso Cheddar con menor consumo de recursos energéticos que la de vacas Holstein (Capper y Cady, 2012). Dicho estudio consideró raciones totalmente mezcladas (TMR) con vacas en estabulación permanente. La hipótesis es que la ventaja de la raza Jersey se mantiene bajo condiciones de pastoreo de pradera primaveral en el sur de Chile, evaluadas en un software basado en el NASEM, 2021 (Figueroa, 2022). El objetivo es comparar la eficiencia energética y la producción de queso de ambas razas.

MATERIAL Y MÉTODO

El software (Figueroa, 2022) se cargó con el perfil de vacas del estudio (Cuadro 1), en el segundo tercio de lactancia, bajo condiciones de pastoreo de pradera sin suplementación. Se utilizaron tres composiciones de pradera primaveral del sur de Chile, representativas de los meses de septiembre, octubre y noviembre. La pradera tuvo una disponibilidad inicial de 2.500 kg MS/ha, con una oferta de 100 kg MS/vaca. El consumo se reguló sin restricción superior hasta que las vacas expresaran su potencial, y el cambio de peso corporal fuese cero, ajustando la franja de pastoreo hasta un residuo de 1.100 kg MS/ha. La actividad corporal se modeló con 4 desplazamientos de 0,3 km cada uno en terreno horizontal, más el costo energético del pastoreo estimados por el sistema NASEM (2021). Para cada raza se estimaron los requerimientos energéticos y la producción diaria de queso. El rendimiento de queso (Q) se determinó con la ecuación de Van Slyke (citado por Capper y Cady, 2011): $Q = (0,93 \times \text{Grasa} + 0,80 \times \text{Proteína} - 0,1) \times 1,09 / (1 - \text{Humedad} 37\%) \text{ Queso Cheddar}/100$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El software estimó que las vacas Jersey (J) consumen 18,44 kg MS de pradera y Holstein (H) 22,90 kg, representando 4,06% y 3,37% del peso corporal, respectivamente, diferencias sustentadas por características anatómicas, fisiológicas, y comportamiento ingestivo de cada raza (Figueroa, 2022).

Las vacas H consumen 4,46 kg de MS/d y 44,52 MJ/d más que las vacas J; pero expresado por 100 kg de peso corporal, las vacas J consumen 16,61% más energía que las vacas H (Cuadro 2), proporción muy similar a la reportada en el estudio, en que las vacas J consumieron 16,35% más energía que las H (37,44 MJ/d vs 31,32 MJ/d, por 100 kg de peso corporal, respectivamente).

Cuadro 1. Perfil productivo de las vacas lecheras

Perfil	Jersey	Holstein
Peso kg	454	680
Leche kg/d	20,1	29,1
Grasa %	4,80	3,80
Proteína %	3,70	3,10
Lactosa %	4,85	4,85
PLGP kg/d	23,6	27,9

Cuadro 2. Consumo de energía en pastoreo

Consumo	Jersey	Holstein
MS kg/d	18,44	22,90
EB mcal/d	77,07	95,71
ED mcal/d	54,43	67,90
EM mcal/d	42,74	53,38
ENI mcal/d	28,21	35,23
MJ/d	178,8	223,4

Las vacas H produjeron 4,34 kg/d más leche PLGP que las J; sin embargo, por 100 kg de peso corporal, las J produjeron 21% más leche PLGP que las H. En cuanto a la producción de queso Cheddar, las H generaron 0,329 kg/d más que las J, diferencia similar a 0,300 kg/d reportados. No obstante, expresado por 100 kg de peso corporal, las J produjeron 24,94% más queso que las H, requiriendo menos pradera (6,96 vs 7,69 kg MS kg/queso) y energía (68 vs 75 MJ kg/queso). Estos resultados confirman la mayor eficiencia energética de las vacas J descritas en el estudio (65 vs 72 MJ/kg queso), aunque con costo energético más elevado para ambas razas (Cuadro 3). La mayor eficiencia de J vs H se mantiene por superficie de pradera pastoreada. Las vacas J producen más queso por Ha, y utilizan menos superficie para producir la misma cantidad de queso (Cuadro 4).

Cuadro 3. Producción y eficiencia por vaca

Eficiencia	Jersey	Holstein
Mantención MJ/d	67	91
Producción MJ/d	111	132
Queso kg/d	2,65	2,98
kg MS/kg Queso	6,96	7,69
MJ/kg Queso	68	75

Cuadro 4. Producción y eficiencia por hectárea

Eficiencia	Jersey	Holstein
Franja Mt ² /vaca	132	164
Carga Vacas/Ha	76	61
Queso kg/Ha	201	182
Vacas/ton Queso	378	336
Ha/ton Queso	4,98	5,50

Los mayores requerimientos de mantención en relación al estudio con vacas estabuladas (67 vs 54 MJ/d para J; y 91 vs 76 MJ/d para H, respectivamente), se explican por el aumento del 25% de los requerimientos de mantención NASEM (2021); y a que a las vacas en pastoreo se agrega el costo energético del desplazamiento, y el costo energético del pastoreo de la pradera (NASEM, 2021). Los menores requerimientos de producción en relación al estudio con vacas estabuladas (111 vs 116 MJ/d para J; y 132 vs 137 MJ/d para H, respectivamente), se explican por el aumento de la eficiencia de conversión de la energía metabolizable en energía neta adoptado por NASEM (2021). Aunque el genotipo J promueve una mayor digestibilidad de la dieta, con una microbiota ruminal diferente a la de H (Beecher et al, 2014), estas diferencias raciales no están incorporadas al sistema nutricional NASEM (2021). En la simulación, la mayor eficiencia energética de vacas J, y la mayor producción de queso por hectárea, se explican únicamente por la interacción de la mayor densidad nutricional de la leche de J, y principalmente el mayor tamaño de su tracto gastrointestinal, lo que permite un mayor consumo de energía en pastoreo, en relación a su peso corporal respecto de H.

CONCLUSIONES

Las vacas Jersey presentaron mayor eficiencia energética que las Holstein en pastoreo primaveral: requirieron menos pradera y menos energía por kg de queso, validando la hipótesis. Expresadas por 100 kg de peso corporal, consumieron más energía y, simultáneamente, produjeron más leche PLGP y más queso Cheddar, con menores costos energéticos por kg de queso. Además, produjeron más queso por hectárea y utilizaron menos superficie; estos resultados concuerdan con Capper y Cady (2012) validando el software para comparar eficiencia entre razas en los sistemas pastoriles.

REFERENCIAS

- BEECHER, M., BUCKLEY, F., WATERS, S.M., BOLAND, T.M., ENRIQUEZ-HIDALGO, D., DEIGHTON, M.H., O'DONOVAN, M. and LEWIS, M. 2014. Gastrointestinal tract size, total-tract digestibility, and rumen microflora in different dairy cow genotypes. *Journal of Dairy Science*. 97: 3906–3917.
- CAPPER, J.L. and CADY, R.A. 2012. A comparison of the environmental impact of Jersey compared with Holstein milk for cheese production. *Journal of Dairy Science*. 95: 165–176.
- FIGUEROA, J. 2022. Validación de la predicción del consumo de pradera de vacas Jersey en un modelo que integra las ecuaciones de predicción de los requerimientos de energía de lactancia del NASEM 2021. *XLVII Congreso de la Sociedad Chilena de Producción Animal (SOCHIPA A.G.)*, modalidad on-line. INIA Tamel Aike, Chile.

CARACTERIZACIÓN DEL USO DE IMPLANTES ANABÓLICOS PROMOTORES DEL CRECIMIENTO EN BOVINOS EN CHILE

Characterization of anabolic growth-promoting implant use in cattle in Chile

Mireya Lincadeo¹ y Rodrigo Arias¹

E-mail: rodrigo.arias@uach.cl

¹Instituto de Producción Animal, Facultad de Ciencias Agrarias y Alimentarias, Universidad Austral de Chile, Valdivia.

INTRODUCCIÓN

La creciente demanda mundial de proteínas de origen animal, junto a las mayores exigencias de sostenibilidad y bienestar animal, están impulsado la adopción de tecnologías que mejoren la eficiencia productiva (Vega et al., 2021). Los implantes anabólicos promotores de crecimiento (IAPC) son utilizados desde hace más de 50 años para mejorar la conversión y acelerar el crecimiento en bovinos de carne, pudiendo contribuir en la sostenibilidad de los sistemas de producción. Esta investigación tuvo por objetivo caracterizar el actual uso de IAPC en la ganadería chilena.

MATERIALES Y MÉTODOS

La información se obtuvo desde el sistema informático de control de anabólicos del Servicio Agrícola y Ganadero (SAG). Adicionalmente, se diseñó y aplicó una encuesta dirigida a productores de carne ubicados entre la región Metropolitana y la región de Los Lagos, la que incluyó un total de 16 preguntas, mayoritariamente de selección múltiple, para identificar patrones de uso de IAPC y sobre nivel de conocimiento de la normativa vigente. Además, se incluyeron preguntas abiertas orientadas a obtener información contextual como la comuna del productor, edad y otros antecedentes relevantes para el análisis. El instrumento se difundió mediante medios digitales para facilitar su acceso, siendo de carácter voluntaria y selectiva, ya que se envió a personas vinculadas directamente con la producción bovina de carne. Los datos obtenidos fueron organizados y tabulados en Microsoft Excel®, realizando un análisis descriptivo y comparativo considerando el total nacional y su desagregación por región, con el objetivo de identificar posibles diferencias territoriales, grupos etarios o tamaño de la explotación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El número de implantes importados a Chile ha disminuido en el tiempo (Figura 1), presentando fuertes caídas en 2012 y 2018. En el primer caso, se explica por un error de fabricación en una de las plantas de producción, lo que provocó el retiro del producto del mercado afectando especialmente a países menos relevantes a nivel global como es Chile. En el segundo caso, se debe a la implementación del nuevo marco regulatorio en Chile. No obstante, desde el 2015 el número de animales implantados ha crecido (9.994 a 18.056 en 2016), con leves alzas en 2017 y 2018 (20.527 y 21.884, respectivamente) y aumentos significativos a partir de 2019 (52.073) y 2020 (70.339). En lo que respecta al tipo de IAPC, en Chile predominan los de alta potencia como son Synovex Plus (29,1%), Revalor-200 (27,5%) y Revalor (21,3%). En tanto los de potencia media representan un menor porcentaje en el país (Revalor-G (20,2%) y Revalor-H (2,0%)). La mayoría de quienes respondieron la encuesta fueron productores de la zona sur, destacando las regiones de Los Lagos (57,1%) y Los Ríos (23,8%), principalmente jóvenes y adultos (76,2%) con edades de 18 a 45 años y con educación universitaria (85,7%), sugiriendo un capital cultural elevado y con potencial para interpretar normativas, acceder a la formación técnica y tomar decisiones informadas. El

54,4% declaró poseer menos de 50 animales y 38,1% > 200. La raza predominante fue Angus (38,1%), seguido por ganado lechero (19%) y cruzas de carne (19%).

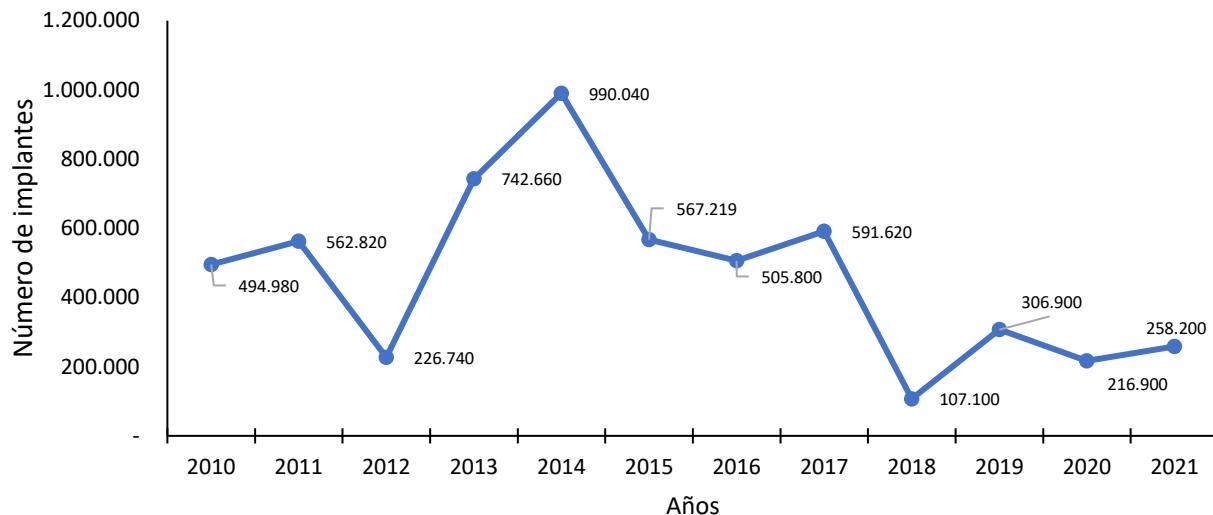


Figura1. Evolución del número de implantes promotores de crecimiento anabólico importados, periodo 2010-2021 (Fuente: Sistema de control de anabólicos del SAG).

Aunque 61,9% declaró conocer los IAPC solo un 23,8% los utiliza, siendo las principales razones que justifican su uso el aumento diario de peso (33,3%) y retorno económico (16,7%). Por el contrario, 68,75% no considera su uso, señalando como razones el costo económico (46,2%) y los riesgos percibidos para la salud humana (30,8%), seguidos por preocupaciones relacionadas con posibles restricciones comerciales o la falta de pertinencia técnica. No obstante, existe suficiente evidencia científica que señala que estos compuestos presentan un perfil de seguridad aceptable. Este contraste entre la evidencia científica y las percepciones de los productores, evidencia la necesidad de fortalecer la comunicación técnica y los procesos de formación respecto del uso de estas tecnologías, de modo que las decisiones se basen en información objetiva. En lo que respecta a la regulación vigente, 85,7% la califica como indiferente y/o satisfactoria. Esta evaluación crítica sugiere que esta regulación no es suficientemente clara, efectiva o aplicable desde la perspectiva de los productores. Por último, la percepción respecto a el rol de los IAPC como sostenible son divididas, con un 52,4% considerando que contribuyen a la producción sostenible, mientras que 47,6% no lo cree.

CONCLUSIONES

El uso de implantes anabólicos promotores de crecimiento es regulado por el SAG, siendo mayoritariamente aplicados a novillos de biotipo cárnico en regiones del sur, en sistemas productivos de mayor intensificación y tecnologización. Una mayoría de los productores considera que la normativa vigente no desincentiva efectivamente su uso, y existe una polarización respecto a su impacto en la sostenibilidad productiva. No obstante, existen pocos estudios sobre su uso en sistemas ganaderos pastoriles, así como su impacto en la sostenibilidad y en la mitigación del cambio climático.

REFERENCIAS

VEGA, M. S. BRAVO, R. ARIAS. 2021. Implantes promotores de crecimiento en ganado bovino. Efectos y rol en un escenario de mayor demanda y preocupación ambiental. Agro Sur 49(2): 43-57.

EXPLORING THE EFFICACY OF SECONDARY COMPOUNDS IN PLANTAIN (*PLANTAGO LANCEOLATA* L.) PASTURES FOR MITIGATING METHANE EMISSIONS

*Explorando la eficacia de compuestos secundarios en praderas de siete venas (*plantago lanceolata* l.)
Para reducir las emisiones de metano*

Soledad Navarrete^{1,2*}, Komahan Sivanandarajah², Danny Donaghy², Peter Kemp², Dave Horne², Thiagarajah Ramilan², German Molano³, David Pacheco³.

*Email: soledadnavarrete@udec.cl

¹Departamento de Producción Animal, Facultad de Agronomía, Universidad de Concepción, Chile.

²School of Agriculture and Environment, Massey University, New Zealand,

³Grasslands Research Centre AgResearch Ltd., New Zealand.

INTRODUCTION

Research has demonstrated plantain (PL; *Plantago lanceolata* L.) can mitigate nitrate leaching losses and nitrous oxide emissions from pastoral dairy systems (Navarrete *et al.*, 2023). The presence of the secondary metabolites aucubin (AUC), catalpol (CAT) and acteoside (ACT) in PL have been identified to play a key role mitigating the N losses from dairy systems (Navarrete *et al.*, 2016); however, it is unclear if methane (CH₄) production may be reduced by these secondary compounds in PL. This study aimed to evaluate whether PL secondary metabolites (PMS), ACT, AUC, and CAT, influence CH₄ production on *in vitro* rumen fermentation.

MATERIALS AND METHODS

Two *in vitro* experiments were conducted at AgResearch Grassland, New Zealand. Substrates for the *in vitro* studies were selected from PL-based pastures (cv. Agritonic) collected in a grazing trial. In experiment 1 (E1), three PL substrates (PL1, PL2, and PL3) were selected with similar chemical composition but varying AUC, ACT, and CAT concentrations (Table 1). In E2, 50, 75, and 100 mg/kg DM of AUC and ACT, and 50 mg/kg DM of CAT were individually added to ryegrass (RG) substrate to avoid confounding effects of chemical composition differences between PL and RG. The treatments (E1 and E2) were incubated in two sets, with duplicate bottles (125 mL) in an automated *in vitro* rumen batch culture system. One set measured continuously gas and CH₄ production, while the second set was subsampled for volatile fatty acids (VFA) and ammonia (NH₃) analysis. Each incubation was carried out over 48 h in three runs (replicates). Data were analysed in R, treatment was treated as a fixed effect, and incubation run as a random effect.

Table 1. Chemical composition of ryegrass (RG) and plantain (PL1, PL2, PL3) substrates incubated on the *in vitro* experiments 1 and 2

	%PL	OMD	NDF	Lignin	CP	NSC	ACT	AUC	CAT
RG	0	83.2	42.8	6.3	27.2	13.6	0	0	0
PL1	45.3	70.0	41.5	8.7	16.8	27.2	9.9	9.0	0.9
PL2	48.0	68.5	42.7	8.3	16.6	26.8	18.3	5.8	0.5
PL3	56.5	67.3	43.8	8.4	17.7	24.6	3.6	9.9	0.6

%PL, porcentaje de plantain, OMD, organic matter digestibility, NDF, neutral detergent fibre; CP, crude protein, NSC, non-structural carbohydrates, ACT, acteoside; AUC, aucubin, CAT, catalpol

RESULTS Y DISCUSSION

In E1 (Table 1), the three PL substrates (PL1, PL2, and PL3) selected showed no clear effect of ACT, AUC, and CAT on reducing the potential of CH₄ (PCH₄) production compared to RG substrate (Table 2). All PL

substrates produced less VFA and NH₃ than RG. The lower VFA production observed may be attributed to the lower digestibility of the PL substrates used in E1 (Della Rosa et al., 2022).

Table 2. *In vitro* gas and methane production parameters in experiment 1

Parameters ¹	<i>In vitro</i> Treatments				SEM	P-value
	RG	PL1	PL2	PL3		
PGP	295.6	307.5	311.6	305.2	21.01	0.18
PCH ₄	41.7	44.2	42.6	45.1	5.56	0.50
%PCH ₄ /PGP	14.1	14.2	13.6	14.6	1.0	0.59
Total VFA	74.2 ^a	68.0 ^b	68.7 ^b	65.9 ^c	4.02	<0.01
Net NH ₃	11.5 ^a	6.2 ^b	8.1 ^b	7.8 ^b	1.84	<0.01
Net NH ₃ per g CP	42.2	37.5	48.1	43.9	9.71	0.08

¹PGP, potential gas production (mL/g DM); PCH₄: Potential methane production (mL/g DM); VFA: volatile fatty acids (mmol); NH₃: ammonia (mmol/g DM); CP: crude protein. SEM: standard error of the mean

In E1, PL treatments produced 45% less net NH₃; but the similar NH₃ production/g CP incubated, is likely explained by the lower CP concentration in PL than RG. In E2, the inclusion of ACT, AUC and CAT increased PGP in all treatments evaluated. The highest level of ACT (100 mg/kg) reduced the PCH₄ production and the % CH₄ in the PGP. A reduction in net NH₃ was observed in both experiments. The results from E2 confirmed that PSC are effective in reducing rumen NH₃ production, in agreement with Navarrete et al. (2016). This study suggested that aucubin was more effective in reducing NH₃ production than acteoside at levels of 50 mg/g.

Table 3. *In vitro* gas and methane production parameters in experiment 2

Parameters ¹	<i>In vitro</i> Treatments								P-value
	RG	ACT50	ACT75	ACT100	AUC50	AUC75	AUC100	CAT50	
PGP	328.7 ^b	342.7 ^a	344.6 ^a	354.5 ^a	340.1 ^a	350.2 ^a	360.5 ^a	353.7 ^a	11.75 0.0001
PCH ₄	44.7 ^a	46.8 ^a	46.1 ^a	40.6 ^b	47.9 ^a	47.3 ^a	50.4 ^a	48.7 ^a	5.13 0.042
PCH ₄ /PGP	13.6 ^a	13.7 ^a	13.3 ^a	11.4 ^b	14.0 ^a	13.4 ^a	13.9 ^a	13.6	1.06 0.021
VFA	68.6 ^a	68.8 ^a	69.6 ^a	68.8 ^a	69.2 ^a	68.5 ^a	65.6 ^b	70.4 ^a	1.81 <0.01
Net NH ₃	5.5 ^a	4.9 ^a	4.6 ^{ab}	4.1 ^b	4.2 ^b	3.6 ^c	3.0 ^c	4.2 ^b	0.92 <0.001

¹PGP, potential gas production (mL/g DM); PCH₄: Potential methane production (mL/g DM); VFA: volatile fatty acids (mmol); NH₃: ammonia (mmol/g DM). SEM: standard error of the mean

CONCLUSIONS

In this study, PL reduced CH₄ production during *in vitro* rumen fermentation and highlighted the potential of ACT and AUC to play a role in mitigating greenhouse gas emissions.

ACKOWLEDGMENT

This work was undertaken within the DairyNZ-led Sustainable Food and Fibre Futures Plantain Potency & Practice programme funded by DairyNZ, the NZ Ministry for Primary Industries, PGG Wrightson Seeds and Fonterra.

REFERENCES

- NAVARRETE, S., Kemp, P. D., Pinxterhuis, J. B., Minnée, E. M. K., & Fransen, K. E. (2023). Evidence of environmental benefits of plantain pastures. In Proceedings of the XXV International Grassland Congress. 14-19 May 2023. Covington, Kentucky, USA. pp 1846-1849
- DELLA ROSA M.M., SANDOCAL E., LUO D., PACHECO D., JONKER A. 2022. Effect of feeding fresh forage plantain (*Plantago lanceolata*) or ryegrass-based pasture on methane emissions, total-tract digestibility, and rumen fermentation of nonlactating dairy cows. *J Dairy Sci.* 105(8):6628-6638.
- NAVARRETE, S., Kemp, PD., Pain, SJ. & Back, PJ. (2016). Bioactive compounds, aucubin and acteoside, in plantain (*Plantago lanceolata* L.) and their effect on *in vitro* rumen fermentation. *Animal Feed Science and Technology.* 222, 158-167

EFECTO DEL ENRIQUECIMIENTO AMBIENTAL SOBRE LOS INDICADORES CONDUCTUALES EN POLLOS BROILER: REVISIÓN SISTEMÁTICA

Effect of Environmental Enrichment on Behavioral Indicators in Broiler Chickens: A Systematic Review

Sofia Herrera-Alcaíno^{1,2*}, Daniela Luna², Carolina Valenzuela², Igor Pacheco³, Sergio A. Guzmán-Pino²
sofia.herrera.a@ug.uchile.cl

¹Programa de Doctorado en Ciencias Silvoagropecuarias y Veterinarias, Universidad de Chile ²Departamento de Ciencia Animal, Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias, Universidad de Chile ³Laboratorio BVISA, Instituto de Nutrición y Tecnología de Alimentos Dr. Fernando Monckeberg Barros (INTA), Universidad de Chile. *Email:

INTRODUCCIÓN

La producción intensiva de pollos broiler restringe la expresión de conductas altamente motivadas, como el forrajeo, el aperchado o los baños de polvo, lo que se asocia a la aparición de frustración y desafíos en el bienestar (Bach *et al.*, 2019; Spieß *et al.*, 2022). En este contexto, el enriquecimiento ambiental (EA) se propone como una herramienta efectiva para aumentar la complejidad del entorno, promoviendo la exploración y la expresión de repertorios conductuales más diversos y adaptativos (Van de Weerd y Day, 2009). Se plantea que la implementación de EA puede incrementar la actividad general de las aves, favorecer los comportamientos de confort y exploración, y reducir manifestaciones conductuales asociadas al miedo o la apatía. En este trabajo se evaluó, mediante una revisión sistemática de la literatura, el efecto del EA sobre los parámetros conductuales de broilers criados en sistemas intensivos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó una revisión sistemática entre enero y agosto de 2025 basada en una versión adaptada del método PRISMA, orientada a identificar y evaluar estudios experimentales sobre enriquecimiento ambiental (EA) en pollos broiler criados en sistemas intensivos. La búsqueda se efectuó en las bases Web of Science, Scopus y ProQuest, utilizando los términos “*Broiler*” AND “*environmental enrichment*”. Se establecieron los siguientes criterios de elegibilidad: incluir artículos originales revisados por pares, publicados desde 2007 (Directiva Europea 2007/43/EC), en inglés, realizados con machos de un día de líneas comerciales, criados bajo condiciones intensivas y con grupo control sin EA. Los estudios fueron clasificados según el tipo de enriquecimiento (físico, sensorial, social, nutricional u ocupacional) y se extrajeron los valores de significancia y la dirección del efecto. Se aplicó una síntesis cualitativa comparativa basada en el Modelo de los Cinco Dominios (Mellor, 2017).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se identificaron 2.807 artículos en total, de los cuales se eliminaron 936 duplicados, quedando 1.871 registros únicos para evaluación. Tras aplicar los criterios de elegibilidad, se excluyeron 1.854 artículos por no cumplir las condiciones establecidas (tipo de publicación, idioma, año, especie, sistema de producción o falta de grupo control). Se añadió un estudio por búsqueda de referencias cruzadas, resultando en 25 artículos incluidos en la revisión final.

Estos estudios permitieron analizar comparativamente los efectos del EA sobre los indicadores conductuales de bienestar en pollos broiler (Cuadro 1).

Cuadro 1. Parámetros conductuales evaluados en los 25 estudios incluidos en la revisión sistemática y sus efectos comparativos entre aves enriquecidas y controles.

Parámetro conductual	Autores	Significancia (p-value)
Actividad	Van Leuffen <i>et al.</i> , (2023)	<0,001
Prueba de sesgo de atención	Ulans <i>et al.</i> , (2024)	Primer paso - Alimentación - Vigilancia 0,03 - 0,054 - 0,009
Prueba de sesgo de juicio	Anderson <i>et al.</i> , (2021b) Silva <i>et al.</i> , (2023b)	Acercamiento estímulo 0,006 Acercamiento estímulo 0,014 (baja complejidad)
Inmovilidad tónica	Ipema <i>et al.</i> , (2020a) House <i>et al.</i> , (2020)	0,010 < 0,05
Prueba de toque y agarre	Silva <i>et al.</i> , (2021)	0,0001 y 0,0027
Comportamiento general	Silva <i>et al.</i> , (2021) Silva <i>et al.</i> , (2023a) Ipema <i>et al.</i> , (2020a) Ipema <i>et al.</i> , (2020b) Guz <i>et al.</i> , (2021) Evans <i>et al.</i> , (2023) Biasato <i>et al.</i> , (2022) Sans <i>et al.</i> , (2021) Tamagi <i>et al.</i> , (2022) Ohara <i>et al.</i> , (2015) Jong <i>et al.</i> , (2022) Calderón-Amor <i>et al.</i> , (2025)	0,022 (locomoción), 0,005 (descansar), 0,024 (peleas), 0,046 (baño de arena), 0,024 (descanso), <0,05 (explorar) <0,01 (locomoción, estar de pie, comer, rascar suelo, picar suelo, forrajeo, descansar) <0,05 (forrajeo, locomoción, de pie) <0,001 (forrajeo), 0,02 (agresión) 0,02 (comportamientos activos), 0,03 (acicalamiento), 0,01 (forrajeo), <0,001 (perchar, baño de arena, juego, picoteo) <0,025 (rascado y aleteo), <0,001 (locomoción) 0,034 (bebida), 0,042 (exploración/locomoción), 0,003 (más forrajeo) <0,0001 (descanso) <0,01 (alimentación, bebida, descanso sentado y de pie, movimiento) <0,01 (confort) <0,001 (distancia observador, latencia zona próxima, alerta), 0,04 (acicalamiento)

El enriquecimiento ambiental incrementó la actividad, la exploración y las conductas de confort. El enriquecimiento físico y las criadoras oscuras mostraron efectos variables según la edad, promoviendo mayor movimiento y menor tiempo de descanso. El manejo social redujo la distancia al humano y la vigilancia, mientras que las pruebas de sesgo atencional evidenciaron diferencias en el primer paso y en la atención visual. En el Cuadro 1 se resumen los parámetros conductuales evaluados y los valores de significancia reportados; los resultados significativos ($p \leq 0,05$) observados en el grupo control sin enriquecimiento se indican en negrita. En conjunto, los efectos del EA son consistentes con una mejora del dominio conductual y, de forma indirecta, del estado afectivo.

