



Instituto de Investigaciones Agropecuarias



LIBRO DE RESÚMENES

XLVII CONGRESO



SOCHIPA A.G.

**PRODUCCIÓN ANIMAL: ESTRATEGIAS
FRENTE A LOS NUEVOS DESAFÍOS
MUNDIALES**

29, 30 NOVIEMBRE Y 1 DICIEMBRE DE 2022

LIBRO DE RESÚMENES DEL XLVII CONGRESO ANUAL DE LA SOCIEDAD CHILENA DE PRODUCCIÓN ANIMAL

“Producción animal: Estrategias frente a los nuevos desafíos mundiales”

**Organizan:
SOCHIPA A.G.
INIA Tamel Aike**



29, 30 de noviembre y 1 de diciembre 2022



**XLVII Congreso Anual Sociedad Chilena de Producción Animal
SOCHIPA A.G.**

LIBRO DE RESÚMENES

EDITORES

Oswaldo Teuber W.

Presidente SOCHIPA A.G.

Camila Reyes S.

Presidenta Comité Organizador XLVII Congreso Anual SOCHIPA A.G.

María Paz Martínez de U.

Vice-Presidenta/Secretaria Comité Organizador XLVII Congreso Anual
SOCHIPA A.G.

ENTIDADES EDITORAS

Sociedad Chilena de Producción Animal A.G.

Casilla 58-D Temuco, Km 10 Camino Cajón-Vilcún

Instituto de Investigaciones Agropecuarias

Centro Regional de Investigación INIA Tamel Aike

ISSN 0718-3682

Se autoriza la reproducción total o parcial del material de esta publicación citando las fuentes y autores correspondientes



DIRECTORIO SOCIEDAD CHILENA DE PRODUCCIÓN ANIMAL A.G.

Presidente

Oswaldo Teuber W.

INIA Tamel Aike

Vice-Presidente

Paula Toro M.

Universidad de O'Higgins

Secretario-Tesorero

Christian Guajardo F.

Universidad de Concepción

Directores

Soledad Espinoza T.

INIA Raihuén, C.E. Cauquenes

Máximo Alonso V.

Universidad Austral de Chile

COMITÉ ORGANIZADOR Y CIENTÍFICO XLVII CONGRESO ANUAL DE LA SOCIEDAD CHILENA DE PRODUCCIÓN ANIMAL A.G.

Presidenta

Camila Reyes S.

INIA Tamel Aike

Vice-Presidenta/Secretaria

María Paz Martínez de U.

INIA Tamel Aike

Comité Científico

Christian Hepp K. y Francisco Sales S.

INIA Tamel Aike e INIA Kampenaike

Comité Organizador Simposio

Hernán Felipe Elizalde V.

INIA Tamel Aike

Comité Plataforma Virtual

José Daza C.

INIA Tamel Aike



COMITÉ CIENTÍFICO

Adrián Catrileo	Universidad Mayor
Alejandra Barrientos	Addvise SpA
Alfredo Torres	INIA Remehue
Camila Reyes	INIA Tamel Aike
Camila Sandoval	INIA Kampenaike
Christian Alvarado	Universidad Austral de Chile
Christian Hepp	INIA Tamel Aike
Claudio Balbontín	INIA Intihuasi
Cristian Moscoso	INIA Remehue
Dagoberto Villarroel	INIA Tamel Aike
Dante Pinochet	Universidad Austral de Chile
Emilio Ungerfeld	INIA Carillanca
Felipe Lembeye	SOPROLE
Fernando Ortega	INIA Carillanca
Francisco Canto	INIA Remehue
Francisco Lanuza	Independiente
Francisco Salazar	INIA Remehue
Francisco Sales	INIA Kampenaike
Gastón Sepúlveda	Universidad de la Frontera
Héctor Uribe	Universidad de Chile
Hernán Felipe Elizalde	INIA Tamel Aike
Iván Calvache	Universidad Austral de Chile
Iván Ordóñez	INIA Kampenaike

Jaime Piñeira	INIA Carillanca
John Quiñones	Universidad de la Frontera
Jorge Ávila	Universidad de Concepción
José Cox	Universidad de Concepción
José Daza	INIA Tamel Aike
Juan Manuel Sanhueza	Universidad Católica de Temuco
Juan Pablo Keim	Universidad Austral de Chile
Juan Pablo Smulders	Universidad Austral de Chile
Luis Inostroza	INIA Quilamapu
Marcela Gómez	Universidad Santo Tomás
Marcelo Hervé	Independiente
Marcelo Panichini	INIA Carillanca
María Paz Martínez	INIA Tamel Aike
María Sol Morales	Universidad de Chile
Marilyn Tapia	INIA Tamel Aike
Marta Alfaro	INIA Remehue
Natalie Urrutia	INIA Remehue
Néstor Sepúlveda	Universidad de la Frontera
Oscar Balocchi	Universidad Austral de Chile
Oswaldo Teuber	INIA Tamel Aike
Pamela Williams	Universidad de Concepción
Paul Escobar	INIA Carillanca
Paula Toro	Universidad de O'Higgins
Paulina Etcheverría	INIA Carillanca
Rafael Larraín	Pontificia Universidad Católica
Rafael López-Olivari	INIA Carillanca
Raúl Lira	INIA Kampenaike
Rodrigo Allende	Universidad de Concepción
Rodrigo Arias	Universidad Austral de Chile

Rodrigo Morales

Rodrigo Pulgar

Sergio Iraira

Víctor Parraguez

INIA Remehue

Universidad Santo Tomás

INIA Remehue

Universidad de Chile

ÍNDICE DE TRABAJOS

SECCIÓN: NUTRICIÓN Y ALIMENTACIÓN ANIMAL

PERSPECTIVAS DE MITIGACIÓN GLOBAL DE METANO ENTÉRICO CON INHIBIDORES DE METANOGÉNESIS 18

Emilio Ungerfeld

PRODUCCIÓN DE METANO Y VARIABLES DE FERMENTACIÓN RUMINAL IN VITRO DE DIFERENTES GENOTIPOS DE BALLICA (*Lolium perenne* L.) 20

Nelson Vera-Aguilera, Nathaly Cancino-Padilla, Paulina Etcheverría, Fernando Ortega y Emilio M. Ungerfeld

RELACIÓN ENTRE CONTENIDO DE CARBOHIDRATOS SOLUBLES EN BALLICA (*Lolium perenne* L.) Y LA PRODUCCION DE METANO: META-ANÁLISIS 22

Nelson Vera-Aguilera y Emilio Ungerfeld

EFFECTO DE LA ESPECIE DE ALGA Y LA ESTACIÓN DE COSECHA SOBRE LA PRODUCCIÓN RUMINAL IN VITRO DE GAS TOTAL Y METANOL 24

Ignacio Beltran, Juan Pablo Keim, Emilio Ungerfeld, Alejandro Buschmann, Sandra Pereda, Nicol Huenupil, Francisco Salazar y Rubén Pulido

EFFECTO DE LA DOSIS DE INCLUSIÓN DE ALGAS PARDAS SOBRE LA PRODUCCIÓN RUMINAL IN VITRO DE METANO 26

Nicole Stolzenbach, Ignacio Beltrán, Juan Pablo Keim, Alejandro Buschmann, Emilio Ungerfeld, Isidora Ruiz-Tagle

EFFECTO DE INHIBIDORES DE METANOGÉNESIS SOBRE LA SÍNTESIS DE AMINOÁCIDOS MICROBIANOS EN CULTIVOS RUMINALES CON CELULOSA O ALMIDÓN: RESULTADOS PARCIALES 28

Nathaly Cancino-Padilla, Nelson Vera-Aguilera, Emilio Ungerfeld

¿EL HENO DE UNA LEGUMINOSA NO TANIFERA DISMINUYE LA EMISIÓN DE METANO DE VACAS LECHERAS? 30

Camila Muñoz, Emilio Ungerfeld, Natalie Urrutia, Isadora Muñoz

EFFECTOS DE LA TASA DE DILUCIÓN Y EL TIPO DE SUSTRATO SOBRE LA FERMENTACIÓN DE CULTIVOS RUMINALES SERIADOS 32

Emilio Ungerfeld, Nathaly Cancino, Nelson Vera, Camila Muñoz, Natalie Urrutia, Emilio Martínez, Marcelo Saldivia, Cristián Cerda

CARACTERIZACIÓN DE LA DEGRADABILIDAD DE LA PROTEINA CRUDA Y DETERMINACIÓN DEL PERFIL AMINOACÍDICO EN ALGUNOS ALIMENTOS UTILIZADOS EN PRODUCCIÓN	34
<u>Alvaro Navarro</u> , A. Morales, R. Pulido y M.D. Hanigan	
ESTIMACIÓN DEL APORTE NUTRICIONAL Y MATERIA SECA DEL FRUTO DEL ESPINO A LA DIETA DE OVINOS EN LA ZONA CENTRAL DE CHILE	36
<u>Paula Toro-Mujica</u> , Patricio Lisboa y Jaime Jullian	
EFECTO DE LA INCLUSIÓN DIETARIA MICROALGAL (N. GADITANA Y SCHIZOCHYTRIUM SP) SOBRE LA INMUNIDAD INESPECÍFICA Y LA MADUREZ ERITROCITARIA DE SALMÓN DEL ATLÁNTICO	38
Felipe Sánchez, Ivonne Lozano, Roberto Neira, <u>Jurij Wacyk</u>	
PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS Y COMPARACIÓN DE LA CANAL DE NOVILLOS FINALIZADOS EN PRADERA EN EL SECANO INTERIOR DE ÑUBLE, CHILE, CON UNA ESTRATEGIA DE REIMPLANTE DIFERIDA	40
<u>Matías Vega</u> , Jorge Ávila y Rodrigo Arias	
EFECTO DEL USO DE EXTRACTO DE ORUJO DE UVA SOBRE EL DESEMPEÑO PRODUCTIVO EN TRUCHA ARCOIRIS (<i>Oncorhynchus Mykiss</i>) ALIMENTADAS CON DIETAS DE ALTO CONTENIDO DE HARINA DE SOYA	42
Sergio Silva, Carolina Valenzuela, Mary Castromonte, Pablo Salgado, Daniela Ortiz, Lina Trincado y <u>Jurij Wacyk</u>	
VALIDACIÓN DE LA PREDICCIÓN DEL CONSUMO DE PRADERA DE VACAS HOLSTEIN EN UN MODELO QUE INTEGRA LAS ECUACIONES DE PREDICCIÓN DE LOS REQUERIMIENTOS DE ENERGÍA NETA DE LACTANCIA DEL NRC 2021	44
<u>Jorge Figueroa</u>	
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 NETA DE LACTANCIA DEL NRC 2021	46
<u>Jorge Figueroa</u>	
COMPORTAMIENTO INGESTIVO, CONSUMO Y BALANCE ENERGÉTICO DE VACAS HOSLTEIN FRIESIAN, HOLSTEIN NEOZELANDES, JERSEY AMERICANO, Y JERSEY CHILENO EN PASTOREO DE PRADERA EN UN MODELO DE SIMULACIÓN QUE INTEGRA LAS ECUACIONES DEL SISTEMA NRC 2021	48
<u>Jorge Figueroa</u>	

DETERMINACIÓN DEL BALANCE DE MACRO MINERALES EN VACAS LECHERAS EN LA ZONA SUR DE CHILE UTILIZANDO EL MODELO NASEM 2021	50
<u>Alvaro Morales</u> , M. Casas, S. Espindola, R. Pulido, y M. Hanigan	
RESPUESTA PRODUCTIVA DEL REEMPLAZO DEL AFRECHO DE SOYA POR GRANO DE ARVEJA EN LA DIETA DE VACAS LECHERAS	52
<u>Héctor Uribe</u> , Juan Pablo Keim, Romina Gonzalez	
EFFECTOS DEL REEMPLAZO DE FORRAJE POR ORUJO DE UVA PAÍS SOBRE LAS POBLACIONES RUMINALES EN UN SISTEMA RUSITEC	54
<u>Suescun-Ospina</u> , N. Vera, P. Williams y J. Ávila-Stagno	
VALIDACIÓN DE LA ENERGÍA INGERIDA Y METABOLIZADA POR LAS VACAS LECHERAS EN PASTOREO DE PRADERA SIN SUPLEMENTACIÓN MEDIANTE LAS ECUACIONES DEL SISTEMA NRC 2021 EN UN MODELO DE SIMULACIÓN	56
<u>Jorge Figueroa</u>	
PRODUCCIÓN LÁCTEA Y EFICIENCIA DE UTILIZACIÓN DE ENERGÍA Y NITRÓGENO DE VACAS LECHERAS CONSUMIENDO EXCLUSIVAMENTE PRADERA EN OTOÑO Y PRIMAVERA EN EL SUR DE CHILE	58
<u>Camila Muñoz</u> , Soledad Salfate, Isadora Muñoz, Natalie Urrutia y Emilio Ungerfeld	
RELACIÓN ENTRE pH RUMINAL Y VARIABLES PRODUCTIVAS DE VACAS LECHERAS EN PASTOREO Y SUS POTENCIALES MARCADORES BIOLÓGICOS	60
<u>Romina Rodríguez</u> , Natalie Urrutia, Isadora Muñoz, Emilio Ungerfeld, Camila Muñoz	
PREDICCIÓN DE LA ENERGÍA METABOLIZABLE DE UNA PRADERA DE LOLIUM PERENNE L. EVALUADA POR EL MODELO MOLLY AL VARIAR EL CONTENIDO DE LIGNINA EN UN MODELO QUE INTEGRA ECUACIONES DEL NRC 2021	62
<u>Jorge Figueroa</u>	
REQUERIMIENTOS DE PROTEÍNA METABOLIZABLE DE LAS VACAS LECHERAS EN UN SOFTWARE ACTUALIZADO CON ECUACIONES DEL SISTEMA NRC 2021	64
<u>Jorge Figueroa</u>	

EFECTO DE LA FERMENTABILIDAD DE LA DIETA EN LA RESPUESTA PRODUCTIVA AL SUMINISTRO DE ACETATO INTRARUMINAL EN VACAS LECHERAS 66

Claudia Cisterna, Isadora Muñoz, Romina Rodriguez, Camila Muñoz, Emilio Ungerfeld, M. Sol Morales, Natalie Urrutia

EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD MATERNA DE PRODUCIR CRÍAS NO-SGA BAJO LAS CONDICIONES NATURALES DE RESTRICCIÓN NUTRICIONAL GESTACIONAL EN OVINOS DE MAGALLANES 68

Camila Sandoval y Francisco Sales

COMPOSICIÓN AMINOACÍDICA DE UN EXTRACTO PROTEICO MICROBIAL DE ORIGEN RUMINAL SOMETIDO A DOS TÉCNICAS DE PURIFICACIÓN 70

Alejandro Velásquez, Mirta Tapia, Pablo Mercado y Gonzalo Bruna

SUPLEMENTACIÓN ULTRACORTA EN PREPARTO CON PROPILENGLICOL Y PROPIONATO DE CALCIO EN OVEJAS MULTÍPARAS EN BAJA CONDICIÓN CORPORAL Y DESEMPEÑO 72

Marcela Gómez-Ceruti, Daniela Leiva, Lina Maria Correa, Giordano Catenacci y María Paz Marín

UNA BREVE SUPLEMENTACIÓN CON UN EXTRACTO DE CORTEZA DE PINO MEJORA PERFILES DE ÁCIDOS GRASOS EN CORDEROS 74

Vera, N.1, Suescun-Ospina, S. T.1, 3, R. Allende 1, Williams, P2. y **Ávila-Stagno, J**

CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA Y ENZIMÁTICA DE EXTRACTO DE ESTÓMAGO DE CABRITOS DE 2 MESES DE EDAD 76

Rodrigo Pulgar, Rubén Vera y Paolo Ramirez

CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA Y ENZIMÁTICA DE EXTRACTO DE ESTÓMAGO DE CABRITOS DE 3 MESES DE EDAD 78

Rubén Vera, **Rodrigo Pulgar** y Joyce Hernández

SECCIÓN: PRADERAS Y FORRAJES

PRESENCIA DE HONGOS ENDÓFITOS EN LA ESPECIE FORRAJERA *Bromus valdivianus* Phil., REGIÓN DE LOS RÍOS, SUR DE CHILE 81

Jorge Luna, Oscar Balocchi, Máximo Alonso, Oscar Martínez

PREDICCIÓN DE CARBOHIDRATOS SOLUBLES EN MUESTRAS DE PRADERAS DE *Lolium Perenne* L. USANDO ESPECTROSCOPIA DE REFLECTANCIA EN EL INFRARROJOCERCANO (NIRS) 83

Karla Soto, Federico Duranovich, Oscar Balocchi, Máximo Alonso, Iván Calvache

TELEDETECCIÓN COMO HERRAMIENTA PARA DETERMINAR LA DISPONIBILIDAD DE FITOMASA Y VALOR NUTRITIVO EN PRADERAS	85
<u>Paula Turra</u> , Oscar Balocchi, Máximo Alonso, Dorota Dec, Federico Duranovich, Iván Calvache	
VARIABILIDAD BIANUAL DURANTE EL VERANO DEL EFECTO DE LA FRECUENCIA DE DEFOLIACIÓN DE <i>Bromus valdivianus</i> Phil. Y <i>Lolium perenne</i> L. SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS NUTRITIVAS Y FENOLÓGICAS	87
<u>Jaime Cabanilla</u> , Juan P. Keim, Iván Calvache, Oscar Balocchi	
PREDICCIÓN DE LOS FACTORES DE ESTRESES HÍDRICO Y TÉRMICO EN PRADERAS CRECIENDO EN KAMPENAIKE DESDE 2012 A 2022	89
<u>Dante Pinochet</u> , Tomás Almonacid, Iván Ordoñez y Roberto Jara	
USO DE CÁMARAS ABIERTAS PARA INCREMENTAR LA TEMPERATURA DEL AIRE EN ESTUDIOS EN PRADERAS	91
<u>Cristian Moscoso</u> , Patricio Sandaña y Alfredo Torres	
EVOLUCIÓN DEL RENDIMIENTO DE CULTIVARES DE ALFALFA (<i>Medicago sativa</i>) CON DIFERENTES GRADOS DE DORMANCIA	93
<u>Alfredo Torres</u> , Cristian Moscoso y Marcelo Villagra	
ALFALFAS DE SECANO: 1) HISTORIA DEL DESARROLLO DE UNA ESTRATEGIA TECNOLÓGICA PARA LA SUSTENTABILIDAD DE LA GANADERÍA EN AMBIENTES MEDITERRÁNEOS BAJO ESCENARIO DE CAMBIO CLIMÁTICO	95
<u>Carlos Ovalle</u> , Alejandro del Pozo, Luis Inostroza, Soledad Espinoza, Viviana Barahona y Macarena Gerding	
ALFALFAS DE SECANO: 2) DIVERSIDAD FENOTÍPICA Y PRODUCTIVIDAD DE GERMOPLASMA DEL COMPLEJO <i>Medicago Sativa-Falcata</i> INTRODUCIDO A CHILE DESDE AMBIENTES PROPENSOS A SEQUÍA DEL MUNDO	97
<u>Luis Inostroza</u> , Soledad Espinoza, Carlos Ovalle, Alejandro del Pozo, Macarena Gerding, Viviana Barahona	
ALFALFAS DE SECANO: 3) RED DE ENSAYOS DE VALOR AGRONÓMICO PARA LA LIBERACIÓN DE UN CULTIVAR DE ALFALFA TOLERANTE A SEQUÍA	99
<u>Luis Inostroza</u> , Viviana Barahona, Paulina Etcheverría, Alejandro del Pozo, Carlos Ovalle, Macarena Gerding, Soledad Espinoza	

ALFALFAS DE SECANO: 4) DIVERSIDAD GENÉTICA Y SIMBIÓTICA DE RIZOBIOS ASOCIADOS A ALFALFA EN CHILE	101
<u>Macarena Gerding</u> , Soledad Espinoza, Alejandro del Pozo, Jorge Ivelic, Diego Herrera, Tamara Quezada, Viviana Barahona, Luis Inostroza y Carlos Ovalle	
ALFALFAS DE SECANO: 5) “SEED BAG” ESTRATEGIA DE TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA Y EXTENSIÓN PARA LA MASIFICACIÓN DEL CULTIVO DE ALFALFA EN CONDICIONES DE SECANO	103
<u>Viviana Barahona</u> , Carlos Ovalle, Alejandro del Pozo, Soledad Espinoza, Macarena Gerding, Carlos Ruiz, Luis Inostroza	
RESULTADOS PRELIMINARES ACERCA DE LA DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DE <i>Atriplex nummularia</i> Lindl. EN LA ZONA CENTRO-SUR	105
<u>Manuel Vial</u> , Paulina Etcheverría, Paul Escobar-Bahamondes y Juan Inostroza	
ESTABLECIMIENTO DE <i>Atriplex nummularia</i> Lindl. EN EL SECANO INTERIOR Y VALLE DE LA REGION DE LA ARAUCANÍA	107
<u>Manuel Vial</u> , Paulina Etcheverría, Paul Escobar-Bahamondes y Juan Inostroza	
RESPUESTA DE <i>Festuca Gracillima</i> A LA ALTURA DE DEFOLIACIÓN Y HUMEDAD DEL SUELO	109
<u>Iván Ordóñez</u> , Paula Oyaneder, Sergio Radic-Schilling, Jorge Ivelic-Sáez	
CARACTERIZACIÓN Y RESPUESTA A LA SELECCIÓN DE LAS PRIMERAS LÍNEAS EXPERIMENTALES DE BALLICA PERENNE (<i>Lolium perenne</i> L.) CREADAS POR EL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO DE INIA-Chile	111
<u>Fernando Ortega</u> , Muriel Melo y Camila Sáenz	
CONSUMO DE MATERIA SECA Y GANANCIA DE PESO DE VAQUILLAS LECHERAS EN PASTOREO DE PRADERA DE <i>Bromus valdivianus</i> Phil y <i>Lolium perenne</i> L. DURANTE EL VERANO	113
<u>Jaime Cabanilla</u> , Juan P. Keim, Rodrigo Arias, Oscar Balocchi	
CEREALES SEMBRADOS EN PRIMAVERA CON OBJETIVOS DE PASTOREO EN LA ZONA INTERMEDIA DE AYSÉN (PATAGONIA-CHILE)	115
<u>Christian Hepp</u> , Camila Reyes, Elda Monsalve y Margot Monsalve	
EFFECTO DEL ENCIERRO NOCTURNO OVINO (CORRALEO), SOBRE EL SUELO Y UNA PRADERA NATURALIZADA UBICADA EN CHONCHI, REGIÓN DE LOS LAGOS. ESTUDIO DE CASO	117
<u>Matías Silva</u> , Marcelo Doussoulin, Christian Guajardo, Jorge Campos y Carlos Venegas	

ESCARIFICACIÓN DE SUELOS Y SU EFECTO SOBRE LA PRODUCCIÓN DE UNA PRADERA POLIFÍTICA, EN DOS ZONAS DE AYSÉN 119

Oswaldo Teuber, Carolina Solís y Andrés Naguil

EFECTO DE DIFERENTES NIVELES DE RIEGO SOBRE LA PRODUCCIÓN Y COMPOSICIÓN BOTÁNICA DE UNA PRADERA MIXTA EN LA ZONA INTERMEDIA DE AYSÉN (PATAGONIA-CHILE) 121

Christian Hepp, Homero Barría, Pier Barattini, Camila Reyes, Elda Monsalve y Margot Monsalve

DESTINO Y EFICIENCIA DE USO DEL NITRÓGENO POR APLICACIÓN FOLIAR EN PRADERAS 123

Marta Alfaro, Francisco Salazar, Magdalena Ramírez, Jaime Mejías, Sara Hube, Luis Ramírez, Alejandra Jimenez, Boris Nieto

STOCKS E IMPORTANCIA DE LOS DIFERENTES POOLES DE C EN TRES ÓRDENES DE SUELO BAJO BOSQUE Y PRADERA DEL SUR DE CHILE 125

Alexandro Barbosa, Susana Valle, Oscar Martínez, Marcelo Panichini, Claudio Bravo-Linares, Garrett Liles, Máximo Alonso

SECCIÓN: GENÉTICA, REPRODUCCIÓN Y SALUD ANIMAL

EVALUACIÓN DE CRUZAMIENTOS TERMINALES DE LAS RAZAS OVINAS ILE DE FRANCE Y SUFFOLK DOWN EN LA REGIÓN DE LOS RÍOS 128

Silvana Bravo, Luz López, Karla Inostroza

DIVERSIDAD Y ESTRUCTURA GENÉTICA DE LA GALLINA MAPUCHE PRESENTE EN LAS COMUNAS DE LONCOCHE, PITRUFQUÉN Y VILLARRICA EN LA REGIÓN DE LA ARAUCANÍA 130