CONCLUSIONES

El EA incrementa comportamientos adaptativos (actividad, exploración) y reduce indicadores de miedo en broilers en sistemas intensivos. Estrategias físicas y multimodales son especialmente efectivas. Futuras investigaciones deben integrar métricas de emoción (sesgo cognitivo o atencional) y costo-beneficio para su aplicación industrial.

REFERENCIAS

- BACH, M.; TAHAMTANI, F.; PEDERSEN, I.; RIBER, A. 2019. Effects of environmental complexity on behaviour in fast-growing broiler chickens. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 219: 104840.
- MELLOR, D. 2017. Operational details of the five domains model and its key applications to the assessment and management of animal welfare. *Animals.* 7(8), 60.
- SPIEß, F.; RECKELS, B.; SÜRIE, C.; AUERBACH, M.; RAUTENSCHLEIN, S.; DISTL, O. 2022. An evaluation of the uses of different environmental enrichments on a broiler farm with the help of real-time monitoring via a farmer-assistant system. *Sustainability.* 14, 13015.
- VAN DE WEERD, H.; DAY, J. 2009. A review of environmental enrichment for pigs housed in intensive housing systems. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 116:1–20.

EFEITO DEL ENRIQUECIMIENTO AMBIENTAL SOBRE INDICADORES FISIOLÓGICOS DE BIENESTAR EN POLLOS BROILER: REVISIÓN SISTEMÁTICA Sofía Herrera-Alcaíno,

Effect of Environmental Enrichment on Physiological Welfare Indicators in Broiler Chickens: A Systematic Review

Sofía Herrera-Alcaíno^{1,2*}, Daniela Luna², Carolina Valenzuela², Igor Pacheco³, Sergio A. Guzmán-Pino²
sofia.herrera.a@ug.uchile.cl

¹Programa de Doctorado en Ciencias Silvoagropecuarias y Veterinarias, Universidad de Chile ²Departamento de Ciencia Animal, Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias, Universidad de Chile ³Laboratorio BVISA, Instituto de Nutrición y Tecnología de Alimentos Dr. Fernando Monckeberg Barros (INTA), Universidad de Chile. *Email:

INTRODUCCIÓN

El enriquecimiento ambiental (EA) puede modular marcadores fisiológicos vinculados al bienestar animal, como la locomoción, las lesiones, el estrés sistémico y la respuesta inmune. En sistemas intensivos, estos parámetros reflejan el equilibrio entre la productividad y la capacidad de adaptación de las aves (Knowles *et al.*, 2008; Alves *et al.*, 2016). Se plantea que la implementación de EA mejora indicadores fisiológicos mediante una menor severidad de pododermatitis, asimetría y miopatías, junto con reducciones en los niveles de corticosterona y la relación heterófilo/linfocito, e incrementos en la concentración de IgA. El objetivo de este trabajo fue sintetizar, mediante una revisión sistemática, la evidencia disponible sobre los efectos del EA en los indicadores fisiológicos de bienestar en pollos broiler.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó una revisión sistemática entre enero y agosto 2025 basada en una versión adaptada del método PRISMA, orientada a identificar y evaluar estudios experimentales sobre EA en broilers criados bajo condiciones intensivas. La búsqueda se efectuó en las bases Web of Science, Scopus y ProQuest, con los términos “*Broiler*” AND “*environmental enrichment*”. Se incluyeron artículos originales publicados desde 2007, considerando la entrada en vigor de la Directiva Europea 2007/43/EC, en inglés, con machos de un día de líneas comerciales, criados en sistemas intensivos y con grupo control sin EA. Se extrajeron los valores de significancia (p-value) y la dirección del efecto para variables fisiológicas como el puntaje de locomoción, pododermatitis, asimetría, miopatía craneal dorsal, corticosterona, relación heterófilo linfocito (H/L), niveles de immunoglobulina A (IgA), parámetros hematológicos y séricos, morfología intestinal y composición microbiana.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De un total de 2.807 artículos identificados inicialmente en las bases de datos Web of Science, Scopus y ProQuest, se eliminaron 936 registros duplicados, obteniéndose 1.871 artículos únicos para evaluación. Tras aplicar los criterios de elegibilidad, se excluyeron 1.854 estudios por no cumplir con los requisitos establecidos: no ser artículos originales revisados por pares (n = 479), haber sido publicados antes del año 2007 (n = 37), estar escritos en otros idiomas (n = 5), no centrarse exclusivamente en broilers machos de un día (n = 1.214), no corresponder a sistemas de producción intensiva (n = 18), no abordar específicamente enriquecimientos ambientales (n = 91) o estar retractados (n = 2). Además, se incorporó un artículo adicional (n = 1) mediante búsqueda de referencias cruzadas. Finalmente, 25 estudios cumplieron con los criterios de inclusión y fueron analizados para evaluar el impacto del enriquecimiento ambiental sobre los indicadores fisiológicos de bienestar en pollos broiler (Cuadro 1).

Cuadro 1. Parámetros fisiológicos evaluados en los 25 estudios incluidos en la revisión sistemática sobre enriquecimiento ambiental y sus efectos comparativos entre aves enriquecidas y controles.

Parámetro fisiológico	Autores	Significancia p-value
Puntaje de locomoción	Ipema <i>et al.</i> , (2020b)	0,005
	Anderson <i>et al.</i> , (2021b)	>0,1
	Jong <i>et al.</i> , (2021)	>0,05
	Guz <i>et al.</i> , (2021)	0,97
	Mocz <i>et al.</i> , (2022)	0,03
	Silva <i>et al.</i> , (2023a)	0,251
	Silva <i>et al.</i> , (2023b)	0,888
Miopatía craneal dorsal	Silva <i>et al.</i> , (2021)	0,0188
Pododermatitis	Silva <i>et al.</i> , (2021)	0,01
	Ipema <i>et al.</i> , (2020a)	>0,05
	Ipema <i>et al.</i> , (2020b)	0,99
	Jong <i>et al.</i> , (2021)	>0,05
	Ohara <i>et al.</i> , (2015)	0,86
	Mocz <i>et al.</i> , (2022)	0,16
	Jong <i>et al.</i> , (2022)	<0,001
Asimetría física	House <i>et al.</i> , (2020)	<0,0001
	Jong <i>et al.</i> , (2022)	0,02
Corticosterona	House <i>et al.</i> , (2020)	0,005
	Biasato <i>et al.</i> , (2022)	0,684
	Tamagi <i>et al.</i> , (2022)	0,095
	Silva <i>et al.</i> , (2023b)	0,071
Ceruloplasmina	Tamagi <i>et al.</i> , (2022)	<0,0001
Nivel inmunoglobulina A	Campbell <i>et al.</i> (2023)	0,011
Relación Heterófilo/Linfocito	House <i>et al.</i> , (2020)	0,001
	Ohara <i>et al.</i> , (2015)	<0,01

El puntaje de locomoción presentó resultados variables entre estudios, con mejoras en aves expuestas a larvas vivas o plataformas elevadas, y sin efecto en otros casos. El EA redujo la severidad de la miopatía craneal dorsal y la prevalencia de pododermatitis en varios trabajos. La luz UV y los enriquecimientos físicos o sociales se asociaron a menores niveles de corticosterona y una menor relación heterófilo/linfocito, mientras que algunas estrategias aumentaron la concentración plasmática de IgA. En conjunto, los resultados sugieren una reducción del estrés crónico y una mejor condición músculo-esquelética, cutánea e inmune en aves con EA. No obstante, la heterogeneidad metodológica limita la comparación entre estudios y subraya la necesidad de estandarizar las evaluaciones fisiológicas y explorar combinaciones multimodales de bajo costo.

CONCLUSIONES

El EA puede mejorar indicadores fisiológicos clave del bienestar en broilers sin comprometer el rendimiento productivo. Estrategias físicas, sociales y aquellas basadas en iluminación UV o criadoras oscuras resultan especialmente prometedoras. Futuras investigaciones deberían incluir métricas fisiológicas unificadas y análisis de costo-beneficio que favorezcan su aplicación a escala industrial.

REFERENCIAS

- ALVES, M.; ALMEIDA, P.; NAAS, I.; GARCIA, R.; CALDARA, F.; BALDO, G. 2016. Equilibrium condition during locomotion and gait in broiler chickens. *Brazilian J. Poult. Sci.* 18.
- KNOWLES, T. G.; KESTIN, S. C.; HASLAM, S. M.; BROWN, S. N.; GREEN, L. E. 2008. Leg disorders in broiler chickens: prevalence, risk factors and prevention. *PLOS ONE*. 3(2).

COMPRENDIENDO LOS MECANISMOS MEDIANTE EL CUAL SIETE VENAS (*Plantago lanceolata* L.) REDUCE LAS EMISIONES DE ÓXIDO NITROSO EN SISTEMAS PASTORILES

*Understanding of the mechanisms by which plantain (*Plantago lanceolata* L.) is able to reduce nitrous oxide emissions in grazing systems*

Soledad Navarrete ^{1,2*}; Peter Kemp², Dave Horne², Jimena Rodríguez³

*Email: soledadnavarrete@udec.cl

¹Departamento de Producción Animal, Facultad de Agronomía, Universidad de Concepción, Chile. ² School of Agriculture and Environment, Massey University, New Zealand, ³ Lowe environment., New Zealand.

INTRODUCTION

Plantain (*Plantago lanceolata* L.; PL) secondary compounds have been identified to exhibit biological nitrification inhibition (BNI) activity (Dietz et al., 2013). By inhibiting soil nitrification, the urinary nitrogen (N) excreted by grazing animals in the soil is maintained for longer as NH_4^+ , rather than NO_3^- form reducing the risk of being lost as N_2O emissions (Rodríguez et al., 2021). The BNI is a key mechanism identified in PL as strategies to reduce N_2O emissions from pastoral soils (Simon et al., 2024). This study aimed to quantify the release of aucubin and catalpol by PL roots, and to evaluate the effect of aucubin on N_2O emissions from urinary N.

MATERIALS Y METHODS

This study was divided into two experiments: (i) a hydroponic experiment, and (ii) a lysimeter experiment in a glasshouse at Massey University. The hydroponic experiment evaluated two cultivars of PL (cv. "Tonic" and "Agritonic") and one of ryegrass (*Lolium perenne* L. cv "Trojan"; RG) as control, to quantify the production of catalpol and aucubin in PL. The experiment consisted of nine tanks (3 replicate tanks for each treatment) with 15 plants of the same cultivar in each tank. Five plants were sampled per tank at days 40, 50, and 60 to collect root exudates and leaves, then catalpol and aucubin from PL and RG were determined by high-performance liquid chromatography (HPLC) as described by Navarrete et al. (2016). In the lysimeter experiment, 50 intact soil lysimeters (200 mm diameter x 250 mm depth) were collected from a 2-year-old pure PL and RG+white clover (*Trifolium repens*; WC) swards. The lysimeters were placed on tables and N_2O emissions were monitored for 87 days using the static chamber method. Gas sampling occurred at 0, 30, and 60 minutes after the chamber was sealed. The N_2O concentrations were analyzed via Gas Chromatography. Total N concentration in the leaves and dry matter (DM) production of PL and RG+WC was determined.

RESULTS Y DISCUSSION

Plantain grown under hydroponic conditions resulted in no aucubin detected, and a low concentration of catalpol, being released in the root exudates (Table 1). Aucubin and very low levels of catalpol found in PL leaves were in agreement with previous studies describing that leaves of PL (cultivars Tonic and Agritonic) produce mostly aucubin, but with catalpol being nearly absent (Navarrete et al. 2016). The cumulative N_2O emission in the PL swards were 50% lower ($9 \pm 2.7 \text{ kg N ha}^{-1}$) compared to the RG-WC ($18 \pm 3.6 \text{ kg N ha}^{-1}$; Table 2). The trend ($P = 0.09$) observed for aucubin application reducing N_2O emissions by 36% in the RG-WC and by 34% in PL sward in the lysimeter experiment, suggested that PL could have inhibited nitrification. The PL swards used in the lysimeter were 2 years old so there had been time for PL to break down in the soil and potentially release aucubin via leaf and root litter.

Table 1. Catalpol and aucubin concentrations (ug L⁻¹) from root exudates and leaves (g kg⁻¹ DM) in plantain (cv. Agritonic and Tonic) and ryegrass (cv. Trojan), after 40, 50, and 60 days after transplant (DAT)

Species	DAT	Catalpol		Aucubin	
		Root exudates (ug L ⁻¹)	Leaves (g kg ⁻¹ DM)	Root exudates (ug L ⁻¹)	Leaves (g kg ⁻¹ DM)
Plantain cv. Agritonic	40	n.d	0.2 ± 0.08	n.d	4.0 ± 0.63
Plantain cv. Tonic	40	n.d	0.1 ± 0.02	n.d	3.9 ± 0.5
Ryegrass cv. Trojan	40	n.d	n.d	n.d	0.1 ± 0.02
Plantain cv. Agritonic	50	1.2 ± 0.15	0.5 ± 0.08	n.d	13.1 ± 3.68
Plantain cv. Tonic	50	1.1 ± 1.01	0.2 ± 0.05	n.d	11.0 ± 1.99
Ryegrass cv. Trojan	50	0.7 ± 0.43	n.d	n.d	0.2 ± 0.02
Plantain cv. Agritonic	60	5.6 ± 3.17	0.4 ± 0.17	n.d	10.4 ± 0.41
Plantain cv. Tonic	60	3.6 ± 1.22	0.3 ± 0.07	n.d	10.8 ± 1.51
Ryegrass cv. Trojan	60	1.6 ± 0.61	0.04 ± 0.01	n.d	0.1 ± 0.03
Significance					
Plant type		0.09	0.02		< 0.0001
DAT		0.45	0.42		0.06
Interaction		0.62	0.58		0.06

Table 2. Cumulative N₂O-N emissions, emission factor (EF₃), nitrogen (N) uptake, and dry matter (DM) production from plantain (PL) and ryegrass-white clover (RG-WC) swards after urine application with and without aucubin.

Treatment	N ₂ O-N (kg N ha ⁻¹)	EF ₃	N uptake (kg N ha ⁻¹)	DM production (kg DM ha ⁻¹)
RG-WC	22 ± 2.3 ^a	3.5 ± 0.4	152 ± 21	3514 ± 296
RG-WC+Aucubin	14 ± 2.1 ^b	2.1 ± 0.7	112 ± 39	3586 ± 708
PL	11 ± 3.5 ^b	1.7 ± 0.6	92 ± 25	2733 ± 326
PL+Aucubin	7 ± 2.7 ^b	1.1 ± 0.3	123 ± 37	3103 ± 491
Significance				
Sward	0.02	0.08	0.60	0.03
Aucubin	0.09	0.30	0.60	0.90
Sward* Aucubin	0.53	0.30	0.40	0.60

ACKOWLEDGMENT

We deeply thank Dr. Trish Fraser[†] for her generous support and advice on this research line.

CONCLUSIONS

Catalpol was present in the root exudates of PL but aucubin was undetected. Aucubin application reduced N₂O emissions likely by inhibiting the soil nitrification process.

REFERENCES

- DIETZ, M., MACHILL, S., HOFFMANN, H.C., SCHMIDTKE, K. 2013. Inhibitory effects of *Plantago lanceolata* L. on soil N mineralization. *Plant and Soil*, 368(1-2), 445-458.
- NAVARRETE, S., KEMP, P.D., PAIN, S.J. & BACK, P.J. 2016. Bioactive compounds, aucubin and acteoside, in plantain (*Plantago lanceolata* L.) and their effect on in vitro rumen fermentation. *Animal Feed Science and Technology*. 222, 158-167
- RODRIGUEZ, M. J., NAVARRETE, S., HORNE, D. J., HANLY, J. A., BISHOP, P., & KEMP, P. D. 2021. Can secondary metabolites of plantain reduce N losses from urine patches? *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 66(1), 83–100.
- SIMON, P; NAVARRETE, S; SUBBARAJ, A; De KLEIN, C; ALFARO, M. 2024. Role of pH and nutrient source on the production and release of aucubin, acteoside and catalpol in hydroponically grown *Plantago lanceolata*. International Union of soil sciences – Centennial Celebration Congress. Florencia, Italia.

PRODUCCIÓN DE METANO Y VARIABLES DE FERMENTACIÓN EN GENOTIPOS CONTRASTANTES DE BALICA (*Lolium perenne* L.) EVALUADOS EN RUSITEC

Methane production and fermentation variables in contrasting ryegrass (*Lolium perenne* L.) genotypes evaluated in rusitec

F6

Nelson Vera-Aguilera^{1*}, Nathaly Cancino-Padilla², Paulina Etcheverría T.², Fernando Ortega-Klose², Emilio M. Ungerfeld², Sandra Suescum-Ospina³, Jorge Ávila-Stagno⁴.

*E-mail: nelsonvera@uchile.cl

¹Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias, Universidad de Chile; ²Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA Carillanca; ³Facultad Agronomía, Universidad de Concepción; ⁴Facultad Ciencias Veterinarias, Universidad de Concepción.

INTRODUCCIÓN

Distintos genotipos (GN) de balica perenne (*Lolium perenne*) en estado vegetativo demostraron diferente potencial metanogénico en un cultivo discontinuo (Vera-Aguilera et al., 2022). No obstante, este sistema no evalúa la posible adaptación de la comunidad microbiana en relación con la producción de metano (CH₄) y otras variables de fermentación. El objetivo fue comparar la producción de CH₄ y variables de fermentación ruminal de GN contrastantes de balica perenne mediante un sistema de fermentación semicontinuo (Rumen Simulation Technique, RUSITEC).

MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio se realizó en el Laboratorio de Nutrición y Sistemas Ganaderos de la Universidad de Concepción. De entre 13 GN de balica perenne, se seleccionaron cuatro GN contrastantes [dos de bajo (Base y Tar-2) y dos de alto (Int-3 y Tar-1) potencial metanogénico] previamente caracterizados por Vera-Aguilera et al. (2022). El muestreo se realizó en INIA Carillanca (primavera de 2023), con tres cortes en estado vegetativo (15 a 20 cm de altura, dejando 5 cm de residuo). Las muestras se congelaron inmediatamente en nitrógeno líquido, se liofilizaron, molieron (4 mm) y se mezclaron las réplicas de campo y cortes dentro de cada GN en partes iguales, obteniéndose una muestra compuesta por cada GN, que se conservó a -4 °C hasta la incubación. Se realizaron dos incubaciones en RUSITEC (8 días de adaptación más 5 días de muestreo). El fluido ruminal y digesta sólida se obtuvo de bovinos canulados, alimentados con heno y concentrado (75:25). Los GN se asignaron por duplicado a fermentadores de 1 L (n = 8) conteniendo cada uno fluido ruminal con buffer McDougall (4:1) y dos bolsas de dacrón (una con 40 g digesta y otra con 9 g del GN asignado). A las 24 h se reemplazó la bolsa con digesta por una con el GN correspondiente, y a las 48 h se estableció un reemplazo sistemático de aquellas bolsas incubadas por 48 h. Desde el día 9, las bolsas retiradas fueron lavadas, secadas (60 °C por 24 h), y los residuos incinerados para determinar la desaparición de materia orgánica (DIVMO). Se midió el pH del efluente (pH-metro) y se determinó la concentración de ácidos grasos volátiles (AGV) por cromatografía de gases (GC). La producción de gas total de cada fermentador se determinó por desplazamiento de agua. Previo a la medición, se extrajo una muestra para determinar la concentración de CH₄ por GC. Los datos se analizaron mediante ANOVA de medidas repetidas. El modelo incluyó la incubación (aleatorio), fermentador (aleatorio; anidado al GN), GN, día, e interacción GN × día. Se realizó un contraste entre los GN de bajo y alto potencial metanogénico, y la comparación de medias se realizó mediante Tukey HSD (P < 0,05), en JMP v16.1.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La composición química (% MS ± DE) de los GN de bajo potencial metanogénico mostró: carbohidratos solubles (CS, 9,91 ± 0,185%), fibra detergente neutra (FDN, 46,9 ± 1,55%) y proteína cruda (PC, 15,4 ±

0,88%); mientras que los GN de alto potencial metanogénico presentaron: CS ($8,26 \pm 1,755\%$), FDN ($47,5 \pm 0,60\%$) y PC ($15,4 \pm 0,25\%$). La concentración de ácido succínico (AS) fue más alta en Int-3 (0,43%), comparado con Base (0,12%), Tar-1 (0,11%) y Tar-2 (0,09%). La producción de CH₄ fue menor ($P = 0,048$) en los GN de bajo potencial metanogénico en cultivo discontinuo (Cuadro 1), aunque no hubo diferencias ($P = 0,227$) entre los GN individuales. No hubo diferencias ($P \geq 0,090$) en la DIVMO, producción de gas, concentración total de AGV ni pH. Sin embargo, en el perfil de AGV, la proporción de propionato (Pr) fue mayor en los GN de bajo potencial metanogénico ($P = 0,027$), en especial Base por sobre Tar-1 ($P = 0,021$). Por el contrario, la proporción de acetato (Ac) y relación Ac/Pr fueron mayores ($P \leq 0,038$) en los GN de alto potencial metanogénico (Int-3 y Tar-1), así como en Tar-2. La composición química de los GN influyó en la producción de CH₄, ya que, un mayor contenido de CS se asocia a una mayor producción de Pr, el cual compite en el rumen con la metanogénesis por hidrógeno metabólico, reduciendo así la producción de CH₄ (Janssen, 2010). Por otro lado, el contenido de AS en Int-3 no aumentó el Pr, sugiriendo una posible alteración en la conversión de AS a Pr.

Cuadro 1. Producción de metano (CH₄) y variables de fermentación ruminal de cuatro genotipos de ballica perenne contrastantes en su potencial metanogénico evaluados en RUSITEC.

Ítem	Genotipos de ballica				EEM	Valor <i>p</i>	
	Base (-)	Tar-2 (-)	Tar-1 (+)	Int-3 (+)		Genotipo	– vs +
CH ₄ (mg/g MOd)	8,98	8,68	10,7	10,5	0,78	0,227	0,048
Producción de gas (L/d)	1,38	1,35	1,40	1,37	0,016	0,127	0,136
DIVMO (g/kg)	620	611	626	616	9,4	0,745	0,588
AGV (mmol/d)	25,4	24,8	25,7	25,5	0,63	0,830	0,515
AGV (mol/100 mol)							
Acetato (Ac)	53,2 ^B	54,1 ^A	54,6 ^A	55,2 ^A	0,70	0,005	0,038
Propionato (Pr)	31,5 ^A	30,3 ^{AB}	29,8 ^B	30,3 ^{AB}	0,70	0,021	0,027
Relación Ac/Pr	1,69 ^B	1,78 ^A	1,83 ^A	1,83 ^A	0,062	0,007	0,017
pH	7,13	7,13	7,10	7,12	0,056	0,306	0,090

A-B Letras distintas en las filas indican diferencias significativas (Tukey HSD, $P < 0,05$). AGV = ácidos grasos volátiles; DIVMO = desaparición *in vitro* de la materia orgánica; EEM = error estándar de la media; MOd = materia orgánica desaparecida. – vs + = contraste genotipos.

CONCLUSIONES

En un sistema RUSITEC, la producción de CH₄ varió entre los GN de alto y bajo potencial metanogénico, pero no individualmente. Los GN de bajo potencial metanogénico (Base y Tar-2) produjeron en promedio un 11,4% menos de CH₄ que la media de todos los GN evaluados.

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: 20–2

SUBPRODUCTOS DE UVA COMO MODULADORES DE LA FERMENTACIÓN RUMINAL Y LA METANOGENÉSIS *IN VITRO*

Grape By-Products as Modulators of Rumen Fermentation and Methanogenesis In Vitro

Sandra Suescun-Ospina², Valentina Olmos Salvo¹, Rodrigo Allende¹, Pedro Melín³, Pamela Williams²,
Nelson Vera⁴, Jorge Avila-Stagno¹

*Email: jorgeavila@udec.cl

¹Facultad de Ciencias Veterinarias ²Facultad de Agronomía, ³Facultad de Ingeniería Agrícola, Universidad de Concepción. ⁴Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias Universidad de Chile

INTRODUCCIÓN

La vitivinicultura enfrenta el desafío de generar valor a partir del orujo de uva, su residuo más abundante. El alto contenido de polifenoles de este residuo sugiere potencial de modular positivamente la fermentación ruminal. El estudio evaluó el potencial antimetanogénico de tres ingredientes derivados de la uva, harina de orujo (HOU), torta de semilla (TSU) y un extracto de uva (EU) como ingredientes o aditivos dietarios para rumiantes. Se realizó un ensayo de fermentación *in vitro* en *batch* por 48 horas, analizando diferentes dosis de cada ingrediente.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en el Laboratorio de Nutrición y Sistemas Ganaderos de la Universidad de Concepción. Se evaluó la adición de dosis crecientes de HOU, TSU y EU en remplazo del heno de alfalfa en una dieta alta en forraje (70:30% MS forraje: concentrado) para rumiantes (Cuadro 1).

Cuadro 1. Ingredientes y tratamientos experimentales en % de la MS de la dieta

Item	Control	HOU 7%	HOU 14%	HOU 21%	TSU 5%	TSU 10%	EU 0,25%	EU 0,50%	EU 1,00%
Ingredientes (g/kg)									
Heno de alfalfa	350	280	210	140	300	250	347,5	345	340
Ensilaje de maíz	350	350	350	350	350	350	350	350	350
Afrecho de Raps	120	120	120	120	120	120	120	120	120
Maíz grano	170	170	170	170	170	170	170	170	170
HOU	-	70	140	210	-	-	-	-	-
TSU	-	-	-	-	50	100	-	-	-
EU	-	-	-	-	-	-	2,5	5	10
Minerales	10	10	10	10	10	10	10	10	10

Nota: HOU: harina de orujo de uva MS: 94,4%. PC: 9,98%. FDN: 44,4%. EE: 9,82%; TSU: Torta de semilla de uva: MS 92,46%. PC 8,59%. FDN 60,86% y EE 2,55%. Lignina 44,02%. EU: Extracto de uva: 5,99 mg equivalentes de Ácido ascórbico/g MS. Composición dieta control: MS 92,46%. PC 14,16%. FDN 52,23% y EE 2,55%.

Se pesaron 0,5 g de dieta en bolsas Ankom que se incubaron (39°C) en botellas de 50 mL inoculadas con fluido ruminal y buffer de Menke. Se muestreó para CH₄ a las 24 y 48 h y se utilizaron 3 réplicas por horario, siendo la incubación replicada tres veces. Se determinó la producción de gas por desplazamiento de agua y CH₄ por cromatografía de gases. Los residuos fueron lavados y secados para determinar la desaparición de materia seca (DIVMS). Los datos se analizaron en JMP Pro 14 mediante un modelo mixto (ANOVA): $Y_{ijk} = \mu + T_i + R_j + \epsilon_{ijk}$, donde μ es la media general. T_i el efecto fijo del tratamiento. R_j el efecto aleatorio de la corrida experimental y ϵ_{ijk} el error experimental. Las medias se compararon con prueba de Tukey y se realizaron contrastes lineales para cada grupo de ingredientes o aditivo. Se declaró diferencias si $p < 0,05$ y como tendencias ($0,05 < p < 0,1$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La DIVMS fue reducida (-1%) sólo por HOU (Cuadro 2) probablemente debido a contenidos de polifenoles y lignina. La producción de gas no fue afectada por los tratamientos, pero el % de CH₄ en el gas fue reducido linealmente por el EU ($p < 0,001$). El mismo comportamiento se registró en la producción de CH₄ (mgCH₄/g MS incubada; 57 - 67% de reducción) y rendimiento de CH₄ (mg CH₄/g MS desaparecida; 43-57% de reducción; $p > 0,001$). La TSU tendió ($p = 0,071$) a reducir la producción de CH₄ pero no el rendimiento. El EU tiene un alto contenido de polifenoles (5,99 mg equivalentes de ácido ascórbico/g MS) cuyos efectos sobre las poblaciones de metanógenos (Suescun et al., 2023) y protozoos (Bhatta et al., 2009) han sido previamente reportados.

Cuadro 2. Efectos de la inclusión de subproductos vitivinícolas en una incubación *in vitro* en batch sobre la desaparición de MS. producción de gas y CH₄ acumulativas a 48h.

Tratamiento		IVDMD	Gas Neto, mL	CH ₄ , %	Net CH ₄ , mg/Msi	Net CH ₄ , mg/gMSd	pH
Dieta F:C 70:30	Control	67.59 ^a	59.10	6.11 ^a	5.69 ^a	8.16 ^a	6.29 ^b
Harina de orujo de uva	7%	66.35 ^b	57.42	6.05	4.42	6.46	6.34 ^{ab}
	14%	66.03 ^c	57.84	5.97	4.69	5.98	6.38 ^{ab}
	21%	65.70 ^d	58.26	5.85	3.95	6.51	6.42 ^a
Torta de semilla de uva	5%	66.68	58.26	4.19	3.65	5.58	6.37
	10%	67.01	58.47	4.83	2.81	6.70	6.38
Extracto de uva	0.25%	67.33	58.89	2.85 ^b	2.43 ^b	4.61 ^b	6.33
	0.5%	67.66	58.68	2.32 ^{bc}	1.92 ^{cd}	3.67 ^{bc}	6.38
	1%	67.98	58.92	1.80 ^c	1.58 ^d	3.48 ^c	6.36
EEM	HOU	0.276	2.496	0.605	0.650	1.032	0.024
	TSU	2.188	2.22	0.798	0.470	1.009	0.037
	EU	2.437	2.686	0.804	0.715	1.105	0.043
Valor p	HOU	<0.001	0.186	0.217	0.154	0.283	0.003
	TSU	0.368	0.374	0.263	0.071	0.258	0.266
	EU	0.515	0.596	<0.001	<0.001	<0.001	0.295
Contraste Lineal	HOU	<0.001	0.214	0.345	0.106	0.505	0.015
	TSU	0.325	0.420	0.637	0.070	0.683	0.134
	EU	0.908	0.570	<0.001	<0.001	<0.001	0.816

CONCLUSIONES

Sólo la inclusión EU generó reducciones importantes en la producción y rendimiento de CH₄ en condiciones *in vitro* (batch), lo que sugiere un potencial de uso como aditivo en sistemas ganaderos. Los efectos de estos ingredientes sobre la sostenibilidad, la productividad, el metabolismo y la composición y calidad de carne y leche deben ser evaluados en condiciones *in vivo*.

REFERENCIAS

- BHATTA, R.; UYENO, Y.; TAJIMA, K.; TAKENAKA, A.; YABUMOTO, Y.; NONAKA, I.; ENISHI, O.; KURIHARA, M. 2009. Difference in the nature of tannins on *in vitro* ruminal methane and volatile fatty acid production and on methanogenic archaea and protozoal populations. *J. Dairy Sci.* 92, 5512–5522
SUESCUN OSPINA, Sandra Tatiana. Tesis doctoral. Evaluación del orujo de uva país como modulador de la fermentación ruminal en dietas para rumiantes. 2023.

EFECTO DEL TIPO DE SOMBRA SOBRE LA CONDUCTA DE ABREVAJE EN CABRAS CRIOLLAS EN ÉPOCA ESTIVAL EN LA ZONA CENTRAL DE CHILE

Effect of Shade Type on drinking behavior in Creole Goats during the Summer Season in Central Chile

Sofía Harriet De Santiago¹, Rocío Bazaéz¹, Fernanda Cura¹, Daniela Luna², Daniel Cartes^{1*}

*Email: nncartes@uchile.cl

¹Departamento de Ciencia Clínicas, Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias, Universidad de Chile.

INTRODUCCIÓN

En Chile, durante el verano, la combinación de radiación solar, altas temperaturas, elevada humedad relativa y escasez de precipitaciones genera condiciones que superan el rango de confort térmico en animales productivos. En caprinos, estos factores inducen calor y activan mecanismos adaptativos como la búsqueda de sombra, aumento del consumo de agua, con el fin de mantener la homeostasis y regular la temperatura corporal (Álvarez et al., 2013; Berihulay et al., 2019). Este estudio plantea la hipótesis de que las cabras criollas expuestas a sombra natural mantienen un patrón estable de abrevaje bajo condiciones de calor. El objetivo fue comparar el consumo de agua bajo distintos tipos de sombra, para determinar cuál resulta más efectiva en minimizar los cambios conductuales asociados al calor.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio fue aprobado por el Comité Institucional de Cuidado y Uso de Animales (CICUA) de la Universidad de Chile (UCH) (autorización N.º 25869-VET-UCH). Se realizó en la Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias (FAVET) de la Universidad de Chile, durante los meses de febrero y marzo. Se seleccionaron 18 cabras criollas de entre 1 y 4 años de edad, con un peso vivo (PV) promedio de $35,05 \pm 7,06$ kg, que no estaban en rutina de ordeña.

El estudio tuvo una duración total de 16 días, con 4 días de adaptación, 10 días de evaluación y 2 días de descanso entre períodos. Cada tratamiento se llevó a cabo durante cinco días consecutivos, seguidos de dos días de descanso, destinados a la recuperación de las cabras antes de proceder al siguiente. Se establecieron tres condiciones según el tipo de sombra; sombra natural (SNC), proporcionada por árboles que cubrieron el 100% del corral; sombra artificial (SAC), proporcionada por malla raschel que cubrió el 100% del corral y sombra mínima (SAM), proporcionada por una pequeña área sombreada de malla raschel ($1m^2/cabra$). Cada tratamiento se dividió en dos corrales con 3 animales cada uno, evaluando así 6 cabras bajo las mismas condiciones experimentales. Para registrar el consumo de agua, se instalaron cámaras de videovigilancia (Ezviz EB3) que grabaron de forma continua las conductas entre las 10:00 y las 18:00 horas. El registro conductual se realizó utilizando el software BORIS, registrando el tiempo, frecuencia y duración promedio de la conducta. Se consideró conducta de abrevaje cuando las cabras mantuvieron el morro dentro del bebedero durante más de 3 segundos (Nguyen et al., 2024). Los datos se analizaron mediante modelos mixtos en el programa r studio, utilizando la Prueba de Tukey como *post hoc* para comparar diferencias entre tratamientos.

RESULTADOS

Los resultados para los tres parámetros conductuales evaluados se encuentran en la Figura 1. Las cabras bajo SAM realizaron un mayor número de conductas de abrevaje que en el grupo SNC ($p<0,05$). En cuanto al tiempo diario de abrevaje en el periodo, se registraron diferencias significativas entre SAM y SNC, siendo

mayor el tiempo en cabras bajo sombra mínima ($p<0,05$). Además, se registraron variaciones entre períodos de sombra artificial, aumentando en tiempo de abrevaje en el segundo período ($p<0,05$). La duración de la conducta fue significativamente menor en cabras bajo SAC en comparación con SNC y SAM ($p<0,05$), sin diferencias entre estas dos últimas. En este caso, ambos períodos observados se mantuvieron estables en cada tratamiento.

Como factores fijos se consideraron el tratamiento, el período y la interacción, mientras que como factor aleatorio se consideró el animal anidado dentro del corral. Se registraron la temperatura ambiental y la humedad relativa promedio en ambos períodos evaluados (primer período: $T^{\circ} = 24^{\circ}$ / RH = 44%; segundo período: $T^{\circ} = 21^{\circ}$ / RH = 52%) (Meteostat, 2025).

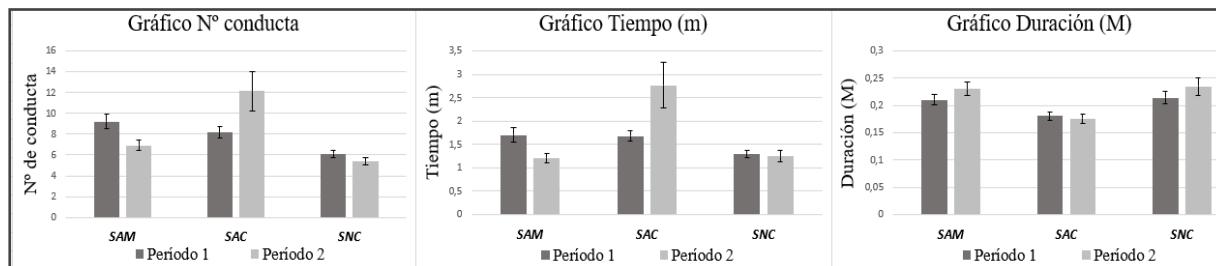


Figura 1. Parámetros observados; número de conducta, tiempo y duración promedio de la conducta de abrevaje en cabras expuestas a sombra mínima (SAM), sombra artificial (SAC) y sombra natural (SNC) evaluadas durante dos períodos (media ± error estándar de la media).

CONCLUSIONES

La disponibilidad y calidad de sombra influyen directamente en la conducta de consumo de agua en cabras criollas. El acceso a sombra natural, en comparación con sombra mínima o artificial, permite que las cabras mantengan un patrón de consumo estable, sin aumentar el tiempo de consumo ni el número de visitas al bebedero, minimizando los cambios conductuales asociados al calor.

REFERENCIAS

- ÁLVAREZ, L.; GUEVARA, N.; RÉYES, M.; SÁNCHEZ, A.; GALINDO, F. 2013. Shade effects on feeding behavior, feed intake, and daily gain of weight in female goat kids. *Journal of Veterinary Behavior*, 8, 466-470.
- BERIHULAY, H.; ABIED, A.; HE, X.; JIANG, L.; MA, Y. 2019. Adaptation Mechanisms of Small Ruminants to Environmental Heat Stress. *Animals*, 9, 75.
- NGUYEN, T.; NGUYEN, N.; CHAIYABUTR, N.; THAMMACHAROEN, S. 2024. Effects of adaptive duration to salinity in drinking water on behavior, weight gain and blood biochemical parameters in growing goats. *Polish Journal of Veterinary Sciences*, 27, 127-134.
- METEOSTAT. 2025. Datos meteorológicos históricos de La Pintana, Chile. Disponible en: <https://meteostat.net/es/place/cl/la-pintana?s=85580&t=2025-02-20/2025-03-03>

EFFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN CON AGAR-AGAR EN LA CALIDAD FISICOQUÍMICA Y NUTRICIONAL DE CARNE OVINA

Effect of agar-agar supplementation on the physicochemical and nutritional quality of sheep meat

Matías Cortés^{1,2*}, Rommy Diaz^{5,6}, Rodrigo Huaiquipán^{2,3}, Sepúlveda NG^{3,6}, Gastón Sepúlveda^{3,6},
Ailín Martínez^{4,6}, John Quiñones^{3,6}.

*Email: m.cortes10@ufromail.cl

¹Carrera de Biotecnología. Universidad de La Frontera. Temuco. Chile. ² Programa de Doctorado en Ciencias Agroalimentarias y Medioambiente, ³ Facultad de Ciencias Agropecuarias y Medioambiente, Universidad de la Frontera, Temuco, Chile. ⁴ Programa de Doctorado en Ciencias mención Biología Celular y Molecular Aplicada, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Medioambiente, Universidad de la Frontera, Temuco, Chile.

⁵ Facultad de Ciencias Agropecuarias y Medioambiente, Universidad de la Frontera, Temuco 4780000, Chile. ⁶ Centro de Tecnología e Innovación de la Carne. Universidad de La Frontera. Temuco 4780000. Chile.

INTRODUCCIÓN

La calidad de la carne ovina es un atributo esencial en la cadena productiva, influida por múltiples factores post mortem como el pH, la colorimetría, la oxidación lipídica, la capacidad de retención de agua (CRA) y el perfil de ácidos grasos, todos modulables por la dieta del animal. El agar-agar, polisacárido derivado de algas Rhodophyceae, posee propiedades funcionales que incluyen efectos prebióticos, actividad antioxidante y capacidad de retención de agua, lo que lo convierte en un candidato prometedor para la mejora nutricional en rumiantes. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la suplementación con 5% de agar-agar en la dieta de corderos sobre parámetros fisicoquímicos y nutricionales de la carne.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio, aprobado por el Comité Ético Científico de la Universidad de La Frontera, se llevó a cabo en el Fundo Experimental Maquehue, Región de La Araucanía, Chile, durante la estación de otoño. Se utilizaron 16 corderos de raza criolla araucana, de aproximadamente 2 meses de edad y un peso promedio inicial de $15,7 \pm 1,84$ kg. Los animales fueron aclimatados durante 15 días antes de iniciar el ensayo y distribuidos en dos grupos experimentales: un grupo control (CTRL), alimentado con una dieta base compuesta avena (45%), triticale (35%) y lupino (18%), complementada con 1% de carbonato de calcio y 0,5% de sal común, además de 0,5% de un núcleo mineral-vitamínico específico para ovino, y un grupo suplementado (BAA), que recibió la misma dieta en grano más la adición con un 5% de harina de agar-agar. Cada grupo fue alimentado con una dieta total mezclada, homogénea en el caso de la inclusión de agar, sin modificaciones en la composición basal. Durante el período experimental se registraron semanalmente el peso corporal y la condición sanitaria de los animales. Previo al sacrificio, se tomaron muestras de sangre para la determinación de parámetros bioquímicos, incluyendo sustratos energéticos, iones, enzimas, metales traza y proteínas totales. Tras el sacrificio, se extrajo el músculo Longissimus dorsi a las 24 h post mortem para los análisis de pH, color (L*, a*, b*, C*, h*), CRA, oxidación lipídica mediante el método TBARS y perfil de ácidos grasos por cromatografía de gases (GC-FID) tras metilación de ésteres grasos. Los datos fueron sometidos a prueba ANOVA ($p < 0,05$) y prueba post hoc de Tukey utilizando el software estadístico R® (versión 4.3).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La suplementación con agar-agar no produjo diferencias significativas ($p > 0,05$) en pH final, CRA ni en los valores de TBARS, lo que indica que la estabilidad oxidativa de la carne no fue afectada por la inclusión del polisacárido. Sin embargo, se observaron diferencias significativas en los parámetros de color L^* ($p = 0,002$) y b^* ($p = 0,008$), lo que sugiere un leve incremento en la luminosidad y un cambio cromático asociado al tratamiento dietario, aunque dentro de los rangos aceptables para carne ovina fresca ($L^* 34-35$; $a^* < 19$). El mantenimiento de la estabilidad oxidativa y del pH concuerda con estudios que reportan que la incorporación de polisacáridos marinos no altera la calidad tecnológica de la carne, posiblemente por su capacidad antioxidante y de retención de agua. En este sentido, el agar-agar podría contribuir a preservar la integridad estructural del tejido muscular, limitando la peroxidación lipídica sin interferir con los procesos bioquímicos post mortem. La ausencia de diferencias en el perfil de ácidos grasos respalda la hipótesis de que la suplementación con agar-agar no modifica el metabolismo lipídico, confirmando su potencial como ingrediente funcional seguro, viable y como agente detoxificante en sistemas de producción ovina.

CONCLUSIONES

La inclusión de un 5 % de agar-agar en la dieta de corderos criollos no generó efectos significativos en los parámetros fisicoquímicos ni oxidativos de la carne, manteniéndose valores similares al grupo control. Las variaciones detectadas en los parámetros de color L^* y b^* indican un efecto limitado del polisacárido sobre las características visuales del producto, sin comprometer su aceptabilidad. En conjunto, los resultados sugieren que el agar-agar puede incorporarse en la alimentación de rumiantes sin alterar negativamente la calidad tecnológica ni nutricional de la carne ovina, aunque su rol funcional requiere ser confirmado mediante estudios adicionales que evalúen su efecto antioxidante y metabólico bajo diferentes condiciones de suplementación.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer el Proyecto PP22-0017. VRIP-UFRO(N.S). 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

- DELGADO-PERTÍÑEZ, M., & HORCADA, A. (2021). Better animal feeding for improving the quality of ruminant meat and dairy. *Foods*, 10(5), 1076. <https://doi.org/10.3390/foods10051076>
- ZHANG, J., WANG, Y., LI, H., LIU, Z., & ZHOU, H. (2024). Effects of dietary Clostridium butyricum and rumen protected fat on meat quality, oxidative stability, and chemical composition of finishing goats. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 15(3), 72. <https://doi.org/10.1186/s40104-023-00972-8>
- CHEONG, K. L., QIU, H. M., & LI, S. (2023). Role of polysaccharides from marine seaweed as feed additives for methane mitigation in ruminants: A critical review. *Polymers*, 15(15), 3153. <https://doi.org/10.3390/polym15153153>
- BHAT, Z. F., WANI, T. A., & DIMITRIOS, J. (2024). Emerging microalgal feed additives for ruminant production and sustainability. *Advanced Biotechnology*, 3(2), 24–37. <https://doi.org/10.1007/s44307-024-00024-w>

POTENCIAL DE LA MACROALGA PARDIA (DURVILLAEA ANTARCTICA) PARA LA PRODUCCIÓN SOSTENIBLE DE CERDOS

*Potential of Brown Macroalgae (*Durvillaea antarctica*) for Sustainable Pig Production*

Sepúlveda G.^{1,2}, Muñoz A.^{1,2}, Perez-Nuñez I^{1,2}, Rebolledo N.^{1,2}, Quiñones J.^{1,2}, Sepúlveda N^{1,2}.
g.sepulveda10@ufromail.cl

¹Doctorado en Ciencias Agroalimentarias y Medioambiente, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales, Universidad de La Frontera. ²Centro de Tecnología e Innovación de la Carne, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales, Universidad de la Frontera, Avenida Francisco Salazar 01145, Temuco, Chile. *Email:

INTRODUCCIÓN

La macroalga parda *Durvillaea antarctica*, abundante en las costas chilenas, se posiciona como una alternativa prometedora para impulsar la sustentabilidad de la producción de no rumiantes tales como cerdo, aportando nuevos compuestos bioactivos a la dieta que pueden tener efectos sobre la canal dado su contenido mineral de yodo (Das & Ghosh, 2024). El objetivo central de este estudio fue determinar la viabilidad de incluir harina de *D. antarctica* en la dieta de cerdos de engorda (30 a 100 kg) y evaluar su efecto sobre los parámetros productivos y de calidad de la canal.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo fue realizado en el campo experimental Maquehue de La Universidad de La Frontera, entre junio y septiembre del 2024. Los animales fueron adquiridos de un productor local y transportados al campo experimental. Se seleccionaron 24 cerdos distribuidos en 3 grupos (n=8) y alimentados desde los 30 kg hasta el peso de faena (100 kg) con dietas que contenían tres niveles de inclusión de harina de alga: Control (0%), G1 (3%) y G2 (6%), los cuales se habían utilizado previamente en ovinos (Quiñones et al., 2025). Las dietas fueron isoenergeticas e isoproteicas a través de un modelo GRG no lineal basado en los requerimientos de la NRC para cerdos (National Research Council, 2012).

Se monitoreó el peso de los animales durante el ensayo hasta que alcanzaron el peso objetivo, momento en el cual fueron beneficiados en la Faenadora Victoria. Posteriormente, se evaluaron los parámetros de la canal; para estimar su rendimiento, se realizaron mediciones del ancho de la cobertura de grasa y ancho de lomo a la altura de la décima costilla. Finalmente, se determinó el pH de la carne, realizando seis mediciones por muestra con un pHmetro específico para carne (Hanna, HI98163).

Los análisis estadísticos se realizaron a través del software R 4.5.2 realizándose ANDEVA dos vías para cada parámetro (Peso Final (Kg), Ganancia Diaria de Peso (Kg/d), Espesor de Grasa Dorsal (mm), Carne Magra (Kg), pH de la Carne). En general, aquellos parámetros significativos fueron sometidos a un post-hoc de Tukey con un nivel de significancia de 5%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Aunque no se observaron diferencias significativas en la Ganancia Diaria de Peso (GDP) entre los grupos (0.71, 0.63 y 0.66 Kg/d, respectivamente; $p > 0.05$), el uso de *D. antarctica* demostró una tendencia interesante al generar una diferencia levemente significativa en el peso final de los animales donde si bien el mayor peso final es alcanzado por el grupo Control, fue el menos homogéneo (116.25, 104.28 y 108.84 Kg, respectivamente; $p = 0.068$).

Los parámetros de la canal caliente (73.13, 77.44 y 78.86 Kg) y la estimación de rendimiento cárneo (38.76, 42.48 y 44.85 Kg) no mostraron diferencias significativas. Sin embargo, el pH de la carne post-faena mostró

una tendencia a la diferencia significativa ($p = 0.069$), lo que, en línea con estudios de otras algas, sugiere un potencial impacto positivo en la estabilidad y vida útil de la carne (He et al., 2002).

Cuadro 1. Variables de desempeño de crecimiento y calidad de carne de Cerdos alimentados con dietas de inclusión de 0% (Control), 3% (G1) y 6% (G2) de *Durvillaea antártica*.

Variable de Desempeño y Calidad	Control (0%)	G1 (3%)	G2 (6%)	Valor p
Peso Final (Kg)	116.25 ± 5.24	104.28 ± 2.28	108.84 ± 3.16	0.068
Ganancia Diaria de Peso (Kg/d)	0.71 ± 0.03	0.63 ± 0.02	0.66 ± 0.02	0.10
Espesor de Grasa Dorsal (mm)	22.13 ± 3.14	17.88 ± 1.97	15.00 ± 0.8	0.079
Carne Magra (Kg)	40.55 ± 2.3	42.50 ± 1.17	44.83 ± 1.4	0.20
pH de la Carne	5.38 ± 0.08	5.28 ± 0.15	5.64 ± 0.03	0.069

Valores en medias \pm error estandar

CONCLUSIONES

Los resultados confirman que la inclusión de hasta un 6% de *D. antarctica* es factible y segura para la producción porcina, ya que no altera negativamente el desempeño de crecimiento ni el rendimiento de la canal. Las tendencias positivas observadas en el peso final y, crucialmente, en el pH de la carne, respaldan el uso de esta macroalga como un aditivo nutricional viable con beneficios colaterales en la calidad y conservación, sin embargo para establecer su uso como aditivo se deben explorar mayores niveles de inclusión para evidenciar su potencial como suplemento. Esto abre una vía para la producción porcina más sustentable en Chile.

AGRADECIMIENTOS

Los presentes resultados son parte del Proyecto FAPESP-UFRO N° FPP22-0032.

REFERENCIAS

- DAS, J., GHOSH, K. (2024). Potential Use of Algae in the Diets of Farmed Animals and Fish: An Overview. *Proceedings of the Zoological Society*, 77, 443–462.
- HE, M. L., HOLLWICH, W., & RAMBECK, W. A. (2002). Supplementation of algae to the diet of pigs: A new possibility to improve the iodine content in the meat. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 86(3-4), 97-104.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 2012. Nutrient Requirements of Swine: Eleventh Revised Edition. Washington, DC: The National Academies Press.
- QUIÑONES, J., HUAQUIPÁN, R., DÍAZ, R., PÉREZ NÚÑEZ, I., CORTES, M., MARTÍNEZ, A., SEPÚLVEDA, G., VELASQUEZ, L., CANCINO, D., PAZ, E., & SEPULVEDA, N. (2025). Effect of Dietary Supplementation of *Durvillaea Antarctica* Meal on Production and Meat Quality Traits of Lambs. *Animals*, 15(2), 206.

SINERGIA ENTRE POLIFENOLES Y LÍPIDOS DE ORUJO DE UVA PAÍS EN LA MITIGACIÓN DE METANO DURANTE UNA FERMENTACIÓN RUMINAL *IN VITRO*

Synergistic effects of polyphenols and lipids from País grape marc on methane mitigation during in vitro rumen fermentation

Sandra Suescun-Ospina^{1*}, Pamela Williams Salinas¹, Jorge Avila-Stagno², Nelson Vera-Aguilera³,
Rodrigo Allende²

*Email: sandrasuescun@udec.cl

¹Facultad de Agronomía, Universidad de Concepción ² Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad de Concepción, ³Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias, Universidad de Chile.

INTRODUCCIÓN

El potencial antimetanogénico en rumiantes, del orujo de uva (OU) ha sido atribuido principalmente a sus taninos condensados (Akter et al., 2025). Un extracto polifenólico obtenido de OU País redujo la producción de CH₄ y concentraciones de N-NH₃ sin afectar la fermentación ruminal (Suescun-Ospina et al., 2023). Dado que el OU País posee ~16% de aceite rico en ácidos grasos insaturados, se plantea una posible sinergia polifenoles-lípidos. Este estudio evaluó los efectos de un extracto polifenólico (E) y del aceite de OU (A), solos o combinados, sobre la fermentación ruminal y la producción de CH₄ *in vitro*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio se realizó en el Laboratorio de Nutrición y Sistemas Ganaderos de la Universidad de Concepción (Chile). Se empleó un diseño completamente al azar con arreglo factorial 2×3 para evaluar el efecto de un extracto polifenólico de orujo de uva País, solo o combinado con aceite de OU (2,5 y 5% MS), sobre la fermentación y la producción de CH₄ *in vitro* de una dieta con una relación forraje: concentrado 70:30. Los tratamientos (Cuadro 1) fueron: Control (CON), Extracto (E, 2,1%), Aceite 2,5% (A2,5), Aceite 5% (A5), Extracto 2,1% + Aceite 2,5% (E+A2,5) y Extracto 2,1% + Aceite 5% (E+A5). Cada sustrato (0,5 g) se incubó en bolsas Ankom® F57 con 25 mL de inóculo ruminal:buffer Menke (1:3 v/v), obtenido de vacas Aberdeen Angus canuladas. Se realizaron tres corridas independientes, con tres botellas por tratamiento y 24 h de incubación. La producción de gas se midió por desplazamiento de agua y el metano (CH₄) por cromatografía de gases. Se registró pH, desaparición *in vitro* de MS (DIVMS), N-NH₃ (espectrofotometría) y ácidos grasos volátiles (cromatografía gaseosa). Los datos se analizaron mediante modelo mixto con efectos fijos de extracto, nivel de aceite e interacción, y corrida como efecto aleatorio; las medias se compararon con Tukey ($p \leq 0,05$) en Stata v.15.1.

Cuadro 1. Ingredientes y composición química (%MS) de los sustratos incubados

	CON	E	A2.5	A5	E+A2.5	E+A5
Heno de alfalfa	500	489.5	500	500	489.5	489.5
Ensilaje de maíz	200	195.8	200	200	195.3	195.3
Harina de Soya	40	39.2	40	40	39.2	39.2
Maíz grano húmedo	150	150	125	100	125	99
Avena	100	100	100	100	95	96
Minerales	10	10	10	10	10	10
Extracto OU	-	21	-	-	21	21
Aceite OU	-	-	25	50	25	50
	CON	E	A2.5	A5	E+A2.5	E+A5

Materia seca, g/kg materia fresca	910	911	909	908	903	902
Proteína cruda	149	149	147	146	147	145
Extracto etéreo	22	25	39	58	40	59
Fibra detergente neutro	396	399	412	413	417	417
Fibra detergente ácido	301	295	284	289	292	294

Nota: CON= Control, E= Extracto 2,1%, A2,5= Aceite 2,5%, A5= Aceite 5% , E+A2,5= Extracto 2,1% + Aceite 2,5% y E+A5= Extracto 2,1% + Aceite 5%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El extracto redujo la producción (–24%) y el rendimiento (–29%) de CH₄ y las concentraciones de N-NH₃ (–28,5%) sin alterar el pH ni la fermentación global. A 5% de aceite, solo o combinado con extracto, el CH₄ disminuyó hasta un 33%, aunque también se redujo la DIVMS (~9%). El incremento del propionato y la menor relación acetato:propionato sugieren un patrón fermentativo más eficiente inducido por el extracto, evidenciando su potencial para mitigar CH₄ sin comprometer la digestión.

Cuadro 2. Efectos de la inclusión de aceite y extracto de OU País sobre los parámetros de fermentación de una dieta alta en forraje a las 24 h de fermentación en un cultivo *batch*

Parámetro	CON	E	A 2.5	A5	EA2.5	EA5	EEM	A	E	A×E
DIVMS, %	50.1 ^A	49.7 ^{AB}	49.5 ^{AB}	45.7 ^B	48.8 ^{AB}	45.6 ^B	0.148	<0.001	0.083	0.931
pH	6.68	6.72	6.66	6.65	6.56	6.55	0.080	0.125	0.542	0.875
N-NH ₃ , mg/dL	10.5 ^A	7.5 ^B	8.3 ^{AB}	8.5 ^{AB}	7.9 ^{AB}	7.6 ^B	0.350	0.436	<0.001	0.061
AGV totales (mM)	124.9	120.6	111.5	118.4	123.4	122.8	2.723	0.403	0.220	0.131
Acetato (%)	60.9	59.2	57.5	61.3	61.6	61.1	1.352	0.495	0.424	0.236
Propionato (%)	27.9 ^B	32.5 ^A	30.4 ^{AB}	31.3 ^{AB}	32.1 ^{AB}	32.2 ^A	1.486	0.054	0.001	0.917
Butirato (%)	14.4 ^B	15.3 ^{AB}	15.7 ^{AB}	16.0 ^{AB}	16.0 ^{AB}	16.4 ^A	0.457	0.026	0.062	0.802
AGCR (%)	2.8 ^A	2.3 ^B	2.6 ^{AB}	2.8 ^{AB}	2.5 ^{AB}	2.3 ^B	0.089	0.446	0.025	0.535
A:P	2.2	1.8	1.8	1.9	1.9	1.9	0.091	0.003	0.009	0.429
Gas MS incubada, mL/g	99.0	98.4	87.4	81.7	88.5	87.2	5.385	0.277	0.435	0.074
Gas MS digerida, mL/g	182.3	185.2	162.9	182.3	182.8	175.9	9.516	0.064	0.300	0.096
CH ₄ (%)	12.2 ^A	10.1 ^B	11.5 ^{AB}	11.1 ^B	10.5 ^{BC}	9.5 ^C	0.157	0.021	0.148	0.033
CH ₄ MS incubada, mg/g	9.9 ^A	7.5 ^B	9.1 ^{AB}	8.9 ^{AB}	7.1 ^{BC}	6.8 ^C	0.699	0.030	0.062	0.041
CH ₄ MS digerida, mg/g	20.1 ^A	14.2 ^B	18.0 ^{AB}	17.5 ^{AB}	14.0 ^{BC}	13.3 ^C	1.146	0.001	0.056	0.042

Nota: CON: control, E: extracto de OU 2.1% MS, A2.5: aceite de OU 2.5% MS, A5: aceite de OU 5% MS, EEM: error estándar de la media, A: aceite, A×E: interacción entre aceite de orujo de uva y extracto de orujo de uva, AGCR: ácidos grasos de cadena ramificada.