Mario Diaz, Karla Inostroza, José Antonio Alcalde, Silvana Bravo

DETECCIÓN DE INTERACCIÓN GENOTIPO AMBIENTE EN TOROS DE INSEMINACIÓN UTILIZADOS EN CHILE 132

Jaime Piñeira Vargas, Francisco Gebauer Mery

FRECUENCIA DE POLIMORFISMOS EN LOS GENES FEC ASOCIADOS A PROLIFICIDAD EN REBAÑOS OVINOS 134

Andrés Carvajal, Daniela Levicoy, Marcelo Quezada, Jaime Piñeira y Rodrigo de la Barra

ESTUDIO DE PATRONES DE HERENCIA ASOCIADOS CON UN REGISTRO DE ENFERMEDADES PODALES EN UN REBAÑO OVINO LECHERO DE LA REGIÓN DE LOS RÍOS	136
Cristian Peña y <u>Juan Pablo Smulders</u>	
VÉRTEBRAS TORACOLUMBARES ADICIONALES Y SU EFECTO ZOOMÉTRICO EN CORDEROS SUFFOLK	138
<u>Álvaro Ferrada</u> , Mario Briones y Jorge Ávila	
EFECTO DEL NIVEL DE INCLUSIÓN DE DEFERIPRONA, COMO ABORDAJE ALTERNATIVO A SRS, SOBRE PARÁMETROS PRODUCTIVOS EN TRUCHA ARCOÍRIS	140
<u>Pablo Salgado</u> , Rodrigo Pulgar, Mario Caruffo y Jurij Wacyk	
SEROPREVALENCIA DE NEOSPORA CANINUM EN EL GANADO BOVINO DE LAS REGIONES DE LOS RÍOS Y LOS LAGOS, DURANTE EL PERIODO 2018 - 2021	142
<u>Matías Pacheco</u> y Alfredo Rodríguez	
CARACTERIZACIÓN DE LAS CONCENTRACIONES PLASMÁTICAS DE HCG DESPUÉS DEL TRATAMIENTO, USANDO UN IRMA VALIDADO PARA OVINOS Y CAPRINOS	144
José Cox, <u>Albert Carrasco</u> , Felipe Navarrete, Fernando Saravia, Jesús Dorado	
EFECTO DE LA ADMINISTRACIÓN DE BST EN LA EFICIENCIA REPRODUCTIVA DENTRO Y FUERA DE LA TEMPORADA REPRODUCTIVA EN OVEJAS SINCRONIZADAS CON PROGESTERONA	146
<u>José Cox</u> , A. Carrasco, F. Navarrete, F. Arias, F. Saravia, J. Dorado	
EVIDENCIA CLÍNICA MUESTRA QUE LA FSH NO ES LIMITANTE PER SE DE LA TASA OVULATORIA DURANTE EL ANESTRO EN OVEJAS	148
<u>José Cox</u> , Fernando Saravia, Jesús Dorado	
EFECTO DE LA HCG EN DOSIS SUBOVULATORIA EN EL DESARROLLO FOLICULAR TERMINAL, ESTRO, OVULACIÓN Y FERTILIDAD DE OVEJAS SINCRONIZADAS CON PROGESTERONA EN EL ANESTRO	150
<u>José Cox</u> , Felipe Navarrete, Albert Carrasco, Fernando Saravia, Jesús Dorado	
COMPARACIÓN DEL EFECTO DE HCG VS ECG EN LA RESPUESTA OVÁRICA Y FERTILIDAD DE CABRAS SINCRONIZADAS DURANTE EL ANESTRO. ESTUDIO PRELIMINAR	152
<u>José Cox</u> , Fernando Saravia, Jesús Dorado	

SECCIÓN: SISTEMAS DE PRODUCCIÓN Y ESTUDIOS DE CASOS

- INCLUSIÓN DE POMASA DE MANZANA FRESCA EN LA ALIMENTACIÓN DE OVEJAS EN PASTOREO DURANTE EL ENCASTE **155**
Onyx Sorto, Silvana Bravo, Kevin Straussmann, Giovanni Larama, Karla Inostroza
- RAPS FORRAJERO Y SU USO ESTRATÉGICO INVERNAL EN LA LOCALIDAD DE LA JUNTA, REGION DE AYSÉN: ESTUDIO DE CASO **157**
Verónica Gonzalez, Jose Daza y Daniel Estroz
- COLES FORRAJERAS Y USO ESTRATÉGICO INVERNAL EN LA LOCALIDAD DE LA JUNTA, REGIÓN DE AYSÉN: ESTUDIO DE CASO **159**
Verónica González, Daniel Estroz y Jose Daza
- EVALUACIÓN PRODUCTIVA DE ALTERNATIVAS FORRAJERAS PARA LA COMUNA DE LONQUIMAY. ESTUDIO DE CASO: PEHUENCO **161**
Paulina Etcheverría, Manuel Vial y Paul Escobar-Bahamondes
- RESPUESTA PRODUCTIVA Y RETORNO ECONÓMICO MARGINAL DE NOVILLOS FINALIZADOS EN PRADERA EN EL SECANO INTERIOR DE ÑUBLE, CHILE, CON UNA ESTRATEGIA DE REIMPLANTE ANABÓLICO DIFERIDO **163**
Matías Vega, Jorge Ávila, Rodrigo Arias
- ESTUDIO DE CASO: ORUJO DE CEBADA CERVECERO EN ALIMENTACIÓN DE VAQUILLAS Y SU EFECTO TÉCNICO-ECONÓMICO **165**
José Daza, Ignacio Beltrán, Camila Reyes, Verónica González, Dagoberto Villarroel, José L. Urrejola, Rodrigo Moldenhauer, Fabián Barrientos
- PERCEPCIÓN DE PEQUEÑOS PRODUCTORES DE HUEVOS DE LA REGIÓN DE O'HIGGINS DEL ESCENARIO PRODUCTIVO Y COMERCIAL NACIONAL **167**
Paula Toro-Mujica, Patricio Lisboa, Omar Abarca y Cristina Díaz
- PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS, COLESTEROL Y GRASA TOTAL EN HUEVOS DE GALLINA KOLLONKA Y CRIOLLA **169**
Daniela Tapia, Gastón Sepúlveda, Carla Velásquez, Rodrigo Huaquipan, John Quiñones, Rommy Diaz y Néstor Sepúlveda
- BALANCE DE CARBONO EN PREDIOS DE PRODUCCION DE CARNE DEL SUR DE CHILE **171**
Francisco Salazar, Ignacio Beltrán, Marta Alfaro, Yasna Rojas, Sergio Iraitara1, Carlos Bahamondez y Eduardo Molina

EFECTO DE LA INCLUSIÓN DE RESIDUOS DE LEVADURAS CERVECERAS SOBRE LA CALIDAD DE ENSILAJES DE PRADERA	173
<u>José Daza</u> , Verónica González, Camila Reyes, Jorge Rivas, Carolina Solís, Francisca Muñoz, Adriana Carvajal, Viola Saldivia, José L. Urrejola y Rodrigo Moldenhauer	
EVALUACIÓN DEL IMPACTO DEL ESTRÉS CALORICO EN VACAS PREPARTO	175
<u>Sergio Iraira</u> , Ignacio Beltrán y Carlos Uribe	
USO DE LA INSEMINACIÓN ARTIFICIAL EN USUARIOS DEL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO BOVINO REGIONAL 2020-22 INDAP ARAUCANÍA	177
<u>Javier Santana</u> y Luis Carter	
BALANCE FORRAJERO EN OVINOS. ESTUDIO DE CASO EN LA AGRICULTURA FAMILIAR CAMPESINA ICALMA-LONQUIMAY. TEMPORADA 2021-2022	179
<u>Paul Escobar-Bahamondes</u> , Paulina Etcheverría, Emilio Ungerfeld y Manuel Vial	
ESTIMACIÓN DE PÉRDIDAS DE GESTACIÓN TEMPRANA EN UN SISTEMA DE PRODUCCIÓN OVINA EXTENSIVO DE MAGALLANES	181
<u>Francisco Sales</u> y Camila Sandoval	
EVALUACIÓN DE LA EFICACIA DE CUATRO ANTIHELMÍNTICOS EN SISTEMAS OVINOS DE LAS DIFERENTES ZONAS AGROCLIMÁTICAS DE MAGALLANES	183
<u>Camila Sandoval</u> , Francisco Sales y Pamela Muñoz	
MANEJO DE PASTOREO OVINO EN DIFERENTES PRADERAS EN EL SECANO INTERIOR DE LA REGIÓN DEL MAULE	185
<u>Soledad Espinoza</u>	
CRECIMIENTO DE CORDEROS CORRIEDALE Y MERINO DOHNE EN LA PATAGONIA OCCIDENTAL	187
<u>Hernán Felipe Elizalde</u> , Marilyn Tapia, Dagoberto Villarroel y Magdalena Silva	
EVALUACIÓN DE VARIABLES DE INTERES LANERO EN BORREGAS CORRIEDALE, MERINO DOHNE Y SUS CRUZAS EN LA PATAGONIA OCCIDENTAL	189
Marilyn Tapia, <u>Hernán Felipe Elizalde</u> , Dagoberto Villarroel y Magdalena Silva	

Nutrición y Alimentación Animal

PERSPECTIVAS DE MITIGACIÓN GLOBAL DE METANO ENTÉRICO CON INHIBIDORES DE METANOGÉNESIS

Global enteric methane mitigation with inhibitors of methanogenesis

Emilio M. Ungerfeld^{1,*}

¹Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA Carillanca, Vilcún, La Araucanía

*E-mail: emilio.ungerfeld@inia.cl

INTRODUCCIÓN

Se estima que será necesario mitigar las emisiones de metano (CH₄) entérico entre 24 y 47% para 2050 con respecto a 2010 para contener el aumento de la temperatura planetaria a 1,5 °C (IPCC, 2018). Por otra parte, se esperan aumentos sostenidos en producción de carne y leche para satisfacer demandas globales crecientes, lo cual aumentaría las emisiones de CH₄ entérico si no se toman medidas para mitigarlas. Intensificar la producción disminuye la producción de CH₄ por kilogramo de carne y leche (intensidad de metano), pero no siempre disminuye la producción de CH₄ total. Los aditivos inhibidores de la metanogénesis son la herramienta más eficaz para disminuir las emisiones de CH₄ entérico (Almeida et al., 2021; Arndt et al., 2022). El objetivo de este análisis fue predecir las emisiones globales de CH₄ entérico hacia 2050 bajo diferentes escenarios de adopción de inhibidores de metanogénesis y con intensidad de CH₄ constante o decreciente.

MÉTODOS

Se consideraron dos escenarios de intensidad de CH₄ para carne bovina, ovina, y leche bovina hacia 2050: i) constante al nivel de 2014-2018 (Chang et al., 2021), y ii) decreciente a tasas anuales calculadas a partir de los quinquenios 2000-2004 y 2014-2018. Ambas proyecciones de intensidad de CH₄, constante o decreciente, fueron combinadas con escenarios de adopción global de inhibidores de metanogénesis de 0, 25, 50, o 100% como techo teórico, del total de carne bovina, ovina, y leche. Se consideraron dos niveles de eficacia de los inhibidores para disminuir la intensidad de CH₄: i) medias de meta-análisis de 26,6% para carne (Almeida et al., 2021) y 31,8% para leche (Arndt et al., 2022), e ii) inhibición pronunciada de metanogénesis de 60% para carne y leche. Se calcularon tasas anuales de aumento esperado de la producción de carne bovina y ovina y de leche entre 2010 y 2050 (FAO, 2011). Se utilizó una modelación determinística donde las emisiones totales de metano se calcularon como el producto entre la intensidad de CH₄ de carne bovina, ovina, y leche bovina y las respectivas producciones globales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Debido a los aumentos esperados en producción global de carne bovina y ovina, y leche bovina, aún con intensidad de metano decreciente debido a intensificación de la producción, y con 100% de adopción de inhibidores de metanogénesis de eficacia media, la mitigación de metano entérico hacia 2050 sería insuficiente para contener el aumento de la temperatura planetaria a 1,5 °C (resultados sin mostrar). Inhibir en forma pronunciada la metanogénesis para disminuir la intensidad de metano en 60%, en adición a disminuir la intensidad de metano por aumento de productividad, haría en teoría posible mitigar las emisiones de metano entérico al nivel necesario para limitar el aumento de la temperatura global a 1,5 °C, solamente si los inhibidores de metanogénesis se adoptaran globalmente en forma masiva (Figura 1).

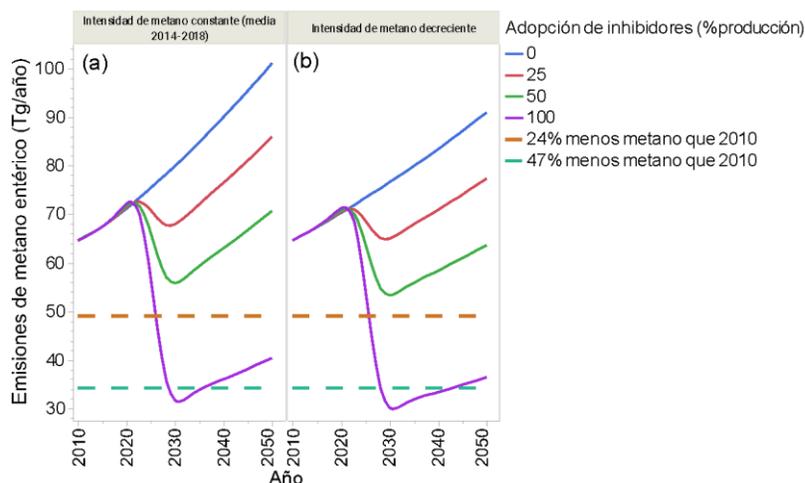


Figura 1. Predicción de emisión global de metano entérico asociada a producción de carne y leche con: a) intensidad de metano constante (media 2014-2018), y b) decreciente, y cuatro niveles de adopción de inhibidores de metanogénesis con una eficacia de disminución de la intensidad de metano de un 60%. Se muestran como referencia estimaciones de disminución de metano a 2050 en relación a 2010 necesarias para contener el aumento de temperatura global a 1,5 °C.

CONCLUSIONES

La mitigación de metano entérico requerida para contener el calentamiento global requerirá de adopción extendida de inhibidores de metanogénesis de acción más pronunciada que la media, adaptables a múltiples sistemas de producción, y acompañados de otras medidas de mitigación.

AGRADECIMIENTOS

Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo, Proyecto Fondecyt 1190574.

REFERENCIAS

- ARNDT, C., HRISTOV, A.N., PRICE, W.J., McCLELLAND, S.C., PELAEZ, A.M., CUEVA, S.F., OH, J., DIJKSTRA, J., BANNINK, A., BAYAT, A.R., CROMPTON, L.A., EUGENE, M.A., ENAHORO, D., KEBREAB, E., KREUZER, M., McGEE, M., MARTIN, C., NEWBOLD, C.J., REYNOLDS, C.K., SCHWARM, A., SHINGFIELD, K.J., VENEMAN, J.B., YAÑEZ-RUIZ, D.R., and YU, Z. 2022. Full adoption of the most effective strategies to mitigate methane emissions by ruminants can help meet the 1.5 °C target by 2030 but not 2050. *PNAS* 119, e2111294119
- ALMEIDA, A.K., R.S. HEGARTY, and COWIE, A. 2021. Meta-analysis quantifying the potential of dietary additives and rumen modifiers for methane mitigation in ruminant production systems. *Anim. Prod.* 7, 1219-1230.
- CHANG, J., PENG, S., YIN, Y., CIAIS, P., HAVLIK, P., and HERRERO, M. 2021. The key role of production efficiency changes in livestock methane emission mitigation. *AGU Advances* 2, e2021AV000391
- FAO. World Livestock 2011. Livestock in food security. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 130 pp.
- IPCC. 2018. Summary for Policymakers. *In: Global warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty* (Masson-Delmotte, V. et al.), Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, pp. 3-24.

PRODUCCIÓN DE METANO Y VARIABLES DE FERMENTACIÓN RUMINAL IN VITRO DE DIFERENTES GENOTIPOS DE BALLICA (*Lolium perenne* L.)

In vitro methane production and ruminal fermentation variables of ryegrass (*Lolium perenne* L.) genotypes

Nelson Vera-Aguilera¹, Nathaly Cancino-Padilla¹, Paulina Etcheverría T.¹, Fernando Ortega¹ y Emilio M. Ungerfeld¹

¹Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA Carillanca, Vilcún, La Araucanía, Chile.
E-mail: nevera81@gmail.com

INTRODUCCIÓN

El metano (CH₄) es un gas de efecto invernadero y una pérdida de energía para los rumiantes. Existen pocas estrategias de mitigación de CH₄ aplicables a condiciones de pastoreo, en donde ballica perenne (*Lolium perenne*) es ampliamente utilizada. En la composición química de las ballicas hay potencial para mitigar las emisiones de CH₄, ballicas con un mayor contenido de carbohidratos no estructurales (CNE) o solubles (CS) se han asociado a una menor producción de CH₄ (Lovett *et al.*, 2006). Distintos genotipos (GEN) de ballicas (tanto comerciales como líneas de mejoramiento avanzadas) presentan diferente composición química, y, por lo tanto, es de interés compararlas en producción de CH₄. El objetivo de este experimento fue comparar la producción de CH₄ y las variables de fermentación ruminal *in vitro* de diferentes GEN de ballica perenne.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en INIA Carillanca, comuna de Vilcún, en donde 13 GEN de ballica perenne, 6 del Programa de Mejoramiento Genético de Forrajeras de INIA (Tar1, Tar2, Tar3, Int1, Int2 e Int3), y 7 comerciales (24 Siete, Base, Expo, Hustle, Nui, Prospect y Stellar), fueron sembradas en parcelas (0,4 × 4 m²) distanciadas a 20 cm, en abril de 2021. Las parcelas fueron distribuidas en 4 bloques comprendiendo los 13 GEN distribuidos al azar (n = 52 parcelas). El criterio de corte fue la altura (entre 15 y 20 cm), dejando 5 cm de residuo. Se fertilizó con 100 u P₂O₅ y 50 u N. El muestreo se realizó en diciembre de 2021 (cuarto corte). Las muestras fueron inmediatamente congeladas en nitrógeno líquido para posteriormente ser liofilizadas y molidas (1 mm). Previo a la incubación, las réplicas de campo de cada GEN se mezclaron en partes iguales. Se incubaron 500 mg de cada GEN en botellas de suero (100 mL). El inóculo fue una mezcla de agua destilada, líquido ruminal bovino y medio Mould (4:1:1). Se transfirió el inóculo (40 mL) a las botellas bajo CO₂ y se incubaron a 39°C por 24-h. Por cada GEN se incubaron 3 réplicas (bloque por orden de inoculación), y la incubación se realizó en 3 semanas distintas. La producción de gas (PG) se midió con un transductor de presión y se extrajo una muestra para análisis de CH₄ e hidrógeno (H₂) por cromatografía gaseosa (CG). Se determinó el pH, y los residuos fueron centrifugados, secados (60°C), e incinerados para determinar la desaparición de materia orgánica (DIVMO). Del inóculo se tomaron muestras para determinar la concentración de amonio (NH₄⁺), por espectrofotometría, y ácidos grasos volátiles (AGV), por CG. El análisis estadístico se realizó en Stata, ANOVA para un diseño en bloques completos al azar: respuesta = media general + GEN + réplica + incubación (aleatorio) + error. La comparación de medias se realizó mediante Tukey HSD (*P*<0,05).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las ballicas presentaron en promedio (% base MS ± DS): cenizas (9,22 ± 0,333), proteína cruda (15,4 ± 1,07), extracto etéreo (2,95 ± 0,322), fibra detergente neutra (44,7 ± 1,50), y CS (18,7 ± 1,25). La PG de 24 Siete fue mayor a la de Nui, Expo y Base (*P* = 0,001; Cuadro 1), mientras que la producción de CH₄ de Base fue similar a la de Tar2, pero menor a la del resto de los GEN (*P*<0,001). En contraste, Tar2 tuvo una acumulación de H₂ similar a la de Base, pero mayor a la del

resto de los GEN ($P < 0,001$). La DIVMO de Base fue similar a la de Expo, pero mayor a la de Tar2, 24 Siete, Int3 y Tar3 ($P < 0,001$). El pH, la concentración de NH_4^+ y de AGV totales variaron entre los GEN ($P = 0,021$; $P < 0,001$; y $P = 0,005$, respectivamente). La relación acetato/propionato (Ac/Pr) de Base fue similar a la de Int2, Expo y 24 Siete, pero menor a la del resto de los GEN. Base es tetraploide (4n), a diferencia del resto de los GEN que son diploides (2n). Las ballicas tetraploides suelen tener una mayor digestibilidad que las diploides, dada por su menor relación pared/contenido celular. Además, la mayor digestibilidad de Base podría estar relacionada a su menor producción de CH_4 y relación Ac/Pr, debido a un mayor contenido de CNE y/o CS se asocia a una mayor producción de Pr (sumidero de electrones; van der Weerden *et al.*, 2018). No obstante, Tar2 (diploide) fue similar a Base en la producción de CH_4 e H_2 , pero diferentes en DIVMO y relación Ac/Pr. Es necesario evaluar el contenido y perfil de CS y ácidos orgánicos de los GEN.

Cuadro 1. Producción de metano y variables de fermentación ruminal *in vitro*.

Genotipo	PG, mmol/g MOd	CH_4 , $\mu\text{mol/g}$ MOd	H_2 , $\mu\text{mol/g}$ MOd	pH	DIVMO, %	NH_4^+ , mM	AGV, mM	Ac/Pr
Base	22,1 ^c	774 ^d	78,3 ^{AB}	6,18 ^{AB}	43,6 ^A	13,4 ^{ABC}	138 ^{AB}	1,68 ^B
Tar2	22,6 ^{ABC}	1079 ^{CD}	87,4 ^A	6,17 ^{AB}	41,1 ^{CD}	14,0 ^A	121 ^B	1,86 ^A
Hustle	23,4 ^{ABC}	1264 ^{BC}	62,1 ^c	6,19 ^A	41,2 ^{BCD}	13,4 ^{ABC}	125 ^{AB}	1,89 ^A
Int2	22,6 ^{ABC}	1285 ^{BC}	51,9 ^c	6,17 ^{AB}	42,8 ^{ABC}	13,0 ^{ABCD}	144 ^A	1,81 ^{AB}
Expo	22,4 ^{BC}	1289 ^{BC}	54,2 ^c	6,10 ^B	43,4 ^{AB}	11,8 ^D	128 ^{AB}	1,77 ^{AB}
Prospect	22,7 ^{ABC}	1336 ^{ABC}	64,4 ^{BC}	6,12 ^{AB}	42,6 ^{ABC}	12,6 ^{BCD}	126 ^{AB}	1,83 ^A
Tar3	23,5 ^{ABC}	1371 ^{ABC}	56,5 ^c	6,17 ^{AB}	39,7 ^D	13,6 ^{AB}	137 ^{AB}	1,87 ^A
Nui	22,5 ^{BC}	1381 ^{ABC}	51,9 ^c	6,14 ^{AB}	42,7 ^{ABC}	12,3 ^{CD}	130 ^{AB}	1,89 ^A
Int1	22,8 ^{ABC}	1385 ^{ABC}	50,1 ^c	6,20 ^A	42,3 ^{ABC}	13,7 ^{AB}	138 ^{AB}	1,82 ^A
24 Siete	23,9 ^A	1394 ^{AB}	55,1 ^c	6,18 ^{AB}	40,7 ^{CD}	11,7 ^D	140 ^{AB}	1,80 ^{AB}
Stellar	22,8 ^{ABC}	1483 ^{AB}	51,7 ^c	6,15 ^{AB}	42,1 ^{ABC}	13,3 ^{ABC}	127 ^{AB}	1,87 ^A
Tar1	22,8 ^{ABC}	1494 ^{AB}	53,8 ^c	6,14 ^{AB}	42,2 ^{ABC}	12,8 ^{BCD}	134 ^{AB}	1,88 ^A
Int3	23,6 ^{AB}	1620 ^A	54,0 ^c	6,17 ^{AB}	40,6 ^{CD}	12,7 ^{BCD}	133 ^{AB}	1,89 ^A
EEM	0,29	65,2	3,35	0,020	0,48	0,26	4,4	0,030
Valor P	0,001	<0,001	<0,001	0,021	<0,001	<0,001	0,005	<0,001

^{a-b} Letras distintas indican diferencias significativas (Tukey HSD, $P < 0,05$). Ac/Pr = relación acetato/propionato; AGV = ácidos grasos volátiles; CH_4 = metano; DIVMO = desaparición *in vitro* de la materia orgánica; H_2 = hidrógeno; MOd = materia orgánica desaparecida; NH_4^+ = amonio; PG = producción de gas; EEM = error estándar de la media.