CONCLUSIONES

El extracto polifenólico de orujo de uva redujo la producción de CH₄ y N-NH₃ sin alterar la fermentación ruminal. Su combinación con aceite de orujo de uva si bien potenció el efecto antimetanogénico, disminuyó la digestibilidad de la MS. Estos resultados, aunque evidencian sinergia polifenoles–lípidos, el uso de extracto posee mayor potencial para mitigar emisiones en dietas altas en forraje.

REFERENCIAS

- AKTER, A., LI, X., GREY, E., WANG, S. C., & KEBREAB, E. (2025). Grape pomace supplementation reduced methane emissions and improved milk quality in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 108(3), 2468-2480.
- SUESCUN OSPINA, Sandra Tatiana. Tesis doctoral. Evaluación del orujo de uva país como modulador de la fermentación ruminal en dietas para rumiantes. 2023.

INCLUSIÓN DE ACHICORIA (*Cichorium intybus* L.) O RAPS FORRAJERO (*Brassica napus* ssp. *biennis*) Y SU EFECTO SOBRE LA EXCRECIÓN DE NITRÓGENO Y EMISIONES DE METANO EN VACAS LECHERAS A PASTOREO

Inclusion of chicory or forage rape effects on nitrogen excretion and methane emissions of dairy cows

Josepha León^{1*}, Juan P. Keim^{2*}, Rubén Pulido³, David Pacheco⁴, Camila Muñoz⁵, Einar Vargas-Bello⁶.

*josepha.leon@alumnos.uach.cl ; juan.keim@uach.cl

¹Escuela de Graduados, Facultad de Ciencias Agrarias y Alimentarias, Universidad Austral de Chile, Valdivia – Chile. ²Instituto de Producción Animal, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Austral de Chile. ³Instituto de

Ciencia Animal, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Austral de Chile. ⁴Animal Nutrition Team, Agresearch Grasslands, New Zealand. ⁵INIA Remehue, Osorno, Chile. ⁶Facultad de Zootecnia y Ecología, Universidad Autónoma de Chihuahua, Chihuahua, México.

INTRODUCCIÓN

Las emisiones directas e indirectas de gases de efecto invernadero como el óxido nitroso (N_2O) y el metano (CH_4) en sistemas lecheros a pastoreo derivan principalmente de la excreción de nitrógeno (N) a través de orina, heces, y la fermentación entérica de rumiantes (Hristov et al., 2013). La inclusión de cultivos suplementarios como achicoria y raps forrajero son considerados como alternativa para mitigar la escasez de forraje en periodo estival, sin embargo, no se ha reportado con claridad su efecto sobre la sostenibilidad del sistema productivo (Keim et al., 2025). El objetivo del estudio fue evaluar el efecto del pastoreo de achicoria y raps forrajero sobre la excreción de N y emisiones de CH_4 en vacas lecheras en periodo estival.

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, en dos periodos experimentales de 30 días. Se seleccionaron 48 vacas raza Holstein Friesian ($151 \pm 4,6$ d en lactancia; $24 \pm 0,6$ kg de leche/d), asignadas a dos dietas experimentales (Achicoria: Ach o Raps forrajero: RF) en un diseño de bloques completos. La ración consistió en 4 kg MS de ensilaje de pradera, 4 kg MS de concentrado con sales minerales al 5%, 0,89 kg MS de afrecho de soya y 8 kg MS de Ach o RF. Se estimó el consumo de materia seca aparente de los cultivos suplementarios y total de la ración (CMS CS y CMS total). Se recolectó (8:00, 12:00 y 19:00 h) y heces (09:00, 12:00, 15:00, 18:00, 21:00 h) para analizar el contenido de N mediante el método Kjeldahl, y se estimó la excreción de N mediante ecuaciones reportadas por Khelil-Arfa et al. (2012). La producción de CH_4 entérico se midió a través de la técnica de SF_6 durante cinco días consecutivos. El análisis estadístico se realizó con PROC MIXED de SAS, donde se consideró el tipo de dieta como factor fijo, el bloque como efecto aleatorio, el periodo experimental como medida repetida en el tiempo y la interacción tratamiento-periodo experimental, aplicando un nivel de significancia del 5%. Se realizó comparación de medias mediante prueba de Tukey.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las vacas que recibieron la dieta RF tendieron a un mayor CMS total ($P=0,054$), además, consumieron más cultivo suplementario durante el experimento ($P<0,001$). La ingesta de N fue mayor en vacas alimentadas con Ach ($P<0,001$), observándose una disminución del consumo de N entre periodos en ambos tratamientos. En el periodo 1, las vacas alimentadas con Ach presentaron menor N urinario y N total excretado en comparación a las vacas con la dieta RF, mientras que, en el periodo 2 ocurrió lo inverso. Además, el N fecal aumentó en el periodo 2, siendo mayor en Ach ($P=0,0003$). Las vacas alimentadas con Ach tendieron a producir menos CH_4 y perder menos energía en forma de CH_4 el primer periodo experimental ($P=0,066$),

sin diferencias entre tratamientos en el segundo periodo. El rendimiento de CH₄ (g/kg CMS) fue menor en vacas alimentadas con RF en el periodo 2 (P=0,019), sin efecto en el periodo 1. Los tratamientos no difirieron en la intensidad del CH₄ durante el experimento (g/kg leche).

Cuadro 1. Efecto de la achicoria y raps forrajero sobre el consumo de MS, excreción de N y emisiones de CH₄ de vacas lecheras a pastoreo en periodo estival

Variables	Periodo/ Tratamiento				Significancia		
	P1		P2		Trt	Per	Trt*per
	ACH	RF	ACH	RF			
Consumo de materia seca							
CMS total, kg/d	15,8	16,1	17,2	17,6	0,054	<0,001	0,81
CMS CS, kg/d	6,37	6,77	7,83	8,23	<0,001	<0,001	1,000
Excreciones de nitrógeno							
N consumido, g N/d	507,1	490	471,9	455,4	<0,001	<0,001	0,876
N orina, g N/d	334,1	396,3	342,8	274,8	0,867	0,002	0,0005
N orina, %	9,82	12,73	11,47	9,5	0,074	0,49	<0,001
N heces, g N/d	67,2	71,0	91,0	78,1	0,036	<0,001	0,0003
N heces, %	2,02	1,98	2,52	2,14	<0,001	<0,001	0,0002
N leche, g N/d	111,9	130,3	117	116,3	0,227	0,547	0,191
N total excretado, g N/d	401,3	467,3	433,8	352,9	0,683	0,029	0,0002
Emisiones de metano							
CH ₄ , g/d	451,5	475,0	477,0	461,0	0,683	0,538	0,066
CH ₄ – CMS, g/kg CMS	28,6	29,4	27,7	26,1	0,4	0,002	0,019
CH ₄ – EM, Mcal/d	6,0	6,3	6,3	6,1	0,683	0,538	0,066
CH ₄ – PL, g/kg leche	19,9	19,7	19,6	19,5	0,857	0,734	0,957

ACH: achicoria; RF: raps forrajero; CMS total: consumo de materia seca total; CMS CS: consumo de materia seca de cultivos suplementarios; CH₄ – CMS: rendimiento del CH₄; CH₄ – EM: energía perdida como CH₄; CH₄ – PL: intensidad del CH₄; Trt: tratamiento; Per: periodo (P1 y P2); Trt*per: interacción tratamiento-periodo.

CONCLUSIÓN

Ambos cultivos suplementarios demostraron el potencial de reducir la excreción de N en distintos momentos del experimento, mientras que, la achicoria redujo inicialmente la producción de CH₄ debido al menor CMS, sin embargo, el efecto no fue sostenido en el tiempo.

FINANCIAMIENTO

Fondecyt Regular 1220559

REFERENCIAS

- HRISTOV, A. N., OH, J., FIRKINS, J. L., DIJKSTRA, J., KEBREAB, E., WAGHORN, G., MAKKAR, # H P S, ADESOGAN, A T, YANG, W, LEE, C., GERBER, P. J., HENDERSON, B., & TRICARICO, J. M. (2013). SPECIAL TOPICS-Mitigation of methane and nitrous oxide emissions from animal operations: I. A review of enteric methane mitigation options 1. *J. Anim. Sci*, 91, 5045–5069.
- KEIM, J. P., QUEZADA, N., SALAZAR, S., PULIDO, R. G., MACLEAN, P., PACHECO, D., PALEVICH, N., BRAVO, S., MUÑOZ, C., & VARGAS-BELLO-PÉREZ, E. (2025). Effects of feeding forage rape or chicory in a grass silage and concentrate-based diet as supplementary crops to replace irrigated pasture on performance, rumen metabolism and microbiome. *Animal Feed Science and Technology*, 329, 116479.
- KHELIL-ARFA, H., BOUDON, A., MAXIN, G., & FAVERDIN, P. (2012). Prediction of water intake and excretion flows in Holstein dairy cows under thermoneutral conditions. *Animal*, 6(10), 1662–1676.

CONTENIDO DE PROTEÍNA Y COMPOSICIÓN AMINOACÍDICA DE LA ALBÚMINA DE HUEVO DE GALLINA DE PEQUEÑOS Y MEDIANOS PRODUCTORES DE LA REGIÓN DE O'HIGGINS. RESULTADOS PRELIMINARES

Protein content and amino acid composition of egg albumen from small and medium-scale hen producers in the O'Higgins Region. Preliminary result

Paula Toro-Mujica*, Patricio Lisboa y Nicolas Carmona.

*Email: paula.toro@uoh.cl

Instituto de Ciencias Agroalimentarias, Animales y Ambientales. Universidad de O'Higgins.

INTRODUCCIÓN

La clara del huevo es una proteína de alto valor nutricional, ya que posee todos los aminoácidos esenciales requeridos por el cuerpo humano. De la proteína del huevo, alrededor del 60% se encuentra en la albúmina y su presencia está relacionada con la calidad comercial, nutricional y su funcionalidad tecnológica (espumado, gelificación y retención de agua). No obstante, la composición nutricional y aminoacídica del huevo es dependiente de factores como edad, genética, dieta o condiciones de manejo. En las explotaciones de pequeños y medianos productores de la región de O'Higgins es posible encontrar diversidad en estas variables, por lo que el objetivo de la investigación fue evaluar la variabilidad en el contenido de proteína cruda y en la composición aminoacídica de los huevos producidos en este tipo de explotaciones y su relación con las variables mencionadas, aportando bases para futuras líneas de investigación en calidad, autenticidad y valorización de productos avícolas locales.

MATERIALES Y MÉTODOS

Durante los meses de marzo a septiembre de 2025 se visitaron 9 explotaciones avícolas de pequeños y medianos productores de la región de O'Higgins. En estas visitas se aplicó un cuestionario para caracterizar las explotaciones y se tomaron muestras de dos huevos frescos (con 1 o 2 días desde la puesta) por explotación, para determinar el contenido de proteína cruda y aminoácidos de la clara del huevo. El contenido de proteína fue determinado utilizando el método Kjeldahl y expresado en porcentaje en base Materia Seca (bMS). La composición aminoacídica fue determinado a través de un cromatógrafo líquido con detector de arreglo de diodos (HPLC-DAD, Jasco serie LC-4000) y se consideró un total de 17 aminoácidos entre esenciales (Lisina, Leucina, Valina, Fenilalanina, Isoleucina, Treonina, Metionina e Histidina) y no esenciales (Ácido Aspártico, Ácido Glutámico, Serina, Glicina, Alanina, Prolina, Tirosina, Arginina y Cisteína). Los dos huevos obtenidos de cada explotación fueron analizados, realizando 3 repeticiones por muestra, para la obtención del valor promedio por explotación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El contenido de proteína cruda promedio de la clara del huevo fue de 86.5% con una desviación estándar de 2.2% (Cuadro N°1). En cuanto a los aminoácidos, los ácidos glutámico y aspártico fueron los más abundantes, seguidos por leucina y valina, patrón similar a lo reportado por Attia *et al.*, (2020). La lisina presentó valores entre 0,52 y 1,11 g/100 g, lo que podría reflejar diferencias nutricionales y genéticas, no obstante, se observaron valores inferiores a los reportados por Adeyeye *et al.*, (2011) y Attia *et al.*, (2020). Los niveles de metionina y cisteína, ambos aminoácidos sulfurados, relevantes para la estructura y estabilidad de la proteína, mostraron baja variación entre productores y concentraciones superiores a las reportadas por Adeyeye *et al.*, (2011) y Attia *et al.*, (2020). Por otro lado, prolina presentó elevada variación, fenómeno coherente con lo reportado por Goto *et al.*, (2021).

Cuadro N°1. Contenido de proteína cruda (% bMS) y composición aminoacídica (g aminoácido / 100g proteína) en la clara de huevo

Parámetro	Promedio	Mínimo	Máximo	Desviación estándar	Coeficiente de variación (%)
Proteína cruda (%)	86,53	81,36	89,16	2,22	2,56
Ácido aspártico (%)	9,17	8,64	9,68	0,34	3,66
Ácido glutámico (%)	11,92	10,66	13,08	0,69	5,78
Serina (%)	1,90	1,75	2,22	0,15	7,79
Histidina (%)	2,35	2,08	2,65	0,17	7,35
Glicina (%)	0,91	0,36	1,45	0,43	46,87
Treonina (%)	2,55	1,48	3,23	0,50	19,62
Arginina (%)	5,96	5,22	7,45	0,58	9,78
A-alanina (%)	1,70	1,54	1,93	0,11	6,75
Prolina (%)	1,94	1,28	2,81	0,47	23,94
Tirosina (%)	2,41	1,43	3,72	0,75	31,02
Valina (%)	3,43	3,16	3,76	0,17	4,94
Metionina (%)	10,63	9,76	11,39	0,50	4,72
Cisteína (%)	2,50	2,41	2,55	0,04	1,75
Isoleucina (%)	8,33	7,70	9,18	0,46	5,53
Leucina (%)	7,82	7,25	8,94	0,49	6,21
Fenilalanina (%)	10,32	9,54	11,08	0,44	4,25
Lisina (%)	0,71	0,52	1,11	0,20	28,13

En relación con el efecto de las prácticas productivas, a pesar del bajo tamaño muestral fue posible detectar efectos significativos de la productividad sobre el contenido serina ($p=0.08$) y lisina ($p=0.03$), observándose los más altos contenidos en las mayores productividades; de la disponibilidad de zona de pastoreo sobre el contenido de ácido aspártico ($p=0.06$), con mayores valores en aves con acceso a pastoreo; del manejo de luz sobre el contenido de cisteína ($p=0.03$); y del manejo de temperatura sobre el contenido de ácido glutámico ($p=0.04$), tirosina ($p=0.02$), metionina ($p=0.03$), isoleucina ($p=0.02$), leucina ($p=0.06$) y lisina ($p=0.05$), con mayores valores en explotaciones que realizan manejo de luz.

CONCLUSIONES

Se observó variación en contenido de proteína y composición aminoacídica de la clara de huevos de gallina de explotaciones de pequeños y medianos productores de la región de O'Higgins. A pesar del escaso tamaño muestral se pudo observar el efecto de variables de manejo sobre la composición aminoacídica de la clara de huevo. Se requiere del aumento del tamaño muestral para una mejor comprensión de la interacción entre variables y la determinación del origen de la variabilidad observada.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se enmarca en el proyecto FIC IDI40048415-0, financiado por el Gobierno Regional de O'Higgins, a quien agradecemos el apoyo financiero recibido.

REFERENCIAS

- ATTIA YA, AL-HARTHI MA, KORISH MA, SHIBOOB MH. 2020. Protein and Amino Acid Content in Four Brands of Commercial Table Eggs in Retail Markets in Relation to Human Requirements. *Animals* 1;10(3):406
- ADEYEYE E. I., ARIFALO M. K. O., 2011. Nutritional Qualities of the Amino Acid profile of the Yolk and Albumen of Chicken (Hen) Egg. *Biosci Biotech Res Asia* 2011;8(2)
- GOTO, T., SHIMAMOTO, S., TAKAYA, M. et al., 2021. Impact on genetic differences among various chicken breeds on free amino acid contents of egg yolk and albumen. *Sci Rep* 11, 2270

EFFECTO DE LAS PRÁCTICAS DE MANEJO, NUTRICIÓN E INFRAESTRUCTURA SOBRE LA COMPOSICIÓN FISICOQUÍMICA DE LA CLARA Y YEMA DEL HUEVO

Effect of management, nutrition, and infrastructure practices on the physicochemical composition of egg albumen and yolk

Nicolás Carmona, Patricio Lisboa, Álvaro Vargas, Pablo Gutiérrez, Paula Toro-Mujica.

*Email: nicolas.carmona@uoh.cl

Universidad de O'Higgins-Instituto de Ciencias Agroalimentarias, Animales y Ambientales.

INTRODUCCIÓN

La composición fisicoquímica del huevo es un indicador de calidad que es afectado tanto por la nutrición como por el manejo del ave. Este estudio hipotetiza que factores de manejo como la suplementación, el tipo de bebederos, el acceso a patio, la genética y la edad del plantel se asocian significativamente con contenido de proteínas, grasas y minerales del interior del huevo. De este modo, el objetivo del estudio fue determinar dichas relaciones en sistemas avícolas de la región de O'Higgins identificando los factores de manejo con influencia en la calidad de la clara y la yema.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se obtuvo una muestra no probabilística, conformada por 16 productores avícolas de la Región de O'Higgins, Chile, a través de muestreo por conveniencia durante los años 2024 y 2025. La información se adquirió mediante dos procedimientos: una encuesta estructurada, que permitió registrar las variables de manejo e infraestructura, y el análisis proximal de las muestras, mediante el cual se determinaron variables de calidad nutricional: Materia Seca (MS,%), Proteína Cruda (PC, %), Extracto Etéreo (EE%). El análisis proximal se realizó según métodos estándar AOAC/ISO. El procesamiento estadístico se efectuó en el software R (*Tidyverse*), aplicando ANOVA para variables categóricas y correlación de Pearson para variables numéricas. La magnitud del efecto se cuantificó a través de Eta cuadrado (η^2) y correlación de Pearson (r), considerando significativas las relaciones con $p \leq 0,05$ y relevantes aquellas con $p \leq 0,10$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se obtuvo una correlación directa entre el manejo del agua y el contenido de proteína cruda en clara. La relación entre el uso de bebederos lineales y el contenido de proteína cruda en clara (Figura 1) mostró una tendencia ($p=0,081$). Se observó una fuerte correlación ($p=0,009$) entre la fuente de agua (Noria/Potable/Pozo) y la proteína en la yema. Ambos resultados sugieren que una mayor disponibilidad de agua (sea por tipo o espacio) incentiva un mayor consumo de agua, lo que se asocia a un mayor consumo de alimento, resultando en un aumento del contenido de proteína en el huevo (Lesson and Summer, 2005). El sistema de producción, la dieta y la genética tuvieron un efecto significativo en el contenido de grasa en la yema. La presencia de patio (Figura 2, $p=0,015$) y el uso de maíz en la alimentación (Figura 3, $p=0,063$) se asociaron con un mayor contenido de grasa, tendencia que también se observó en los sistemas en piso ($p=0,061$), estas relaciones podrían indicar que el acceso a patio y el uso de maíz aportarían mayor energía disponible para

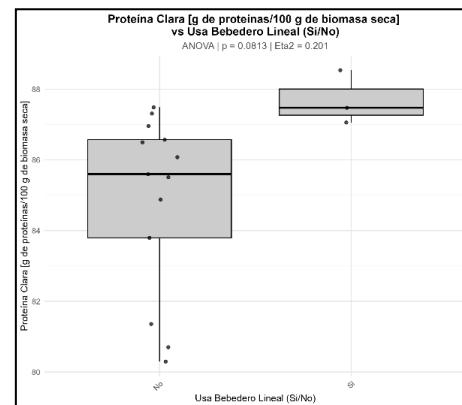


Figura 1. Relación entre b. lineales y contenido de proteína en clara.

la síntesis lipídica. La raza Hy-Line Brown mostró una correlación significativa ($p=0,006$), evidenciando la influencia combinada del manejo y la genética sobre la composición lipídica del huevo.

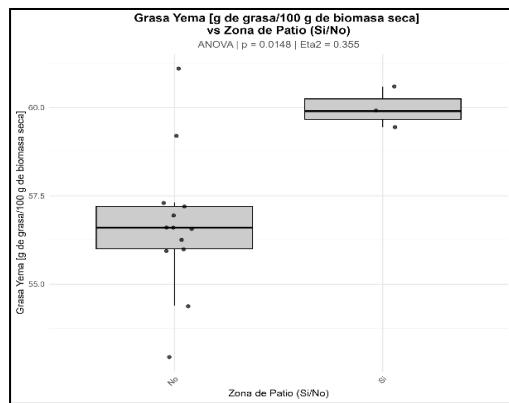


Figura 2. Relación entre zona de patio y el contenido de EE en yema.

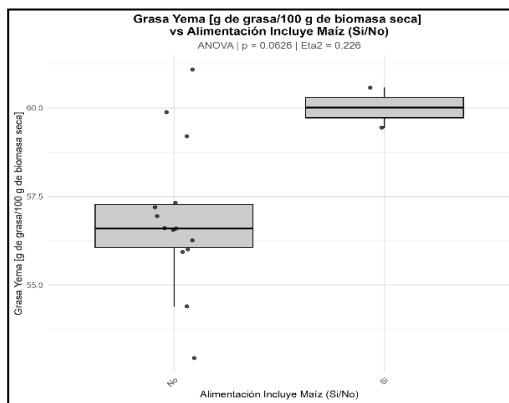


Figura 3. Relación entre suplementación con maíz y el contenido de EE en yema.

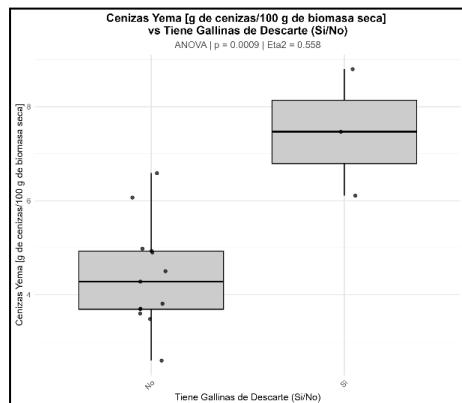


Figura 4. Relación entre g. de descarte y cenizas en yema [g/100 g b. seca]

El factor más determinante para el contenido de cenizas en la yema fue la edad del plantel (presencia de gallinas de descarte). Se encontró una asociación significativa ($p=0,001$), donde los planteles con gallinas de descarte muestran niveles de cenizas superiores como evidencia la Figura 4. Este hallazgo es biológicamente coherente: las gallinas de descarte son menos eficientes depositando minerales en la cáscara, lo que puede causar una redirección y mayor deposición de estos en la yema. Una tendencia similar, pero más débil ($p=0,073$), fue observada en la clara (Nys & Guyot, 2011).

CONCLUSIONES

Se cuantificó e identificó la influencia de factores de manejo sobre la composición química del huevo. Se concluye que la disponibilidad/manejo de agua es un factor crítico que impacta positivamente en contenido de proteína del huevo. La composición de grasa responde a una combinación de factores del sistema, acceso a patio y dieta, además de una fuerte influencia genética. Finalmente, la edad del plantel se identificó como el factor más determinante y significativo en el aumento del contenido de cenizas en la yema.

AGRADECIMIENTOS

Agradecimientos al Gobierno Regional de O'Higgins por el financiamiento del proyecto FIC 40048415-0 Transferencia: Huevos con calidad integral certificada.

REFERENCIAS

- LEESON, S. & SUMMERS, J.D. 2005. Commercial Poultry Nutrition (3rd ed.). Nottingham University Press, Nottingham.
- NYS, Y. & GUYOT, N. 2011. Egg formation, shell and internal quality. In: Improving the Safety and Quality of Eggs and Egg Products, (NYS, Y., BAIN, M. & VAN IMMERSEEL, F.), Woodhead Publishing, Cambridge, pp. 83-132.

EFFECTO DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN Y ALMACENAMIENTO POST-RECOLECCIÓN SOBRE PARÁMETROS DE CALIDAD COMERCIAL DE HUEVOS DE GALLINA DE AGRICULTURA FAMILIAR CAMPESINA (AFC)

Effect of the production system and post-collection storage on the commercial quality parameters of hen eggs from family farming (AFC)

Patricio Lisboa*, Nicolás Carmona, Álvaro Vargas, Pablo Gutiérrez y Paula Toro-Mujica.

*Email: patricio.lisboa@uoh.cl

Universidad de O'Higgins-Instituto de Ciencias Agroalimentarias, Animales y Ambientales.

INTRODUCCIÓN

La producción de huevos a nivel nacional se ha incrementado en los últimos años alcanzando las 366.456.808 unidades en agosto de 2025, parte de esta producción tiene su origen en explotaciones pertenecientes a la Agricultura Familiar Campesina (AFC) (Rosas & Lerdon, 2018). El huevo es un alimento nutritivo y esencial en la canasta básica de alimentos en Chile (INE, 2025), por lo que es crucial que el producto que llega al consumidor sea de buena calidad. Esta calidad puede verse afectada por la temperatura y el tiempo de almacenamiento (Madrigal-Portilla et al., 2023), así como por la genética y la edad de la gallina. Por lo tanto, este trabajo tiene como objetivo evaluar cómo diferentes manejos y factores post-recolección afectan parámetros de calidad comercial de huevos de los productores avícolas de AFC de la Región de O'Higgins.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo durante el primer semestre de 2025, involucrando a 32 productores avícolas que forman parte del Programa de Desarrollo Local (PRODESAL) en 7 comunas de la Región de O'Higgins. Se realizó una encuesta de caracterización para clasificar cada predio (unidad experimental) según tres factores de manejo clave: Sistema de producción (Extensivo, Intensivo, Semi-intensivo), Tamaño de explotación (Pequeño: 50-500 aves y Mediano: 500-2000 aves) y Sistema de cría (Jaula, Piso). Se utilizó un diseño de medidas repetidas para evaluar la evolución temporal de la calidad del huevo. De cada productor, se recolectó una muestra de 8 huevos que se dividió aleatoriamente en dos tratamientos de almacenamiento: Refrigerado (4°C) y Ambiente (T° controlada, 20°C), ambos en bandejas de cartón. Los parámetros de calidad comercial se evaluaron en cuatro momentos de muestreo: Recepción (Semana 0), Semana 1, Semana 2 y Semana 3. En cada uno de estos puntos, se analizó un huevo por cada tratamiento y productor. Las variables de calidad comercial interna, correspondientes a índice de yema, Unidades Haugh, altura de albumina, diámetro y altura de yema se obtuvieron utilizando el equipo Digital Egg Tester 6500 (Nabel, Japón). Los datos fueron analizados con el software R (versión 4.5.1), utilizando un modelo Lineal Mixto de medias repetidas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los factores post-recolección (tiempo y temperatura) tuvieron un efecto estadísticamente significativo sobre la calidad interna de los huevos, no así los factores de manejo Sistema de Producción, Tamaño de Explotación y Sistema de Cría (Cuadro 2). En el Cuadro 1 se observan los parámetros de calidad separados por semana de muestreo y tratamiento. Se observó un deterioro significativo ($p < 0.001$) a lo largo del tiempo en el tratamiento Ambiente para la Unidad de Haugh, Índice de Yema, Altura de Albúmina y Altura de Yema. En contraste, el tratamiento Refrigerado mantuvo estos parámetros estables y significativamente más altos ($p < 0.001$) que el grupo Ambiente.