CONCLUSIONES

La producción de CH_4 *in vitro* varió entre genotipos de ballica. Base (tetraploide) y Tar2 (diploide) produjeron, respectivamente, un 41,4 y 18,2% menos de CH_4 que la media de todos los genotipos.

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

REFERENCIAS

- LOVETT, D.K., MCGILLOWAY, D., BORTOLOZZO, A., HAWKINS, M., CALLAN, J., O'MARA, F.P. 2006. In vitro fermentation patterns and methane production as influenced by cultivar and season of harvest of *Lolium perenne* L. Grass and Forage Science 61:9-21.
- VAN DER WEERDEN, T.J., JONKER, A., FLEMING, D.A., PRESTON, K., DE KLEIN, C.A.M., PACHECO, D. 2018. A review of SLMACC agricultural greenhouse gas mitigation projects. Invermay: AgResearch Ltd.

RELACIÓN ENTRE CONTENIDO DE CARBOHIDRATOS SOLUBLES EN BALLICA (*Lolium perenne* L.) Y LA PRODUCCIÓN DE METANO EN RUMIANTES: META-ANÁLISIS

Relationship between water-soluble carbohydrates content in ryegrass (*Lolium perenne* L.) and methane production in ruminants: a meta-analysis

Nelson Vera-Aguilera^{1,*} y Emilio M. Ungerfeld¹

¹Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA Carillanca, Vilcún, La Araucanía, Chile.

*E-mail: nevera81@gmail.com

INTRODUCCIÓN

El metano (CH₄) entérico contribuye al calentamiento global y es una pérdida de energía para los rumiantes. Aumentar el contenido de carbohidratos solubles (CS) de la ballica perenne (*Lolium perenne*) podría ser una estrategia de mitigación de CH₄ para sistemas pastoriles (Lovett *et al.*, 2006), ya que los CS favorecen la producción de propionato ruminal, que actúa como un sumidero de electrones (Janssen, 2010). No obstante, los resultados experimentales no son consistentes. Los objetivos de este estudio (EST) son: (i) aclarar la asociación entre los CS de ballica perenne y la producción de CH₄ entérico mediante meta-análisis, (ii) comparar resultados *in vitro* e *in vivo*.

MATERIALES Y MÉTODOS

La base de datos se construyó a partir de ESTs *in vitro* (batch) e *in vivo* (ovinos y bovinos) que reportaron la producción de CH₄ y contenido de CS en ballica perenne. Los 15 experimentos (EXP) en los 12 ESTs utilizados se obtuvieron de revistas revisadas por pares, en inglés, desde Elsevier, PubMed, ScienceDirect, Scopus, SpringerLink y Wiley Online Library. Las medias muestrales (38 *in vitro* y 17 *in vivo*) de producción de CH₄ se ponderaron por los recíprocos de sus errores estándar normalizados a uno. El análisis de resultados se realizó separadamente para EXP *in vitro* (10 EXP) e *in vivo* (5 EXP) en Stata (v.16), con el modelo: respuesta = intercepto + CS + materia orgánica (MO) consumida (covariable) + EST + EXP anidado en el EST (aleatorio) + interacción EXP×CS + error. La comparación entre EXP *in vivo* e *in vitro* se realizó comparando la producción de CH₄/g MO consumida (MOc; *in vivo*) con la producción de CH₄/g MO incubada (MOi; *in vitro*).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En ESTs *in vivo*, los CS no se asociaron ($P \geq 0,193$) con las emisiones de CH₄, ya sean mL CH₄/d (Figura 1A) o mL CH₄/g MOc (Figura 1B). En contraste, en ESTs *in vitro*, los CS se asociaron ($P = 0,003$) positivamente con las emisiones de CH₄/g MOi (Figura 1C). Es importante destacar que no hubo interacción ($P \geq 0,108$) entre los CS y el efecto del EXP en las tres regresiones, lo que sugiere que el efecto de los CS sobre el CH₄ podría ser independiente de la especie de rumiante, o del método de medición del CH₄. Nuestros resultados contrastan con la literatura revisada, donde se indica que el aumento en el contenido de CS del forraje podría reducir la emisión de CH₄, dado que los CS favorecen la fermentación ruminal hacia la producción de propionato en relación con otros ácidos grasos volátiles (Janssen, 2010). Dado que la asociación entre CS y la producción de CH₄ (mL/g MO) cambia según el tipo de EXP (*in vitro* vs. *in vivo*), los ESTs *in vitro* no predicen la respuesta *in vivo* (Figura 1D), aunque los interceptos fueran similares (*in vivo* = 29,0 mL CH₄/g MOc vs. *in vitro* = 29,6 mL CH₄/g MOi). Hatew *et al.* (2015), no encontraron una correlación entre la producción de CH₄ *in vitro* e *in vivo* expresada en mL por g MOi y MOc, respectivamente. Las incubaciones *in vitro* (batch) poseen limitaciones para simular condiciones *in vivo*, como: el

inóculo ruminal adaptado a la dieta, cambios en el pH, simulación de la tasa de pasaje, absorción de ácidos grasos volátiles, y procesamiento del sustrato.

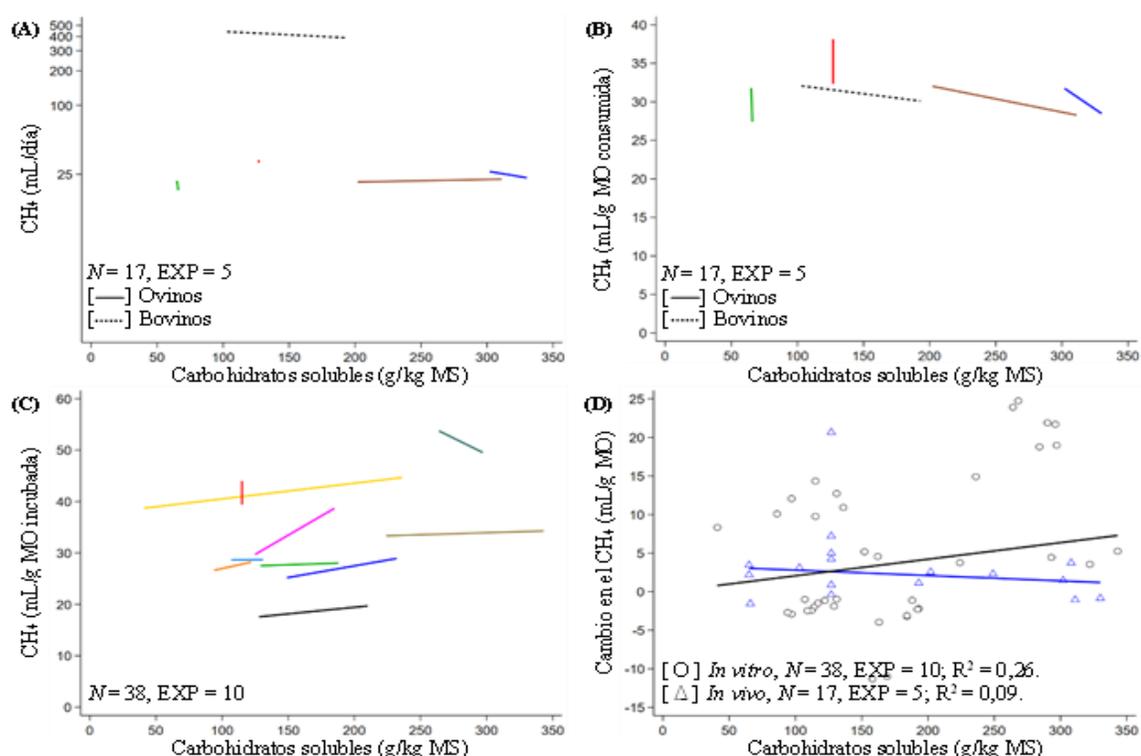


Figura 1. Producción de CH₄ en función de carbohidratos solubles de ballicas en experimentos (EXP) *in vivo* (A y B), *in vitro* (C) [líneas separadas son un EXP], y al comparar EXP *in vivo* e *in vitro* (D) [O y Δ, media muestral]. Regresión ajustada por efecto del EXP anidado en el estudio.

CONCLUSIONES

La asociación entre contenido de carbohidratos solubles (CS) de ballica perenne y producción de CH₄ dependió del tipo de EXP (*in vitro* vs. *in vivo*). El contenido de CS de las ballicas se asoció positivamente con la producción de CH₄ en EXP *in vitro*, pero no en EXP *in vivo*. Por lo tanto, los resultados *in vitro* no permiten predecir las respuestas *in vivo* para la producción de CH₄ entérico.

AGRADECIMIENTOS: Financiado por ANID, FONDECYT de Postdoctorado N°3210422.

REFERENCIAS

HATEW, B., CONE, J.W., PELLIKAAN, W.F., PODESTA, S.C., BANNINK, A., HENDRIKS, W.H., DIJKSTRA, J. 2015. Relationship between *in vitro* and *in vivo* methane production measured simultaneously with different dietary starch sources and starch levels in dairy cattle. *Animal Feed Science and Technology* 202:20–31.

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.

LOVETT, D.K., MCGILLOWAY, D., BORTOLOZZO, A., HAWKINS, M., CALLAN, J., O'MARA, F.P. 2006. *In vitro* fermentation patterns and methane production as influenced by cultivar and season of harvest of *Lolium perenne* L. *Grass and Forage Science* 61:9–21.

EFECTO DE LA ESPECIE DE ALGA Y LA ESTACIÓN DE COSECHA SOBRE LA PRODUCCIÓN RUMINAL IN VITRO DE GAS TOTAL Y METANO

Effect of seaweed species harvesting season on total gas and methane production of rumen cultures

I. Beltrán^{1,*}, Juan Pablo Keim², Emilio Ungerfeld³, Alejandro Buschmann⁴, Sandra Pereda⁴, Nicol Huenupil⁵, Francisco Salazar², Rubén Pulido⁶

¹INIA-Remehue; ²IPA-Universidad Austral de Chile; ³INIA-Carillanca; ⁴Centro i~mar y CeBiB, U. de Los Lagos; ⁵Facultad Medicina Veterinaria, U. Católica de Temuco; ⁶Instituto de Ciencia Animal, Universidad Austral de Chile., *Ignacio.beltran@inia.cl

INTRODUCCIÓN

El metano (CH₄) entérico es el principal gas con efecto invernadero emitido por la ganadería, representando el 60% del total emitido por bovinos de leche. El uso de algas pardas ha sido sugerido como una estrategia para reducir las emisiones de CH₄ debido a su contenido de florotaninos, los cuales pueden aumentar la producción de propionato y reducir los microorganismos metanogénicos (Vissers et al., 2017). En Chile, *Macrocystis pyrifera* y *Lessonia spicata* son especies de algas pardas ampliamente producidas en el país, cuyo contenido de florotaninos varía según la estación de cosecha, siendo mayor para verano e invierno (Tala et al., 2016), sugiriendo diferencias en su potencial efecto mitigador del CH₄ de acuerdo a la época del año. El objetivo del estudio fue determinar el efecto de la especie de alga y su estación de cosecha sobre la producción *in vitro* de gas total y CH₄ de un sustrato similar a una dieta basada en pradera.

MATERIALES Y METODOS

Se utilizaron 3 especies de algas (**Pardas:** *L. spicata* y *M. pyrifera*; **Rojas:** *Agarophyton chilensis*), recolectadas en invierno y verano del 2021, en las costas de la Región de los Lagos. Las algas fueron lavadas con agua salada limpia y transportadas al laboratorio para su liofilización. Se evaluaron 7 tratamientos en un sistema de fermentación ruminal *in vitro*, usando un diseño en bloques al azar con arreglo factorial (especie y estación). El sustrato control estuvo compuesto por 80% de pradera permanente y 20% de concentrado basado en cereales. En los tratamientos donde se incorporaron las algas, se sustituyó el concentrado (10% de la dieta, base seca) por cantidades equivalentes de algas. Todos los tratamientos fueron formulados para aportar similar contenido de proteína cruda (15,6%) y energía metabolizable (2,71 Mcal EM/kg MS). Triplicados de cada tratamiento (1 g) fueron incubados durante 48 horas en tres corridas (bloques), usando inóculo ruminal de 3 vacas Holstein-Friesian con cánula ruminal. El volumen de gas fue medido a las 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 24, 36 y 48 horas, siendo ajustado a una cinética tipo Michaelis-Menten. Posteriormente, se evacuó el gas de cada botella. Muestras de gas (10 mL) fueron recolectadas a las horas 4, 24 y 48, siendo usadas para determinar la concentración de CH₄ mediante cromatografía de gases. El efecto de la especie y su estación de cosecha sobre los parámetros evaluados se llevó a cabo usando modelos mixtos en R-studio.

RESULTADOS Y DISCUSION

Resultados sobre la cinética de producción de gas y producción de CH₄ se presentan en la Figura 1 y Cuadro 1. La inclusión *M. pyrifera* redujo la producción total de gas (mL/g materia orgánica [MO]) en 9% en comparación con el control (p<0.05), sin embargo, este efecto no se observó para las otras dos algas. *M. pyrifera* presentó una menor producción de gas en comparación a los otros tratamientos (p<0,05) a la hora 24 de incubación. A la hora 4, *M. pyrifera* presentó similar

producción de gas que el Control, sin embargo, produjo 20 % menos gas que *A. chilensis* y *L. spicata* ($p < 0,05$). La producción de CH_4 (mL/ g MO incubada) fue menor para *M. pyrifera* que *A. chilensis* ($p = 0,02$) a la hora 4 de incubación, mientras que, a las 24 horas, *M. pyrifera* presentó una menor producción de CH_4 en comparación a los otros tratamientos ($p < 0,01$). A la hora 48, la producción de CH_4 fue 19% menor para *M. pyrifera* en comparación al grupo control ($P < 0,01$). La concentración de CH_4 (expresada como %) fue 17% y 13% menor para *M. pyrifera* en comparación al control a la hora 24 y 48 de incubación, respectivamente ($p < 0,05$), sin embargo, no se observaron diferencias a la hora 4 ($p > 0,05$). No se presentaron diferencias en la producción total de gas y CH_4 entre estaciones de cosecha ni para la interacción especie y estación ($p > 0,05$).

Cuadro 1. Efecto de la especie de alga y su estación de cosecha sobre la producción *in vitro* de gas y metano al incluirse en una dieta basada en pradera.

	Control	Alga			EEM	Valor de P		
		<i>A. chilensis</i>	<i>L. spicata</i>	<i>M. pyrifera</i>		Alga (A)	Estación (E)	A*E
Producción de gas, mL/g MO incubada								
4 h	61ab	66a	65a	52b	2,94	0,03	0,89	0,98
24 h	225a	224a	225a	200b	6,12	0,01	0,79	0,84
48 h	265a	259ab	262a	242b	5,71	<0,01	0,84	0,89
Metano, %								
4 h	9,63	9,96	8,95	10,06	1,15	0,62	0,76	0,62
24 h	15,9a	14,2ab	15,3ab	13,2b	0,58	0,02	0,59	0,91
48 h	13,4a	12,5ab	11,5b	11,7b	0,50	<0,01	0,89	0,58
Metano, mL/g MO incubada								
4 h	5,8ab	6,5a	6,0ab	4,9b	0,53	0,02	0,47	0,91
24 h	40,8a	38,7a	39,6a	31,7b	1,49	<0,01	0,48	0,65
48 h	40,347,7 ^a	38,343,8ab	36,642,0ab	35,838,5b	1,291,57	0,07<0,01	0,770,81	0,650,98

MO = Materia orgánica, EEM: error estándar de la media. ^{ab} Letras distintas en sentido horizontal expresan diferencias significativas.

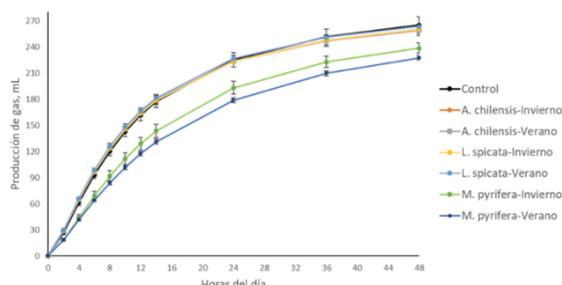


Figura 1. Efecto de la inclusión de algas y su estación de cosecha sobre la producción *in vitro* de gas en una dieta basada en pradera.

CONCLUSION

La inclusión del alga *M. pyrifera* al 10% de una dieta basada en pradera, redujo la producción de metano entérico a la hora 24 y 48 de incubación, sin embargo, igual redujo la producción de gas, indicativo de una disminución en la fermentación de la dieta. Este efecto se observó independiente de la estación de cosecha, sugiriendo su recolección en ambas estaciones del año

REFERENCIAS

VISSERS, A., W. PELLIKAAN, A. BOUWHUIS, J. VINCKEN, H. GRUPPEN, W. HENDRIKS. 2018. Laminaria digitata phlorotannins decrease protein degradation and methanogenesis during *in vitro* ruminal fermentation. *J. Sci. Food Agric.* 98(10):3644-3650.

TALA, F., M. VELÁSQUEZ, A. MANSILLA, E. MACAYA, M. THIEL. 2016. Latitudinal and seasonal effects on short-term acclimation of floating kelp species from the South-East Pacific. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 483:31-41.

AGRADECIMIENTOS. Proyecto Fondecyt de Iniciación N° 11200696.

EFFECTO DE LA DOSIS DE INCLUSION DE ALGAS PARDAS SOBRE LA PRODUCCIÓN RUMINAL IN VITRO DE METANO

Effect of brown seaweed-inclusion rate on methane production of rumen cultures

Nicole Stolzenbach¹, Ignacio Beltrán^{2,*}, Juan Pablo Keim¹, Alejandro Buschmann³, Emilio Ungerfeld⁴, Isidora Ruiz-Tagle¹

¹Instituto de Producción Animal, Universidad Austral de Chile, ²Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA-Remehue, ³Centro i~mar and CeBiB, Universidad de Los Lagos; ⁴Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA-Carillanca. * ignacio.beltran@inia.cl

INTRODUCCIÓN

La fermentación ruminal y la consecuente producción de metano (CH₄) hace que los rumiantes contribuyan a la emisión de gases de efecto invernadero (GEI). Dependiendo del perfil de ácidos grasos volátiles (AGV) producidos en el rumen, se consumen o capturan diferentes cantidades de hidrógeno, que son transformadas a CH₄ y eliminados mediante el eructo (Carmona et al., 2005). Para reducir las emisiones de CH₄ se han estudiado distintas alternativas de alimentación, entre ellos el uso de aditivos (aceite, taninos, saponinas, flavonoides). Los florotaninos presentes en las algas pardas tienen el potencial de disminuir las emisiones de CH₄ (Espinoza, 2021). El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de diferentes niveles de inclusión de dos algas pardas (*Lessonia spicata* y *Macrocystis pyrifera*) en la dieta de vacas lecheras sobre la producción de CH₄ *in vitro*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron 2 especies de algas pardas (*L. spicata* y *M. pyrifera*), recolectadas de forma manual en invierno del 2021 en las costas de la Región de los Lagos. Las algas fueron lavadas con agua salada limpia, y transportadas al laboratorio para su liofilización. Se evaluaron 9 tratamientos en un sistema de fermentación ruminal *in vitro*, usando un diseño de bloques completos al azar con arreglo factorial de 2 (especie de algas [E]) x 5 (dosis de inclusión [D]). El tratamiento control estuvo compuesto por 80% de pradera permanente y 20% de concentrado basado en cereales. En los grupos donde se incorporaron las algas, se sustituyó el concentrado (1, 3, 6 y 8% de la dieta) por cantidades equivalentes de algas. Triplicados de cada tratamiento (1 g) fueron incubados durante 48 horas en tres corridas (bloques), usando líquido ruminal de 3 vacas Holstein-Friesian con cánula ruminal. El volumen de gas fue medido a las 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 24, 36 y 48 horas, siendo ajustados al modelo de Michaelis-Menten. Muestras de gas (10 mL) fueron recolectadas a la hora 4, 24 y 48, para determinar la concentración de CH₄ mediante cromatografía de gases. El análisis estadístico fue de modelos mixtos, donde los factores fijos fueron la especie de las algas pardas utilizadas y el nivel de inclusión, y el factor aleatorio fue la semana de incubación. Se realizaron contrastes ortogonales para determinar el efecto lineal y cuadrático del nivel de inclusión de las algas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Resultados sobre producción *in vitro* de gas y metano se presentan en el Cuadro 1. La producción de gas asintótico fue menor para las algas en comparación al control (p=0,05, C1), mientras que al comparar ambas algas se observó una menor producción de gas para *M. pyrifera*. Adicionalmente, hubo una interacción entre especie y dosis (E*D), observándose una reducción lineal en la producción de gas a medida que aumentó la dosis de inclusión de *M. pyrifera* (p<0,01). Para la concentración de CH₄ a las 4 horas, se observó un efecto lineal para la dosis, independiente del tipo

de alga. Se observó una interacción entre E*D para la concentración de CH₄ a las 24 y 48 horas, donde *M. pyrifera* generó una reducción lineal (p<0,05), mientras que *L. spicata* no tuvo efecto sobre la concentración de CH₄ (p>0,05). Se ha observado que dietas más altas en propionato, son capaces de reducir el CH₄ entérico (Espinoza-Velasco et al., 2021), por lo cual la reducción de CH₄ para *M. pyrifera* fue asociada al aumento lineal de propionato (P<0,05; datos no presentados).

Cuadro 1. Efecto de la dosis inclusión de algas pardas sobre la producción *in vitro* de gas y metano en una dieta basada en pradera

	Producción de Gas Asintótico	Metano, %			Metano, mL		
		4h	24h	48h	4h	24h	48h
Control (0%)	251,6	4,15	13,51	14,19	4,9	31,97	32,5
<i>M. pyrifera</i>							
1%	245,2	4,34	13,3	13,51	5,07	30,9	30,08
3%	243,6	4,42	12,69	13,76	4,85	28,83	30,89
6%	232	3,81	11,18	12,92	3,69	23,13	27,36
8%	226,3	3,83	11,34	12,32	3,52	22,46	24,76
<i>L. spicata</i>							
1%	248,3	4,36	12,58	14,17	5,13	29,52	32,86
3%	243,3	4,22	13,28	13,92	4,86	30,95	31,21
6%	243,6	4,29	13,19	15,56	4,99	30,55	30,1
8%	244	4,15	12,92	13,05	4,88	29,79	28,71
Contrastes							
C1	0,05	0,8	0,04	0,03	0,32	0,03	0,02
C2	0,00	0,04	0,02	0,07	<.001	0,00	0,01
E*D	0,04	0,02	0,05	0,89	<.001	0,00	0,47
L	<0,01	0,33	0,01	<0,01	0,05	0,00	<.001
Q	0,87	0,63	0,70	0,47	0,73	0,79	0,47

1 C1 = Control vs Algas; C2 = LP vs MP, E*D = Especie vs Dosis; L = Efecto Lineal Q = Efecto cuadrático.

CONCLUSIONES

La inclusión ascendente de *M. pyrifera* en reemplazo de un concentrado en base a cereales, con una dieta basada en pradera, redujo de manera lineal la producción total de gas y metano *in vitro*. Indicativo de una disminución en la fermentación de la dieta, lo cual podría generar una reducción en la respuesta productiva de los animales, por ende, es necesario validar los resultados en un ensayo con animales.

REFERENCIAS

- BICA, R., PALAREA-ALBALADEJO, J., LIMA, J., UHRIN, D., MILLER, G. A., BOWEN, J. M., ... & DEWHURST, R. J. (2022). Methane emissions and rumen metabolite concentrations in cattle fed two different silages. *Scientific reports*, 12(1), 1-14.
- ESPINOZA-VELASCO, B., & MELLA, M. R. (2021). Vegetable tannins, ruminal microbiota and ruminant metabolism interaction. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 25(1), 1-19.