Cuadro 1. Evolución de los parámetros de calidad interna del huevo por tratamiento de almacenamiento. Valores expresados como Media Ajustada (\pm Error Estándar)

Variable de Calidad	Tratamiento	Recepción (Semana 0)	Semana 1	Semana 2	Semana 3
Unidad de Haugh	Ambiente	82,23 \pm 1,96 ^{b*}	66,96 \pm 2,65 ^a	63,23 \pm 2,65 ^a	58,84 \pm 3,18 ^a
	Refrigerado	82,23 \pm 1,96 ^b	81,28 \pm 2,65 ^b	79,20 \pm 2,65 ^b	79,79 \pm 3,18 ^b
Índice de Yema	Ambiente	0,41 \pm 0,01 ^{bc}	0,37 \pm 0,02 ^{ab}	0,33 \pm 0,02 ^a	0,30 \pm 0,02 ^a
	Refrigerado	0,41 \pm 0,01 ^{bc}	0,44 \pm 0,02 ^c	0,45 \pm 0,02 ^c	0,44 \pm 0,02 ^{bc}
Altura de Albúmina (mm)	Ambiente	6,98 \pm 0,27 ^c	5,17 \pm 0,36 ^{ab}	4,45 \pm 0,36 ^a	4,09 \pm 0,43 ^a
	Refrigerado	6,98 \pm 0,27 ^c	7,01 \pm 0,36 ^c	6,49 \pm 0,36 ^{bc}	6,55 \pm 0,43 ^{bc}
Altura de Yema (mm)	Ambiente	16,79 \pm 0,29 ^c	15,64 \pm 0,35 ^b	13,97 \pm 0,35 ^a	13,01 \pm 0,40 ^a
	Refrigerado	16,79 \pm 0,29 ^c	17,92 \pm 0,35 ^d	18,10 \pm 0,35 ^d	17,64 \pm 0,40 ^{cd}
Diámetro de Yema (mm)	Ambiente	38,99 \pm 0,99 ^a	41,98 \pm 1,31 ^a	42,31 \pm 1,31 ^a	43,26 \pm 1,56 ^a
	Refrigerado	38,99 \pm 0,99 ^a	40,51 \pm 1,31 ^a	40,67 \pm 1,31 ^a	40,54 \pm 1,56 ^a

*Letras distintas en filas indican diferencias significativas por test de Sidak ($p \leq 0,05$)

Cuadro 2. Valores p de los efectos fijos (factores de manejo) del modelo lineal mixto sobre los parámetros de calidad interna del huevo.

Variable de Calidad	Sistema de Producción	Tamaño de Explotación	Sistema de Cría
Unidad de Haugh	$p = 0,2544$	$p = 0,6154$	$p = 0,4073$
Índice de Yema	$p = 0,1804$	$p = 0,9520$	$p = 0,9461$
Altura de Albúmina (mm)	$p = 0,4485$	$p = 0,3400$	$p = 0,9342$
Altura de Yema (mm)	$p = 0,1211$	$p = 0,7420$	$p = 0,9921$
Diámetro de Yema (mm)	$p = 0,1905$	$p = 0,3230$	$p = 0,5673$

CONCLUSIONES

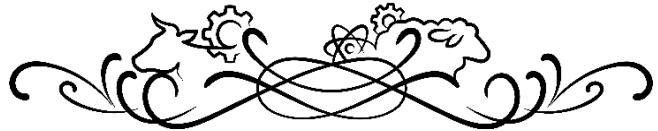
En respuesta al objetivo planteado, el estudio reveló que los factores post-recolección, como el tiempo y la temperatura de almacenamiento, son las variables más influyentes en la variación de los parámetros de calidad comercial de huevos de la AFC. Por el contrario, los factores de manejo evaluados no mostraron un impacto significativo, concluyendo que la calidad interna es independiente de los manejos.

AGRADECIMIENTOS

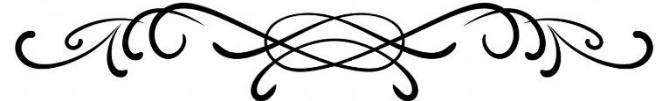
Agradecimientos al Gobierno Regional de O'Higgins por el financiamiento del proyecto FIC 40048415-0 Transferencia: Huevos con calidad integral certificada.

REFERENCIAS

- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS (INE). (2025, 3 de octubre). La producción de huevos de consumo presentó un aumento interanual de 3,9% en agosto de 2025. <https://www.ine.gob.cl/sala-de-prensa/prensa/general/noticia/2025/10/03/la-producci%C3%B3n-de-huevos-de-consumo-present%C3%A9-un-aumento-interanual-de-3-9-en-agosto-de-2025>
- MADRIGAL-PORTILLA, J., SALAS-DURÁN, C., & MACAYA-QUIRÓS, S. (2023). Effect of temperature and storage time on hen egg quality. *Agronomía Mesoamericana*, 34(2), 51223.
- ROSAS N., ANGÉLICA, & LERDON F., JUAN. (2018). Factibilidad de un proyecto avícola para producción de huevos bajo sistema free-range en el sur de Chile. *Idesia (Arica)*, 36(3), 131-140.



SECCIÓN VI:
SALUD Y SANIDAD



ANIMAL

IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES DE *CRYPTOSPORIDIUM* spp. EN BOVINOS DE LA REGION METROPOLITANA MEDIANTE ANÁLISIS DE ADN

Identification of Cryptosporidium spp. in cattle from the Metropolitan Region using DNA analysis

Nikolas Escaffi, Lucia Peters, Simonne Reinoso, Carlos Díaz, Cristian A. Alvarez Rojas,

E-mail: c.alvarezrojas@uc.cl

Escuela de Medicina Veterinaria, Pontificia Universidad Católica de Chile

INTRODUCCIÓN

Cryptosporidium spp. corresponde a un patógeno protozoario que actúa en el epitelio gastrointestinal de sus hospederos incluyendo a los bovinos y humanos, en quienes la infección se manifiesta desde una diarrea autolimitante hasta una forma crónica severa, alteraciones del crecimiento y deterioro cognitivo en casos graves. (Ryan et al., 2021). El parásito presenta gran variabilidad genética reconociéndose varias especies entre las cuales algunas son zoonóticas. El objetivo de este trabajo es identificar molecularmente la(s) especies de *Cryptosporidium* infectando bovinos en la zona central de Chile.

MATERIALES Y MÉTODOS

Durante el año 2025, se recolectaron fecas rectalmente de 85 bovinos (40 de carne y 45 de leche) en diversos predios de la Comuna de Melipilla. Las muestras fueron individualizadas y transportadas al Laboratorio de Parasitología de la escuela de Medicina Veterinaria de la Pontificia Universidad Católica. A partir de cada muestra se realizó una concentración de oocistos a partir de 2 gramos de fecas. ADN fue extraído de cada muestra usando un kit comercial (E.Z.N.A.® Stool DNA Kit). El ADN fue usado para un PCR anidado amplificando ssu-rRNA con los primers SSUF1 5'-TTCTAGAGCTAATACATGCG-3' y SSUR1 5'-CCCATTTCCCTCGAAACAGGA-3' para el primer PCR a partir del cual se realizó un segundo PCR con 1uL y los primers SSUF2 5'-GGAAGGGTTGTATTAGATAAAG-3' y SSUR2 5'-CTCATAAGGTGCTGAAGG AGT A-3'. Los productos de PCR se analizaron por electroforesis y los positivos fueron enviados a secuenciación Sanger bidireccional (Macrogen).

RESULTADO Y DISCUSIÓN

De los 85 bovinos muestreados se detectaron 18 positivos (21,2%). De estos el 100% son terneras y bovinos de leche. Esto representa una diferencia con otros estudios realizados en Chile, donde en un estudio realizado en 2011 se detectaron 102/205 muestras positivas por el método Ziehl Neelsen (Muñoz et al., 2011). Otro estudio realizado en 1989 describe una prevalencia de 23% en animales que presentaban diarrea y 2,2% en animales sanos (Gorman et al., 1989).

Las especies identificadas por secuenciación corresponden a *C. bovis*, *C. parvum* y *C. ryanae* que es descrito por primera vez en Chile. La detección simultánea de *C. bovis*, *C. parvum* y *C. ryanae* en bovinos de la Región Metropolitana evidencia la coexistencia de especies con diferentes grados de especificidad hospedera y potencial zoonótico. Mientras *C. bovis* y *C. ryanae* se asocian principalmente a infecciones subclínicas en terneros, *C. parvum* representa una amenaza significativa tanto para la salud animal como pública debido a su capacidad de causar diarrea neonatal, retraso en el crecimiento y pérdidas económicas por disminución en la ganancia de peso y aumento en los costos veterinarios. En sistemas de producción lechera, la presencia de *Cryptosporidium* puede impactar la eficiencia productiva y comprometer el bienestar animal, lo que resalta la necesidad de su diagnóstico temprano. Este hallazgo refuerza la importancia de incorporar herramientas moleculares en los programas de vigilancia parasitaria bovina en

Chile, permitiendo una identificación precisa de especies y una mejor evaluación del riesgo zoonótico y productivo. Estudios futuros deberían incluir un mayor número de animales, distintas estaciones del año y caracterización multilocus para profundizar en la dinámica epidemiológica local de *Cryptosporidium* spp.

CONCLUSIONES

Se identificaron tres especies: *C. bovis*, *C. parvum* y *C. ryanae*, siendo esta última reportada por primera vez en el país. La detección de *C. parvum* en terneros resalta su relevancia zoonótica y su impacto potencial en la salud pública. La infección por *Cryptosporidium* spp. puede afectar la productividad bovina al provocar diarreas neonatales, retraso en el crecimiento y aumento en los costos veterinarios.

REFERENCIAS

- GORMAN T, H ALCAÍNO, J SANTELICES. 1989. *Cryptosporidium* y otras coccidias intestinales en terneros de lechería. Región Metropolitana. Chile. *Arch Med Vet* 21, 29-34.
- MUÑOZ, P, FREDES, F, DÍAZ-LEE, A, MERCADO, R, & OZAKI, LS. (2011). Detección de *Cryptosporidium* spp. en terneras de lecherías de la Región Metropolitana mediante Ziehl Neelsen y confirmada por inmunocromatografía y ensayo molecular. *Archivos de medicina veterinaria*, 43(2), 111-116.
- RYAN, U. M., FENG, Y., FAYER, R., & XIAO, L. (2021). Taxonomy and molecular epidemiology of *Cryptosporidium* and *Giardia* - a 50 year perspective (1971-2021). *International journal for parasitology*, 51(13-14), 1099–1119.

PRIMER REPORTE DE *CALICOPHORON SPP.* (TREMATODA: PARAMPHISTOMIDAE) EN BOVINOS DE LA REGIÓN DE LA ARAUCANÍA, CHILE

First report of Calicophoron spp. (Trematoda: Paramphistomidae) in bovines from the Araucanía Region, Chile.

Daniela Tapia Escárate a^{1*}, Luis Marmolejo¹, Juan Manuel Sanhueza¹.

*Email: dtapia@uct.cl

¹Departamento de Ciencias Veterinarias y Salud Pública, Facultad de Recursos Naturales, Universidad Católica de Temuco.

INTRODUCCIÓN

Los trematodos del género *Calicophoron* pertenecen a la familia Paraphistomidae y se localizan principalmente en el rumen y retículo de rumiantes domésticos. Tradicionalmente, se consideran parásitos de baja patogenicidad, pero en animales jóvenes pueden causar enfermedad grave, denominada paramfistomosis, la cual cursa con diarrea, anorexia, pérdida de peso y puede llevar a la muerte por deshidratación. La patogénesis se relaciona principalmente con la migración de estadios larvarios juveniles desde el intestino delgado hacia el rumen pudiendo causar daño mucoso y alteraciones digestivas, a diferencia de *Fasciola hepatica*, que afecta principalmente hígado y sus conductos biliares. En Chile, hasta el momento, solamente existían registros de este parásito en las regiones de la zona centro-sur de Maule, Nuble y Biobío (Cerda et al., 2019), sin reportes previos en la zona sur. El objetivo de este trabajo fue describir el hallazgo de *Calicophoron spp* en la Región de la Araucanía.

MATERIALES Y MÉTODOS

El hallazgo se realizó en otoño del 2025 en el laboratorio de Parasitología de la Universidad Católica de Temuco, mediante la observación de muestras coprológicas obtenidas de vacas adultas con al menos un parto, de la zona del humedal de Chivilcan, Temuco. Se utilizó el aparato Flukefinder, que utiliza los principios de sedimentación y filtración para procesar la muestra fecal y facilitar la observación e identificación de los huevos. Se siguió el protocolo original descrito por el fabricante del aparato Flukefinder® y los huevos se observaron mediante microscopía con aumento 4x y 10x. Se registraron las medidas promedio de longitud y ancho de seis huevos en la muestra, comparándolas con las descripciones de *Calicophoron microbothrioides* en diversos estudios en el continente americano, Cueva-Rodríguez et al. (2022) en Perú, Cerda et al. (2019) en Chile y Eduardo (1983) en USA.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los huevos observados presentaron forma ovalada, color amarillo muy pálido (a diferencia de los huevos de *Fasciola hepatica*) y tamaño promedio de 123.5 µm de largo y 65.8 µm de ancho con un opérculo visible. Estas dimensiones son inferiores a los tamaños reportados de huevos de *Fasciola hepatica* que corresponden a 130-145 µm de largo y 70-90 µm de ancho (WHO, 1991), lo que constituye una característica útil para su diferenciación morfológica, sumado a su coloración pálida. Las características observadas coincidieron con la morfología descrita para *Calicophoron microbothrioides* por autores de Chile, Perú y Estados Unidos, confirmando su presencia en la zona sur del país. Se observaron sutiles variaciones en los tamaños de los huevos respecto a los otros estudios, lo que podría deberse a factores ambientales o geográficos. Dado lo anterior, se sugiere realizar análisis con un mayor número de muestras y complementar la identificación morfológica con técnicas moleculares, para identificar las secuencias genéticas y compararlas con bases de

datos internacionales, para así confirmar la posible variación intraespecífica de *Calicophoron microbothrioides* o la identificación de otra especie del género *Calicophoron*.

CONCLUSIONES

Se describe el primer registro de *Calicophoron spp* en vacas adultas de la región de La Araucanía, ampliando su distribución hacia la zona sur de Chile. Este hallazgo destaca la importancia de considerar este trematodo en los diagnósticos diferenciales de enfermedades digestivas y parasitarias en rumiantes, así como de aplicar estrategias terapéuticas específicas, distintas a las utilizadas para el control del trematodo *Fasciola hepatica*. Se ha reportado mejor eficacia de nitroxinil y oxyclozanida, mientras que el triclabendazol ha mostrado una eficacia muy baja. Este registro contribuye al conocimiento epidemiológico de los parásitos del género *Calicophoron* en el sur de Chile y enfatiza la necesidad de implementar programas de vigilancia y control para este trematodo.

REFERENCIAS

- CERDA, C., VELOSO-FRÍAS, J., LOBOS-CHÁVEZ, F., OYARZÚN-RUIZ, P., HENRÍQUEZ, A., LOYOLA, M., FUENTE, M. C. S.-D. L., ORTEGA, R., LETELIER, R. & LANDAETA-AQUEVEQUE, C. 2019. Morphological and molecular identification with frequency analysis of *Calicophoron microbothrioides* in central Chile. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*, 28, 582-591.
- CUEVA-RODRÍGUEZ, M., PAJARES, S. T., RISCO, F. M. & VARGAS-ROCHA, L. 2022. Morfometría de paramfistomidos en fresco (Trematoda: Digenea) recolectados del centro de beneficio municipal de Chachapoyas, Amazonas, Perú. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 33.
- EDUARDO, S. 1983. The taxonomy of the family Paramphistomidae Fischoeder, 1901 with special reference to the morphology of species occurring in ruminants. III. Revision of the genus *Calicophoron* Näsmark, 1937. *Systematic Parasitology*, 5, 25-79.
- WHO 1991. Basic Laboratory Methods in Medical Parasitology [Internet]. Geneva.

CONTROL DE CUNCUNILLA NEGRA (*Dalaca pallens*) Y SU EFECTO SOBRE LA PRODUCCIÓN Y COMPOSICIÓN BOTÁNICA DE UNA PRADERA POLIFÍTICA EN LA REGIÓN DE AYSÉN-PATAGONIA

Black caterpillar (*Dalaca pallens*) control and its effect on production and botanical composition of a polyphytic grassland in the Aysen region-Patagonia

Osvaldo Teuber W.¹, Ernesto Cisternas A². y Carolina Solís O¹.

E-mail: oteuber@inia.cl;

¹Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA Tamel Aike. Camino Coyhaique Alto km 4.5, Coyhaique, Chile.

²Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA La Cruz.

INTRODUCCIÓN

La cuncunilla negra es considerada una de las plagas de mayor incidencia para la producción de las praderas en Chile. Es una plaga de importancia económica y está en la lista de las principales plagas que justifican medidas de control (Klein and Waterhouse, 2000). La plaga se encuentra entre las regiones de Coquimbo (29°57'11" S) y la de Aysén (45°34'0" S) (Artigas, 1994). Sin embargo, no fue hasta la temporada 2019-20 cuando esta especie comenzó a manifestarse como plaga en la región de Aysén, evidenciándose los característicos daños a las praderas, asociados a la presencia de altas poblaciones de cuncunillas. El objetivo de este ensayo fue evaluar diferentes sistemas de control de cuncunilla negra y su efecto sobre la producción y composición botánica de la pradera polifítica afectada.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se estableció en el Sector de Ensenada Valle Simpson (45°42'03"S., 72°10'10"O y 289 m s.n.m), en una pradera polifítica antigua sembrada y manejada bajo fertilización de mantención, perteneciente al predio del Sr. Alamiro Solís. El sitio fue seleccionado por la presencia de una importante población de larvas de cuncunilla negra en el suelo. Se seleccionó un sitio de 58 x 18 metros, el cual fue delimitado con cerco eléctrico, para evitar el ingreso de animales. En su interior se establecieron cuatro bloques de cinco parcelas de 4x6 metros cada una, bajo un diseño de bloques completos al azar. La distancia entre parcelas fue de 1,5 metros y la distancia entre bloques de 2 metros. Cada una de las parcelas correspondió a uno de los cinco tratamientos evaluados: a) Testigo sólo con aplicación de agua; b) Insecticida químico en base a Lambda-Cihalotrina (Karate®), c) Insecticida biológico en base a virus (En-Vivo®), d) Insecticida biológico en base a bacterias (BTK®) y e) Bioestimulante a base de hongos entomopatógenos (ENDOMIX B4). Cada uno de ellos fue aplicado en base a las dosis recomendadas por hectárea, para el desarrollo de las cuncunillas existentes, siendo estos: 200 ml/ha (Karate); 250 ml/ha (En-Vivo); 1.500 g/ha BTK y 390 g/ha ENDOMIX, usando en todos los casos una dosis proporcional de 200 litros de agua/ha. La aplicación se realizó en forma manual, con bomba de espalda Solo® accu power 416 li (bomba a batería), con boquillas Hypro 110-04 Roja y a una altura de 50-60 cm desde el suelo. Se evaluó la población de cuncunillas al inicio del ensayo y posteriormente a los 15, 30 y 45 días después de aplicación (DDP), para determinar el porcentaje de eficacia del control. La pradera fue evaluada a través de corte directo, utilizando marcos metálicos de 1m², utilizando para su corte cuchillas esquiladoras eléctricas. Las muestras fueron procesadas en el laboratorio de INIA Tamel Aike, para determinación de materia seca y composición botánica. Los resultados fueron analizados mediante ANOVA y las diferencias entre medias se determinó a través de LSD, usando programa Statgraphics ($P \leq 0,05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La pradera polifítica infestada con larvas de cuncunilla negra, vio afectado su rendimiento en la temporada 2024-25, donde el testigo sólo logró acumular una producción de biomasa de $3.991 \text{ kg MS ha}^{-1}$ (Figura 1). Por otro lado, el tratamiento que alcanzó la mayor eficacia correspondió al insecticida Karate, con un control de cuncunilla negra de 69%, 60% y 60% a los 15, 30 y 45 días (datos no presentados), respectivamente, lo que le permitió acumular la mayor biomasa, con $5.716 \text{ kg MS ha}^{-1}$, siendo estadísticamente superior sólo al testigo y a BTK ($P \leq 0,05$). Los biológicos En-Vivo, ENDOMIX y BTK permitieron acumulaciones de biomasa menores al Karate, siendo de $5.440, 4698$ y $4.400 \text{ kg MS ha}^{-1}$, respectivamente, donde En-Vivo fue estadísticamente diferente al testigo y BTK, pero similar a Endomix y Karate ($P \leq 0,05$). De estos tres controladores biológicos, sólo En-Vivo mostró eficacias de control medias, con 39%, 38% y 20% de control a los 15, 30 y 45 días, respectivamente (datos no presentados).

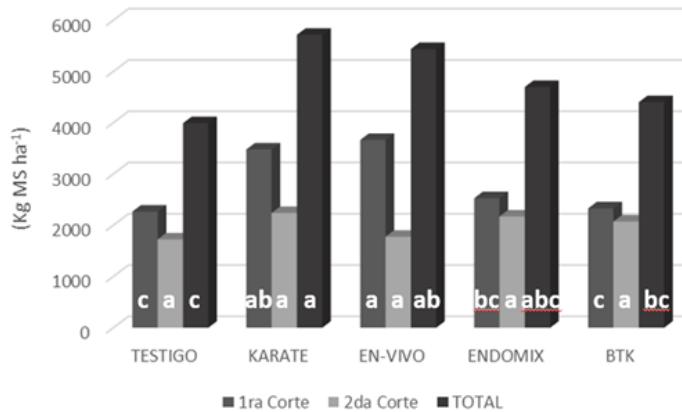


Figura 1: Rendimiento de materia seca (kg MS ha^{-1}) de una pradera polifítica, sometida a diferentes tratamientos de control de cuncunilla negra, Ensenada Valle Simpson, 2024-25. Letras diferentes en un mismo color de columna, representan diferencia significativa ($P \leq 0,05$).

La composición botánica, pese a lo que se había pensado preliminarmente, presentó sólo cambios menores. El testigo al primer corte presentó una composición botánica de 79% de gramíneas (G), 2 % de leguminosas (L), 15% de malezas (M) y 4% de materia muerta (MM), versus el tratamiento con karate que mostró 89%, 0%, 11% y 0% para G, L, M y MM, respectivamente. En tanto el segundo corte el testigo presentó 88%, 7%, 4% y 1%, mientras que el tratamiento con Karate mostró 82%, 15%, 2% y 1% para G, L, M y MM, respectivamente (datos no presentados)

CONCLUSIONES

Las cununillas negras afectan la producción de las praderas y también su composición botánica, aunque esta última en menor grado, de acuerdo a los resultados de este ensayo. El insecticida químico en base a Lambda-Chalotrina es el que permite mayor eficacia en el control de las larvas de cuncunilla negra, seguido del controlador a base de virus (En-Vivo).

REFERENCIAS

- ARTIGAS, J. 1994. Entomología económica. Insectos de interés agrícola, forestal, médico y veterinario (nativos, introducidos y susceptibles de ser introducidos). Volumen II. Ediciones Universidad de Concepción, Concepción, Chile.
- KLEIN, C., AND D. WATERHOUSE. 2000. Distribución e importancia de los artrópodos asociados a la agricultura y silvicultura en Chile. Australian Centre for International Agricultural Research, Canberra, Australia.

PÉRDIDAS PRODUCTIVAS Y ECONÓMICAS ASOCIADAS AL RECUENTO DE CÉLULAS SOMÁTICAS EN VACAS LECHERAS A PASTOREO EN EL SUR DE CHILE

Productive and economic losses associated with somatic cell count in grazing dairy cows in southern Chile

Javier Pérez¹, Catalina Llefi¹, Álvaro Morales¹

E-mail: catalina.llefi@alumnos.uach.cl

¹Instituto de Ciencia Animal, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.

INTRODUCCIÓN

En los sistemas lecheros la calidad de la leche es un factor determinante para la rentabilidad, dado que las pautas de pago penalizan los recuentos de células somáticas (RCS) altos y bonifican mayores porcentajes de sólidos lácteos. El RCS es un indicador indirecto de la salud mamaria y aumenta ante infecciones intramamarias clínicas o subclínicas. Según Riveros-Galán y col. (2021), estas reacciones inflamatorias afectan la producción de leche y modifican su composición. En Chile no existen estudios que cuantifiquen el efecto del RCS sobre la producción de sólidos lácteos, pese a su relevancia económica para los productores. El objetivo de este estudio fue cuantificar el efecto del RCS sobre la producción de leche y sólidos lácteos, y estimar las pérdidas productivas y económicas asociadas en vacas lecheras a pastoreo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron registros del Control Lechero Oficial de Cooprinsem correspondientes a vacas Holstein Friesian del Fundo Santa Rosa, Estación Experimental Agropecuaria Austral (Universidad Austral de Chile), entre junio de 2020 y septiembre de 2023, con un promedio mensual de 147 vacas en ordeño y un total de 5.715 observaciones. El efecto del puntaje de células somáticas (SCS, escala 0-10) sobre la producción de leche, grasa y proteína se evaluó mediante un modelo lineal mixto ajustado en R Studio, que incluyó efectos fijos (SCS, número de partos, estación, tercio de lactancia y eventos de mastitis) y efectos aleatorios (animal y año). El coeficiente estimado para el SCS (β) representó el cambio promedio en la producción por unidad de incremento en dicho puntaje. Las pérdidas productivas y económicas se calcularon a partir de estos coeficientes, multiplicándolos por los precios de pauta Watt's S.A. para leche, grasa y proteína, ajustando los resultados al número de vacas y a una lactancia de 305 días.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El rebaño presentó un RCS promedio de 353.483 células/mL, correspondiente a un SCS = 5. Se estima que por cada unidad de incremento en el SCS la producción diaria se reduce en 0,45 kg de leche, 7,9 g de grasa y 8,7 g de proteína por vaca. Se observaron variaciones asociadas al número de partos y la estación del año, con menor producción en verano y mayor en primavera. Los eventos de mastitis, especialmente en el tercer tercio de lactancia, acentuaron las pérdidas productivas.

Al comparar vacas con un SCS = 5 respecto a un SCS = 4 (200.000 cél/mL, umbral generalmente recomendado, Kabera y col., 2022), las pérdidas estimadas —considerando la menor producción de leche, grasa y proteína, junto con la reducción del bono por calidad de \$11 a \$6/kg— alcanzaron los \$122.650 por vaca/lactancia. De manera referencial, las pérdidas potenciales proyectadas al comparar un SCS = 5 con un SCS = 0 alcanzarían aproximadamente \$480.000 por vaca por lactancia. Estos valores reflejan pérdidas económicas relevantes a nivel de rebaño, sin incluir los costos adicionales por tratamientos, descarte de leche o reemplazo de animales.

Cuadro 1. Resumen del efecto del puntaje de células somáticas sobre la producción diaria de leche, grasa y proteína en vacas Holstein Friesian a pastoreo.

Producción de leche (kg/día)				Producción de grasa (gramos/día)				Producción de proteína (gramos/día)			
	β^1	MMC ²	EE ³	β	MMC	EE	p	β	MMC	EE	p
Intercepción	23,3	0,61	*	996,7	31,7	*		752,4	26,2	*	
SCS ⁴	- 0,45	0,04	*	-7,88	2,44	*	-8,70	1,53	*		
Estación	I ⁵	Ref. ⁹		Ref.			Ref.				
O ⁶	0,13	0,23		3,89	12,3		1,24	7,96	*		
P ⁷	0,48	0,23	*	33,7	12,6	*	21,3	8,05	*		
V ⁸	-3,21	0,83	*	-148	45,3	*	-72,9	28,7	*		

¹Coeficiente de regresión. ²Media mínimo cuadrática. ³Error estándar. * $p < 0,05$. ⁴Puntaje de células somáticas. ⁵Invierno. ⁶Otoño. ⁷Primavera. ⁸Verano. ⁹Categoría utilizada como referencia para el análisis. Los resultados completos, se describen de manera detallada en el texto.

CONCLUSIONES

El aumento del RCS redujo significativamente la producción de leche, grasa y proteína, generando pérdidas económicas relevantes. Mantener el SCS por debajo de 5 permitiría recuperar cerca de \$122.650 por vaca por lactancia, y reducciones adicionales bajo 200.000 cél/mL seguirían mejorando la producción y la composición de la leche, incrementando los ingresos por mayor volumen y calidad.

REFERENCIAS

- KABERA, F., DONAT, K., SCHMIDT, T., HEUWIESER, W. 2022. Approaches to evaluating udder health in dairy cows: Relationships between somatic cell count and udder health indicators. *Animals*, 12, 1694.
- RIVEROS-GALÁN, D. S., AGUILERA-PEÑA, M. V., BOHÓRQUEZ-ORREGO, G., MESACORREA, A. 2021. Mastitis, somatic cell count, and its impact on the quality of milk: A review from Colombia. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 34, 241-255.

EFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN CON ÁCIDO LAURICO EN CERDAS SOBRE LA PREVALENCIA DE INFLUENZA EN CERDOS AL DESTETE

Effect of lauric acid supplementation in sows on influenza prevalence in pigs at weaning

Rembert Silva¹, Christopher Hamilton-West², Jaime Figueroa², Pedro Jiménez-Bluhm³, Cesar Corzo⁴, Carles Vilalta⁵, Daniela Tapia-Escárate¹, Montserrat Torremorell⁴, Juan Manuel Sanhueza¹

*Email: Rembert.silva@uct.cl

¹Departamento de Ciencias Veterinarias y Salud Pública, Facultad de Recursos Naturales, Universidad Católica de Temuco, ²Departamento de Medicina Preventiva, Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias, Universidad de Chile, ³Escuela de Medicina Veterinaria, Facultad de Medicina, Facultad de Ciencias Biológicas y Facultad de Agronomía y Sistemas Naturales, Pontificia Universidad Católica de Chile, ⁴Population Veterinary Medicine Department, University of Minnesota, ⁵IRTA-CReSA Centre de Recerca en Sanitat Animal

INTRODUCCIÓN

El ácido láurico es un compuesto natural derivado del aceite de coco, al cual se le atribuyen efectos antivirales (Ezigbo & Mbaegbu, 2017). Se ha reportado actividad frente a virus envueltos, incluido el virus de la influenza A (VIA) (Arora et al., 2011), con efecto *in vitro* sobre el subtipo H1N1 (Weerapol et al., 2024). En la industria avícola se ha utilizado como aditivo alimentario, mostrando eficacia para reducir la infección del virus de la influenza aviar (van der Sluis, 2015). En cerdas, podría contribuir a mejorar la respuesta inmune y la calidad del calostro, favoreciendo la protección de los lechones frente al VIA. Sin embargo, su efecto como suplemento en la industria porcina para reducir la prevalencia de VIA ha sido poco estudiado. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la suplementación con ácido láurico en cerdas sobre la prevalencia de VIA al destete.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en una maternidad porcina de la zona central de Chile durante octubre y noviembre de 2024. Se asignaron seis salas de parto a dos grupos: Uno con ácido láurico incorporado a la dieta (Grupo tratado) y otro sin la adición del compuesto (Grupo control), con tres salas por grupo. En el grupo tratamiento, se suplementó con 2 kg/ton alimento de ácido láurico la dieta habitual. En cada sala se muestrearon 15 camadas y cinco lechones por camada mediante hisopados orofaríngeos un día previo al destete. Para el análisis se construyó un modelo lineal generalizado mixto (GLMM) con función binomial para evaluar el efecto de la suplementación de cerdas con ácido láurico sobre la prevalencia del virus influenza A en lechones al destete. Se incluyó como efecto aleatorio la camada y la sala. El modelo consideró también el efecto de información registrada como la paridad de la cerda, estatus de nodriza (nodriza o madre original), sexo de los lechones, posición de la camada en la sala y número de nodrizas en la sala.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se incluyeron 90 camadas en el estudio, con cerdas entre 1 y 8 partos, categorizadas en cuartiles (<2, 2 – 3, 3 - 4, y >4 partos). De los lechones 48.5% eran hembras y 51.5% machos. La prevalencia de virus influenza A fue de 60.4% (136/225; IC 95%: 53-66%) en el grupo control y 64.8% (136/225; IC 95%: 58 – 71%) en el tratamiento. No se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos en el modelo multivariado ($p=0.85$). El modelo mostró que camadas de cerdas de 3-4 y >4 partos tuvieron odds de positividad 8.6 y 7.1 veces más altas, respectivamente, en comparación con camadas de cerdas <2 partos (Cuadro 1). Esto podría explicarse por la priorización de vacunación en cerdas primerizas en ausencia de una estrategia masiva en la granja. Los resultados indican que la suplementación con ácido láurico no redujo la prevalencia del VIA al destete, aunque efectos antivirales se han descrito *in vitro*. Factores como dosis,

régimen de administración o condiciones de manejo (vacunación, ambiente, estrés) podrían modificar estos resultados.

Cuadro 1. Odds ratios e intervalo de confianza del 95% (OR (IC 95%)) de positividad al virus influenza según sala, paridad y sexo estimados con un modelo lineal generalizado mixto binomial.

Predictores	Niveles	OR (IC 95%)	Valor de p
Sala	Control	Referencia	
	Tratamiento	1.24 (0.12 – 13.2)	0.85
Categoría paridad	<2	Referencia	
	2 – 3	1.61 (0.41 – 6.41)	0.49
	3 – 4	8.67 (1.97 – 38.1)	0.004*
	>4	7.11 (2.02 – 25.02)	0.002*
Sexo	Hembras	Referencia	
	Machos	0.61 (0.36 – 1.06)	0.08

CONCLUSIONES

La suplementación en cerdas con ácido láurico no redujo la prevalencia del virus influenza A en cerdos al destete. Futuras investigaciones deberían enfocarse en la evaluación de distintas dosis, modos de administración, y suplementación directa en lechones antes del destete para determinar el efecto de la adición de este compuesto sobre la ocurrencia de VIA en maternidades de cerdos.

REFERENCIAS

- EZIGBO, V., MBAEGBU, E. 2017. Extraction of Lauric Acid from Coconut Oil, Its Applications and Health Implication on Some Microorganisms. African J Educ Sci Technol, 3, 59-62.
- ARORA, R., CHAWLA, R., MARWAH, R., ARORA, P., SHARMA, R.K., KAUSHIK, V., GOEL, R., KAUR, A., SILAMBARASAN, M., TRIPATHI, R.P., BHARDWAJ, J.R. 2011. Potential of Complementary and Alternative Medicine in Preventive Management of Novel H1N1 Flu (Swine Flu) Pandemic: Thwarting Potential Disasters in the Bud. Evidence-Based Complement Altern Med, 2011.
- WEERAPOL, Y., MANMUAN, S., LIMMATVAPIRAT, S., LIMMATVAPIRAT, C., SIRIRAK, J., TAMDEE, P., TUBTIMSRI, S. 2024. Enhancing the efficacy of monolaurin against SARS-CoV-2 and influenza A (H1N1) with a nanoemulsion formulation.. OpenNano. 17.
- VAN DER SLUIS, W. 2015. Potential antiviral properties of alpha-monolaurin. Poultry World.
<https://www.poultryworld.net/health-nutrition/potential-antiviral-properties-of-alpha-monolaurin/>

EL ROL DE LAS CERDAS NODRIZAS EN EL RIESGO DE INCIDENCIA DE INFLUENZA EN MATERNIDADES PORCINAS

The role of nurse sows in the incidence risk of influenza in swine breeding herds

Rembert Silva¹, Christopher Hamilton-West², Jaime Figueroa², Pedro Jiménez-Bluhm³, Cesar Corzo⁴, Carles Vilalta⁵, Daniela Tapia-Escárata¹, Montserrat Torremorell⁴, Juan Manuel Sanhueza¹

*Email: Rembert.silva@uct.cl

¹Departamento de Ciencias Veterinarias y Salud Pública, Facultad de Recursos Naturales, Universidad Católica de Temuco, ²Departamento de Medicina Preventiva, Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias, Universidad de Chile, ³Escuela de Medicina Veterinaria, Facultad de Medicina, Facultad de Ciencias Biológicas y Facultad de Agronomía y Sistemas Naturales, Pontificia Universidad Católica de Chile, ⁴Population Veterinary Medicine

Department, University of Minnesota, ⁵IRTA-CReSA Centre de Recerca en Sanitat Animal

INTRODUCCIÓN

El virus de la influenza A (VIA) es un patógeno respiratorio con impacto negativo en la industria porcina, asociado a una disminución en la ganancia diaria de peso, incremento de infecciones bacterianas secundarias, mayor uso de antibióticos (Er et al., 2014) y fallas reproductivas (Grøntvedt et al., 2011). El uso de cerdas nodrizas es una práctica común para asegurar la sobrevivencia de lechones débiles, camadas numerosas o huérfanas. Experimentalmente se encontró que la piel de la línea mamaria presentaba partículas virales (Garrido-Mantilla et al., 2020). Además, un estudio posterior reportó mayor infección en lechones con nodrizas durante los primeros 14 días de lactancia, aunque al destete no se observaron diferencias (Garrido-Mantilla et al., 2021). El objetivo de este estudio es evaluar el rol de las cerdas nodrizas en la incidencia del VIA en lechones.

MATERIALES Y MÉTODOS

Cuatro salas de maternidad de una misma granja de la zona central de Chile fueron seleccionadas por conveniencia y muestreadas en septiembre de 2024 y julio 2025. Dos salas fueron seleccionadas como grupo tratamiento y dos como control: En el grupo tratamiento, las cerdas nodrizas fueron desinfectadas en la piel de la línea mamaria con una solución yodada al 3% previo al ingreso, obteniéndose muestras antes y después de la desinfección. En el grupo control no se aplicó la desinfección y se obtuvo una única muestra previo al ingreso. Se seleccionaron 10 camadas por sala, priorizando aquellas conformadas por cerdas nodrizas, y completando el resto con camadas no nodrizas. Seis lechones por camadas fueron muestreados mediante hisopados orofaríngeos a los 10, 15 y 20 días de vida en promedio. Para el análisis se construyó un modelo lineal generalizado mixto (GLMM) con distribución binomial negativa para evaluar el efecto de la desinfección de las hembras nodrizas sobre el riesgo de incidencia de influenza. Se incluyó como efecto aleatorio la camada y maternidad. Como efectos fijos se consideraron el estatus de nodriza (0: No nodriza, 1: Nodriza), posición en la sala (frente, medio y fondo) y número de partos. Se incorporó un offset correspondiente al número de animales en riesgo para modelar el riesgo de incidencia.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Del total de camadas (n=40), el 40% correspondió a camadas con cerdas nodrizas: 37.5% ubicadas en el grupo tratamiento y 62.5% en el grupo control. En el grupo tratamiento, el 16.7% (1/6) de las nodrizas resultó positiva a RT-qPCR antes y después de la desinfección. En el grupo control, el 30% (3/10) de las nodrizas resultaron positivas al ingreso. La prevalencia más alta se observó previo al destete: 17.5% (IC 95%: 11.17 – 25.48%) en el grupo control y 25.83% (IC 95%: 18.2 – 34.6%) en el tratamiento, valores menores a los reportados por Garrido-Mantilla et al. (2021). La paridad varió entre 1 y 7 partos y se

categorizó según la mediana (3). El Cuadro 1 muestra los resultados del GLMM. No se observaron diferencias significativas en el riesgo de incidencia (RI) entre salas, estatus de nodriza, paridad y posición de la camada ($p>0.05$). Sin embargo, camadas ubicadas al frente y medio tendieron a menor RI en comparación con las del fondo de la sala.

Cuadro 1. Riesgo de incidencia (RI) según sala, condición de nodriza, paridad y posición en la sala estimados con un modelo lineal generalizado binomial negativo.

Predictores	Niveles	Riesgo Incidencia	IC 95%	Valor de P
Grupo	Control	Referencia	-	-
	Tratamiento	2.25	0.59-8.51	0.228
Estatus madre	No nodriza	Referencia	-	-
	Nodriza	0.72	0.17 – 3.08	0.664
Paridad	<3	Referencia	-	-
	>3	1.31	0.33 – 5.15	0.695
Posición	Fondo	Referencia	-	-
	Frente	0.20	0.03 – 1.12	0.067
	Medio	0.24	0.04 – 1.25	0.091

CONCLUSIONES

Los resultados sugieren que la desinfección de la piel de la línea mamaria de las nodrizas no reduce el riesgo de incidencia del virus influenza en maternidades.

REFERENCIAS

- ER, C., LIUM, B., TAVORNPANICH, S., HOFMO, P.O., FORBERG, H., HAUGE, A.G., GRØNTVEDT, C.A., FRAMSTAD, T., BRUN, E. 2014. Adverse effects of Influenza A(H1N1)pdm09 virus infection on growth performance of Norwegian pigs – A longitudinal study at a boar testing station. *BMC Veterinary Research*, 10:1–14.
- GRØNTVEDT, C.A., ER, C., GJERSET, B., GERMUNDSSON, A., FRAMSTAD, T., BRUN, E., JØRGENSEN, A., LIUM, B. 2011. Clinical impact of infection with pandemic influenza (H1N1) 2009 virus in naïve nucleus and multiplier pig herds in Norway. *Influenza Research and Treatment*, 2011:1–6.
- GARRIDO-MANTILLA, J., SANHUEZA, J., ALVAREZ, J., CULHANE, M.R., DAVIES, P., ALLERSON, M.W., TORREMORELL, M. 2021. Impact of nurse sows on influenza A virus transmission in pigs under field conditions. *Preventive Veterinary Medicine*, 188:105257.
- GARRIDO-MANTILLA, J., CULHANE, M.R., TORREMORELL, M. 2020. Transmission of Influenza A virus and porcine reproductive and respiratory syndrome virus using a novel nurse sow model: a proof concepto. *Veterinary Research*, 51:42.

A RECOMBINANT BCG VACCINE INDUCES SPECIFIC LONG-LASTING IMMUNITY AGAINST RESPIRATORY SYNCYTIAL VIRUS AND MYCOBACTERIUM BOVIS IN CALVES IN A FIELD STUDY

Daniela B. Rivera^{1*}, Mariana Ríos¹, Patricia Pereira-Sánchez¹, Mario A. Ramírez¹, Alex Cabrera¹, Patricio Becerra², Fredy Boldt², Fabián Jaña³, Pablo A. González¹, Susan M. Bueno¹, Alexis M. Kalergis^{1,4*}

*Email:daniela.rivera@uc.cl, akalergis@uc.cl or akalergis@bio.puc.cl

¹Millennium Institute on Immunology and Immunotherapy, Santiago, Chile. Facultad de Ciencias Biológicas,

Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.

²Agrícola Siemel Limitada. Coyhaique, Chile.

³Health Sciences Department, Universidad de Aysén, Coyhaique, Chile.

⁴Departamento de Endocrinología, Facultad de Medicina, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.

INTRODUCTION

Respiratory infections in calves are a significant issue (Sacco et al., 2012), especially as maternal antibodies transferred through passive immunity decline, making calves vulnerable to respiratory pathogens like bovine respiratory syncytial virus (bRSV) (Sacco et al., 2012) and *Mycobacterium bovis* (Siddiqui et al., 2012) , which are two key pathogens affecting animal production. Although vaccines against bRSV are currently available, their protection is limited (Ellis, 2017). There are no commercially available vaccines for *M. bovis* yet, but BCG is being tested experimentally as a candidate vaccine against this microbe (Siddiqui et al., 2012). Here, we evaluated the safety and long-lasting immunogenicity of the bivalent rBCG-N-hRSV vaccine (Céspedes et al., 2017; Abarca et al., 2021) against bRSV and *M. bovis* in 120 Polled Hereford calves in a field study.

MATERIAL AND METHODOLOGY

Each group, consisting of 30 calves, received either rBCG-N-hRSV (rBCG), a commercial vaccine against (CV) bRSV, WT-BCG against *M. bovis*, or a placebo. Calves aged 14 to 21 days received a first dose (day 0), followed by a booster 14 days later. Safety was assessed by monitoring adverse effects (AEs). To evaluated systemic AEs, we considered fever and anaphylactic reaction, and to evaluate local AEs, swelling, alopecia, erythema, and ulceration of the injected area were considered. On the other hand, we measured humoral and cellular immune responses against both pathogens on days 0, 14, 28, and 180 after the initial vaccination. ELISA high-binding plates were activated with N of bRSV or PPD of *M. bovis* to measure specific IgG1 and IgG2 in serum or IgA in nasal fluid by indirect in-house ELISA. A qualitative analysis was performed to obtain the percentage of seroconversion for IgG2 and IgA anti-N bRSV and anti-PPD .On the other hand, PBMCs were labeled using CellTrace Violet (CTV) to perform a lymphoproliferative assay of CD4+, CD8+, and $\gamma\delta$ TCR+ cells in the presence of N protein of bRSV, inactivated-bRSV strain 375, PPD, Ag85 Complex of *M. bovis*, cells media (negative control), or with Phorbol-12-acetate/Ionomycin (positive controls).

RESULTS

The results indicate that rBCG-N-hRSV is safe, upon first or booster vaccination, calves from the rBCG group did not show any systemic AEs, such as fever or anaphylaxis, similar to calves from the controls. After the first vaccination, we observed swelling at the injection site in 17 out of 30 calves inoculated with rBCG 10 out of 30 calves inoculated with WT-BCG, and 18 out of 30 calves inoculated with CV, respectively. The follow-up of the injection site showed swelling from days 1 to 3, characterized by a circular increase, while the swelling subsided on day 14. After the booster, 27 out of 30 calves and 15 out of 30 calves vaccinated with rBCG and WT-BCG, respectively, showed the same local AE mentioned above, and similarly to the other groups. None of the other local AEs analyzed were observed in the calves of the four groups after the first vaccination or booster dose. When measuring the humoral immune response of vaccinated animals, we observed that rBCG induced a significant increase in the mean Optic Density (OD) value of specific IgG2 against bRSV-N protein on day 14 ($p < 0.0001$) compared to day 0. In turn, the rBCG booster dose promoted a greater increase in IgG2 levels at day 28 ($p < 0.0001$), which was maintained until day 180 post-first vaccination ($p < 0.0001$), compared to day 0. When we compared the IgG2-related immune response induced by rBCG after the first vaccination and the booster versus CV and placebo group, we observed that rBCG promoted a significant

increase in these antibodies at day 28. Anti-N-bRSV IgA levels were determined in the nasal fluids of vaccinated. In this case, we observed a significant increase ($p < 0.0001$) in IgA levels in the rBCG group on day 14 after the first vaccine dose compared to day 0. At other timepoints, there were no significant differences in this group. When comparing the rBCG group with the CV and placebo groups on day 28 post-vaccination, calves receiving rBCG showed a significant increase ($p=0.0003$) in IgA levels. To evaluate the humoral immune response induced by the rBCG against *M. bovis* antigens, we determined specific IgG2 levels against *M. bovis* PPD. Notably, we observed a significant increase in IgG2 mean OD value in calves immunized with rBCG at day 14 post-vaccination ($p=0.0015$) compared to day 0 and at day 180 ($p=0.01$) compared to day 28. When comparing the IgG2-specific immune response against PPD induced by rBCG versus WT-BCG, rBCG promoted a significant increase in the mean OD value at day 14 ($p=0.02$) and 28 ($p=0.008$), compared to the same time point in calves vaccinated with WT-BCG. Compared to the Placebo group, the rBCG-vaccinated group displayed a significant increase in PPD-specific IgG2 mean OD value on day 14 and 28 ($p<0.0001$), and 180 ($p=0.01$). Finally, we evaluated the secretion of anti- *M. bovis* PPD IgA in the nasal fluids of vaccinated calves. Here, the rBCG group showed a significant increase in the IgA mean OD value at day 28 post-vaccination ($p=0.0014$) compared to day 14. On the other hand, on day 180 post-vaccination, there was an increase in the IgA mean OD value ($p=0.03$) in the rBCG group compared to the WT-BCG group. Regarding antigen-specific cellular responses against bRSV upon rBCG vaccination, a significant increase ($p=0.03$) in the division percentage of CD8+ T cells was observed at day 14 post-vaccination, compared to day 0 in response to the N-bRSV antigen and to inactivated bRSV at times 14 and 28, compared to day 0. On the other hand, calves vaccinated with rBCG displayed a significant increase ($p=0.0085$) in the percentage of CD8+ T cells in responses to N-bRSV compared to vaccination with the CV group, when evaluating day 14 post-first vaccination. Additionally, we observed a significant increase in $\gamma\delta$ T cell proliferation in response to N-bRSV in animals of the rBCG group at day 14 ($p=0.02$) and 28 ($p<0.0001$), compared to Placebo and CV, respectively. Regarding the cellular immune response of the rBCG vaccine against *M. bovis* antigens, we observed a significant increase in the proliferation of CD8+ T cells against the PPD antigen on days 14 ($p=0.01$) and 28 ($p=0.01$) post-vaccination when compared to day 14 post-first vaccination in the WT-BCG group. Finally, calves vaccinated with rBCG displayed a significant increase ($p= 0.01$) in CD8+ T proliferation upon Ag85 complex antigen at day 14 after the first vaccination, compared to the day 14 of the WT-BCG group. Regarding the evaluation of $\gamma\delta$ TCR+ cells in response to PPD and Ag85 complex antigens, we observed significant differences only in the rBCG group compared to the Placebo group at 28 and 180 days post-first vaccination.

CONCLUSION

These findings suggest that rBCG-N-hRSV elicits a long-lasting protective immune response against bRSV and *M. bovis* in field conditions. This work was supported by Fondo de Fomento al Desarrollo Científico y Tecnológico #1231851 (AMK) and Biotheravax (AMK) and the Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo (ANID) Scholarship #21221472 (DBR).

REFERENCES

- SACCO RE, MCGILL JL, PALMER M V., LIPPOLIS JD, REINHARDT TA, NONNECKE BJ. Neonatal calf infection with respiratory syncytial virus: Drawing parallels to the disease in human infants. *Viruses*. 2012; 4. doi:10.3390/v4123731.
- ELLIS JA. How efficacious are vaccines against bovine respiratory syncytial virus in cattle? *Vet Microbiol* 2017; 206. doi:10.1016/j.vetmic.2016.11.030.
- DÍAZ FE, GUERRA-MAUPOME M, MCDONALD PO, RIVERA-PÉREZ D, KALERGIS AM, MCGILL JL. A Recombinant BCG Vaccine Is Safe and Immunogenic in Neonatal Calves and Reduces the Clinical Disease Caused by the Respiratory Syncytial Virus. *Front Immunol* 2021; 12. doi:10.3389/fimmu.2021.664212.
- CÉSPEDES PF ET AL. A single, low dose of a cGMP recombinant BCG vaccine elicits protective T cell immunity against the human respiratory syncytial virus infection and prevents lung pathology in mice. *Vaccine* 2017; 35.
- SIDDQUI N, PRICE S, HOPE J. BCG vaccination of neonatal calves: Potential roles for innate immune cells in the induction of protective immunity. *Comp Immunol Microbiol Infect Dis* 2012; 35. doi:10.1016/j.cimid.2011.11.003.

PREVALENCIA Y DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA DE SARCOQUISTES DE *SARCOCYSTIS SPP.* EN MIOCARDIO Y DIAFRAGMA PROVENIENTES DE CANALES BOVINAS DE LA REGIÓN DEL MAULE, CHILE

Prevalence and morphologic description of sarcocysts of Sarcocystis spp in myocardium and diaphragm from bovine carcasses of Maule Region, Chile

María José Toledo¹, Estefanía Pérez¹, Cristina Abarca¹, Gastón Moré², Walter Basso², Carlos Hermosilla³, Alejandro Hidalgo⁴, Tamara Muñoz C^{1*}

E-mail: expositor del trabajo: m.toledo37@alumnos.santotomas.cl.

¹Laboratorio de Parasitología Veterinaria. Escuela de Medicina Veterinaria, Facultad de Medicina Veterinaria y Recursos Naturales, Universidad Santo Tomás, Talca, Chile.

²Instituto de Parasitología, Universidad de Berna, Suiza.

³Instituto de Parasitología, Universidad de Giessen, Alemania.

⁴Laboratorio de Inmunoparasitología Molecular, Facultad de Medicina, Universidad de la Frontera, Chile.

INTRODUCCIÓN

La sarcosporidiosis es una infección parasitaria intracelular provocada por especies apicomplejas del género *Sarcocystis spp.* que afectan a los bovinos causando desde infecciones leves o subclínicas a cuadros agudos que incluyen trastornos neurológicos, aborto e incluso la muerte (DUBEY 2015, FAYER ET AL., 2015). Además, se ha vinculado a la afección inflamatoria de los músculos estriados denominada miositis eosinofílica bovina (BEM) que se detecta durante la inspección de la canal (WOUDE ET AL., 2006). Estos parásitos forman quistes tisulares o “sarcoquistes” en el músculo estriado los cuales pueden ser tanto microscópicos como macroscópicos. Las especies zoonóticas *S. hominis* y *S. heydorni* se transmiten mediante consumo de carne cruda o poco cocida (FAYER ET AL., 2015) El objetivo de este estudio fue determinar la prevalencia y características morfológicas de los sarcoquistes tisulares en muestras de carne bovina.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se obtuvieron en 100 muestras de miocardio bovino y 100 muestras de diafragma bovino provenientes de una planta faenadora en Talca durante los años 2024 y 2025. Se procesaron mediante la técnica de homogenización de tejidos para posterior análisis a través de microscopía óptica utilizando un microscopio invertido acoplado a cámara digital ICOE IV5100FL, microscopía electrónica (SEM) a través de un microscopio electrónico de barrido Philips XL30, histología mediante tinción estándar de H&E y análisis molecular vía PCR en tiempo real para la identificación de especies, utilizando cebadores y sondas diseñados para identificar especies de *Sarcocystis spp.* en ganado según MORÉ ET AL., 2013, en el Instituto de Parasitología Universidad de Berna. Se incorporaron al estudio bovinos de diversas categorías animales y razas, sin embargo para comparar el estado de infección por *Sarcocystis* en bovinos solo se consideraron las variables epidemiológicas sexo (macho, hembra), edad (en base a la cantidad de dientes en los bovinos previo a la faena [dientes de leche, 2, 4, 6 y 8 dientes]) y procedencia según comuna de origen (considerando 29 comunas) de los animales, mediante la prueba de chi-cuadrado (χ^2) considerando significancia estadística $p < 0,05$, utilizando el Software GraphPad Prism 8.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se obtuvo una prevalencia de 91% de sarcoquistes tisulares de *Sarcocystis* spp. en muestras de miocardio y de 21% en muestras de diafragma, lo cual concuerda con estudios similares (SHAMS ET AL., 2022). Los quistes tisulares observados en miocardio presentaron características morfológicas compatibles con la especie patógena *S. cruzi* en el 91% de las muestras analizadas bajo microscopía óptica, SEM e histología, confirmando la especie mediante análisis molecular, en línea con otros reportes publicados (MORÉ ET AL., 2013). Por otro lado, en diafragma se encontraron diversos sarcoquistes siendo morfológicamente compatibles con *S. cruzi* y *S. hominis*. Aquí, la PCR indicó la presencia de ADN de *Sarcocystis cruzi*, *S. bovifelis*/*S. rommeli* y *S. hominis*. Finalmente, el análisis estadístico demostró que no existieron diferencias significativas de positividad a *Sarcocystis* spp. respecto a las variables estudiadas.

Variable	Valor de p en base a chi-cuadrado (χ^2)
Sexo	P > 0,05
Edad	P > 0,05
Procedencia	P > 0,05

Cuadro 1: Análisis de grado de infección por *Sarcocystis* spp. en miocardio (n=100) y diafragma (n=100) bovino según las variables sexo, edad y procedencia

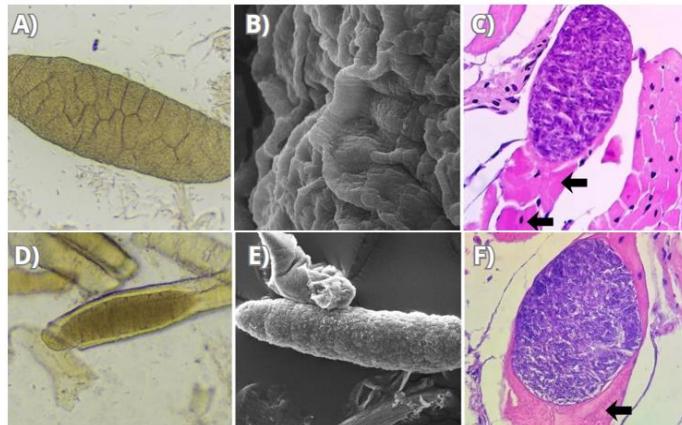


Figura 1. Morfología de los quistes tisulares de *Sarcocystis* spp. del músculo cardíaco y diafragmático de bovinos faenados. **A)** Quiste tisular en fibras cardíacas con un largo de 530,2 μm , un ancho de 164,3 μm y una pared de 1,03 μm (Aumento 100 \times). **B)** Superficie sarcoquiste de fibras cardíacas de bovino faenado. **C)** Quiste tisular de miocardio con tabiques internos (Aumento 100 \times). **D)** Quiste tisular de diafragma dentro de la fibra muscular de longitud de 317,38 μm y un ancho de 85,78 μm , con pared de 4,72 μm (Aumento 40 \times). **E)** Sarcoquiste fuera de fibras diafragmáticas. **F)** Quiste tisular con bradizoitos en su interior (Aumento 20 \times). A, D: microscopía óptica; B, E: SEM; C, F: histología H&E. Flechas indican hipertrofia de fibra muscular donde está ubicado el quiste tisular.

CONCLUSIONES

Este estudio demuestra y confirma la alta prevalencia de *S. cruzi* en el ganado bovino y es el primer estudio en Chile que demuestra la presencia de la especie zoonótica *S. hominis* en carne de vacuno destinada a consumo humano.