EFFECTO DE INHIBIDORES DE METANOGÉNESIS SOBRE LA SÍNTESIS DE AMINOÁCIDOS MICROBIANOS EN CULTIVOS RUMINALES CON CELULOSA O ALMIDÓN: RESULTADOS PARCIALES

Effect of inhibitors of methanogenesis on microbial synthesis of amino acids in in vitro rumen cultures growing on cellulose or starch

Nathaly Cancino-Padilla¹, Nelson Vera-Aguilera¹, Emilio M. Ungerfeld¹
¹Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA Carillanca, Temuco, Chile.
E-mail: nathaly.cancino@gmail.com

INTRODUCCIÓN

El metano (CH₄) es un producto de la fermentación de los microorganismos ruminales y constituye el sumidero de hidrógeno más importante en la fermentación ruminal (Eckard et al., 2010). Además, es un gas de efecto invernadero y representa una pérdida de energía bruta del 2-12 % para el animal. Recientemente, se observó un aumento en la síntesis *de novo* de aminoácidos microbianos en cultivos creciendo con almidón cuando la producción de metano fue inhibida con antraquinona (AQ), pero no ocurrió lo mismo con celulosa (Ungerfeld et al., 2019; Ungerfeld et al., 2020). Es de interés evaluar si el incremento en la síntesis de aminoácidos con sustratos como el almidón es consecuencia general de la inhibición de la metanogénesis como intervención. El objetivo del experimento fue estudiar el efecto de tres inhibidores químicos de la metanogénesis sobre la síntesis de aminoácidos microbianos, en cultivos *in vitro* creciendo con celulosa o almidón.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se muestrearon 0,5 L de contenido ruminal proveniente de 2 vacas fistuladas no preñadas, no lactantes, alimentadas con heno y suplementadas con sales minerales. Se prepararon 24 botellas de suero de 1 L con 4 g de celulosa (n=12) o 4 g de almidón (n=12), las cuales recibieron 400 mL de medio de Goering y van Soest (1975). En un arreglo factorial 2 (celulosa o almidón) x 4 (inhibición de metanogénesis), los cuatro tratamientos de inhibición de metanogénesis fueron: Control, AQ (60 µM), 2-bromoethanesulfonato (BES, 66 µM) y 3-nitrooxipropanol (3-NOP, 66 µM). Todos los procedimientos se hicieron bajo CO₂. Se adicionaron 8 mL de inóculo ruminal a cada botella, las que fueron selladas e incubadas bajo agitación (60 ciclos/min) a 39°C por 72 h. Al final de la incubación se determinó presión y composición de gas, pH, Eh, y se obtuvieron muestras para análisis de AGV, amonio y aminoácidos (Ungerfeld et al., 2020). Se llevaron a cabo dos incubaciones, con tres réplicas para cada tratamiento. Las respuestas fueron evaluadas mediante un modelo lineal mixto: $Y = M + S + M \times S + \text{incubación (aleatorio)} + \sum$, siendo Y la variable respuesta, M el efecto fijo de la inhibición de la metanogénesis (Control, AQ, BES o 3NOP), S el efecto fijo del sustrato (celulosa o algodón), $M \times S$ la interacción entre los factores principales, y \sum el error aleatorio. Las comparaciones múltiples entre los tratamientos se llevaron a cabo mediante test de Sidak.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

No hubo interacción ($P = 0,17$) ni efecto de la inhibición de metanogénesis ($P = 0,19$) sobre la síntesis de aminoácidos microbianos. En comparación con la celulosa, el almidón estimuló ($P \leq 0,001$) la síntesis de aminoácidos totales (Fig. 1a), lo cual estaría explicado por una mayor disponibilidad de energía y carbono para la síntesis *de novo* de proteínas microbianas (Ungerfeld et al., 2020). La inhibición de metanogénesis interactuó con el sustrato en la producción de metano ($P = 0,043$). Comparado con Control, la producción de metano disminuyó ($P \leq 0,001$) con AQ y 3NOP (Fig. 1b) tanto con celulosa como almidón, mientras que BES disminuyó la producción de

metano solamente con celulosa ($P = 0,04$). No hubo diferencias entre los inhibidores con celulosa, sin embargo, con almidón AQ y 3NOP disminuyeron más la producción de metano que BES.

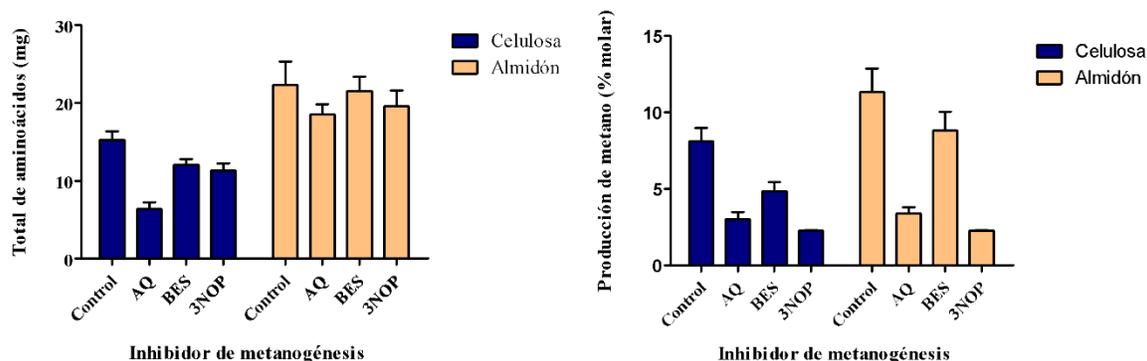


Figura 1. Efecto de la fuente de energía e inhibidor de metanogénesis sobre la síntesis de aminoácidos microbianos (a) y producción de metano (b). Los superíndices corresponden a las diferencias significativas ($P < 0,05$) entre los tratamientos con celulosa (A y B) o almidón (X e Y).

CONCLUSIONES

El almidón como una fuente de energía más fermentable estimuló la síntesis de proteína microbiana, lo cual concuerda con los resultados de estudios previos. No hubo efecto de la inhibición de la metanogénesis sobre la síntesis de aminoácidos totales. Los compuestos AQ y 3NOP tuvieron un efecto similar en la inhibición de la metanogénesis, tanto en cultivos con celulosa como con almidón.

AGRADECIMIENTOS

Agradecimientos al proyecto FONDECYT Postdoctorado 3210556, de la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo de Chile (ANID) por el financiamiento del estudio.

REFERENCIAS

- ECKARD, R.J., GRAINGER, C., DE KLEIN, C.A.M. 2010. Options for the abatement of methane and nitrous oxide from ruminant production: A review. *Livestock Science* 130, 47–56.
- GOERING, H.K. AND VAN SOEST, P.J. 1975. Forage fiber analyses. (Apparatus, Reagents, Procedures and Some Applications) Agriculture Handbook No. 379. ARSUSDA, Washington, DC.
- UNGERFELD, E.M., AEDO, M.F., MARTÍNEZ, E.D., SALDIVIA, M. 2019. Inhibiting methanogenesis in rumen batch cultures did not increase the recovery of metabolic hydrogen in microbial amino acids. *Microorganisms* 7, 115.
- UNGERFELD, E.M., AEDO, M.F., MUÑOZ, C., URRUTIA, N.L., MARTÍNEZ, E.D., SALDIVIA, M. 2020. Inhibiting Methanogenesis Stimulated de novo Synthesis of Microbial Amino Acids in Mixed Rumen Batch Cultures Growing on Starch but Not on Cellulose. *Microorganisms* 8 (6), 799.

¿EL HENO DE UNA LEGUMINOSA NO TANIFERA DISMINUYE LA EMISIÓN DE METANO DE VACAS LECHERAS?

Does non-tannin legume hay decrease methane emissions of dairy cows?

Camila Muñoz^{1*}, Emilio M. Ungerfeld², Natalie L. Urrutia¹, Isadora Muñoz¹

¹Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA Remehue, Osorno, Chile. ²INIA Carillanca, Temuco, Chile. *Email: camila.munoz@inia.cl

INTRODUCCION

El metano entérico (CH₄) es el gas de efecto invernadero más abundante generado por los rumiantes y existe creciente interés en mitigarlo para evitar el calentamiento global. Actualmente, se conocen pocas prácticas efectivas para disminuir las emisiones de metano que sean aplicables a sistemas pastoriles. Se ha sostenido que la inclusión de leguminosas en la dieta de rumiantes sería una estrategia nutricional efectiva para mitigar metano, especialmente en climas tropicales (Eugene et al., 2021). No obstante, los resultados han sido inconsistentes, especialmente en leguminosas no taníferas (Vargas et al., 2022). El objetivo de esta prueba de concepto fue evaluar el efecto de la inclusión dietaria de heno de una leguminosa sin taninos comparada con heno de gramíneas sobre las emisiones de metano, la utilización de nitrógeno (N) y energía, y la producción láctea de vacas lecheras de sistemas productivos de clima templado alimentadas con forrajes conservados.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la lechería de INIA Remehue (Osorno, Chile) entre el 15 de Febrero y 11 de Abril de 2021. Ocho vacas Holstein multíparas (153 ± 18 días en leche; 19,2 ± 2,3 kg leche/d) fueron usadas en un diseño crossover con periodos de 28 días (23 d para adaptación y 5 d para mediciones). Los tratamientos fueron dietas en base a heno de gramíneas con predominio de *Lolium perenne* (heno de ballica) o heno de la leguminosa *Medicago sativa L.* (heno de alfalfa). Las vacas fueron alimentadas una vez al día en la mañana (*ad libitum*; 5% rechazo, base materia fresca) con una dieta compuesta por heno picado (40%), ensilaje de pradera (30%) y concentrado (30%), en base a materia seca (MS), formulada para cubrir requerimientos de proteína cruda y energía metabolizable (NRC 2001). En los días de medición las vacas fueron estabuladas individualmente para determinar consumo de MS (diferencia entre dieta ofrecida y rechazada), producción láctea (medida en cada ordeña) y composición de leche (muestreado compuesto por vaca), cambio de peso (diferencia de peso entre inicio y final del periodo), condición corporal (evaluada cada 2 semanas en escala de 5 puntos), composición química de los ingredientes de la dieta ofrecida y rechazada (muestreado diariamente y compuesto por vaca), producción diaria de metano con la técnica SF₆ (García et al., 2022), y partición de N y energía mediante colección diaria de todas las excreciones de heces y orina. Los datos fueron analizados in JMP 14.3 en función de los efectos fijos del tratamiento y periodo, y el efecto aleatorio de la vaca.

RESULTADOS Y DISCUSION

En contraste con lo habitualmente señalado (Eugene et al., 2021), hubo una tendencia ($P = 0.08$) hacia una mayor (19,4%) producción de metano con el heno de alfalfa, aunque esto se debió a un mayor consumo de MS (9,6%; $P = 0,03$). Una vez ajustada la producción de metano por consumo de MS (rendimiento de metano y Y_m) o producción de leche (intensidad de emisión de metano) no hubo diferencias entre los tratamientos ($P > 0,05$). Esto concuerda con algunas revisiones sistemáticas en donde no se reporta diferencia entre gramíneas y leguminosas en producción de metano (Vargas et al., 2022). Además, el heno de alfalfa contuvo más N y resultó en mayores

excreciones de N en heces y orina que el heno de ballica, desplazando la excreción de N desde N fecal hacia N urinario, lo que posiblemente aumentaría las emisiones de óxido nitroso. Los resultados en emisiones de metano y excreción de N refuerzan la necesidad de evaluaciones holísticas al realizar estudios de cambios de dieta. El heno de alfalfa contuvo menos fibra detergente neutra que el heno de ballica lo que probablemente explica el mayor consumo de MS. No hubo diferencia entre tratamientos en producción de leche ($P = 0,10$) y contenidos de grasa ($P = 0,26$) y proteína láctea ($P = 0,31$), y las vacas recuperaron masa corporal con heno de alfalfa en comparación con el heno de ballica ($P = 0,02$).

Cuadro 1. Efectos del tipo de heno (heno de ballica o heno de alfalfa) sobre el consumo, la emisión de metano, la partición de nitrógeno (N) y el desempeño productivo de vacas lecheras.

	Tratamiento		EEM	Valor <i>P</i>
	Heno de ballica	Heno de alfalfa		
Proteína cruda dietaria (% MS)	17,5	20,9	0,18	<0,001
Fibra detergente neutra dietaria (% MS)	50,4	45,8	0,10	<0,001
Consumo de MS (kg/d)	15,6	17,1	0,63	0,03
Digestibilidad de la MS (%)	62,9	64,3	0,96	0,61
CH ₄ (g/d)	432	477	19,0	0,08
Rendimiento de CH ₄ (g/kg consumo MS)	27,9	28,4	0,75	0,64
Y _m (MJ CH ₄ /100 MJ EB ingerida)	8,23	8,40	0,22	0,54
Intensidad de CH ₄ (g/kg LCE)	32,4	31,5	1,90	0,73
Consumo de N (g/d)	435	573	20,1	<0,001
Excreción de N en heces (g/d)	162	180	8,57	0,02
Excreción de N en orina (g/d)	159	242	21,6	0,05
Leche (kg/d)	12,9	14,2	0,89	0,10
Grasa láctea (%)	3,60	3,12	0,35	0,26
Proteína láctea (%)	3,48	3,43	0,03	0,31
N ureico lácteo (mg/dL)	49,9	55,4	0,68	0,006
Cambio en masa corporal (kg/d)	-0,39	0,23	0,15	0,02

CONCLUSIONES

En sistemas productivos de clima templado la inclusión de heno de una leguminosa no tanífera no contribuyó a disminuir la emisión de CH₄ entérico de vacas lecheras. Dado el mayor consumo de N con heno de alfalfa, hubo mayores excreciones de N, principalmente por orina (precursor de óxido nitroso). En contraste, las vacas ganaron más peso y tendieron a producir más leche, posiblemente asociado al mayor consumo.

AGRADECIMIENTOS

Proyecto Fontagro ATN/RF-16926-RG, F. Salazar (Jefe de proyecto) y S. Hube (análisis CH₄).

REFERENCIAS

- EUGENE, M., KLUMPP, K. & SAUVANT, D. 2021. Methane mitigating options with forages fed to ruminants. *Grass and Forage Science* 76:196-204.
- NRC. 2001. Nutrient requirements of dairy cattle. 7th rev. ed:381.
- VARGAS, J., UNGERFELD E., MUÑOZ C., & DILORENZO N. 2022. Feeding Strategies to Mitigate Enteric Methane Emission from Ruminants in Grassland Systems. *Animals* 12:1132.

EFFECTOS DE LA TASA DE DILUCIÓN Y EL TIPO DE SUSTRATO SOBRE LA FERMENTACIÓN DE CULTIVOS RUMINALES SERIADOS

Effects of dilution rate and type of substrate on fermentation of serially-transferred rumen cultures

Emilio M. Ungerfeld^{1*}, Nathaly Cancino¹, Nelson Vera¹, Camila Muñoz², Natalie L. Urrutia², Emilio D. Martínez³, Marcelo Saldivia³, Cristián Cerda⁴

¹Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA Carillanca, Vilcún, La Araucanía; ²Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA Remehue, Osorno, Los Lagos; ³Universidad Austral de Chile, Valdivia, Los Lagos; ⁴Universidad Católica de Temuco, Temuco, La Araucanía; *E-mail: emilio.ungerfeld@inia.cl

INTRODUCCIÓN

La fermentación ruminal tiene consecuencias ambientales y productivas a través de la producción de metano (CH₄) y el perfil de ácidos grasos volátiles (AGV). Janssen (2010) propuso una explicación mecanística del desplazamiento de la fermentación de acetato (Ac) a propionato (Pr) y disminución de CH₄ que se produce con concentrados en relación a forrajes. Así la mayor tasa de dilución y menor pH asociado a la digestión y fermentación de concentrados aumenta la tasa de crecimiento de los metanógenos y consecuentemente la concentración de dihidrógeno (H₂), desplazando el equilibrio termodinámico desde Ac hacia Pr, e inhibiendo la producción de H₂ y CH₄. El objetivo de este experimento fue examinar la hipótesis de Janssen (2010) comparando las respuestas en producción de CH₄ y AGV, y acumulación de H₂, en cultivos ruminales discontinuos con sustratos altos en forraje o concentrado, y transferidos serialmente a tres tasas de dilución.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se muestreó contenido de rumen de dos vacas fistuladas alimentadas con heno y se procesó bajo CO₂. Se agregaron 4, 2 o 1 mL de inóculo ruminal a botellas de suero conteniendo 36, 38 o 39 mL, respectivamente, de medio de cultivo (Ungerfeld et al., 2019) y 400 mg de sustrato con 75% de forraje [F, 48.5% fibra detergente neutra (FDN), base materia seca (bMS)] o 75% de concentrado (C, 24.2% FDN bMS). Las botellas se sellaron bajo CO₂ e incubaron en triplicado a 39 °C y 100 rpm por 72 h, luego de lo cual se determinó producción y composición de gas, pH, *Eh*, concentración de AGV y amonio (Ungerfeld et al., 2019). Las botellas se sometieron luego a vortex por 2 min, y de cada botella que había recibido 4, 2 o 1 mL de inóculo ruminal se tomó igual volumen para re-inocular botellas con 36, 38 o 39 mL de medio fresco, respectivamente, resultando tasas de dilución de 3,3 (baja), 6,6 (media), y 13,2 (alta) d⁻¹. El proceso se repitió por 8 generaciones de transferencia serial. Los resultados se analizaron como: respuesta = media general + sustrato (S) + dilución (D) + generación (G) + interacciones dobles y triple + secuencia (aleatorio) + error.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Independientemente de D, la producción de CH₄ disminuyó inicialmente con F y se estabilizó a partir de G5, y disminuyó sostenidamente con C, desapareciendo casi completamente en G7 y G8 (Fig. 1a; S × G *P* < 0,001). Los cultivos con F se adaptaron a utilizar el H₂ no incorporado en CH₄ a partir de G2, en tanto que con C la concentración de H₂ aumentó hasta G4 (D baja) o G6 (D media y alta) (Fig. 1b; S × G *P* < 0,001). La relación molar de acetato a propionato aumentó ligeramente al transcurrir las generaciones con F, y marcadamente con C (Fig. 1c; S × G *P* < 0,001), a pesar de que el aumento de H₂ favorece termodinámicamente el desplazamiento de Ac a Pr (Janssen, 2010). La producción de butirato aumentó marcadamente con C a partir de G4 (Fig. 1d; S × G *P* < 0,001).

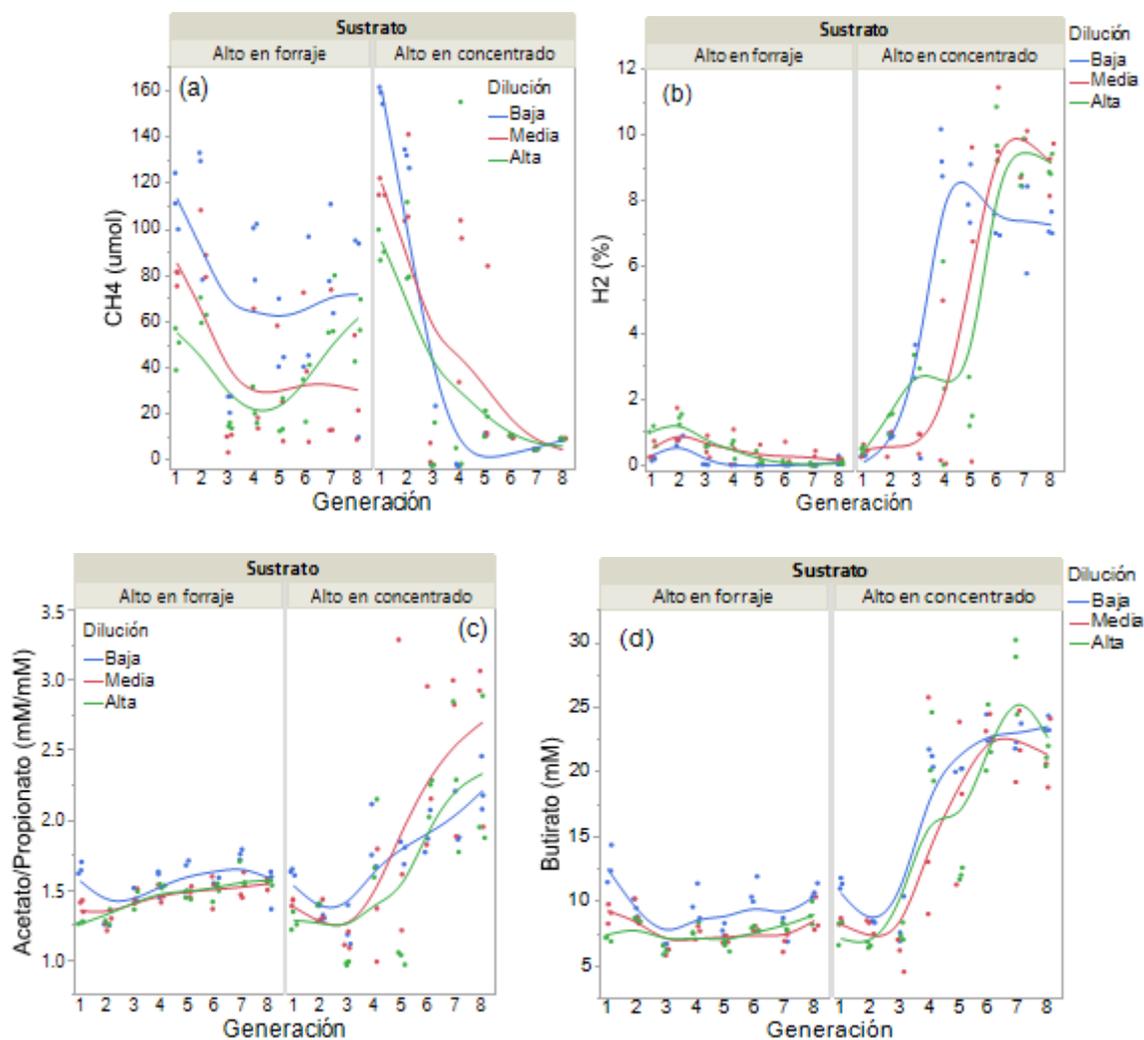


Figura 1. Efectos del sustrato y la tasa de dilución sobre a) producción de metano; b) acumulación de dihidrógeno; c) relación molar acetato a propionato; y d) concentración de butirato en 8 generaciones de cultivos ruminales seriados.

CONCLUSIONES

Los efectos del sustrato *per se* sobre H₂, CH₄, y perfil de AGV fueron más importantes que los efectos de la tasa de dilución, por lo cual los resultados no apoyan la hipótesis de que los cambios en la fermentación inducidos por concentrados son mediados por un aumento en la tasa de dilución.

REFERENCIAS

- JANSSEN, P.H. 2010. Influence of hydrogen on rumen methane formation and fermentation balances through microbial growth kinetics and fermentation thermodynamics. *Anim. Feed Sci. Technol.* 160, 1-22.
- UNGERFELD, E.M., AEDO, M.F., MARTÍNEZ, E.D, and SALDIVIA, M. 2019. Inhibiting methanogenesis in rumen batch cultures did not increase the recovery of metabolic hydrogen in microbial amino acids. *Microorganisms* 7, 115.

CARACTERIZACIÓN DE LA DEGRADABILIDAD DE LA PROTEÍNA CRUDA Y DETERMINACIÓN DEL PERFIL AMINOACÍDICO EN ALGUNOS ALIMENTOS UTILIZADOS EN PRODUCCIÓN LECHERA

Characterization of crude protein degradability and determination of the amino acid profile in some feeds used in dairy production

A.R. Navarro¹, A.G. Morales^{1,2}, R.G. Pulido¹, and M.D. Hanigan²

¹Instituto de Ciencia Animal, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile; ²Department of Dairy Science, Virginia Tech, Blacksburg, VA, USA. E-mail: alvaro.navarro01@alumnos.uach.cl

INTRODUCCIÓN

Existen diversos modelos nutricionales que pueden ser utilizados en la formulación de dietas para vacas lecheras, sin embargo, estos requieren de una correcta caracterización de los alimentos disponibles. Particularmente, la nueva versión del modelo nutricional NASEM (2021) requiere contar con los valores de proteína degradable (PDR) y no degradable en rumen (PNDR), así como del perfil de aminoácidos (AA) de cada alimento, ya que estos son insumos necesarios para determinar la utilización del N, influyendo en las predicciones de la producción y composición láctea. El objetivo de este estudio fue determinar las fracciones de PDR y PNDR, así como el perfil aminoacídico de algunos alimentos utilizados comúnmente en alimentación de vacas lecheras (i.e., harina de soya, coseta de remolacha, un pellet comercial, ensilaje de pradera y pradera de ballica).