REFERENCIAS

- DUBEY JP. 2015. Foodborne and waterborne zoonotic *Sarcocystis*. Food Waterborne Parasitol 1:2–11
 FAYER R. 2015. Human infections with *Sarcocystis* species. Clin Microbiol Rev 28:295–311
 WOUDA W. 2006. Eosinophilic myositis due to *Sarcocystis hominis* in a beef cow. J. Comp. Pathol. 135, 249–253
 MORÉ G. 2013. Development of a multiplex real time PCR to differentiate *Sarcocystis* spp. affecting cattle. Vet Parasitol. 18;197(1-2):85-94
 SHAMS M. 2022. Molecular Epidemiology, Species Distribution, and Zoonotic Importance of the Neglected Meat-Borne Pathogen *Sarcocystis* spp. in Cattle (*Bos taurus*): A Global Systematic Review and Meta-analysis. Acta Parasitol. 67(3):1055-1072

SUPLEMENTACIÓN CON DHA Y EPA EN CABALLOS DE DEPORTE ECUESTRE: EFECTOS EN PERFIL METABÓLICO Y ELECTROLITOS

DHA and EPA supplementation in show jumping and polo horses: Effects on metabolic profile and electrolytes

Gabriela Araos¹, Natalia Molina¹, Pablo Lagos², María José Pinto³, Eduardo Soto³, Tomas Casanova¹, Jorge Ávila-Stagno¹, y Rodrigo Allende^{1*}

*E-mail: rallende@udec.cl

¹Facultad Ciencias Veterinarias, Universidad de Concepción. ²Unidad I&D Empresa INNOCON, ³Servicio de Veterinaria Ejército de Chile.

INTRODUCCIÓN

La exigencia deportiva de los caballos de polo y salto requiere el diseño y evaluación de planes de alimentación integral para modular parámetros fisiológicos de interés deportivo y disminuir riesgos epidemiológicos de enfermedades metabólicas nutricionales. El estrés puede causar alteraciones en el perfil bioquímico, destacándose la hiperglicemia (Stokol, 2020); estado mitigable con la suplementación de ácidos grasos $\Omega 3$ por su efecto en el aumento en la sensibilidad celular a la insulina. La investigación corresponde a un estudio prospectivo para evaluar el cambio de los parámetros bioquímicos por la incorporación de un suplemento nutricional, formato emulsión de ácidos grasos poliinsaturados con sales iónicas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el regimiento de caballería blindada N°3 Húsares del Ejército de Chile, en Angol. Se seleccionaron aleatoriamente 28 equinos, machos (castrados) y hembras adultas de una población de 52 equinos clínicamente sanos, asignados a tratamiento control (n=14) y tratamiento emulsión (n=14) con 45% de fase oleosa y aporte por Litro de $\Omega 3= 13,9\%$, EPA=1,6%, DHA=2%, relación $\Omega 3/6= 2,3$ y DCAD= +100 mEq/100 g MS. Se estimó el peso vivo, mediante mediciones de perímetro torácico, longitud escapulo-isquial, altura a la cruz y perímetro de cuello, aplicando posteriormente dos fórmulas para determinación de peso vivo promedio. Los equinos estuvieron en confinamiento individual con entrenamiento ecuestre diario de 30 minutos a 1 h promedio durante 5 d a la semana. La ración fue fraccionada en 3 porciones (8 am/12 pm/7 pm). El grupo tratamiento recibió similar ración del grupo control con una base forrajera de heno de alfalfa, grano de avena descascarada y concentrado (Optimix original®) más una dosis diaria de emulsión Arion®, en dosis ajustada según peso metabólico, en un rango de 100–110 kg^{0,75}, se administró por vía oral 50 mL a las 10 h y 50 mL a las 17 h y si el peso metabólico fue superior a 110 kg^{0,75}, se administró 60 mL en los mismos horarios y vía de dosificación. El manejo experimental fue aprobado por el Comité de Bioética, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad de Concepción (CBE 39-2022). El diseño estadístico fue completo aleatorizado con mediciones repetidas y efectos fijos del tratamiento y del periodo de muestreo y los parámetros bioquímicos y electrolitos fueron analizados con ANDEVA ($p\leq 0,05$). Los equinos estuvieron con 10 d de adaptación y con tres tiempos de evaluación sanguínea: tiempo 1 (día 0), tiempo 2 (28 d) y tiempo3 (84 d). Se agruparon 7 variables del perfil bioquímico: Uremia, creatinina, AST (aspartato aminotransferasa), FA (fosfatasa alcalina), CK (creatin quinasa), GGT (glutamil transferasa) y glucosa; y 5 variables de electrolitos: Calcio (Ca), fosforo (P), sodio (Na), potasio (K) y cloruro en cuartiles 25-50-75%, contrastándose las frecuencias relativas en el tiempo1 y tiempo3, integrado a una regresión logística analizando la posibilidad de un evento: Odds Ratio (O.R; $p\leq 0,05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el cuartil 25%, el tratamiento control presentó una disminución en el P, GGT y Cloruro (Cuadro 1; $p<0,05$) con un incremento en el Na. El tratamiento emulsión generó un aumento de la frecuencia en cuartil 25% en: Ca, P; glucosa, Na y Cloruro (Cuadro 1; $p<0,05$). El cuartil 75% en el control presentó una disminución en el P, CK, y electrolitos (Cuadro 1; $p<0,05$) con un incremento en AST y glucosa. El tratamiento emulsión generó una disminución del Na (Cuadro 1; $p<0,05$).

Cuadro 1. Frecuencias relativas (%) de caballos por tratamiento para parámetros bioquímicos y electrolitos agrupados en cuartiles extremos de la distribución (25 y 75%).

Tratamiento	Tiempo 1		Tiempo 3		<i>p</i>	
	Control	Emulsión	Control	Emulsión	Control	Emulsión
Uremia (mmol/L)	Cuartil 25%	23	46	15	15	0,19
	Cuartil 75%	15	8	23	8	0,19
Creatinina (μmol/L)	Cuartil 25%	23	23	23	8	0,99
	Cuartil 75%	8	31	15	23	0,14
Calcio (mmol/L)	Cuartil 25%	31	23	31	69	0,99
	Cuartil 75%	8	15	15	8	0,14
Fósforo (mmol/L)	Cuartil 25%	92	23	38	85	<0,0001
	Cuartil 75%	8	15	23	8	0,007
AST (U/L)	Cuartil 25%	31	92	31	85	0,99
	Cuartil 75%	8	8	31	8	0,0002
FA (U/L)	Cuartil 25%	23	31	23	15	0,99
	Cuartil 75%	8	46	8	31	0,99
GGT (U/L)	Cuartil 25%	62	38	8	46	<0,0001
	Cuartil 75%	15	15	15	8	0,99
CK (U/L)	Cuartil 25%	31	62	38	62	0,39
	Cuartil 75%	38	8	8	8	<0,0001
Glucosa (mmol/L)	Cuartil 25%	23	92	8	62	0,07
	Cuartil 75%	8	8	31	15	0,0002
Na (mmol/L)	Cuartil 25%	15	23	38	46	0,01
	Cuartil 75%	23	46	8	8	<0,0001
K (mmol/L)	Cuartil 25%	23	31	15	38	0,19
	Cuartil 75%	23	15	8	15	0,007
Cloruro (mmol/L)	Cuartil 25%	23	15	8	31	0,007
	Cuartil 75%	54	8	8	8	<0,0001

El control presentó un mayor efecto incremental en proteína total (O.R=15,4; $p=0,04$), Na (O.R.=1,18; $p=0,16$), uremia (O.R.=2,69; $p=0,75$), P (O.R.=1,45; $p=0,74$) y fosfatasa alcalina (O.R.=1,12, $P=0,32$). La emulsión generó mayor efecto incremental en albumina (O.R=7,58; $p=0,14$), globulina (O.R.=29,9; $p=0,0,2$, K (O.R.=2489; $p=0,02$), P (O.R.=1,13; $P=0,74$) y glucosa (O.R.=1,95, $P=0,15$). La ingesta de la emulsión evaluada permite satisfacer del orden de 14% las pérdidas de Na, 17% de Cl y 28% de K, asociadas con el sudor. El escalamiento comercial para la emulsión analizada implicará estudios complementarios específicos con biomarcadores cardiacos ex y post entrenamiento por la incorporación ácidos grasos omega 3.

CONCLUSIONES

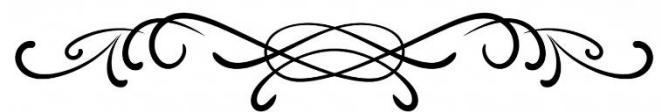
La suplementación con una emulsión con aporte de DHA y EPA generó que 30% de las variables bioquímicas y de electrólitos analizadas aumentarán su frecuencia relativa de equinos en el cuartil 25%, comportamiento que modifica positivamente la distribución de parámetros bioquímicos relevantes en la actividad deportiva.

REFERENCIAS

- STOKOL, T. 2020. Hematology red flags: the value of blood smear examination in horses. Veterinary Clinics of North America: Equine Practice, 36(1), 15-33.



SECCIÓN VII:
**TECNOLOGIA
E INOCUIDAD DE LOS
ALIMENTOS**



ANÁLISIS DE ENCUESTA DE PREFERENCIAS Y ASPECTOS DE IMPORTANCIA PARA EL CONSUMIDOR DE HUEVOS EN CHILE

Analysis of Consumer Preferences and Key Factors in Egg Consumption in Chile

José Salinas^{1*}, Javiera Mella¹, Gastón Cassus¹.

*Email: jose.salinas.m@ug.uchile.cl

¹Veterquimica S.A.

INTRODUCCIÓN

La alta calidad nutricional, versatilidad gastronómica y precio asequible del huevo lo han posicionado como un alimento esencial en la dieta humana, lo cual se ha visto reflejado en el progresivo aumento de su producción y consumo a nivel mundial (Réhault-Godbert, *et al.*, 2019; Henchion, *et al.*, 2021). En este contexto, las encuestas de preferencias son una buena herramienta para el estudio de mercados como la industria del huevo, pues brindan información de respaldo útil para ajustar el producto ofertado a las preferencias y expectativas del consumidor (Zhuo, *et al.*, 2025). Por ello, el objetivo de este estudio fue evaluar los factores más valorados por los consumidores chilenos al momento de comprar huevos y sus preferencias en relación al color de la cáscara y color de la yema, con un enfoque comparativo entre macrorregiones.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó una encuesta sobre aspectos relacionados al consumo de huevos a un total de 580 personas, consultando sobre los factores de mayor importancia del consumidor al comprar huevos y sus preferencias del color del huevo y de su yema. Se estableció como grupo objetivo a los encuestados que declararon vivir en Chile y consumir huevos de forma regular. Los resultados fueron segmentados en 3 macrorregiones, de acuerdo a las regiones de residencia declaradas. Se realizó un análisis descriptivo utilizando el puntaje promedio obtenido como indicador para comparar la importancia de cada factor evaluado; para analizar las preferencias se utilizaron tablas de frecuencia y gráficos para visualizar su distribución. Además, se evaluó la disposición a pagar más por un huevo con una yema más anaranjada mediante una prueba de chi cuadrado de independencia, para lo cual, se transformó la escala de Roche (1-15) en cuatro categorías: Amarilla (1-6), amarilla-naranja (7-9), naranja (10-12) y naranja intenso (13-15). También se transformó el puntaje de disposición a pagar más por un huevo de yema más anaranjada (1-10) en cuatro categorías: nada dispuesto (1-3), poco dispuesto (4-5), dispuesto (6-7) y muy dispuesto (8-10). Luego se revisaron los residuos estandarizados para pesquisar la dirección de la asociación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Ante la pregunta de cuáles son los factores de mayor importancia del consumidor al comprar huevos, en general se observaron tendencias similares entre macrorregiones, destacando la fecha de vencimiento, el precio y la limpieza del huevo como los tres factores más importantes, con puntajes sobre los 8 puntos en promedio. El color de la yema y el tamaño del huevo también fueron valorados positivamente con puntajes superiores a 7,5. Por otra parte, la marca y el empaque fueron los factores menos importantes con puntajes menores a 5,1.

Con respecto al color del huevo, se observaron preferencias similares entre las macrorregiones Centro y Norte (Figura 1), listándose las preferencias en el mismo orden (marrón > sin importancia > blanco > verde/azulado), pero con diferentes proporciones, no obstante, las preferencias de la zona sur se listaron de manera diferente (Sin importancia > marrón > verde/azulado > blanco).

Por otra parte, se observó una clara tendencia del consumidor a preferir yemas más anaranjadas, mostrando una distribución asimétrica sesgada a la izquierda (moda > mediana > promedio), agrupando la mayor parte de las preferencias en tonalidades más anaranjadas de la escala de Roche.

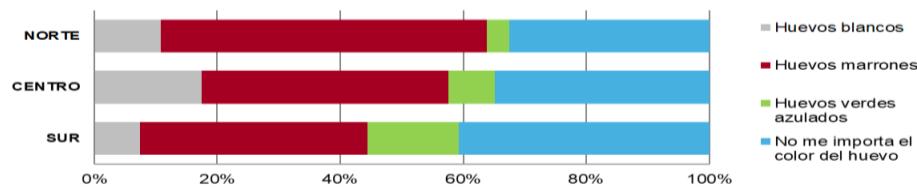


Figura 1. Preferencias del color del huevo (blancos, marrones, verde azulados, no me importa el color del huevo) en términos porcentuales.

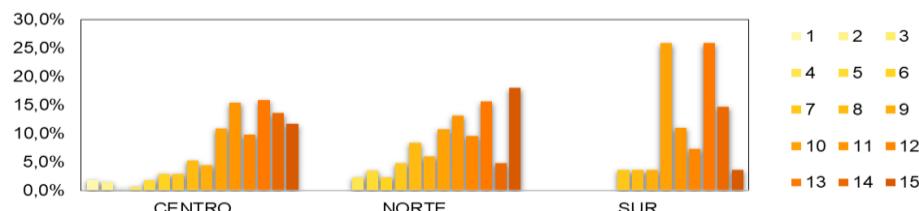


Figura 2. Histograma de preferencias expresado en porcentajes del color de la yema en la escala de Roche (1 al 15). Resultados por macrorregión Centro, Norte y Sur.

La prueba de chi cuadrado de independencia reportó una diferencia significativa ($p<0.01$) entre las categorías de preferencia del color de la yema y disposición a pagar. Se observó una asociación positiva ($R > 0$) entre la preferencia de tonos más anaranjados de la yema con mayores disposiciones a pagar más por huevos de una yema más anaranjada. Lo cual, considerando que gran parte de los consumidores prefieren estas tonalidades, permite inferir que una proporción importante de los consumidores estarían dispuestos a pagar más por huevos de dicha calidad.

CONCLUSIONES

El análisis revela que los consumidores de huevo en Chile priorizan aspectos relacionados con la inocuidad y asequibilidad del producto, resultando poco relevantes aspectos como la marca y el empaque. Respecto a preferencias del producto, una proporción importante de consumidores le es indiferente el color del huevo, no obstante, se observó una preferencia de huevos de cáscara marrón, quedando los huevos blancos en segunda opción. Sobre el color de la yema, se determinó que gran parte de los consumidores prefiere yemas anaranjadas, estando dispuesto a pagar más por ello. Estas tendencias fueron consistentes entre la zona Centro y Norte, con diferencias en su importancia relativa, mientras la zona Sur tuvo diferencias notables probablemente debido a su tamaño muestral reducido. Esta información es valiosa para productores, distribuidores y colaboradores, pues permite adaptar el producto ofertado a las expectativas del consumidor y potenciar atributos relevantes como el color de la yema y frescura del huevo.

REFERENCIAS

- HENCHION, M., MOLONEY, A. P., HYLAND, J., ZIMMERMANN, J., & MCCARTHY, S. 2021. Review: Trends for meat, milk and egg consumption for the next decades and the role played by livestock systems in the global production of proteins. *Animal*, 15(Suppl. 1), 100287.
- RÉHAULT-GODBERT, S., GUYOT, N. Y NYS, Y. 2019. El huevo de oro: Valor nutricional, bioactividades y nuevos beneficios para la salud humana. *Nutrients*, 11 (3), 684.
- ZHOU, W., ZENG, L., CHEN, R., LIU, Y., HUANG, A., HUANG, G., LI, J., XU, G., & ZHENG, J. 2025. Analysis of egg consumption trends: Gen Z egg consumption preferences and the classification of pink-shell eggs in China. *Poultry Science*, 104(11), 105727.

IMPACTO DE INGREDIENTES NATURALES MARINOS Y TERRESTRES DE VACUNO EN LA CALIDAD Y VIDA ÚTIL DE HAMBURGUESAS TRADICIONALES

Impact of natural marine and terrestrial ingredients on the quality and stability of traditional beef burgers

Ailín Martínez^{1,2*}, Gastón Sepúlveda^{1,3}, Daniela Tapia^{1,3}, Natalia Rebollo^{1,3}, Genisley Hernández¹, Rommy Díaz^{1,3}, Néstor Sepúlveda^{1,3} y John Quiñones^{1,3}

*E-mail: a.martinez26@ufromail.cl

¹Centro de Tecnología e Innovación de la Carne (CTI-Carne). Universidad de La Frontera. Temuco. Chile.

²Programa de Doctorado en Biología Celular y Molecular. Universidad de La Frontera. Temuco. Chile.

³Facultad de Ciencias Agropecuarias y Medioambiente. Universidad de La Frontera. Temuco. Chile.

<https://orcid.org/0000-0003-0716-9290>

INTRODUCCIÓN

El creciente interés por alimentos más saludables ha impulsado la formulación de productos cárnicos tradicionales mediante la incorporación de ingredientes naturales. La inclusión de compuestos bioactivos de origen marino y terrestre permite mejorar la estabilidad oxidativa, reducir el contenido de sodio y grasas saturadas, y prolongar la vida útil sin afectar la calidad sensorial. Las hojas de *Ugni molinae* destacan por su alta concentración de polifenoles, mientras que *Durvillaea antarctica* aporta minerales, fibra y compuestos prebióticos. La sustitución de grasa animal por aceite de *Brassica napus* contribuye a la mejora del perfil lipídico y promueve un equilibrio saludable entre los ácidos grasos. La combinación de estos ingredientes naturales podría mejorar la calidad y estabilidad de hamburguesas tradicionales de vacuno. El objetivo de este trabajo fue evaluar su impacto sobre los parámetros de calidad y vida útil del producto.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la Región de La Araucanía. La recolección de hojas de *Ugni molinae* se llevó a cabo en marzo de 2025 en el Campo Experimental Maquehue de la Universidad de La Frontera (38°50'16.01"S, 72°41'39.98"W). El protocolo experimental y el análisis sensorial fueron aprobados por el Comité de Ética Científica de la Universidad de La Frontera (Nº005-25). Se empleó un diseño en bloques completamente al azar. Las unidades experimentales correspondieron a hamburguesas de 100 g elaboradas con 75% de carne de vacuno y 3% de tocino, distribuidas en 25 unidades por tratamiento y por lote ($5 \times 25 \times 4$) correspondientes a: Control (H0); 1% de *D. antarctica* y 1% de polvo de hoja de *U. molinae* (HC1); 1% de *D. antarctica*, 1% de *U. molinae* y 10% de aceite de *B. napus* (HC1A); y 1% de *D. antarctica* y 10% de aceite de *B. napus* (HC0A).

Se determinó el contenido de grasa (AOAC 996.06-2012), humedad (AOAC 930.15-2005), proteína (AOAC 981.10-1983), colesterol (AOAC 994.10-1994 [2010]), sodio (AOAC 985.35-2012) y cenizas (AOAC 923.03-1923). El pH se midió con un pH-metro digital calibrado (Hanna Instruments Inc., Rumania), mientras que el color se determinó con un colorímetro portátil (Konica Minolta Sensing, Inc., Tokio, Japón) utilizando el sistema CIELab. El contenido de malonaldehído (MDA) se evaluó mediante el método descrito por Vyncke (1960) y la extracción lipídica se realizó siguiendo la metodología descrita por Folch *et al.* (1957). El análisis sensorial fue realizado por un panel entrenado pertenecientes al Centro de Tecnología e Innovación en Calidad de Carnes de la Universidad de La Frontera. La evaluación se efectuó siguiendo la norma NCh-ISO 6658: 2016.

Para el análisis estadístico se aplicaron pruebas no paramétricas de Kruskal-Wallis y Wilcoxon. El nivel de significancia se estableció en $p < 0,05$. Los análisis se realizaron con el software R versión 4.5.1 (2025). Además, se efectuó una prueba de ANCOVA para evaluar el efecto del tiempo sobre los valores de oxidación lipídica. Las diferencias entre tratamientos en los atributos sensoriales se determinaron mediante la prueba de Holm y se aplicó un análisis de componentes principales (PCA) para visualizar la agrupación de los tratamientos.

RESULTADOS

En promedio, las formulaciones presentaron un contenido proteico cercano al 16%. Se observó una reducción del contenido de grasa total respecto al control (13,0%), destacando los tratamientos HC1 (6,7%), HC1A (9,5%) y HCOA (8,9%), lo que se tradujo en una disminución del valor calórico. Asimismo, las formulaciones con harina de *D. antarctica* presentaron un leve incremento de sodio, aunque todos los valores se mantuvieron inferiores a 400 mg/100 g, cumpliendo con la normativa chilena vigente.

El pH presentó diferencias significativas ($p<0,05$) entre tratamientos, siendo menor en las formulaciones HC1 y HC1A respecto al control. Esta reducción puede atribuirse a la presencia de polifenoles, ácidos orgánicos y fibras provenientes de *D. antarctica* y *U. molinae*, lo que favorece la estabilidad microbiológica al inhibir microorganismos alterantes (Revilla *et al.*, 2022). En los parámetros de color, la rojez disminuyó significativamente en HC1, probablemente por la oxidación de pigmentos y acción de compuestos fenólicos sobre la mioglobina (Domínguez *et al.*, 2021). En contraste, la amarillez aumentó en los tratamientos con HC1, HC1A y HC0A, siendo más alta en HC1A, efecto asociado a carotenoides y flavonoides (Silva, Reboreda & Lidon, 2022). La luminosidad también se incrementó en HC1A, confiriendo una apariencia más clara atribuible al aceite de *B. napus*.

El perfil de ácidos grasos evidenció una reducción significativa de ácidos grasos saturados y aumento de monoinsaturados y poliinsaturados en los tratamientos con aceite. Los ácidos grasos trans se mantuvieron por debajo de 0,2 g/100 g, lo que contribuye a un perfil lipídico más saludable, alineado con las recomendaciones internacionales. La oxidación lipídica mostró diferencias significativas entre tratamientos y a lo largo del almacenamiento (Tabla 1).

El recuento microbiano mostró un crecimiento más lento en los tratamientos con ingredientes naturales, sugiriendo un efecto antimicrobiano atribuible a compuestos fenólicos y polisacáridos (Kumar *et al.*, 2022), lo que prolongó la vida útil. En el análisis sensorial no se encontraron diferencias significativas ($p>0,05$) entre tratamientos, aunque la textura del tratamiento HC1 presentó la mejor aceptación ($p=0,066$). El análisis de componentes principales explicó el 100% de la variabilidad sensorial (Dim1: 70,47%, Dim2: 29,53%), destacando color y textura como atributos discriminantes, con una clara separación del control.

Tabla 1. Efecto de los tratamientos y el tiempo en las hamburguesas. Medias ajustadas (MDA/Kg) por medio de ANCOVA.

Tratamiento	Día 0	Día 7	Día 14	Día 21
H0	0,18 <i>A a</i>	0,32 <i>A b</i>	0,40 <i>B a</i>	0,46 <i>A d</i>
HC1	0,14 <i>B a</i>	0,16 <i>C a</i>	0,16 <i>C a</i>	0,45 <i>B b</i>
HC1A	0,24 <i>C a</i>	0,28 <i>D a</i>	0,30 <i>D b</i>	0,18 <i>C c</i>
HC0A	0,25 <i>C a</i>	0,26 <i>D a</i>	0,29 <i>D b</i>	0,63 <i>C c</i>

CONCLUSIONES

La combinación de polvo de hoja de *U. molinae*, harina de *D. antarctica* y aceite de *B. napus* mejoró los parámetros de calidad y la vida útil de las hamburguesas tradicionales. Esta reformulación representa una alternativa para elaborar productos cárnicos más saludables y libres de sellos de advertencia nutricional.

REFERENCIAS

- DOMÍNGUEZ, R., PATEIRO, M., GAGAOA, M., BARBA, F. J., ZHANG, W., & LORENZO, J. M. 2021. A comprehensive review on lipid oxidation in meat and meat products. *Antioxidants*, 10, 760.
- FOLCH, J., LEES, M., & SLOANE STANLEY, G. H. (1957). A simple method for the isolation and purification of total lipides from animal tissues. *The Journal of Biological Chemistry*, 226(1), 497–509.
- KUMAR, Y., YADAV, D. N., AHMAD, T., & NARSAIAH, K. 2022. Recent trends in preservation of meat and meat products by natural preservatives: A review. *Journal of Food Science and Technology*, 59, 1–11.
- REVILLA, I., SANTOS, S., HERNÁNDEZ-JIMÉNEZ, M., & VIVAR-QUINTANA, A. M. 2022. The effects of the progressive replacement of meat with texturized pea protein in low-fat frankfurters made with olive oil. *Foods*, 11, 923.
- SILVA, M. M., REBOREDO, F. H., & LIDON, F. C. 2022. Food colour additives: A synoptical overview on their chemical properties, applications in food products, and health side effects. *Foods*, 11, 379.
- VYNCKE, W. Evaluation of the Direct Thiobarbituric Acid Extraction Method for Determining Oxidative Rancidity in Mackerel (*Scomber Scombrus* L.). *Fette Seifen Anstrichm.* 1975, 77, 239–240.

EFFECTO FUNCIONAL DE LA HARINA DE HONGO OSTRA (PLEUROTUS OSTREATUS) EN EMBUTIDOS Y HAMBURGUESAS

*Functional and Impact of Oyster Mushroom Flour (*pleurotus ostreatus*) in Processed Meat Products.*

Sepúlveda G.^{1,2*}, Martínez A.^{1,2}, Rebolledo N.^{1,2}, Quiñones J.^{1,2}, Sepúlveda N^{1,2}.

*Email: g.sepulveda10@ufromail.cl

¹Doctorado en Ciencias Agroalimentarias y Medioambiente, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales, Universidad de La Frontera ²Centro de Tecnología e Innovación de la Carne, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales, Universidad de la Frontera, Avenida Francisco Salazar 01145, Temuco, Chile

INTRODUCCIÓN

La demanda por alimentos híbridos ha redefinido la formulación de productos cárnicos. El hongo ostra (*Pleurotus ostreatus*) emerge como un ingrediente clave por su potencial para reemplazar parcialmente grasa y proteína, mejorando el perfil nutricional y la sostenibilidad. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la inclusión de harina de hongo ostra (HHO) en tres matrices cárnicas populares (hamburguesas, chorizos y salchichas), centrándose en la estabilidad fisicoquímica y las propiedades texturales.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los ensayos fueron realizados en el Centro de Tecnología e Innovación de la Carne de La Universidad de La Frontera. Se desarrollaron tres tipos de productos cárnicos (chorizos, salchichas y hamburguesas) en tres niveles de inclusión de HHO: Control (0%), T1 (5%) y T2 (10%).

Se realizaron medidas de color a través de un colorímetro (Manitoba) con seis repeticiones, de pH por medio de un pHmetro de carne (Hanna, HI98163), para Dureza se realizaron mediciones en todos los productos cocidos a través de Texturometro (CT3, Brookfield) con una sonda Warner-Braztler y la oxidación se realizó por medio de TBARS a través del método descrito por Sørensen & Jørgensen (1996) a los días 0, 7 y 14. Todos los datos fueron analizados por medio de ANOVA a través del software R 4.5.2.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El tratamiento al 10% (T2) demostró ser menos propenso a la oxidación lipídica, exhibiendo consistentemente los valores más bajos de MDA (Chorizo 0.57, Hamburguesa 0.52, Salchicha 0.53). Esta marcada reducción en la inestabilidad lipídica resalta la capacidad del hongo para prolongar la frescura y la vida útil de los productos. Mientras que en la textura la inclusión de HHO al 10% generó un cambio significativo en la dureza de los productos cocinados. Se observó una reducción de la dureza respecto al control (Control: 18.48 N, T2: 15.2 N). Esta modulación textural puede ser favorable para la aceptación del consumidor, proporcionando una sensación en boca potencialmente más tierna o menos firme. Mientras que en apariencia se identificó un cambio de color significativo con la inclusión del hongo. Los productos control mostraron una mayor rojez (a) (Ej. Chorizo 14.58, Hamburguesa 23.5), mientras que la adición de HHO disminuyó este valor. Este cambio cromático es una característica esperada en la formulación de productos híbridos y puede ser gestionado mediante la percepción del consumidor. El pH se mantuvo notablemente estable, con la única excepción de los chorizos al 10%, donde se observó un cambio significativo (6.04)



Figura 1. Chorizos en tres niveles de inclusión de Harina de Hongo Ostra Ctrl (0%) (a), T1 (5%) (b) y T2 (10%) (c); Salchichas en tres niveles de inclusión de Harina de Hongo Ostra Ctrl (0%) (d), T1 (5%) (e) y T2 (10%) (f).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Estos resultados preliminares, similares a los hallados con el hongo ostra en otras matrices (Hleap-Zapata et al., 2021), confirman el potencial biotecnológico de la Harina de Hongo Ostra como un ingrediente funcional estratégico. La inclusión del 10% no solo abre la puerta a mejorar el perfil nutricional de los cárnicos híbridos, sino que proporciona beneficios directos en la calidad (antioxidación) y modula la textura, factores clave para una exitosa aceptación del producto en el mercado de alimentos procesados.