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la Estación Experimental Agropecuaria Austral (EEAA) de la Universidad Austral de Chile. Se tomaron muestras de harina de soya importada (Biosur SpA.), coseta seca de remolacha pelletizada (Iansagro S.A.), un concentrado comercial (Coagra S.A.), y de ensilaje de pradera y una pradera dominante en ballica (*Lolium perenne*), estos dos últimos provenientes de la EEAA. Las muestras de pradera se cortaron a 4 cm sobre el nivel del suelo, y el muestreo se realizó a inicios de diciembre, presentando la pradera una fitomasa de ~3500 kg MS/ha. Las muestras se secaron en horno a 60°C durante 48 horas y luego se molieron a 2 mm para la posterior incubación ruminal. Muestras de 5 g de materia seca (MS) se colocaron en bolsas de Dacrón (10 × 20 cm; tamaño de poro de 50 µm) y se sellaron. Se incubaron *in situ* muestras duplicadas en tres vacas en lactancia canuladas (con un promedio de 16,5 ± 1,11 kg de leche al inicio del estudio) durante 0, 4, 8, 12, 24 y 96 h, utilizando una secuencia de "entrada/salida escalonada". Las vacas se aclimataron a una dieta compuesta por: 2,5 kg de pellet comercial, 1 kg de harina de soya, 5 kg de coseta de remolacha, 2 kg de ensilaje de pradera y 6,5 kg de ballica recién cortada (base MS) durante 2 semanas previo al estudio. Después de retirarlas del rumen, las bolsas se lavaron con agua fría corriente hasta que el agua quedó clara y se enjuagaron en una lavadora doméstica con agua fría durante 30 minutos. Las bolsas 0 h no se incubaron en rumen y se determinó la solubilidad sumergiéndolas en agua tibia (40 °C) por 20 minutos. Los residuos se liofilizaron, pesaron y se combinaron las muestras duplicadas por tiempo de incubación en cada vaca, determinándoseles el contenido de proteína cruda (PC) en el laboratorio de Nutrición Animal de la UACH, mientras que el contenido de PC y el perfil de AA de los alimentos antes de incubarlos se realizó en Cumberland Valley Analytical Services (Chambersburg, USA). Las curvas de cinéticas de degradación de la PC se calcularon para cada alimento según Ørskov and McDonald (1979), asumiendo una tasa de pasaje ruminal de 5%/h, utilizando el procedimiento NLIN de SAS (Cary, USA).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados sobre la caracterización de la fracción nitrogenada de los alimentos evaluados se presentan en la Tabla 1. Se observan importantes diferencias en los parámetros de degradabilidad de la PC y perfil de AA entre los alimentos evaluados. Considerando que estos parámetros son insumos necesarios para las predicciones de producción de leche y sólidos lácteos en el modelo NASEM (2021), el uso de valores no adecuados puede conducir a errores de predicción.

Cuadro 1. Parámetros de degradación ruminal de la PC y perfil de AA en los diferentes alimentos.

		Harina de soya	Coseta	Pellet	Ensilaje pradera	Pradera
MS, %		89,2	89,0	87,0	38,9	22,1
PC, % MS		51,4	9,6	15,4	12,2	15,0
Fracción A, %		10.8 ± 1.3	10.4 ± 7.4	64.2 ± 0.8	69.4 ± 2.6	49.8 ± 2.8
Fracción B, %		88.2 ± 1.3	81.2 ± 6.8	31.7 ± 0.6	24.8 ± 2.4	44.8 ± 2.9
Kd, %/h		6.70 ± 0.2	5.74 ± 1.1	16.3 ± 4.6	5.75 ± 0.5	6.98 ± 1.1
PDR, % PC		61.9 ± 0.8	53.6 ± 1.0	88.2 ± 1.2	82.6 ± 0.9	75.9 ± 0.6
PNDR, % MS		19.6 ± 0.4	5.20 ± 0.1	1.81 ± 0.2	2.12 ± 0.1	3.62 ± 0.1
Esenciales ¹	Arg	6,55	3,02	4,51	2,57	4,31
	His	2,25	2,35	2,12	1,39	1,49
	Ile	3,94	2,76	2,53	3,43	3,36
	Leu	7,37	5,11	5,65	5,94	6,78
	Lys	5,69	4,52	2,92	3,26	4,57
	Met	1,23	1,53	1,08	1,00	1,43
	Phe	4,57	3,02	3,34	5,19	5,10
	Thr	3,57	3,91	2,42	2,87	3,83
	Val	4,22	5,05	3,71	4,70	5,03
No esenciales	Ala	4,24	4,09	3,77	5,32	6,12
	Asp ²	10,70	6,19	5,31	6,07	8,31
	Cys	1,32	1,43	1,58	0,81	1,30
	Glu ²	17,97	8,58	17,06	5,52	10,39
	Gly	4,27	3,80	3,73	3,50	4,68
	Pro	4,80	4,23	5,90	4,62	4,79
	Ser	4,87	4,45	3,51	2,70	3,91
	Tyr	3,41	3,66	2,22	2,20	2,79
Total AA, % CP	91,0	67,7	71,4	61,1	78,2	

¹Trp no fue determinado. ²Asp es la suma de Asp + Asn, y Glu es la suma de Glu + Gln.

CONCLUSIONES

Estos resultados buscan profundizar la caracterización de la fracción nitrogenada de algunos alimentos utilizados en Chile. Futuros estudios deberían continuar en esta línea para generar una base de datos local, necesaria como insumo para el uso correcto de modelos nutricionales avanzados.

REFERENCIAS

- NASEM. 2021. Nutrient requirements of dairy cattle: Eighth revised edition. The National Academies Press, Washington, DC.
- ØRSKOV, E. R. and I. MCDONALD. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. J Agric Sci 92(2):499-503.

ESTIMACION DEL APORTE NUTRICIONAL Y MATERIA SECA DEL FRUTO DEL ESPINO A LA DIETA DE OVINOS EN LA ZONA CENTRAL DE CHILE

Estimation of the protein contribution of the hawthorn fruit to the diet of sheep in the Central zone of Chile

Paula Toro-Mujica*, Patricio Lisboa y Jaime Jullian

Instituto de Ciencias Agroalimentarias, Animales y Ambientales. Universidad de O'Higgins, San Fernando, Chile

*paula.toro@uoh.cl

INTRODUCCION

El espino, de nombre científico *Acacia Caven (Mol.)*, corresponde a un arbusto caducifolio presente en América del Sur, principalmente en zonas áridas y semiáridas. En Chile se distribuye desde la región de Atacama hasta la región del Bio-Bio. La floración del espino ocurre entre los meses de septiembre y octubre y la fructificación desde diciembre a abril. Durante estos meses de verano, la pradera natural de secano presenta un escaso aporte nutricional, actuando el fruto del espino como un suplemento alimenticio natural para ovinos y bovinos (Sotomayor and Barros, 2016; INFOR, 2012). No obstante, existe escasa información sobre la disponibilidad y el aporte nutricional de los frutos del espino a la dieta de ovinos. De este modo, el objetivo del trabajo fue conocer cómo el tamaño de los frutos afecta su contenido de proteína cruda (PC) y energía digestible (ED), y estimar el aporte de PC, ED y materia seca (MS) por hectárea del fruto del espino en la alimentación ovina.

MATERIALES Y MÉTODOS

La zona de estudio correspondió a la localidad de Los Quillayes, Comuna de Las Cabras, Región de O'Higgins. El estudio contempló tres etapas:

a. *Determinación del número de frutos por metro cuadrado de copa.* Durante el mes de mayo de 2022 se seleccionaron 10 espinos de manera aleatoria. En cada árbol se determinó el radio de copa para estimar la superficie de copa. Para estimar la producción de frutos (quirincas) por metro cuadrado de proyección de copa en el suelo se utilizó un marco de 0.4 x 0.4 m, el cual fue utilizado para seleccionar de manera aleatoria, dentro de la superficie de copa proyectada, dos zonas de conteo de frutos por árbol.

b. *Estimación de la distribución de tamaño y calidad nutricional de los frutos.* Se recolectó una muestra aleatoria de 1650 frutos de espino. Cada fruto fue pesado de manera individual para ser clasificado dentro de las categorías pequeño, mediano y grande. Los límites y rangos de cada categoría se basaron en el promedio y varianza del pesaje de los frutos $\times 12DE$. Utilizando la fórmula propuesta Montesano (1999) ($n = Z^2 * S^2 / d^2$), para una población con N desconocido, se determinó el número de frutos por grupo. Los frutos clasificados fueron triturados para separar cáscara y semilla, registrando el peso separadamente y contabilizando el número de semillas. Posteriormente, se molieron separadamente semillas y cáscaras, para la posterior determinación en laboratorio de MS, ED y PC.

c. *Estimación de la producción de materia seca y el aporte nutricional de los frutos por ha.* La cobertura de copas de los espinos (m^2/ha), estimada a través de una imagen aérea de dron, de una superficie de 2.4 ha, con una densidad de espino representativa del predio en estudio, fue utilizada para determinar el aporte de MS, ED y PC por hectárea a la dieta de los ovinos. Se realizaron test ANOVA y comparación múltiple de medias para determinar el efecto del tamaño del fruto sobre las variables en estudio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La superficie promedio de copa proyectada de la muestra de 10 árboles fue de $22.8 \pm 16.2 m^2$ y el número promedio de frutos por m^2 fue de 137.0 ± 49.1 . El peso promedio de los frutos fue de $3.5 \pm$

1.2 gramos. El tamaño de muestra obtenido de acuerdo con la fórmula propuesta por Montesano (1999) fue de 681 frutos, lo que llevo a seleccionar aleatoriamente 227 frutos por grupo.

Tabla 1. Variables productivas de los frutos de espino (Base MS)

Tamaño	Peso fruto (g)	Peso Cáscara (g)	Peso semillas (g)	N° Semillas por fruto	Relacion Semilla/Fruto (%)	Peso por semilla (g)	Categoría fruto (% peso total)
Pequeño	2.19±0.59a	1.17±0.27a	1.01±0.42a	16.13±8.07a	44.42±11.58a	0.07±0.03a	21.25
Mediano	3.39±0.27b	1.65±0.26b	1.74±0.25b	23.43±6.6b	51.37±6.24b	0.08±0.02b	32.74
Grande	4.74±0.62c	2.3±0.38c	2.43±0.43c	26.69±5.74c	51.32±5.42b	0.09±0.02c	46.01

Tabla 2. Contenido de MS, PC y ED (Base MS) de los frutos de espino.

Tamaño	MS fruto (%)	MS cáscara (%)	MS semilla (%)	PC fruto (%)	PC cáscara (%)	PC semilla (%)	ED fruto (Mcal/kg)	ED cáscara (Mcal/kg)	ED semilla (Mcal/kg)
Pequeño	94.9±2.6	95.9±0.1	96.2±0.3	22.9±0.5a	5.24±0.15c	23.6±0.6a	2.84±0.07	2.32±0.07	2.86±0.07a
Mediano	94.8±2.5	96.4±1.9	96.6±0.6	25.6±0.6b	5.15±0.08b	29.7±0.8b	2.81±0.07	2.19±0.04	3.13±0.09ab
Grande	94.9±2.7	96.7±0.4	96.6±0.6	28.2±0.6c	4.18±0.11a	37.6±1.1c	3.02±0.07	2.45±0.06	3.33±0.09b

Se observaron diferencias en el número de semillas, peso del total de semillas y peso por semilla, según el tamaño del fruto ($p < 0.05$) (Tabla 1). Por otro lado, semillas de mayor tamaño presentaron un mayor porcentaje de PC, obteniéndose un mayor porcentaje de PC en frutos más grandes. Semillas de tamaño grande también presentaron ED mayores a las pequeñas. En la cáscara se observa que frutos más pequeños poseen un mayor contenido de PC (Tabla 2). La superficie de cobertura del espino en el área representativa del predio fue de un 8.6%. De este modo, considerando la distribución del tamaño de los frutos y su contenido de PC, se obtuvo un aporte de 400.1 kg de MS/ha/año, de 110.5 kg de PC/ha/año y de 322.7 Mcal/ha/año. Si se considera que la producción anual de la pradera natural de la zona de estudio bordea los 2000 kg de MS/ha (Ovalle y Squella, 1996), los aportes de MS, ED y PC del espino representan aproximadamente el 20% de la MS, 25% de la ED y 35% de la PC de la oferta por ha, respectivamente.

REFERENCIAS

- Montesano JR, 1999. Manual del protocolo de investigación. México, D.F.: Editorial Auroch.
- INFOR, 2012. Antecedentes nutricionales y potencialidades de usos de frutos de Peumo, *Cryptocarya alba* (Mol.) Looser, Espino, *Acacia caven* (Mol.) Mol., y Maqui, *Aristotelia chilensis* (Mol.) Stuntz. Santiago, Chile.
- Sotomayor, A. y Barros, S. (Eds.), 2016. Los Sistemas Agroforestales en Chile, Instituto Forestal, Chile. p. 458
- Ovalle, M. y Squella, F., 1996. Terrenos de pastoreo con pastizales anuales en el área de influencia climática mediterránea. Capítulo 39. p. 429-466. In Ruiz, N.I. (ed.) Praderas para Chile. 2ªed. Ministerio de Agricultura, Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Santiago, Chile

EFFECTO DE LA INCLUSIÓN DIETARIA MICROALGAL (N. GADITANA Y SCHIZOCHYTRIUM SP) SOBRE LA INMUNIDAD INESPECÍFICA Y LA MADUREZ ERITROCITARIA DE SALMÓN DEL ATLÁNTICO.

Effect of dietary inclusion of microalge (*Nannochloropsis gaditana* and *Schizochytrium* sp.) on non-specific immunity and erythrocyte maturity in Atlantic salmon fingerlings

Felipe Sánchez¹, Ivonne Lozano², Roberto Neira³, [Jurij Wacyk](mailto:Jurij.Wacyk@uchile.cl)⁴. Departamento de producción animal, Facultad de ciencias agronómicas de la Universidad de Chile
felipe.sanchez.t@ug.uchile.cl¹, ivonneok@ug.uchile.cl², rneira@uchile.cl³, jwacyk@uchile.cl⁴

INTRODUCCIÓN

Los cambios inmunológicos descritos en la fase de esmoltificación de Salmón del atlántico representan una condición crítica del ciclo productivo que guarda relación con una competencia por recursos metabólicos que genera un debilitamiento de la maquinaria celular y humoral de la respuesta inmune. Bajo ese contexto, las dietas funcionales que incorporan microalgas en su formulación son una alternativa prometedora ya que una de las múltiples funciones que se le atribuye esta asociada a mejorar la respuesta inmune. El objetivo de este estudio es evaluar el efecto de la inclusión dietaria de *Schizochytrium.Sp* y *N. gaditana* en los niveles de expresión de genes inmuno-relevantes, Lisosima, NK-Lisina, Hecpidina y C3 en eritrocitos, leucocitos y tejido mucus. Además, de evaluar la respuesta en el recuento de células sanguíneas y en el nivel de madurez eritrocitaria en sangre periférica de los peces.

MATERIALES Y METODOS

El estudio se llevó a cabo en la unidad piscícola de la empresa Aqua Chile (abril, 2020) y se utilizaron 560 alevines parr de Salmón del Atlántico. Se elaboró las dietas experimentales en un formato extruido, donde se suplemento con *Schizochytrium.Sp* y *N. gaditana* (1:1) a una inclusión del 10%. Los peces se alimentaron a saciedad durante 30 días con la dieta control y la dieta experimental microalgal. Finalizado el desafío dietario, se procedió a extraer tejido mucus cutáneo y a aislar células sanguíneas según Lozano *et al.* (2018). Se realizó un aislamiento y síntesis de cDNA para posteriormente cuantificar mediante qRT-PCR la expresión diferencial de los genes inmuno-relevantes. Por otro lado, se realizó un recuento celular leucocitario según Correa *et al.*, (2017) y un recuento y diferenciación de la madurez eritrocitaria en base a una red neuronal con perceptrón en multicapa según Spacic *et al.*, (2021). Para determinar diferencias estadísticas se realizó un análisis de la varianza (ANOVA).

RESULTADOS Y DISCUSION

En el análisis de expresión génica se reportó una sobre expresión de NK-Lisina ($6,84 \pm 0,94$) y Complemento C3 ($2,54 \pm 1,1$) en aislados eritrocitarios de peces tratados con la dieta microalgal (Figura 1), este aumento posiblemente responda a la riqueza de compuestos bioactivos de las microalgas que inciden en la respuesta humoral antibacteriana, además el B-caroteno activa receptores de retinoides, que tiene como posible respuesta la síntesis de componentes del complemento. Por otro lado, el incremento significativo de Monocitos ($2,95 \pm 0,24$) reportados (Cuadro 1) posiblemente este asociado con la activación y proliferación celular que es inducida por los polisacáridos de microalgas marinas.

Cuadro 1: Recuento celular leucocitario y eritrocitario.

Recuento diferencial	Dietas experimentales	
	Control	Microalgal
Leucocitos (%)	84,60± 0,83 a	84,20± 0,83 a
Monocitos (%)	1,85± 0,31 b	2,95± 0,24 a
Neutrófilos (%)	13,55± 0,74 a	12,85± 0,92 a
Recuento absoluto	Control	Microalgal
Leucocitos /2000celulas	8,60± 0,72 a	9,30± 0,80 a
Trombocitos/ 2000 células	51,95 ± 4,87 a	43,75 ± 2,07 a
RBC Maduros /1000 RBC	919,5 ±7,45 a	901,77 ± 4,85 a
RBC En maduración / 1000 RBC	73,34 ± 1,24 a	82,23 ± 1,64 a
RBC Inmaduros /1000 RBC	7,17 ± 6,7 b	16,92 ± 4,4 a

Respecto al análisis de madurez eritrocitario, se reportó un incremento significativo de eritrocitos inmaduros en la sangre periférica de peces suplementados (Cuadro 1), esto posiblemente, responde a los niveles de vitamina del tipo B12 (Cobalamina) y del tipo B9 (folato) presentes en *N. gaditana*, las cuales se han descrito como precursores eritroides (Zanella *et al.*, 2020).

Por otro lado, la mayor expresión de C3 y Nk-lisina, en los peces suplementados (dieta microalgal), es consistente con la mayor cantidad de material genético presente en eritrocitos jóvenes y, por consiguiente, con la mayor capacidad de secretar componentes humorales inespecíficos relacionados con la respuesta antibacteriana.

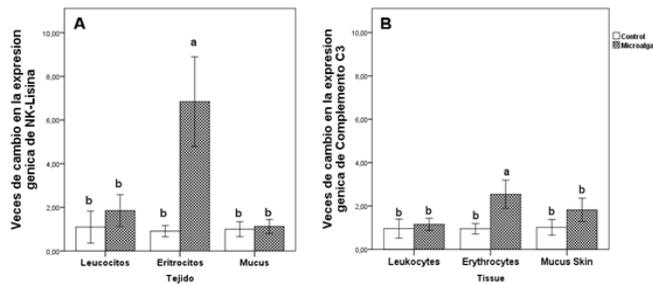


Figura 1: Efecto de la inclusión microalgal sobre la expresión génica inmunitaria (NK-Lisina y Complemento C3) en tejidos inmunocompetentes de Salmón del Atlántico

CONCLUSIÓN

El presente estudio reporta la capacidad inmunoestimulante de la inclusión dietaria de *Nannochloropsis gaditana* y *Schizochytrium.sp* en alevines de Salmón del atlántico, en particular en tejido eritrocitario. Por otro lado, es el primer reporte que muestra la variación en la madures de eritrocitos en sangre periférica de peces frente a la inclusión de ingredientes funcionales.

REFERENCIAS

- Lozano, I., J. Wacyk, C. Perez, J. Carrasco, and M. Martin. 2018. Diets enriched in red seaweed (*Pyropia columbina* and *Gracilaria chilensis*) cryo concentrates modulate the immune-relevant gene encoding the Mx antiviral protein in salmon (*Salmo salar*) white blood cells. *Journal of Applied Phycology* 31: 1415-1424.
- Spasic, S., S. Subotic, J. Vicinjc, M. Lenhardt. 2020. Application of Different Classification Methods to Determine the Developmental Stage of Fish Erythrocytes of the Common Nase (*Chondrostoma nasus*) and Vimba Bream (*Vimba vimba*). *Pattern Recognition and Image Analysis* 30(1), 43-51.
- Correa, S., D. Aparecida, D. Abessa, D. de Souza. 2016. Differential blood counting in fish as a non-destructive biomarker of water contamination exposure. *Toxicological & Environmental Chemistry* 4:112-129.
- Zanella, L., & Vianello, F. (2020). Microalgae of the genus *Nannochloropsis*: Chemical composition and functional implications for human nutrition. *Journal of Functional Foods*, 68, 103919.

PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS Y COMPARACIÓN DE LA CANAL DE NOVILLOS FINALIZADOS EN PRADERA EN EL SECANO INTERIOR DE ÑUBLE, CHILE, CON UNA ESTRATEGIA DE REIMPLANTE DIFERIDA

Fatty acids profile and comparison of the carcass quality in grass-fed steers with a delayed strategy of growth promoting implant the Ñuble region, Chile

Matías Vega^a, Rodrigo Arias^{ab}, Jorge Ávila^c y Tatiana Suescun^c.

^aEscuela de Graduados, Facultad de Ciencias Agrarias y Alimentarias, Universidad Austral de Chile, Valdivia.

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

^cDepartamento de Ciencia Animal, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad de Concepción, Chillán. E-mail: rodrigo.arias@uach.cl

INTRODUCCIÓN

La producción animal se enfrenta a múltiples desafíos de sostenibilidad y de mitigación al cambio climático. Por ello, la incorporación de tecnologías mejoradoras de crecimiento permitirían producir carne segura, asequible y nutritiva para las generaciones futuras de una manera más sostenible (Capper y Hayes (2012)). La presencia de ácidos grasos insaturados y su relación con el contenido de ácidos grasos saturados, en el alimento como atributo nutricional, tiene cada vez más importancia para los consumidores por su impacto en la salud humana. El secano interior (mediterráneo sub-húmedo) es una zona agroecológica en que la producción anual en praderas naturales es baja y muy variable. El objetivo general fue evaluar el efecto de reimplantar en forma diferida novillos engordados a pradera en el secano mediterráneo subhúmedo, sobre la calidad de canal y el perfil de ácidos grasos en la carne.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se desarrolló en el Fundo Porvenir, ubicado en la comuna de Ninhue, provincia del Itata, región de Ñuble, a 34 km al noroeste de la ciudad de Chillán. Un total de 33(300 ± 45 kg) novillos fueron adquiridos a fines del mes de mayo del 2021 en la feria ganadera, Luego de una engorda exclusivamente a pradera de 170 días, los novillos fueron sacrificados en la planta faenadora. El día 0 (D0), todos los novillos fueron pesados con una balanza electrónica e implantados con Synovex Plus® (200 mg de acetato de trembolona (TBA) y 28 mg benzoato de estradiol (BE)). Posteriormente, se conformaron aleatoriamente dos grupos de 17 y 16 novillos. Luego de 58 días, sólo el grupo A (D58) recibió un reimplante, mientras que el grupo B (D83) recibió el segundo implante a los 83 días. Una vez terminada la engorda (550±50 kg), los novillos fueron enviados a faena, registrando: a) peso de la vara caliente, b) pH de la canal, c) área ojo de lomo entre la 9° y 10° costilla del músculo *Longissimus dorsi*, d) espesor de grasa dorsal. Se colectaron además dos muestras (1 gr) por novillo a las 72 horas post faena, una del tejido intramuscular (IM) y la otra de tejido subcutáneo (SC). Las muestras fueron enviadas al Laboratorio de Sistemas Ganaderos de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad de Concepción, en donde 10 muestras al azar de cada tejido fueron analizadas para perfil de ácidos grasos mediante cromatografía de gases, utilizando una columna HP-88 (longitud 100 m, diametro 0.250 mm, Agilent). Como gas carrier se usó Helio (32 psi modo presión constante) El análisis se realizó considerando un diseño completamente al azar, siendo cada novillo la unidad experimental y observacional. Se trabajó con un nivel de significancia de $P \leq 0,05$ y test de Tukey como prueba de comparaciones múltiples. Para comprar los parámetros de calidad de la canal se utilizó un análisis de varianza.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El Cuadro 2 presenta las características de las canales analizadas según tratamiento (D58 y D83), no observando diferencias en ningún parámetro evaluado. Bruns et al. (2005), compararon el efecto ante y post mortem de un tratamiento con un IAPC (implantes anabólicos promotores del crecimiento) de alta potencia diferido en 57 días en novillos Angus y Angus x Limousin, reportando que para HCW (hot carcass weight), LM área (área del músculo *Longissimus*) y USDA grade no existió diferencia entre los grupos ($p=0,5291$). Sin embargo, el grupo de IAPC diferida obtuvo un mayor porcentaje de canales Premium y Choice (Cuadro 2) que los implantados inicialmente (23% comparado con 8%). En el este ensayo, el grupo que se reimplantó el día 83, obtuvo una mayor cantidad de individuos con categoría Choice (Cuadro 1). La relación n-6/n-3 observada en el tejido IM fue de 1,86 y en tejido SC de 1,94 siendo ambos inferiores a 4,0, valor el máximo recomendado por Simopoulos (2008). Los CLA + ácido vaccénico en los tejidos IM y SC fue de 3,29% y 3,10% respectivamente.