REFERENCIAS

- HLEAP-ZAPATA, J. I., & RODRIGUEZ-DE-LA-PAVA, G. C. (2021). Evaluation of oyster mushroom powder (*Pleurotus ostreatus*) as a partial substitute for phosphates in red tilapia fillet sausage. En *BRITISH FOOD JOURNAL* (Vol. 123:6, pp. 2107-2122).

MOSCA SOLDADO NEGRO (*Hermetia illucens L.*) COMO MODELO ALTERNATIVO DE ENSEÑANZA EN PRODUCCIÓN ANIMAL

Black Soldier fly (*Hermetia illucens L.*) as alternative teaching model in animal production.

M. Fernanda Reveco¹ y Rafael Larraín¹.

Email: mfmunoz8@uc.cl

¹Departamento de Ciencias Animales, Facultad de Agronomía y Sistemas Naturales. Pontificia Universidad Católica de Chile.

INTRODUCCIÓN

Las universidades han incorporado en sus estatutos la obligación de cumplir con la normativa nacional e internacional sobre bienestar y uso ético de animales en docencia e investigación (PCA-UC, 2020). Esto ha llevado a que carreras como agronomía y medicina veterinaria, reduzcan o reemplacen las prácticas con animales vertebrados, dada la necesidad de evitar sufrimiento innecesario y promover alternativas educativas (Balcombe, 2000). Frente a esta situación, se propuso un modelo alternativo de enseñanza basado en la cría de la mosca soldado negro (*Hermetia illucens L.*), especie considerada “mini-livestock” (Dortmans *et al.*, 2017), que no transgrede las normativas éticas ni de bienestar y permite reproducir, a pequeña escala, las etapas clásicas de la producción animal.

MATERIALES Y MÉTODOS

El modelo educativo se implementó con estudiantes de tercer y cuarto año de la carrera de Agronomía de la Pontificia Universidad Católica de Chile en junio de 2025. Se utilizaron aproximadamente 2 kilogramos de larvas de mosca soldado en estado L3–L4 y 10 kg de guano de vacas lecheras de la Fundación AGROUC, además de balanzas, contenedores plásticos y material de laboratorio básico. A grupos de 4 a 5 alumnos/as se les asignó uno de cuatro tratamientos de alimentación con 100, 200, 300 y 400 g de guano. Cada tratamiento se asignó a cinco grupos y se consideró cada grupo como una repetición. Cada grupo recibió y pesó 100 larvas (peso promedio inicial 22,6 g) que permanecieron en el sustrato por siete días, luego de los cuales cada grupo debió separar las larvas del sustrato y pesar nuevamente ambos. Los datos de cada grupo fueron compartidos y debieron calcular tasa de crecimiento, factor de conversión alimenticia (FCA) y eficiencia de conversión alimenticia (ECA). Los resultados fueron analizados de forma descriptiva.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de tasa de crecimiento, FCA y ECA se muestran en la cuadro 1. A partir de esta experiencia, los estudiantes fueron capaces de medir crecimiento y consumo de alimento y de calcular indicadores utilizados para evaluar sistemas de crianza de aves y mamíferos. Además, pudieron evaluar los efectos de inclusiones restrictivas de alimento sobre el crecimiento, ya que el grupo con menor disponibilidad de alimento (1 g/larva) mostró pérdida de peso. Niveles crecientes de inclusión de alimento mostraron un patrón que asemeja una curva asintótica, indicando que con 3 y 4 g de guano/larva la disponibilidad de nutrientes es similar y satisface las necesidades de crecimiento. Esto es similar a lo que ocurre con especies de interés productivo durante la fase de engorda, donde una mayor disponibilidad de alimento no siempre se traduce en una mayor eficiencia (McDonald *et al.*, 2011). Estudios previos con sustratos orgánicos y guano reportan comportamientos similares, donde la cantidad, composición y humedad del sustrato determinan crecimiento de las larvas (Lalander *et al.*, 2013; Barragán-Fonseca *et al.*, 2017).

Cuadro 1. Resultados promedios obtenidos de los ensayos de alimentación realizados por los estudiantes.

Indicador/ Tratamiento	T1	T2	T3	T4
Crecimiento (mg/larva/día)	-27.833	24.167	110.000	98.000
FCA	-28.299	47.861	10.022	14.210
ECA	-0.035	0.021	0.100	0.070

CONCLUSIÓN

El modelo permitió a los estudiantes calcular indicadores productivos y manejar a pequeña escala la fase de engorda de un sistema productivo. Su implementación demostró que es posible alinearse con los principios éticos y de bienestar que demandan las instituciones de educación superior, contribuyendo a fortalecer la formación de futuros profesionales desde una mirada técnica, sostenible y responsable con el entorno.

REFERENCIAS

- BARRAGÁN-FONSECA, K. B. (2018). *Flies are what they eat: Tailoring nutrition of black soldier fly larvae for use as animal feed* [Tesis doctoral, Wageningen University & Research]. Wageningen University & Research. <https://doi.org/10.18174/449739>
ISBN: 978-94-6343-293-1
- BALCOMBE, J. (2000). *The use of animals in higher education: Problems, alternatives, and recommendations*. The Humane Society of the United States. <https://www.humaneworld.org/sites/default/files/docs/use-of-animals-higher-education.pdf>
- DORTMANS B.M.A., DIENER S., VERSTAPPEN B.M., ZURBRÜGG C. (2017). *Black Soldier Fly Biowaste Processing - A Step-by-Step Guide*. Eawag: Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology, Dübendorf, Switzerland. ISBN: 978-3-906484-66-2
- LALANDER, C., DIENER, S., MAGRI, M.E., ZURBRÜGG, C., & VINNERÅS, B. (2013). *Faecal sludge management with the larvae of the black soldier fly (Hermetia illucens) - From a hygiene aspect*. Science of the Total Environment, 458–460, 312–318. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2013.04.033>
- PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE. (2020). *Programa Cuidado Animal UC. Ética y Seguridad en la Investigación UC*. Recuperado 15 octubre de 2025 de: https://eticayseguridad.uc.cl/images/DR_382.2020_Crea_programa_de_Cuidado_Animal_y_aprueba_su_Reglamento_WEB.pdf

EVALUACIÓN INSTRUMENTAL DEL *Longissimus lumborum* EN VACAS HOLSTEIN FRIESIAN DE DESCARTE SOMETIDAS A MADURACIÓN HÚMEDA EN REFERENCIA A VAQUILLAS ANGUS

Instrumental evaluation of the Longissimus lumborum in culled Holstein Friesian cows subjected to wet aging compared to Angus heifers

Natalia Rebollo^{1,2*}, Gastón Sepúlveda ^{1,2}, Daniela Tapia^{1,2}, Ailín Martínez^{1,3}, John Quiñones¹, Néstor Sepúlveda¹

*E-mail: n.rebolledo03@ufromail.cl

¹Centro de Tecnología e Innovación de la Carne (CTI-Carne). Universidad de La Frontera. Temuco.

²Programa de Doctorado en Ciencias Agroalimentarias y Medioambiente. Universidad de La Frontera. Temuco.

Chile. ³Programa de Doctorado en Ciencias mención Biología Celular y Molecular Aplicada. Universidad de La Frontera. Temuco. Chile.

INTRODUCCIÓN

En Chile y otros países con producción lechera, hasta un 38% de las vacas son descartadas anualmente por causas reproductivas, sanitarias o productivas (Moreira *et al.*, 2021; Sepúlveda *et al.*, 2017; Kulkarni *et al.*, 2023). Estos animales, con una vida útil cercana a cinco años, generan canales de menor rendimiento y terneza, lo que reduce su valor comercial frente a hembras de aptitud cárnea. La maduración húmeda y seca se plantea como una alternativa tecnológica para mejorar esta condición; sin embargo, es indispensable conocer los parámetros *post mortem* iniciales que determinan su respuesta. El objetivo de este estudio fue comparar descriptivamente la calidad instrumental del músculo *Longissimus lumborum* de vacas Holstein Friesian de descarte sometidas a maduración húmeda en relación con las mediciones iniciales obtenidas en vaquillas Angus de aptitud cárnea, como referencia de calidad instrumental para el desarrollo futuro de estrategias de maduración.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el Centro de Tecnología e Innovación de la Carne (CTI-Carne) de la Universidad de La Frontera, en Temuco, Chile, entre los meses de junio y octubre del 2025. Las muestras analizadas correspondieron al músculo *longissimus lumborum* obtenido de dos animales: una vaca Holstein Friesian de descarte (categoría C) y una vaquilla Angus (categoría V), ambas faenadas bajo inspección oficial. De cada canal se extrajo el músculo a las 24 horas *post mortem* con fines experimentales. Cada músculo se dividió en seis porciones de 2,5 cm de espesor, las cuales constituyeron las unidades experimentales del estudio. Se aplicaron dos tratamientos de maduración: día 0 y día 21. Las porciones fueron envasadas al vacío y almacenadas durante 21 días en condiciones controladas de temperatura (1–2 °C) y humedad relativa (65–75 %). Se generaron seis unidades experimentales por tratamiento, totalizando 12 unidades en el estudio. Las mediciones de este estudio se realizaron el día 0 para ambos tratamientos y para el día 21 en las muestras que provenían de vacas de descarte, donde se determinó el pH mediante potenciómetro con punta para carne, y se evaluó el color instrumental (L^* , a^* , b^* , C^* y h^*) utilizando un colorímetro calibrado con patrón blanco. La terneza se midió mediante fuerza de corte Warner-Bratzler en porciones estandarizadas siguiendo el protocolo de AMSA (2016). Los datos se analizaron de forma descriptiva.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Según los datos presentados en el Cuadro 1, el músculo *Longissimus lumborum* de vacas Holstein Friesian de descarte mostró parámetros tecnológicos adecuados para la aplicación de maduración. El pH inicial (5,55) evidenció una glicólisis *post mortem* efectiva, disminuyendo a 5,36 tras 21 días de conservación al

vacío, lo que se atribuye a procesos enzimáticos y actividad microbiana residual. En comparación, el músculo de vaquillas Angus presentó un pH inicial de 5,43, también dentro de rangos óptimos. Respecto al color instrumental, las vacas de descarte exhibieron valores iniciales elevados en a* y C*, con una leve disminución tras la maduración, reflejando pérdida moderada de intensidad. Las vaquillas Angus mostraron mayor estabilidad cromática, lo que se relaciona con diferencias en la composición muscular y tipo de fibra entre biotipos. La fuerza de corte inicial en vacas Holstein (10,26 kg) indicó baja terneza, mejorando significativamente tras la maduración (6,45 kg). En vaquillas Angus, el valor inicial fue de 7,67 kg, coherente con su perfil cárnico juvenil, lo que respalda la necesidad de estrategias *post mortem* diferenciadas según el origen productivo.

Cuadro 1.

Grupo	pH	L*	a*	b*	C*	h*	Fuerza de corte (kg)
Vaca Holstein -Día 0	5,55±0,07 (CV:1,35%)	36,90±5,40 (CV: 14,63%)	25,00±5,39 (CV: 21,51%)	14,40±3,31 (CV: 23,09%)	28,90±6,28 (CV: 21,73%)	30,10±1,74 (CV: 5,78%)	10,50±1,76 (CV: 16,77%)
Vaca Holstein -Día 21	5,36±0,04 (CV: 0,83%)	35,80±1,73 (CV: 4,85%)	18,80±2,01 (CV: 10,70%)	12,40±1,09 (CV: 8,82%)	23,00±1,94 (CV: 8,46%)	33,10±1,44 (CV: 4,36%)	6,45±1,76 (CV: 27,36%)
Vaquilla Angus -Día 0	5,43±0,04 (CV: 0,82%)	33,28±2,07 (CV: 6,22%)	19,65±3,76 (CV: 19,16%)	13,58±2,19 (CV: 16,15%)	23,92±4,28 (CV: 17,90%)	34,82±1,66 (CV: 4,78%)	7,67±0,86 (CV: 0,001%)

CONCLUSIONES

La comparación descriptiva entre el músculo *Longissimus lumborum* de vacas Holstein Friesian de descarte y vaquillas Angus de aptitud cárnica permitió establecer que las vacas de descarte presentan condiciones *post mortem* iniciales compatibles con la aplicación de maduración húmeda. Tras 21 días de conservación, se observaron mejoras en pH, color y terneza, alcanzando niveles comparables o superiores a los valores iniciales registrados en vaquillas Angus. Estos resultados respaldan el uso de la maduración húmeda como estrategia tecnológica para optimizar la calidad instrumental de carne proveniente de vacas de descarte.

REFERENCIAS

- AMERICAN MEAT SCIENCE ASSOCIATION. (2016). Research guidelines for cookery, sensory evaluation, and instrumental tenderness measurements of meat (2nd ed., Version 1.02).
- KULKARNI P.S., MOURITS MCM, NIELEN M AND STEENEVELD W (2023) Associations between dairy farm performance indicators and culling rates under policy-driven herd size constraints. *Front. Vet. Sci.* 10:1062891.
- MOREIRA, L. C., ROSA, G. J. M., & SCHAEFER, D. M. (2021). Beef production from cull dairy cows: A review from culling to consumption. *Journal of Animal Science*, 99(7).
- SEPÚLVEDA VARAS, P., WITTWER MENGE, F., & MELENDEZ, P. (2017). Periodo de transición. Consorcio Lechero. Pag 71.

RELACIÓN ENTRE LA CALIDAD COMERCIAL Y COMPOSICIÓN DE HUEVOS DE AGRICULTURA FAMILIAR CAMPESINA EN LA REGIÓN DE O'HIGGINS

Relationship between commercial quality and composition of eggs from family farming in the O'Higgins Region

Paula Toro-Mujica, Álvaro Vargas Cornejo, Patricio Lisboa y Nicolas Carmona.

Email: alvaro.vargas@pregrado.uoh.cl

Instituto de Ciencias Agroalimentarias, Animales y Ambientales. Universidad de O'Higgins.

INTRODUCCIÓN

La calidad comercial y nutricional del huevo son aspectos esenciales para los sistemas de producción de huevo, ya que determinan la aceptación por parte los intermediarios y consumidores, al estar relacionados con el comportamiento del producto durante el transporte, inocuidad alimentaria, vida útil y características organolépticas. No obstante, en explotaciones familiares de la región de O'Higgins, Chile existen razas, sistemas de producción y alimentación heterogéneos, los cuales son factores que pueden influir en la composición química y/o calidad comercial del huevo. De este modo, la investigación busca evidenciar la relación entre la composición química de la clara y yema huevo con las variables asociadas a la calidad comercial, así como con la capacidad de mantener estables estas variables durante el almacenamiento.

MATERIALES Y MÉTODOS

Muestras de 8 huevos de gallinas ponedoras fueron obtenidos desde 12 explotaciones avícolas de la región de O'Higgins entre marzo y septiembre de 2025. La calidad comercial fue evaluada utilizando un equipo Digital Egg Tester 6500 (DET 6500), considerando los siguientes parámetros: unidad de Haugh (HU), color de yema (YolkFan 1–16), altura de yema (mm), diámetro de yema (mm), índice de yema y altura de albúmina (mm). Cuatro huevos fueron almacenados a 20°C y cuatro fueron refrigerados a 4°C. Se realizaron mediciones durante 3 semanas, analizando un huevo por explotación, semana y tratamiento. El análisis proximal:Materia Seca (MS,%), Proteína Cruda (PC,%), Extracto Etéreo (EE,%) y Cenizas (CZ, %) se aplicó a muestras de yema y clara homogenizadas y obtenidas en la primera medición, siguiendo metodologías estándar de determinación (AOAC/ISO). Para el análisis se utilizó un modelo Lineal Mixto de medias repetidas, evaluando el efecto del tratamiento, semana de almacenamiento y la composición nutricional, además se realizaron test de Tukey de comparación de medias. Los valores de cada parámetro de composición nutricional fueron agrupados en 3 grupos según contenido de nutriente, considerando como límites de corte el promedio más menos la mitad de la desviación estándar ($\bar{x} \pm \sigma/2$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A excepción de CZ, la composición química del huevo presentó una baja variabilidad (Cuadro 1).

Cuadro 1. Estadísticos descriptivos de variables de composición química en base seca (bMS)

Variable	CLARA			YEMA		
	$\bar{x} \pm \sigma$ (%, bMS)	Rango (min-máx.)	Coeficiente de variación (%)	$\bar{x} \pm \sigma$ (%, bMS)	Rango (min-máx.)	Coeficiente de variación (%)
Masa seca	12,1±1,1	10,2±13,8	8,8	51,4±1,4	48±52,9	2,7
Proteína cruda	86,5±2,0	81,4±89,2	2,2	56,6±2,8	51,3±61,1	4,6
Extracto Etéreo	----	---	---	32,5±1,5	30,4±36,4	4,9
Cenizas	5,9±1,8	2,2±9	29,7	5,1±1,9	1,5±8,8	37,0

La condición de almacenamiento y semana de tratamiento tuvieron un efecto significativo sobre altura de albumina, altura de yema, índice de yema y unidades de Haugh (Cuadro 2), similar a lo reportado por Ikusika

et al., (2025). En relación con el efecto de la composición química sobre las variables de calidad comercial, se observó que, a pesar de la baja variabilidad, el contenido de MS en clara tuvo un efecto sobre la altura de la albumina y el color del huevo ($p<0.1$). Sumado a esto, el contenido de PC en yema tuvo un efecto significativo en todos los parámetros evaluados a excepción de las unidades Haugh. No obstante, se debe indicar que en condición de refrigeración el efecto de la composición nutricional sobre los parámetros de calidad comercial de huevo se vio disminuido.

Cuadro 2. Efecto de las variables evaluadas sobre la calidad comercial de los huevos

Categorías	Altura de albumina (mm)	Altura de yema (mm)	Color de yema	Diámetro de yema (mm)	Índice de yema	Unidad de Haugh
Cond.	Ambiente	5,5±1,9 ^a	15,1±1,9 ^a	12,3±2,0	41,8±4,2 ^b	0,3±0,2 ^a
	Refrigerado	7±1,5 ^b	18,3±1,4 ^b	12,3±2,2	40,5±2,2 ^a	0,5±0,1 ^b
	Significancia ¹	***	***	---	***	***
Semana	Semana 0	8,2±1,9 ^c	18,4±2,3 ^c	12,3±2,1	41±3,5	0,45±0,16 ^c
	Semana 1	6,7±2 ^b	17,1±1,7 ^b	12,2±1,8	41,4±2,2	0,41±0,01 ^{bc}
	Semana 2	5,8±1,7 ^a	16,4±2,4 ^{ab}	12,3±2,2	41,5±2,5	0,39±0,01 ^{ab}
	Semana 3	5,5±1,9 ^a	15,8±2,9 ^a	12,4±2,3	42±3,1	0,38±0,01 ^a
	Significancia	***	**	---	---	***
MS en clara	G1	6,7±1,5 ^b	17,2±1,4 ^b	13,1±2,1 ^a	42,6±3,2	0,41±0,04
	G2	5,8±1,5 ^{ab}	16,4±1,4 ^a	12±2,1 ^b	41,3±3,2	0,4±0,04
	G3	6,4±1,5 ^{ab}	16,6±1,4 ^{ab}	12,4±2,1 ^{bc}	40,2±3,2	0,4±0,04
	Significancia	*	---	*	---	---
yema PC en	G1	6,3±1,5 ^{ab}	17,6±1,2 ^b	10,7±1,9 ^a	42,2±3,2 ^b	0,42±0,04 ^b
	G2	5,9±1,5 ^a	16,1±1,2 ^a	12,7±1,9 ^b	40,2±3,2 ^a	0,39±0,04 ^a
	G3	6,8±1,5 ^b	17±1,2 ^b	13±1,9 ^b	42,1±3,2 ^b	0,41±0,04 ^{ab}
	Significancia	**	***	***	**	**

¹--- sin significancia, *** p<0,01, ** p<0,05, * p<0,1

CONCLUSIONES

Se observaron efectos significativos de la semana, condición de almacenamiento y agrupaciones por contenido de nutrientes en albumina y yema sobre parámetros de calidad comercial, no obstante, algunos de las relaciones podrían no ser lineales o depender de más de una variable. RE

AGRADECIMIENTOS

Agradecimientos al Gobierno Regional de O'Higgins por el financiamiento del proyecto FIC 40048415-0 Transferencia: Huevos con calidad integral certificada.

REFERENCIAS

IKUSIKA, O.O.; DWAKASA, H.; LUPHUZI, S.; AKINMOLADUN, O.F.; MPENDULO, C.T., 2025. Assessment of Egg Quality Across Seasons, Storage Durations, and Temperatures in Commercial Laying Hens. *Appl. Sci.* 15, 10344.

ANÁLISIS DE LA CONTAMINACIÓN BACTERIANA POR *ESCHERICHIA COLI* EN HUEVOS DE GALLINA DE PEQUEÑOS Y MEDIANOS PRODUCTORES DE LA REGIÓN DE O'HIGGINS Y SU RELACIÓN CON LAS PRÁCTICAS DE MANEJO

*Analysis of bacterial contamination by Escherichia coli in hen eggs from small and medium producers
in the O'Higgins region and its relationship with management practices*

Hernan Mora, Patricio Lisboa, Claudia Foerster, Catherine Monsalve, Viviana Sandoval y Paula Toro-Mujica

*E-mail: hernan.mora@pregrado.uoh.cl

¹ Instituto de Ciencias Agroalimentarias, Animales y Ambientales. Universidad de O'Higgins. ²Departamento de Ingeniería Industrial. Universidad de Chile

INTRODUCCIÓN

La presencia de *Escherichia coli* en huevos es una amenaza a la inocuidad alimentaria, especialmente en producciones avícolas de pequeños y medianos productores. Esta bacteria, asociada a enfermedades graves en humanos, puede contaminar los huevos por malas condiciones higiénico-sanitarias. Actualmente, existen pocos estudios en Chile que relacionen su prevalencia con las prácticas de manejo de las explotaciones. El objetivo general del estudio es analizar la presencia de esta bacteria en huevos de gallina y su relación con las condiciones de manejo en dichas explotaciones, para proponer estrategias que mejoren la calidad sanitaria del producto y protejan la salud del consumidor.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en pequeñas y medianas explotaciones avícolas ubicadas en 10 comunas de la Región de O'Higgins. Se evaluaron 32 explotaciones avícolas. La caracterización de las explotaciones se realizó mediante un cuestionario que incluyó prácticas de manejo relacionados con infraestructura, dimensión, bioseguridad, sanidad y alimentación. En cada explotación se recolectó una muestra aleatoria de 12 huevos frescos (puesto el mismo día de la visita o el día anterior), seleccionando un huevo para el análisis. Los análisis se realizaron en el laboratorio de Inocuidad Alimentaria del Instituto de Ciencias Agroalimentarias, Animales y Ambientales de la Universidad de O'Higgins, en San Fernando. Las muestras incluyeron cáscara (exterior), clara y yema (Interior). Las variables determinadas fueron presencia y concentración de *Escherichia coli* (UFC/g) en cáscara e interior del huevo y prácticas de manejo avícola utilizadas. Para la determinación y cuantificación de la presencia de *E.coli* se siguió la norma ISO 16649-2:2001, utilizando medio TBX para el recuento de colonias típicas de *E. coli* (glucuronidasa positivo). El análisis incluyó la preparación de 50g de la muestra en 250ml de agua peptonada 0,1%, la siembra en placas Petri e incubación a 44°C por 18-24 h. Posteriormente, se procedió al recuento de UFC con contador de colonias, expresado el conteo en UFC/g. Las prácticas de manejo fueron clasificadas en adecuado/inadecuado (ej. bioseguridad, limpieza, recolección, etc.), presencia/ausencia (ej. prácticas higiénicas) y se obtuvo promedios del conteo de UFC/g de acuerdo a la clasificación de las prácticas. Las variables categóricas fueron codificadas en binario para facilitar su análisis. La información fue analizada con estadística descriptiva y a través de pruebas de correlación lineal, tablas de contingencia y pruebas de chi-cuadrado, utilizando el software InfoStat y un nivel de significancia de 0,05.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de 32 muestras de huevos provenientes de pequeños y medianos productores de la Región de O'Higgins evidenció presencia de *Escherichia coli* en el 25% de las muestras, exclusivamente en la cáscara, sin detección en el interior (clara o yema), confirmando el papel protector de esta barrera natural.

Se observó que todas las muestras positivas provenían del sistema “Cage-free” (28,5%), mientras que en el sistema en jaula no se detectó contaminación (0%), lo que sugiere que el tipo de alojamiento influye significativamente en la exposición a contaminantes ambientales (De Reu *et al.*, 2008).

Entre las variables evaluadas, la ausencia de programa de vacunación mostró asociación estadísticamente significativa ($p=0,0047$) con la presencia de *E. coli*. Asimismo, el uso de equipo de protección personal (EPP) y la presencia de pediluvios con cal presentaron correlaciones negativas con la contaminación ($r = -0,33$ y $r = -0,31$, respectivamente), estos resultado están ligado a una contaminación cruzada, utilizando el pediluvio antes de entrar y al salir se disminuye hasta 100 UFC/g de *Escherichia coli* (Calderón, 2005). Las explotaciones que aplicaban estas medidas presentaron UFC/g promedio igual a 0, frente a valores de hasta 3,13 UFC/g en explotaciones sin dichas prácticas.

Tabla 12 Correlación de Pearson entre la Presencia de *Escherichia coli* y prácticas de manejo

PRÁCTICA DE MANEJO	n	r	p-valor
Programa de vacunación	32	-0,5	0,004
Uso de EPP	32	-0,33	0,062
Gestión de desechos	31	-0,33	0,067
Pediluvio	32	-0,31	0,089
Huevos rotos o dañados son retiros	31	-0,31	0,09
Alimento incluye Ácidos Orgánicos	24	-0,12	0,575
Almacenamiento exclusivo para huevos	32	-0,11	0,535
Estado del piso	30	-0,1	0,604
Uso de jabón/desinfectante	32	-0,1	0,572
Frecuencia de limpieza instalaciones	31	-0,08	0,652
Métodos higiénicos para clasificar huevos	31	-0,07	0,724
Presencia de lavamanos	32	-0,05	0,787
Origen del agua	32	0	1
Sistema de iluminación	30	0	1
Ingresa solo personal autorizado	32	0	1
Días que mantiene los huevos antes su venta	32	0	1
Existe olor a amoniaco	30	0,01	0,956
Separa huevos sucios de los limpios	31	0,01	0,97
Presencia de animales silvestres	29	0,06	0,753
Control de desinfección	30	0,07	0,73
Aspecto del agua	31	0,08	0,677
Control de plagas	31	0,1	0,584
Ventilación	30	0,11	0,556
Malla antipajaros	32	0,15	0,415
Limpieza de huevos	32	0,19	0,309
Presencia de animales domésticos	29	0,29	0,13
Bodega exclusiva para alimento	32	0,3	0,10

Nota. r = coeficiente de correlación. (*) $p < 0,05$

CONCLUSIONES

Se aprueba la hipótesis planteada, ya que los resultados demostraron que la presencia de *Escherichia coli* en huevos de pequeños y medianos productores de la Región de O’Higgins se relaciona significativamente con la ausencia de buenas prácticas de manejo avícola. La bacteria se detectó en el 25% de las cáscaras analizadas, con mayor frecuencia en sistemas “Cage-free”. Además, la falta de programa de vacunación, pediluvio y uso de EPP se asoció con una mayor contaminación. Estos hallazgos destacan la importancia de reforzar las medidas sanitarias y de bioseguridad para garantizar la inocuidad del huevo destinado al consumo humano.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Gobierno Regional de O’Higgins por el apoyo financiero recibido a través del proyecto FIC IDI 40048415-0 “Transferencia huevos con calidad integral certificada”

REFERENCIAS

- DE REU, K., MESSENS, W., HEYNDRICKX, M., RODENBURG, B., UYTTENDAELE, M., & HERMAN, L. (2008). Bacterial contamination of hen’s table eggs and its influencing by housing systems. *World’s Poultry Science Journal*, 64(1), 5–19.
- CALDERÓN BARRIOS, K. S. (2005). Comparación del efecto desinfectante de hidróxido de calcio vs. una mezcla de ácidos orgánicos y surfactantes, aplicados en pediluvios de una granja avícola en el Departamento de Guatemala [Tesis de grado, Universidad de San Carlos de Guatemala]. Repositorio Institucional USAC. <http://www.repositorio.usac.edu.gt/7158/1/Tesis%20Med%20Vet%20Karen%20Sofia%20Calder%C3%B3n%20Barrios.pdf>.

AUSPICIADORES CONGRESO

Exportadores
de Carne
de Chile



dsm-firmenich



PATROCINADORES SOCHIPA



Universidad de O'Higgins



@uohiggins



la_uoh

uoh.cl