Cuadro 1. Características de las canales analizadas según tratamiento (D58 y D83) media \pm EEM Tratamiento

Variable	D 58	D 83	Valor p
Peso de la vara caliente (kg)	297 \pm 7,48	305 \pm 7,02	0,49
Rendimiento (%)	53,5 \pm 0,97	54,4 \pm 1,58	0,61
Área ojo de lomo (cm ²)	73,3 \pm 1,92	72,6 \pm 1,52	0,78
Espesor de grasa dorsal (mm)	5,14 \pm 0,48	4,25 \pm 0,46	0,20
pH de la canal	5,75 \pm 0,04	5,84 \pm 0,10	0,41

Cuadro 2: Grado de marmoleo según escala USDA según tratamiento.

Grado de marmoleo USDA	Tratamiento	
	D58	D83
Choice ^o Modest-	1	0
Choice- Small-	2	7
Select + Slight+	6	2
Select- Slight-	3	3
Standard + Traces ^o	5	4
Total de novillos	17	16

CONCLUSIONES

El retraso del segundo implante no afectó negativamente las características de la canal. No obstante, se deben realizar más estudios al respecto. En lo que concierne a la caracterización del perfil de ácidos grasos, la cantidad de ácido vaccénico y CLA ruménico fue elevada tanto en tejido subcutáneo como intramuscular. Finalmente, la relación n6/n3 fue inferior a 4, y el perfil de ácidos grasos de los novillos engordados en praderas del secano mediterráneo subhúmedo de Chile es benéfico para la salud humana.

REFERENCIAS

- BRUNS, K.W., PRITCHARD, R.H., BOGGS, D.L. (2005). *J Anim Sci*, 83(1), 108-116. doi:10.2527/2005.831108x
- CAPPER, J. L., & HAYES, D. J. (2012). *Journal of Animal Science*, 90(10), 3527-3537. doi:10.2527/jas.2011-4870
- SIMOPOULOS, A. P. (2008). *Exp Biol Med (Maywood)*, 233(6), 674-688. doi:10.3181/0711-MR-311

EFFECTO DEL USO DE EXTRACTO DE ORUJO DE UVA SOBRE EL DESEMPEÑO PRODUCTIVO EN TRUCHA ARCOIRIS (*ONCORHYNCHUS MYKISS*) ALIMENTADAS CON DIETAS DE ALTO CONTENIDO DE HARINA DE SOYA

Effect of the use of pomace extract on the productive performance of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed with diets with a high content of soybean meal.

Sergio Silva¹, Carolina Valenzuela², Mary Castromonte³, Pablo Salgado⁴, Daniela Ortiz⁵, Lina Trincado⁶, Jurij Wacyk⁷.

¹sergiosilvapalma@gmail.com; ²cvalenzuelav@u.uchile.cl;

³mcastromonte@hotmail.com; ⁴pabloa@veterinaria.uchile.cl; ⁵daortiz@ug.uchile.cl ⁶lina.trincado@ug.uchile.cl; ⁷jwacyk@uchile.cl.

INTRODUCCIÓN

La alta inclusión de harina de soya en dietas para salmónidos afecta la conversión de alimento en carne (FCR), debido a desequilibrios asociados a enteritis y desbalance oxidativo hepático. Estudios en mamíferos han reportado beneficios del uso de extractos de polifenoles como agentes antioxidantes y antiinflamatorios. En peces, la evidencia disponible sobre el efecto de este tipo de compuestos es escasa. Por ello el presente trabajo tuvo como objetivo evaluar el efecto del uso de extracto de orujo de uva encapsulado en maltodextrina (MPGE) en trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) alimentada con altos niveles de harina de soya, sobre el desempeño productivo, histología y expresión de genes asociados a enteritis distal y defensa antioxidante a nivel hepático.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se llevó a cabo en el Centro de Acuicultura de la Fac. de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile durante 12 sem. Se administraron 5 dietas a poblaciones de 50 peces mantenidas en estanques de 400 L por triplicado, a partir de 120 g. El ensayo de desempeño productivo se realizó según Wacyk et al., (2012). Una de 5 dietas contenía 14,94% de harina de soya y los 4 restantes contenían 31% de dicho insumo, de las cuales 3 incluyeron MPGE a razón de 180 ppm, 135 ppm y 90 ppm. Se realizaron muestreos al inicio, 30, 60 y 90 días para evaluar el desempeño productivo (n=3) y un muestreo al inicio y a los 90 días para evaluar la tasa de retención proteica (calculada por medición de N en la carcasa y alimento). La histología en intestino distal se evaluó a los 60 y 90 días (n=3). La expresión de los genes de interés se realizó a los 0 y 90 días (n=3), según el método Pfaffl (2021) considerando en hígado: *nrf2*, *sod*, *cat*, *gpx*, *gst*, *hif1*, *redd1*, *mtor*, *trdnx*, *txnip*, *nfkb* y en intestino *il17af2b*, *il17ar*, *tgfb1a*, *tnfa*, *trip*, *ppars*, *myd88*, *s100i2*, *cd4* y *cd8*. La eutanasia consideró anestesia y posterior corte de la médula espinal. La evaluación estadística se realizó mediante NLME de R-Studio, considerando la dieta y el tiempo como efectos fijos y el estaque como efecto aleatorio. Las pruebas de comparaciones múltiples se realizaron con la prueba de Tukey.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La suplementación con MPGE en una dieta formulada con alta incorporación de ingredientes derivados de soya mejoró la eficiencia productiva en términos de conversión alimenticia (FCR) (Figura 1A) y tasa de retención proteica (Figura 1B).

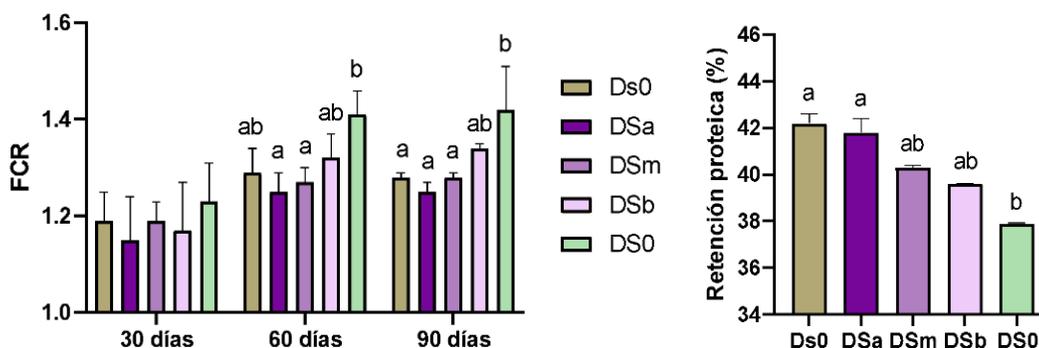


Figura 1A. Izquierda, tasa de conversión alimenticia (FCR), **Figura 1B.** derecha, tasa de retención proteica. Donde Ds0= bajo contenido de soya sin aditivo MPGE, DSa= alto contenido de soya y contenido alto de MPGE, DSm= alto contenido de soya y contenido medio de MPGE, DSb= alto contenido de soya y contenido bajo de MPGE, DS0= alto contenido de soya y sin aditivo MPGE. Datos se presentan como promedio \pm desviación estándar, con n=3. Letras diferentes indican diferencia estadística significativa ($p < 0,05$).

El análisis histológico no evidenció enteritis en la dieta Ds0. La dieta DS0 evidenció infiltrado de granulocitos eosinófilos en la lámina propia. Las dietas DSa, DSb, DSm y DS0 presentaron cambios en la vacuola supranuclear y aumento de células caliciformes, todas ellas evidencias de enteritis (Urán, 2008). Además, se presentó mayor expresión relativa de *il17af2b* en la dieta DS0 a los 30 días en comparación con las dietas Ds0, DSa, DSm y DSb, lo que se ha descrito en enteritis asociada al uso de soya en salmónidos (Marjara et al., 2012). En cuanto a la defensa antioxidante la expresión relativa de *txnip* evidenció diferencia estadística significativa a los 30 días entre las dietas Ds0 (que presentó el valor más bajo) y DS0 (que presentó el valor más alto), mientras las dietas DSa, DSm y DSb se ubicaron en un nivel intermedio entre ambas dietas.

CONCLUSIONES

El presente estudio evaluó por primera vez la utilización de MPGE en enteritis distal subclínica subyacente a la alta incorporación de harina de soya en trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*). La suplementación con el aditivo evaluado, en la dieta formulada con alta incorporación de ingredientes derivados de soya, mejoró la eficiencia productiva expresada como FCR. La mejora se presentó asociada a una mayor tasa retención de proteínas y cambios en la expresión de *il17af2b* y *txnip*. Estos resultados confirman la factibilidad de utilizar MPGE en dietas con altos niveles de soya suministradas a trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*).

REFERENCIAS

- Marjara, I. S., Chikwati, E. M., Valen, E. C., Krogdahl, Å., & Bakke, A. M. (2012). Transcriptional regulation of IL-17A and other inflammatory markers during the development of soybean meal-induced enteropathy in the distal intestine of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.).
- Pfaffl, M. (2001). A new mathematical model for relative quantification in real-time RT-PCR. *Nucleic Acids Research*, 29(9), 2002–2007.
- Urán, P. A., Aydin, R., Schrama, J. W., Verreth, J. A. J., & Rombout, J. H. W. M. (2008). Soybean meal-induced uptake block in Atlantic salmon *Salmo salar* distal enterocytes. *Journal of Fish Biology*, 73(10), 2571–2579.
- Wacyk, J., Powell, M., Rodnick, K., Overturf, K., Hill, R. A., & Hardy, R. (2012). Dietary protein source significantly alters growth performance, plasma variables and hepatic gene expression in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed amino acid balanced diets. *Aquaculture*, 356–357, 223–234.

VALIDACIÓN DE LA PREDICCIÓN DEL CONSUMO DE PRADERA DE VACAS HOLSTEIN EN UN MODELO QUE INTEGRA LAS ECUACIONES DE PREDICCIÓN DE LOS REQUERIMIENTOS DE ENERGÍA NETA DE LACTANCIA DEL NRC 2021.

Validation of the prediction of the consumption of grazing dairy cows Holstein in a model that integrates the NRC 2021 lactation net energy requirements prediction equations.

Jorge Figueroa M, Médico Veterinario
Email: joanfimo@gmail.com

INTRODUCCIÓN

Las ecuaciones de predicción del consumo de materia seca (CMS) para vacas lecheras NRC 2021 funcionan con factores de los animales (Ecuación 2-1), factores de la dieta (Ecuación 2-2), o la oferta de pradera (Ecuación 13-1); se desarrollaron en vacas Holstein alta producción alimentadas con raciones mezcladas (NRC, 2021). El objetivo del trabajo validar la predicción del CMS de pradera de vacas Holstein en pastoreo, en un modelo (Figueroa, 2021), actualizado con ecuaciones de los requerimientos de energía del NRC 2021, y la ecuación predictora del CMS de Allen, 2019, regulada con la calibración del comportamiento ingestivo de las vacas lecheras durante el pastoreo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Al modelo de simulación (Figueroa, 2021) se integraron las ecuaciones de predicción del CMS del NRC 2021, y la ecuación predictora del CMS del NRC 2001 ajustada por Allen, 2019 (**Tabla 1**).

Cuadro 1. Ecuaciones de predicción del consumo de materia seca de las vacas lecheras en el nuevo sistema NRC 2021.

Ecuación 1 (Allen, 2019). CMS (kg MS d) = (0,218 x leche FCM 4% + 0,132 x Peso ^{0.75}) x 1 - 2,71828 ^(-0.002 x SEMANA LACTANCIA + 3.67)
Ecuación 13-1 (NRC, 2021). CMS de pradera vacas Holstein (kg MS d) = 7,79 + 0,26 x oferta de pradera - 0,0012 x oferta de pradera ² (Bargo, 2003).
Ecuación 2-2 (NRC, 2021). CMS vacas Holstein (kg MS d) = F1 + F2 x F3 + F4
Ecuación 2-1 (NRC, 2021). CMS vacas Holstein (kg MS d) = (F5 + F6 + F7 + F8 + F9) x exp ^(0.003 x DÍAS LACTANCIA)
$F1 = 12,0 - 0,107 \times FNDf + 8,17 \times ADF / NDF$; $F2 = 0,0253 \times FNDf - 0,328 \times (ADF / NDF - 0,602)$; $F3 = (FNDf - 48,3) + 0,225 \times MY$; $F4 = 0,00390 \times (FNDf - 48,3) \times (MY - 33,1)$; $F5 = 3,7 + Parto \times 5,7$ (Si Ordinal >1, Parto =0); $F6 = 0,305 \times \text{mcal ENI kg leche}$; $F7 = 0,022 \times \text{Peso}$; $F8 = (-0,689 - 1,87 \times Parto) \times \text{condición corporal (puntos)}$; $F9 = 1 - (0,212 \times Parto \times 0,136)$.

El CMS de pradera predicho por el modelo se validó con la composición promedio (**Input 1**) de la pradera permanente fertilizada en verano, otoño, invierno y primavera (Consortio Lechero, 2014).

Input 1. Composición química de praderas permanentes fertilizadas en verano, otoño, invierno y primavera (Consortio Lechero, 2014).

Estación	Materia seca %	Proteína cruda %	FDN %	FDA %	Digestibilidad FDN% (d)	EM mcal kg MS	ENI mcal kg MS
Verano	20,48%	20,38%	39,42%	27,53%	52%	2,72	1,72
Otoño	15,65%	25,26%	41,79%	25,04%	52%	2,68	1,69
Invierno	15,48%	26,41%	38,40%	23,36%	52%	2,77	1,75
Primavera	16,77%	23,33%	39,03%	23,33%	52%	2,80	1,81

(d) digestibilidad promedio de la fibra detergente neutra utilizada en la validación de la Ecuación 2-2 (Allen et al., 2019; NRC 2021).

El modelo se cargó con el perfil de una vaca Holstein madura de 650 kg de peso calibrando el comportamiento ingestivo en pastoreo según la Escuela Agrícola de la Universidad de Pensilvania (**Input 2**) comparando el CMS de pradera en pastoreo predicha por el modelo, con el CMS predicho por las tres ecuaciones del NRC 2021 (**Tabla 2**), combinando las opciones producción lechera (20, 22, 24, 26, 28 y 30 kg de leche/día), con las ofertas de pradera (40, 45, 50, 55 y 60 kg MS/día).

Input 2. Ingreso de los datos de las vacas lecheras, de la actividad corporal, del comportamiento ingestivo, y del pastoreo de la pradera.

Estado lactancia (días)	Peso corporal (kg)	Ordinal de partos (número)	Ganancia de peso (% peso)
100	650	3,00	0,1091%
Precio leche FPCM (\$ It)	Producción lechera (kg día)	Materia grasa (% promedio)	Proteína láctea (% promedio)
\$250	20 - 22 - 24 - 26 - 28 - 30	3,50%	3,20%
Condición corporal (puntos)	Caminatas (kms por viaje)	Inclinación vertical (%)	Viajes (Número al día)
3,00	0,75	0,0%	4
Disponibilidad (kg MS Ha)	Altura evaluación (cm)	Tasa crecimiento (kg MS Ha)	Ajuste digestibilidad (%)
2,500	0,0	0	100,0%
Tiempo pastoreo (min)	Tamaño bocado (grs MS)	Número bocados (N° min)	oferta pradera (kg MS día)
584	0,62	55	40 - 45 - 50 - 55 - 60 - 65

^Citado por CONtextoganadero <https://www.contextoganadero.com/blog/> 01 de Diciembre del año 2014.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La predicción del modelo presenta correlación perfecta ($R=0,999$) con la predicción de la ecuación 13-1, 2-1 y 2-2, que funcionan con la oferta de pradera, la composición de las dietas, y factores animales respectivamente. Las ecuaciones 2-1, 2-2 y 13-1 del NRC 2021, sobrestiman el CMS de pradera predicho por el modelo calibrado con el comportamiento ingestivo en el pastoreo ($RMSPE=16,73$, $7,826$ y $20,057$ respectivamente).

Cuadro 2. Comparación predicción del CMS de pradera de vacas Holstein de 650 kg de peso produciendo 20 a 30 kg leche día.

Tratamientos	Nº	Leche kg d	Oferta kg MS d	Modelo ^a	Ec 13-1 ^b	Ec 2-1 ^c	Ec 2-2 ^d
	1	20	40	16,07	16,27	24,40	24,91
	2	22	45	16,77	17,06	24,48	25,33
	3	24	50	17,46	17,79	24,56	25,75
	4	26	55	18,14	18,46	24,63	26,16
	5	28	60	18,80	19,07	24,71	26,58
	6	30	65	19,35	19,62	24,79	26,99
Cada uno de los seis tratamientos se repitió con las 4 praderas de verano, otoño, invierno y primavera.				CMS 17,76 kg MS d 2,73% Peso corporal	CMS 18,05 kg MS d 2,78% Peso corporal	CMS 24,59 kg MS d 3,78% Peso corporal	CMS 25,95 MS kg d 3,99% Peso corporal
<div style="background-color: #e0f0e0; padding: 5px;"> Composición de Alimentos para el Ganado Bovino Consorcio Lechero Cuarta edición </div>				Correlación	0,999	0,999	0,999
				RMSPE	0,686	16,730	20,057
				Sesgo medio	-0,420	-10,245	-12,282
				Error residual	0,554	13,226	15,856

^aCMS promedio kg MS día de los 6 tratamientos pastoreando las 4 praderas con la composición química de la **Tabla 1** en verano, otoño, invierno y primavera.

El modelo calibrado con el comportamiento ingestivo de las vacas en pastoreo (Figuerola, 2021) predice el CMS de pradera considerando los requerimientos de energía en pastoreo según el NRC 2021, con factores de la pradera (disponibilidad, oferta y concentración energética), factores de los animales (producción de leche, concentración de materia grasa y proteína láctea, cambio de peso, condición corporal y actividad corporal), y suplementación (nivel del suministro y concentración energética). La predicción del CMS de pradera del modelo, para animales en pastoreo con niveles de producción de 20 a 30 kg leche día, que funciona con el nivel de producción, condición corporal, actividad de los animales en pastoreo, y el aporte de energía de la pradera, podría ser más precisa que la Ecuación 13-1 del NRC 2021, que funciona solo con la oferta de pradera (Bargo, 2003).

CONCLUSIONES

El CMS de pradera predicho por el modelo alcanza correlación perfecta ($R=1$) con las ecuaciones 13-1, 2-1 y 2-2 del NRC 2021. La predicción del modelo con la energía, puede ser más precisa que la ecuación 13-1 que funciona con la oferta de pradera. Las ecuaciones 2-1 y 2-2 del NRC 2021, sobreestiman el CMS de pradera predicho por el modelo y por la ecuación 13-1 del NRC 2021.

REFERENCIAS

- ALLEN, M.S., SOUZA, D.O., VANDERHAAR, M.J. 2019. Equation to predict feed intake response by lactating cows to factors related to the filling effect of rations. *Journal of Dairy Science*. Volume 102. Issue 9. September 2019. Pages 7961-7969.
- BARGO, F.L., MULLER, L.D., KOLVER, E.S., and CASSIDY, T.W. Invited review: Production and digestion of supplemented dairy cows on pasture. *Journal of Dairy Science*. 86: 1-42.
- FIGUEROA, J. 2021. Validación de la predicción del consumo de pradera de vacas lecheras Holstein Neozelándes en pastoreo de pradera sin suplementación en un modelo de simulación basado en el NRC 2001. XLVI Congreso Sochipa A.G. Ganadería inteligente modernizando la producción animal. Versión on line. INIA. 10, 11 y 12 de Noviembre del año 2021.

NRC 2021. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. Eighth Revised Edition. Committee on Nutrient Requirements of Dairy Cattle. The National Academies Press. Washington, DC.

www.nap.edu

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 NETA DE LACTANCIA DEL NRC 2021.

Validation of the prediction of the grass consumption of Jersey cows in a model that integrates the NRC 2021 lactation net energy requirements prediction equations.

Jorge Figueroa M, Médico Veterinario
Email: joanfimo@gmail.com

INTRODUCCIÓN

Las ecuaciones de predicción NRC 2021 del consumo de materia seca (CMS) para vacas lecheras se desarrollaron en vacas mayoritariamente Holstein HF alta producción alimentadas con raciones mezcladas, y se desconoce su idoneidad para razas más pequeñas como Jersey JE (NRC, 2021). El objetivo del trabajo determinar la predicción del CMS de pradera con las ecuaciones del NRC 2021 en vacas JE en pastoreo, y comparar con la predicción del CMS en un modelo (Figueroa, 2021), actualizado con las ecuaciones de los requerimientos de energía del NRC 2021, y calibrado con el comportamiento ingestivo de las vacas JE en pastoreo de pradera (Prendiville, 2009).

MATERIALES Y MÉTODOS

La predicción del CMS de pradera se validó con la composición de praderas en verano, otoño, invierno y primavera¹. El modelo se cargó con el comportamiento ingestivo de vacas JE en pastoreo (Prendiville, 2009), calibrando el tamaño máximo del bocado TB en 0,5798 g. MS bocado para vacas JE maduras de 420 kg peso corporal², con la capacidad máxima de consumo de pradera (CMS=TP x TB x NB; **Input 1**) calculada mediante la ecuación 13-1 del NRC 2021 ante la oferta de 100 kg de MS de pradera (21,79 kg MS). Se comparó el CMS de pradera en pastoreo predicho por el modelo, con el CMS predicho por las tres ecuaciones del NRC 2021¹, combinando las opciones de producción diaria de leche con las seis ofertas diarias kg MS de pradera. La capacidad CMS de pradera (21,79 kg MS) utilizada para calibrar el TB hasta 0,5798 g. bocado MS para vacas JE de 420 kg de peso es 5,19 kg MS por 100 kg de peso corporal, y el CMS de pradera predicho por la ecuación 13-1 del NRC 2021 desarrollada con vacas mayoritariamente HF sería 3,43 kg MS por 100 kg de peso corporal para vacas maduras con promedio 635 kg de peso corporal (**Input 1**).

Input 1. Ingreso de los datos de las vacas lecheras, de la actividad corporal, del comportamiento ingestivo, y del pastoreo de la pradera.

Estado lactancia (días)	Peso corporal (kg)	Ordinal de partos (número)	Ganancia de peso (% peso)
100	420	3,00	0,0550%
Precio leche FPCM (\$ lt)	Producción lechera (kg día)	Materia grasa (% promedio)	Proteína láctea (% promedio)
\$250	18 - 20 - 22 - 24 - 26 - 28	4,90%	3,90%
Condición corporal (puntos)	Caminatas (kms por viaje)	Inclinación vertical (%)	Viajes (Número al día)
3,00	0,75	0,0%	4
Tiempo pastoreo TP (min)	Tamaño bocado TB (grs MS)	Número bocados NB (N° min)	oferta de pradera (kg MS día)
637	0,5798	59	25 - 40 - 55 - 70 - 85 - 100

¹ Datos predio real: Peso=420 kg; Leche=26-27 kg; Grasa=4,90%; Proteína=3,90%. Panguipulli. Región de Los Lagos (Comunicación Personal).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La predicción del CMS de pradera de la ecuación 2-2 del NRC 2021, que funciona con factores de la dieta y la producción de leche, sobrestima (24,51 kg MS vs 17,21 kg MS) el CMS del modelo calibrado para JE, ratificando que no sería apropiada para razas más pequeñas (NRC, 2021). La ecuación 2.1 que funciona solo con factores de los animales, que se desarrolló con vacas HF en confinamiento alimentadas con dietas totalmente mezcladas TMR (NRC, 2021), sobrestima el CMS de pradera predicho por el modelo para vacas JE en pastoreo (21,89 kg MS vs 17,21 kg MS).

Cuadro 1. Comparación de predicción del CMS de vacas Jersey de 420 kg de peso en pastoreo produciendo 18 a 28 kg leche día.

	Nº	Leche kg d	Oferta Kg MS	TB grs MS	CMS kg d Modelo ^a	CMS kg d Ec 13-1 ^b	CMS kg d Ec 2-1 ^b	CMS kg d Ec 2-2 ^b
Tratamientos	1	18	25	0,5798	15,29	13,54	20,57	24,28
	2	20	40	0,5798	16,32	16,27	21,10	24,40
	3	22	55	0,5798	17,19	18,46	21,63	24,48
	4	24	70	0,5798	17,71	20,11	22,16	24,56
	5	26	85	0,5798	18,20	21,22	22,68	24,63
	6	28	100	0,5798	18,56	21,79	23,21	24,71
Cada uno de los seis tratamientos se repitió con las 4 praderas de verano, otoño, invierno y primavera.					CMS 17,21 kg d 4,09 kg x 100 kg PV	CMS 18,57 kg d 4,42 x 100 kg PV	CMS 21,89 kg d 5,21 kg x 100 kg PV	CMS 24,51 kg d 5,94 kg x 100 kg PV

^aLas ecuaciones de predicción del NRC 2021, y la composición de las praderas, se presentan en otro trabajo similar realizado con vacas Holstein.

^bCMS promedio kg MS día de los 6 tratamientos pastoreando las 4 praderas con la composición química de las praderas en verano, otoño, invierno y primavera.

Las diferencias anatómicas, fisiológicas y de comportamiento ingestivo de JE con HF, no serían reflejadas en las ecuaciones del NRC 2021 desarrolladas con HF alta producción en confinamiento, y explicaría las diferencias en la predicción del CMS en pastoreo de pradera del modelo (**Tabla 2**).

Cuadro 2. Diferencias anatómicas, fisiológicas y de comportamiento ingestivo de las vacas de raza Jersey en pastoreo de pradera.

Mayor tamaño del tracto gastrointestinal Smith and Baldwin, 1994.	Mayor TP por unidad de peso corporal Mackle, 2010; Prendiville, 2009.	Mayor tasa de pasaje de los alimentos Ingvarsen, K.L. citado por Prendiville, 2009.
Mayor TB por unidad de peso corporal Prendiville, 2009	Mayor NB por unidad de peso corporal Prendiville, 2009.	Mayor NM ^a por unidad MS consumida Prendiville, 2009.

^aNM=número de masticaciones; disminuye el tamaño de las partículas; aumenta la tasa de pasaje; aumenta la digestibilidad de la dieta, y aumenta el CMS de pradera.

El modelo calibrado con el comportamiento ingestivo (TP hasta 637 minutos al día; NB hasta 59 bocados por minuto) y la capacidad de consumo de las vacas JE en pastoreo (TB hasta 0,5798 grs bocado), predice el CMS de pradera considerando los requerimientos de energía con las ecuaciones del NRC 2021, factores de la pradera, factores de los animales, y suplementación de la pradera (Figuroa, 2021), por lo que la predicción del CMS de pradera sería más segura que las ecuaciones del NRC 2021 desarrolladas mayoritariamente con vacas HF, en que la ecuación 13-1 funciona solo con la oferta de MS pradera, y la ecuación 2-1 que funciona solo con factores de los animales.

CONCLUSIONES

Las ecuaciones 2-1 y 2-2 del NRC 2021 sobreestiman el CMS de pradera de vacas JE en pastoreo. La predicción CMS del modelo sería más segura que la ecuación 13-1 NRC 2021, al considerar la energía de la pradera y el comportamiento ingestivo (TP, NB y TB) de las vacas JE en pastoreo.

REFERENCIAS

- FIGUEROA, J. 2021. Validación de la predicción del consumo de pradera de vacas lecheras Holstein Neozelánides en pastoreo de pradera sin suplementación en un modelo de simulación basado en el NRC 2001. XLVI Congreso Sochipa A.G. Ganadería inteligente modernizando la producción animal. Version on-line. INIA. 10, 11 y 12 de Noviembre del año 2021.
- MACKLE, T.R., PARR, C.R., STAKELUM, G.K., BRYANT, A.M., and MACMILLAN, K.L. published on-line 17 Mar 2010. Eficiencia de conversión alimenticia, ingesta diaria de pastos y producción de leche de vacas primíparas frisonas y jersey paridas en dos pesos vivos diferentes. New Zealand Journal of Agricultural Research. Volume 39, 1996. Pages 357-370.
- NRC 2021. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. Eighth Revised Edition. Committee on Nutrient Requirements of Dairy Cattle. The National Academies Press. Washington, DC. www.nap.edu
- PRENDIVILLE, R., LEWIS, E., PIERCE, K.M., and BUCKLEY, F. 2009. Comparative grazing behavior of lactating Holstein-Friesian, Jersey, and Jersey×Holstein-Friesian dairy cows and its association with intake capacity and production efficiency. Journal of Dairy Science. 93: 764 -774.
- SMITH, N. E., and BALDWIN, R.L. 1974. Effects of breed, pregnancy, and lactation on weight of organs and tissues in dairy cattle. Journal of Dairy Science. 57:1055–1060.

COMPORTAMIENTO INGESTIVO, CONSUMO Y BALANCE ENERGÉTICO DE VACAS HOSLTEIN FRIESIAN, HOLSTEIN FRIESIAN NEOZELANDES, JERSEY AMERICANO, Y JERSEY CHILENO EN PASTOREO DE PRADERA EN UN MODELO DE SIMULACIÓN QUE INTEGRA LAS ECUACIONES DEL SISTEMA NRC 2021.

Ingestive behavior, intake and energy balance of Holstein Friesian, New Zealand Holstein Friesian, American Jersey and Chilean Jersey cows grazing meadow in a simulation model that integrates the equations of the NCR 2021 system.

Jorge Figueroa M, Médico Veterinario
Email: joanfimo@gmail.com

INTRODUCCIÓN

Los requerimientos de nutrientes para vacas en pastoreo no difieren de las vacas en confinamiento excepto energía y quizás proteína, pues en el pastoreo se gasta más energía cosechando el alimento (caminando, recogiendo y masticando la hierba) que en el confinamiento alimentadas con dietas totalmente mezcladas TMR. Además, por la topografía y localización de los potreros, las vacas en pastoreo pueden gastar más energía caminando al lugar de ordeño que las vacas en confinamiento. Aunque estos costos son reales, en condiciones de campo son difíciles de cuantificar; no obstante, podómetros, dispositivos de posicionamiento global, y mapas topográficos, pueden generar inputs seguros (NRC, 2021). Se compara el comportamiento ingestivo, consumo y balance energético de vacas Holstein Friesian (HF), Holstein Friesian Neozelandés (HNZ), Jersey americano (JUSA), y Jersey chileno (JCH) en pastoreo de pradera en un modelo que integra ecuaciones del NRC 2021.

MATERIALES Y MÉTODOS

El modelo (Figueroa, 2021) actualizado con las ecuaciones de predicción del consumo de materia seca (CMS) de vacas lecheras y la predicción de los requerimientos de energía del NRC 2021, se cargó con el perfil productivo (**Cuadro 1**) de vacas maduras HF y JUSA según NRC 2021, y vacas HNZ y JCH, el día 100 de lactancia, en condición corporal 3,0 puntos, ganando 0,055% del peso corporal al día, actividad corporal de 4 caminatas de 0,75 km al día, más la actividad durante el pastoreo de la pradera. Se calibró la oferta de pradera¹ en 100 kg MS por vaca al día (NRC, 2021).

¹Las praderas de verano, otoño, invierno y primavera (1,72, 1,69, 1,75 y 1,81 mcal ENI kg MS respectivamente) se presentan en otro trabajo.

Cuadro 1.- Peso corporal, producción de leche, concentración grasa, proteína y lactosa de HF, HNZ, JUSA y JCH.

Raza	Peso corporal kg	Leche real kg	Grasa %	Proteína %	Lactosa %
HF ²	700	55,0	3,50	2,80	4,85
HNZ ³	578	26,0	4,66	3,62	4,85
JUSA ⁴	520	37,0	4,80	3,50	4,85
JCH ⁵	420	26,5	4,90	3,90	4,85

²Biotipo HF-JUSA tablas 21-1 y 21-2 (NRC 2021); ³Biotipo HNZ Estación Experimental Oromo (citado por Figueroa, 2021); ⁴Biotipo JCH (Comunicación personal)

El comportamiento ingestivo se calibró máximo 600 minutos de pastoreo TP al día, máximo 60 bocados por minuto NB. Para realizar las simulaciones con las vacas HNZ, JUSA y JCH, el máximo tamaño del bocado TB del modelo se calibró hasta 0,6053 grs CMS bocado, nivel al que vacas HF alcanzarían el máximo consumo de pradera CMS predicho por la ecuación 13-1 del NRC 2021 desarrollada con vacas HF (21,79 kg CMS de pradera) desde los 100 kg MS de pradera ofrecidos. Para calibrar el máximo TB para vacas HF de alta producción, se utilizaron las ecuaciones 2-1 y 2-2 del NRC 2021, que predicen el CMS desde 22,06 kg MS hasta 25,78 kg MS, respectivamente (promedio 23,92 kg MS), aumentando el TB en las simulaciones para HF hasta 0,6638 g. bocado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

HF y JUSA consumen más CMS de pradera en pastoreo, con mayor TB y TI que HNZ y JCH. Sin embargo, por 100 kg de peso, el CMS promedio de JCH y JUSA es 24,8% y 20,4% mayor que HF y HNZ, respectivamente, con mayor TB y TI. Las vacas JCH y JUSA capturan en promedio 0,85 y 0,72 kg MS más pradera por 100 kg de peso que HF y HNZ, respectivamente (**Cuadro 2**), coincidiendo con Prendiville, 2009, que reporta 0,65 kg MS más CMS de pradera de Jersey vs HF.

Cuadro 2. Comportamiento ingestivo y consumo de pradera CMS de vacas HF, HNZ, JUSA y JCH en pastoreo.

Resultados	Consumo de pradera CMS (kg MS día)		Tamaño del bocado TB (g. MS por bocado)		Tasa de ingesta TI (g. MS por minuto)	
	Por vaca	Por 100 kg PV	Por vaca	Por 100 kg PV	Por vaca	Por 100 kg PV
HF	23,8973	3,4139	0,6638	0,0948	39,8288	5,6898
HNZ	20,4605	3,5399	0,5987	0,1036	34,9950	6,0545
JUSA	21,7901	4,1904	0,6053	0,1164	36,3168	6,9840
JCH	18,2009	4,3335	0,5056	0,1204	30,3348	7,2226

HF captura 17,66% más energía en pastoreo que HNZ, JUSA y JCH, coincidiendo con Kristensen, 2015, que reporta 20% más consumo de energía de vacas HF vs Jersey; pero su balance energético negativo por 100 kg de peso es 99%, 48% y 78% mayor que HNZ, JUSA y JCH, respectivamente. La energía para mantención de HF por 100 kg de peso es 13%, 20% y 32% mayor que HNZ, JUSA y JCH, respectivamente. La energía para caminatas y pastoreo, que es función del peso corporal y la cantidad de hierba consumida sobre la oferta de pradera (NRC, 2021), es 10%, 14% y 22% mayor para HF que HNZ, JUSA y JCH, respectivamente (**Cuadro 3**). El gasto de energía en pastoreo es desde el 70% (para HF) al 80% (para JCH) del total de energía consumida por la actividad corporal.

Cuadro 3. Consumo de energía, balance de energía y costo energético de vacas HF, HNZ, JUSA y JCH en pastoreo

Resultados	Consumo de energía neta (mcal ENI día)		Balance de energía neta (mcal ENI día)		Gasto en caminatas y pastoreo (mcal ENI día)	
	Por vaca	Por 100 kg PV	Por vaca	Por 100 kg PV	Por vaca	Por 100 kg PV
HF	41,6411	5,9487	-11,6134	-1,6591	2,7557	0,3937
HNZ	35,6326	6,1448	-0,0599	-0,0086	2,4910	0,3559
JUSA	35,4692	6,8210	-5,9926	-0,8561	2,3627	0,3375
JCH	31,7650	7,5631	-2,5235	-0,3605	2,1368	0,3053

CONCLUSIONES

El modelo integrando las nuevas ecuaciones del NRC 2021 y cargado con información fidedigna, permite estudiar y comparar el comportamiento ingestivo, el consumo de energía en pastoreo de pradera y el balance energético de vacas HF, HNZ, JUSA y JCH, entregando información valiosa que facilita el proceso de toma de decisiones para optimizar el funcionamiento del sistema lechero.

REFERENCIAS

- FIGUEROA, J. 2021. Validación de la predicción del consumo de pradera de vacas lecheras Holstein Neozelándes en pastoreo de pradera sin suplementación en un modelo de simulación basado en el NRC 2001. XLVI Congreso Sochipa A.G. Ganadería inteligente modernizando la producción animal. Versión on line. INIA. 10, 11 y 12 de Noviembre del año 2021.
- KRISTENSEN, T., JENSEN, C., ØSTERGAARD, S., WEISBJERG, M.R., AAES, O, and NIELSEN, N.I. 2015. Feeding, production, and efficiency of Holstein-Friesian, Jersey, and mixed-breed lactating dairy cows in commercial Danish herds. *Journal of Dairy Science*. 98:263–274.
- NRC 2021. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. Eighth Revised Edition. Committee on Nutrient Requirements of Dairy Cattle. The National Academies Press. Washington, DC. www.nap.edu
- PRENDIVILLE, R., LEWIS, E., PIERCE, K.M., and BUCKLEY, F. 2009. Comparative grazing behavior of lactating Holstein-Friesian, Jersey, and Jersey×Holstein-Friesian dairy cows and its association with intake capacity and production efficiency. *Journal of Dairy Science*. 93: 764 -774.

DETERMINACIÓN DEL BALANCE DE MACRO MINERALES EN VACAS LECHERAS EN LA ZONA SUR DE CHILE UTILIZANDO EL MODELO NASEM 2021

Determination of the macro minerals balance of dairy cows in the southern of Chile using the NASEM 2021 model

A.G. Morales^{1,2}, M. Casas³, S. Espindola³, R.G. Pulido², and M.D. Hanigan¹

¹Department of Dairy Science, Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, VA, USA; ²Instituto de Ciencia Animal, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile;

³Cooperativa Agrícola y Lechera de La Unión, COLUN, La Unión, Chile.

E-mail: alvaro.morales@uach.cl.

INTRODUCCIÓN

Una correcta formulación de dietas requiere conocer la ingesta, uso, retención y excreción de nutrientes para generar sistemas productivos rentables y sostenibles. Sin embargo, existe limitada información sobre este balance, particularmente en minerales, para vacas lecheras en sistemas pastoriles. Recientemente, una nueva versión del modelo nutricional NASEM (antiguo NRC) fue publicada, la cual incluye recomendaciones actualizadas sobre el requerimiento y uso de nutrientes. El objetivo de este estudio fue determinar el balance de macro minerales en vacas lecheras en el sur de Chile utilizando el modelo nutricional NASEM (2021).

MATERIALES Y MÉTODOS

La información de dietas y registros productivos de vacas lecheras fue proporcionada por el equipo de asesores nutricionistas de la Cooperativa COLUN (La Unión, Chile). Estas dietas se entregaron durante 2019, y se formularon en base a análisis periódicos de alimentos, además de mediciones de consumo grupal y el registro productivo mensual de los animales. Se seleccionaron 52 dietas grupales (11 grupos de vacas primíparas y 40 multíparas) de 7 predios lecheros comerciales. El promedio de inclusión de pradera fue de $4,86 \pm 3,56$ kg MS/d, y la composición promedio de las dietas (expresada en MS) consistió en $17,0 \pm 2,28\%$ de PC, $31,7 \pm 2,57\%$ de FDN, $22,7 \pm 3,69\%$ de almidón, $68,1 \pm 8,10\%$ de forrajes, y $31,9 \pm 8,10\%$ de concentrados. Los alimentos utilizados fueron pradera, heno y ensilajes de pradera, maíz, triticale, alfalfa, maíz molido, maíz roleado, maíz grano húmedo, harina y cascara de soya, afrecho de raps, coqueta de remolacha y melaza. Las vacas seleccionadas promediaron $573 \pm 56,5$ kg de peso vivo, consumo de $20,1 \pm 2,52$ kg MS, $23,8 \pm 5,97$ kg de leche/d y $166 \pm 87,4$ días en leche. Se utilizó la versión R del modelo NASEM (2021) para realizar los balances de minerales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El balance de macro minerales (Tabla 1) indica que, en orden descendente, N, K, Ca, Cl, Mg, P y Na son excretados al ambiente. Se observaron importantes diferencias en la absorción (g/100g) de cada macro mineral, esto se asoció a factores propios de las materias primas utilizadas y además sugiere la existencia de factores biológicos propios del animal que posiblemente condicionan la absorción de cada mineral. Las eficiencias de utilización, medidas como mineral retenido versus consumido o absorbido, fueron variables y generalmente bajas para cada macro mineral. Esto sugiere que existe la posibilidad de mejora a través de manejos nutricionales y quizá a través de selección genética. A pesar que estas dietas provenían de predios con manejo nutricional, se evidenció una importante excreción de algunos macro minerales como N y K al ambiente, así mayores excreciones de éstos y probablemente otros macro minerales al ambiente son esperables en predios sin manejo.

Cuadro 1. Balance de macro minerales en vacas lecheras en la zona sur de Chile utilizando el modelo NASEM 2021.

	N	Ca	P	Mg	Cl	K	Na	S
Consumo, g/d	548	133	68,4	60,2	106	351	41,0	45,0
DE	112	21,2	12,3	9,25	22,3	84,4	23,3	8,94
Contenido dieta, % MS	2,71	0,67	0,34	0,30	0,53	1,74	0,20	0,22
DE	0,37	0,10	0,04	0,04	0,11	0,38	0,10	0,03
Requerimiento, % MS	—	0,47	0,29	0,18	0,25	1,01	0,20	0,20
DE		0,04	0,02	0,01	0,02	0,09	0,01	
Absorción g/100g	56,5	48,7	75,5	25,8	91,7	99,9	95,6	—
DE	4,54	1,82	1,00	1,38	0,09	0,01	2,08	
Balance (requerido - absorbido) g/d	—	18,2	7,91	6,33	50,6	150	0,56	4,78
DE		10,3	5,53	1,78	19,6	79,8	20,5	6,03
Requerimiento mantención, g/d								
Descamación	1,44	—	—	—	—	—	—	—
DE	0,23							
Metabólico fecal	50,8	18,1	20,1	6,04	22,3	50,3	29,2	—
DE	5,90	2,27	2,52	0,76	2,79	6,29	3,65	
Endógeno urinario	30,4	—	0,34	0,40	—	115	—	—
DE	2,99		0,03	0,04		11,3		
Requerimiento preñez, g/d	0,63	0,35	0,29	—	—	—	—	—
DE	1,49	0,56	0,45					
Requerimiento lactancia, g/d	135	26,5	22,0	2,62	23,8	35,7	9,5	—
DE	31,9	6,35	5,36	0,66	5,97	8,96	2,39	
Requerimiento ganancia de peso, g/d	2,71	1,47	0,88	0,07	0,15	0,38	0,21	—
DE	0,17	0,04	0,02					
Retenido en leche/consumo g/g	0,25	0,20	0,32	0,04	0,23	0,11	0,30	—
DE	0,04	0,05	0,06	0,01	0,06	0,03	0,15	
Retenido en producto/consumo ¹ , g/g	0,25	0,22	0,34	0,04	0,23	0,11	0,30	—
DE	0,04	0,05	0,05	0,01	0,06	0,03	0,15	
Retenido en producto/absorbido ¹ , g/g	0,45	0,44	0,45	0,17	0,25	0,11	0,32	—
DE	0,06	0,10	0,07	0,04	0,07	0,03	0,16	
Excretado en estiércol, g/d	410	105	45,2	57,5	81,7	315	31,3	—
DE	91,5	19,8	9,4	9,01	21,4	81,4	22,5	
Kg excretados/vaca/año	150	38,2	16,5	21,0	29,8	115	11,4	—
DE	33,4	7,21	3,43	3,29	7,82	29,70	8,21	

¹retenido en producto considera retención en leche, ganancia de peso y preñez. — no aplica.

CONCLUSIONES

Estos resultados constituyen una línea base para realizar balances prediales de uso y excreción de macro minerales, así como presentar la utilidad del modelo NASEM 2021 para diseñar estrategias que incrementen la eficiencia de utilización de cada macro mineral.

REFERENCIAS

NASEM. 2021. Nutrient requirements of dairy cattle: Eighth revised edition. The National Academies Press, Washington, DC.

RESPUESTA PRODUCTIVA DEL REEMPLAZO DEL AFRECHO DE SOYA POR GRANO DE ARVEJA EN LA DIETA DE VACAS LECHERAS

Production responses of dairy cows when replacing soybean meal by peas in the diet

Héctor Uribe¹, Juan Pablo Keim¹, Romina Gonzalez^{1,2}

¹Instituto de Producción Animal, Universidad Austral de Chile, ² Escuela de Graduados, Facultad de Ciencias Agrarias y Alimentarias, Universidad Austral de Chile. * juan.keim@uach.cl

INTRODUCCIÓN

Los sistemas lecheros del sur de Chile basan su alimentación en la pradera permanente, las cuales presentan generalmente concentraciones de proteína cruda superior a los requerimientos de las vacas. No obstante, cuando la pradera es limitante, es necesario complementar la alimentación. El afrecho de soya es el suplemento proteico más utilizado, sin embargo, el costo de esta fuente proteica ha aumentado considerablemente en los últimos años. Entre las posibles alternativas, la arveja parece una fuente proteica interesante, por su alto contenido de proteína y energía en forma de almidón. El objetivo del presente estudio fue evaluar la respuesta productiva y económica al reemplazar parcial o totalmente afrecho de soya por grano de arveja en la dieta de vacas lecheras.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se desarrolló entre enero y marzo de 2022 en la Estación Experimental Agropecuaria Austral, perteneciente a la Universidad Austral de Chile, en la unidad de metabolismo para rumiantes. Se utilizaron 12 vacas multíparas, con $152 \pm 18,6$ días en lactancia al inicio del estudio y con una producción de $26 \pm 1,93$ kg de leche al día, las cuales fueron estabuladas en cubículos individuales y fueron asignadas aleatoriamente en uno de los tres tratamientos, S: 55% ensilaje de pradera, 9% heno de alfalfa, 17,5% concentrado, 10% maíz molido, 8,5% afrecho de soya; AS: 55,5% ensilaje de pradera, 9% heno de alfalfa, 11,5% concentrado, 4,5% maíz molido, 5% afrecho de soya, 14,5% grano de arveja; A: 56% ensilaje de pradera, 9% heno de alfalfa, 7% concentrado, 2,5% maíz molido, 25,5% grano de arveja. El diseño experimental correspondió a un cuadrado latino de 3x3 replicado (tres tratamientos, tres periodos y cuatro cuadrados) y balanceado para efecto residuales. Cada periodo experimental fue de 21 días, correspondiente a 14 días de acostumbramiento a la dieta y 7 días de evaluación. Durante la semana de evaluación se registró la producción de leche (PL) diariamente, mientras que el consumo de materia seca (CMS) y muestras para calidad de leche (materia grasa, proteína cruda) en tres días no consecutivos por semana. El precio por litro de leche se calculó a partir de una pauta de pago vigente de la empresa Nestlé Chile S.A. para la región de Los Ríos y los costos de alimentación en base a los precios de compra de heno de alfalfa, maíz molido, afrecho de soya, concentrado y grano de arveja, mientras que el costo por kg MS de ensilaje de pradera se calculó en base a las labores realizadas para la obtención de este. Para el análisis estadístico se utilizó PROC MIXED de SAS donde se consideró el tipo de dieta y el período como efectos fijos y, el cuadrado y la vaca dentro del cuadrado como efectos aleatorios. Se realizaron contrastes polinomiales para determinar efectos lineales o cuadráticos de la inclusión de grano de arveja en la dieta declarando un nivel de significancia de $P < 0,05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El consumo promedio fue de 23 kg MS/vaca/día sin observarse diferencias significativas entre tratamientos, al igual que el consumo de energía, proteína, fibra detergente neutro y extracto etéreo. El consumo de carbohidratos no fibrosos aumentó con la inclusión de arveja en la dieta ($P < 0,05$). La producción de leche fue estadísticamente mayor en vacas alimentadas con S y AS,

disminuyendo a 22.6 kg/día al realizar un reemplazo total de soya por arveja, al igual que la concentración de PC en leche la cual disminuyó de 3.79 a 3.71 en S y A respectivamente, esto podría deberse a que, a pesar de que la arveja tiene mayor contenido de lisina que la soya, en contraste, la soya tiene mayor contenido de metionina y triptófano que la arveja; que son aminoácidos esenciales limitantes para la producción de leche. No se observaron diferencias significativas para el contenido de MG ($P > 0.05$). La inclusión de arveja, tanto parcial (AS) como total (A), redujo el costo de alimentación expresado en \$/kg MS o \$/d. El precio recibido por litro de leche no varió significativamente, mientras que la venta de leche por vaca/día fue mayor para las vacas alimentadas con afrecho de soya y en las que se realizó un reemplazo parcial (AS). Finalmente, el reemplazo parcial y total de soya por arveja incrementaron el margen por 141 y 121 \$/vaca/día respectivamente.

CUADRO 1. Efecto del reemplazo del afrecho de soya por grano de arveja sobre la respuesta productiva y margen sobre alimentación en vacas lecheras.

	S	AS	A	P-Valor
Consumo				
Materia Seca (kg/d)	23.2	23.3	23.1	0.862
Energía Metabolizable (Mcal/d)	64.9	65.3	64.2	0.428
Proteína Cruda (kg/d)	4.6	4.4	4.3	0.364
Fibra Detergente Neutro (kg/d)	9.5	9.4	9.7	0.572
Extracto Etéreo (kg/d)	0.7	0.6	0.6	0.256
Carbohidratos No Fibrosos (kg/d)	6.6	7.0	7.3	0.047
Producción de Leche (kg/d)	23.9 ^a	23.6 ^a	22.6 ^b	<0.001
Materia Grasa (%)	5.02	5.06	5.12	0.254
Proteína Cruda (%)	3.79 ^a	3.78 ^a	3.71 ^b	<0.001
Ingreso Neto (\$/vaca)	9.877	9.718	9.352	
Costo alimentación (\$/vaca)	6.226	5.926	5.574	
Margen sobre alimentación (\$/vaca)	3.651	3.792	3.778	

CONCLUSIONES

A pesar de que ambos reemplazos aumentan los márgenes sobre alimentación, el reemplazo parcial de soya por arveja aparece como más aconsejable, ya que no compromete la producción por vaca. Se recomienda realizar estudios que evalúen posibles deficiencias de aminoácidos.

REFERENCIAS

- Pirzadeh, A., et al. (2019). Iranian Journal of Applied Animal Science, 9(1), 45-50.
 Volpelli, L., et al (2009). Italian Journal of Animal Science, 8(2), 245-257.

Proyecto financiado por Nestle Chile S.A.

EFFECTOS DEL REEMPLAZO DE FORRAJES POR ORUJO DE UVA PAÍS SOBRE POBLACIONES MICROBIANAS EN UN SISTEMA RUSITEC

Effect of replacing forages with País grape marc on microbial populations in a Rusitec system

Suescun-Ospina, S. T.^{1,3}, Vera, N.¹, Williams, P.² y Ávila-Stagno, J.^{1*}

¹Departamento de Ciencia Animal, Facultad de Ciencias Veterinarias. ²Depto. de Producción Animal, Facultad de Agronomía, Universidad de Concepción, Chillán, Chile. ³Escuela de Ciencias Animales, Universidad de los Llanos, Colombia. *E-mail: jorgeavila@udec.cl

INTRODUCCIÓN

El orujo de uva (OU) País posee un alto contenido de taninos (6,89 % base materia seca [MS]), fibra detergente neutro (41,5% MS) y lípidos (9,82% MS) y reduce la producción y rendimiento de metano (CH₄) y la producción de nitrógeno amoniacal *in vitro* (Suescún-Ospina *et al.*, 2022). Sus efectos sobre las poblaciones microbianas ruminales no han sido reportados. Este estudio evaluó los efectos del OU País al 20% (MS) en dietas altas (AF) y bajas en forraje (BF) sobre ruminales de importancia en un sistema de fermentación semicontinuo Rusitec.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el Laboratorio de Nutrición y Sistemas Ganaderos (Universidad de Concepción). Se realizaron dos incubaciones con 10-d de adaptación y 6 de muestreo, usando fluido ruminal y digesta sólida de dos bovinos canulados, alimentados con heno y concentrado (75:20). Orujo de uva País del valle del Itata sustituyó el 20% (MS) de una fuente de fibra en dos tratamientos. Se utilizó heno mixto: heno de alfalfa: ensilaje de maíz: OU: maíz grano húmedo: harina de soya: avena y minerales en distintas proporciones (% MS), para formular cuatro tratamientos: dietas altas en forraje (PC 15% MS): control AF (33:38:0:0:12:2:15:1) y AF + OU (10:40:0:20:15:5:10:1); y dietas bajas en forraje (PC 16% MS), control BF (0:20:20:0:19:12:28:1) y BF + OU (0:20:0:20:24:11:25:1); asignados al azar en replicado, a uno de 8 fermentadores RUSITEC. En el día 0 se agregó líquido ruminal y buffer McDougall (8:2) a cada fermentador (n = 8) y se depositaron dos bolsas de dacrón, una con digesta ruminal y otra con el tratamiento correspondiente. Las bolsas con digesta fueron reemplazadas a las 24-h por el tratamiento correspondiente, y a partir del día 2, las bolsas se reemplazaron cada 48-h. En los días 10-15 de incubación se determinaron parámetros de la fermentación ruminal, en los días 5 y 16 de incubación, se tomaron muestras (10 g) para evaluar cambios en las poblaciones microbianas. El ADN se extrajo utilizando el kit ADN de tejidos E.Z.N.A. y se realizó PCR cuantitativo. La expresión génica relativa de metanógenos totales, *Fibrobacter succinogenes*, *Ruminococcus albus*, *Ruminococcus flavefaciens*, *Butyrivibrio fibrisolvens* y *Prevotella* spp. fue determinada mediante el método 2- $\Delta\Delta$ Ct, los datos transformados a porcentaje y a escala log₁₀ para su análisis estadístico. Se realizó un ANOVA factorial 2x2 (2 tratamientos x2 días de muestreo) para evaluar cambios en la abundancia relativa de cada una de las poblaciones microbianas. Se comparó medias con prueba Tukey ($P < 0,05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Todas las poblaciones microbianas evaluadas fueron afectadas por el tratamiento, el día de muestreo y la interacción entre estos (Cuadro 1). Los metanógenos totales fueron reducidos en las dietas con OU ($P= 0.007$), indistintamente del día de incubación. *Ruminococcus flavefaciens* fue reducido en los tratamientos con OU ($P= 0.008$), aunque una mayor reducción se registró para la

dieta BFOU el día 16 de incubación ($P < 0.001$). *Fibrobacter succinogenes* fue incrementado en los tratamientos con OU ($P < 0.001$); con incremento el día 5 de incubación, pero una marcada reducción el día 16 de incubación ($P < 0.001$). *Ruminococcus albus* y *Prevotella* spp fueron incrementadas en los tratamientos con OU ($P < 0.05$). Se registró un incremento en *Butyrivibrio fibrisolvens* en los tratamientos con OU ($P < 0.007$), con una mayor expresión génica el día 16 de incubación ($P < 0.016$). En la dieta AF la inclusión de OU redujo la producción (15%) y el rendimiento (18%) de CH_4 , así como la producción de $N-NH_3$ en 25%, sin afectar la DIVMS. En la dieta BF la inclusión de OU redujo la producción (9%) y el rendimiento (14%) de CH_4 , así como la producción de $N-NH_3$ en 22%, con reducción de la DIVMS en 5% (Datos no presentados). Reducciones de la producción de CH_4 por la inclusión de OU por efectos de los taninos condensados (TC) y lípidos del OU sobre las poblaciones fibrolíticas han sido reportadas (Williams et al., 2020). Dada la redundancia funcional de las poblaciones fibrolíticas (Söllinger et al. 2018), la reducción del CH_4 podría ser un efecto directo del OU sobre las poblaciones de metanógenos y no por efecto de la reducción en la fibrolisis.

Cuadro 1. Cambios en la abundancia relativa (% de las bacterias totales) de poblaciones microbianas en fermentadores alimentados con dietas altas (AF) y bajas (BF) en forraje con orujo de uva País (AFOU y BFOU)

	DIA 5				DIA 15				EEM	P-valor		
	Tratamiento									OU	Día	OU×Día
	AF	AFOU	BF	BFOU	AF	AFOU	BF	BFOU				
Metanógenos totales	1 ^A	0.07 ^B	1 ^A	0.06 ^B	1 ^A	0.01 ^C	1 ^A	0.02 ^C	0.015	0.000	0.001	0.007
<i>Butyrivibrio fibrisolvens</i>	1 ^C	1.48 ^C	1 ^C	4.53 ^B	1 ^C	6.05 ^B	1 ^C	8.37 ^A	1.212	0.007	0.016	0.009
<i>Ruminococcus flavefaciens</i>	1 ^A	0.45 ^B	1 ^A	0.18 ^B	1 ^A	0.34 ^B	1 ^A	0.08 ^C	0.008	0.008	0.001	<0.001
<i>Fibrobacter succinogenes</i>	1 ^B	5.56 ^A	1 ^B	5.15 ^A	1 ^B	0.56 ^B	1 ^B	0.45 ^B	1.101	0.000	0.001	0.006
<i>Ruminococcus albus</i>	1 ^C	6.19 ^A	1 ^C	2.43 ^B	1 ^C	9.42 ^A	1 ^C	2.03 ^B	0.490	0.017	0.009	0.006
<i>Prevotella</i> spp.	1 ^C	2.78 ^B	1 ^C	6.53 ^A	1 ^C	2.33 ^B	1 ^C	5.06 ^A	0.748	0.002	0.017	0.009
Índice de Shannon	3.46 ^B	3.68 ^B	3.67 ^B	3.90 ^B	3.57 ^B	4.55 ^A	3.65 ^B	4.66 ^A	0.167	0.052	0.015	0.188

* Nota: EEM: error estándar de la media; TTO: tratamiento; TTO*Día: interacción tratamiento * día; ^{a-c} letras diferentes la misma fila difieren ($P < 0,05$).

CONCLUSIÓN

La inclusión de OU País al 20% MS en dietas altas y bajas en forraje para rumiantes redujo producción y rendimiento de CH_4 , los metanógenos y *R. flavefaciens* en condiciones *in vitro*, sin embargo, no afectó otras poblaciones fibrolíticas del rumen.

REFERENCIAS

- SÖLLINGER A, TVEIT AT, POULSEN M, NOEL SJ, BENGTSSON M, BERNHARDT J, et al. (2018). Holistic assessment of rumen microbiome dynamics through quantitative metatranscriptomics reveals multifunctional redundancy during key steps of anaerobic feed degradation. *mSystems* 3: e00038-18.
- SUESCUN-OSPINA, S. T., VERA, N., ASTUDILLO, R., YUNDA, C., WILLIAMS, P., ALLENDE, R., & ÁVILA-STAGNO, J. (2022). Effects of País grape marc inclusion in high and low forage diets: ruminal fermentation, methane production and volatile fatty acids. *Italian Journal of Animal Science*, 21(1), 924-933.
- WILLIAMS SRO, HANNAH MC, ECKARD RJ, WALES WJ, MOATE PJ. (2020). Supplementing the diet of dairy cows with fat or tannin reduces methane yield, and additively when fed in combination. *Animal*.14(S3):s464-s472.

VALIDACIÓN DE LA ENERGÍA INGERIDA Y METABOLIZADA POR VACAS LECHERAS EN PASTOREO DE PRADERA SIN SUPLEMENTACIÓN MEDIANTE LAS ECUACIONES DEL SISTEMA NRC 2021 EN UN MODELO DE SIMULACIÓN.

Validation of ingested and metabolized energy dairy cows in grazing range without supplementation using the equation of the NRC 2021 system in a simulation model.

Jorge Figueroa M, Médico Veterinario
Email: joanfimo@gmail.com

INTRODUCCION

Debido a que no hay fibra detergente neutra FDN fecal endógeno, la digestibilidad aparente y verdadera de la FDN es la misma. Basado en limitada data, la digestibilidad de la proteína y de la grasa es un poco mayor que la de la FDN (NRC, 2021). Sin embargo, en NRC 2021 la digestibilidad de la proteína y la grasa (95,4% y 91,0% respectivamente) es significativamente mayor que la de la FDN estimada por el NRC, 2021 (**Ecuación 1 y 2**). La proteína, la grasa y la FDN digeridas se utilizan para estimar la energía metabolizable EM. En el NRC 2021 el segundo método para estimar la digestibilidad de la FDN es estimar su digestibilidad por 48 horas de digestión in vitro (IVNDFD; NRC 2021). En el trabajo se estima la EM ingerida y metabolizada por vacas lecheras consumiendo pradera (**Tabla 2**), mediante las ecuaciones del nuevo sistema NRC 2021 integradas en un modelo (Figueroa, 2021), calibrando la digestibilidad in vitro de la FDN en niveles 65, 70, 75, 80 y 85%.

MATERIALES Y MÉTODOS

Al modelo (Figueroa, 2021) se integraron las ecuaciones del sistema NRC 2021. Para predecir la EM y la energía neta lactancia (ENI) ingeridas y metabolizadas por las vacas lecheras en pastoreo de pradera con o sin suplementación, se calculó los datos que se muestran en la **Tabla 2**, pero la digestibilidad de la FDN de las praderas se estimó calibrando la digestibilidad in vitro de la FDN (IVNDFD; NRC 2021) en niveles 65, 70, 75, 80 y 85 por ciento (**Ecuación 1**).

$$\text{FDN digestible (\% FDN)} = 0,12 + 0,61 \times \text{IVNDFD (NRC,2021)} \quad \text{(Ecuación 1)}$$

Tabla 2. Composición pradera permanente fertilizada bajo pastoreo intensivo, llano Central, Osorno año normal (Anrique, 2014).

Praderas	MS (%)	CE %	EM kcal/kg MS	MJ kcal/kg MS Estimación: EM x 4,184	FDN %	dFDN % e	AL %	EE % e	PC %	dPC % e	dPND %
Verano	15,75	10,34	2,67	11,17	48,49	IVNDFD	0	2,62	24,50	81,48	75
Otoño	14,16	10,60	2,71	11,34	44,06	IVNDFD	0	2,69	27,86	81,48	75
Invierno	17,17	9,72	2,70	11,30	44,15	IVNDFD	0	2,76	27,12	81,48	75
Primavera	15,20	9,77	2,75	11,51	42,46	IVNDFD	0	2,80	25,04	81,48	75

El modelo se cargó con vacas Jersey chileno: 420 kg de peso, produciendo 26,5 L con 4,9% grasa y 3,9% proteína, ganando (apetito) 0,055% peso al día con oferta 100 kg MS pradera al día.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

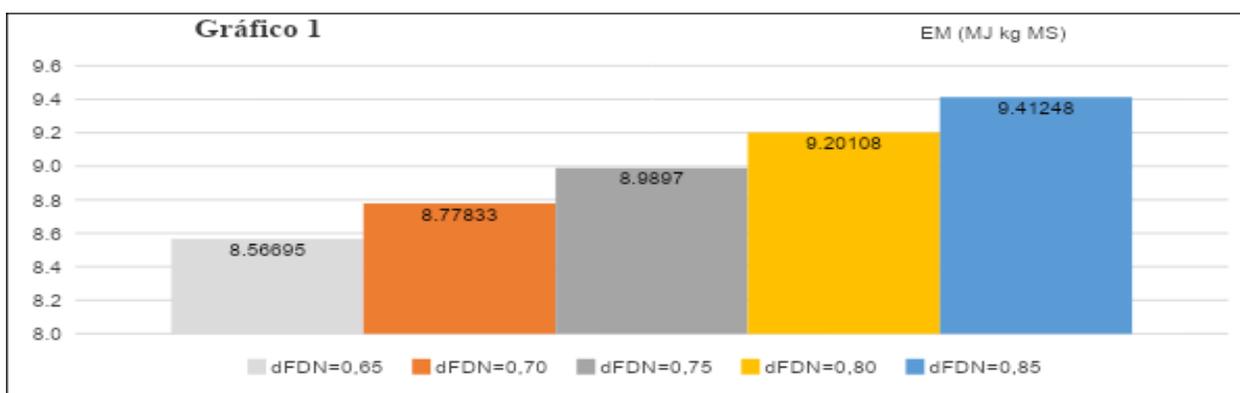
La EM de pradera promedio predicha por el modelo aumentó linealmente desde 8,57 MJ kg DMI hasta 9,41 MJ kg DMI al aumentar la digestibilidad in vitro de la FDN, desde 65 a 85 % ($R^2=0,99$). La EM mayor (9,41 MJ kg DMI) es similar a la predicha por la ecuación de la lignina (9,47 MJ kg DMI) en un trabajo anterior, que limitó la digestibilidad base de la FDN promedio al 61,37%. El mayor valor de EM de otoño (9,28 MJ kg DMI) y primavera (9,61 MJ kg DMI) se estimó con digestibilidad de la FDN 85%. Sin embargo, estas dos estimaciones son inferiores a los valores de referencia citados por Muñoz (2021) para laboratorios de nutrición en praderas del sur de Chile en otoño y primavera por métodos in vitro (promedio 11,3 y 11,5 MJ kg DMI, respectivamente). Para

igualar los valores, la digestibilidad in vitro de la FDN de la pradera debería superar el 130%. Al comparar la estimación promedio de la EM del modelo calibrado con la composición de praderas permanentes fertilizadas, lechería zona sur de Chile, con sequía de verano (Anrique, 2014) con la digestibilidad in vitro de 85% de la FDN, la EM predicha=9,66 MJ kg DMI, y con la digestibilidad de la FDN estimada en base a la lignina, la EM predicha=9,47 MJ kg DMI ($R^2=0,98$). Aunque el NRC 2021 propone los dos métodos, la ecuación de la lignina es la predeterminada en el sistema de ecuaciones. Sin embargo, las 48 horas de digestión in vitro de la FDN (IVNDFD) para estimar su digestibilidad en las vacas lactantes alimentadas ad-libitum resulta más precisa (NRC,2021).

$$\text{FDN digestible} = (0,75 \times (\text{FDN} - \text{Lignina}) \times (1 - (\text{Lignina} / \text{FDN})^{0,667})) / \text{FDN} \quad (\text{Ecuación 2})$$

En el **Gráfico 1**, la EM (MJ kg DMI) promedio estimado para las praderas del Sur de Chile aumenta linealmente ($R=0,99$) al aumentar la digestibilidad in vitro de la FDN de la pradera (**Ecuación 3**):

$$\text{EM (MJ kg DMI)} = 0,2114 \times \text{FDN digestible} + 8,3556 \quad (\text{Ecuación 3})$$



CONCLUSIONES

El modelo integrando las ecuaciones del NRC 2021 y cargado con la composición química de las praderas, predice en forma robusta la EM ingerida y metabolizada por vacas lecheras consumiendo pradera. Para balancear la EM de la dieta, se debería medir la digestibilidad real (digestión in vitro de la FDN) de la pradera, para estimar la EM que será efectivamente consumida por los animales.

REFERENCIAS

- ANRIQUE, R. 2014. Composición de alimentos para el ganado bovino (4ª Edición). Consorcio Lechero, Universidad Austral de Chile, Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Valdivia.
- DE SOUZA, R., TEMPELMAN, R.J., ALLEN, M.S., WEISS, W., BERNARD, J., and VANDERHAAR, M.J. 2018. Predicting nutrient digestibility in high-producing lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 101:1123-1135.
- FIGUEROA, J. 2021. Validación de la predicción del consumo de pradera de vacas lecheras Holstein Neozelándes en pastoreo de pradera sin suplementación en un modelo de simulación basado en el NRC 2001. XLVI Congreso Sochipa A.G. INIA.
- MUÑOZ, C., SALFATE, C., MORALES, M.S., UNGERFELD, E., URRUTIA, N., y MUÑOZ, I. 2021. Validación de la ecuación usada para la predicción del contenido de energía metabolizable de praderas en vacas lecheras en el sur de Chile. XLVI Congreso Sochipa A.G. INIA.
- NRC 2021. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. Eighth Revised Edition. Committee on Nutrient Requirements of Dairy Cattle. The National Academies Press. Washington, DC. www.nap.edu

PRODUCCIÓN LÁCTEA Y EFICIENCIA DE UTILIZACIÓN DE ENERGÍA Y NITRÓGENO DE VACAS LECHERAS CONSUMIENDO EXCLUSIVAMENTE PRADERA EN OTOÑO Y PRIMAVERA EN EL SUR DE CHILE

Milk production and energy and nitrogen utilization efficiency of dairy cows fed pasture-only diets in autumn and spring seasons in southern Chile

Camila Muñoz¹, Soledad Salfate², Isadora Muñoz¹, Natalie Urrutia¹ y Emilio Ungerfeld³.

¹Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA Remehue, Osorno, Chile; ²Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias, Universidad de Chile, Santiago, Chile; ³INIA Carillanca, Vilcún, Chile;
Email: camila.munoz@inia.cl

INTRODUCCIÓN

La pradera es la base de la alimentación de los sistemas lecheros del sur de Chile, dada su abundante disponibilidad y bajo costo. Su composición nutricional varía durante el año, siendo en algunas estaciones la disponibilidad de energía (E) limitante y el contenido de nitrógeno (N) excesivo en relación a los requerimientos de las vacas, afectando su eficiencia de utilización (Bargo et al., 2003). El presente trabajo tiene como objetivo determinar producción láctea y eficiencia de utilización de E y N, en vacas alimentadas únicamente con pradera en dos periodos de otoño y primavera del sur de Chile.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los datos del estudio derivaron de un ensayo que midió energía metabolizable (EM) en dietas de solo pasto para vacas lecheras (Muñoz et al., 2022). El estudio se realizó en 2019 en la lechería de INIA Remehue. Consistió de 4 periodos experimentales, dos en otoño y dos en primavera en los que se utilizaron un set por estación de 8 vacas Holstein Friesian en lactancia media. Cada periodo tuvo una duración de 17 días, con 12 días de adaptación a la dieta y 5 días de colección de datos. La dieta consistió en soiling (corte y acarreo) de una pradera permanente naturalizada con predominio de *L. perenne* ofrecida *ad libitum* (ajustada a 10% de rechazo) una vez al día en la mañana. En cada periodo de medición se determinó consumo y composición nutricional del pasto, producción y composición láctea (grasa, proteína, urea), producción y composición de orina y heces [nitrógeno (N) y energía (E) bruta], y producción de metano utilizando la técnica de gas trazador SF₆ (Muñoz et al., 2022). La eficiencia energética se calculó como la relación entre la E digestible (MJ/d) o EM (MJ/d) y la ingesta de E bruta (MJ/d), y la eficiencia del nitrógeno (N) se calculó como la relación entre el N excretado en heces, orina y leche (g/d) y la ingesta de N (g/d). Los datos de cada estación fueron analizados separados mediante ANOVA (JMP 13.2.1) utilizando un modelo mixto que incluyó el efecto fijo del periodo y el efecto aleatorio de la vaca.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En otoño, la pradera tuvo un menor contenido y mayor digestibilidad de materia seca (MS) (P<0,001), mayor contenido y digestibilidad de PC (P<0,001) y menor contenido y mayor digestibilidad de FDN (P<0,001) en el periodo 2 que en el periodo 1 (Cuadro 1). No obstante, el consumo de pradera fue mayor (P<0,01) en el periodo 1 que en el periodo 2, coincidente con una mayor producción de leche (P<0,01). En primavera, en cambio, no hubo diferencias en composición química o consumo de pradera entre periodos, pero, la producción láctea fue mayor en el periodo 1 (P<0,02), coincidente con mayor digestibilidad de MS, E y FDN (todos P<0,05). En otoño, la proteína láctea (P<0,001) y la urea en leche (P < 0,01) fue mayor en el periodo 2, coincidente con mayor contenido de PC en la pradera. En primavera, hubo una depresión de grasa láctea en el periodo 2 (P <0,001), la que no coincidió con el periodo de un contenido menor de

FDA ($P=0.03$) o mayor de EE de la pradera ($P<0.01$) (datos no reportados). En otoño 1, la producción de CH₄ fue mayor en valores absolutos ($P<0,01$) y en base a MS ingerida que en otoño 2 ($P<0,01$), coincidente con el mayor consumo de MS. En primavera, solamente la intensidad de emisión de metano fue afectada ($1<2$; $P=0.02$). La eficiencia de uso de la E fue mayor en el periodo 2 que en el 1 en otoño, ($P<0.001$), y en primavera ocurrió lo contrario ($P<0.05$). La eficiencia de utilización de N fue mayor en el periodo 1 que en el 2 en otoño ($P = 0,03$) coincidente con menos PC en la pradera.

Cuadro 1. Composición química, ingesta y digestibilidad de pradera, producción de leche y eficiencia de uso de energía (E) y nitrógeno (N) de vacas comiendo pradera en dos periodos de otoño y primavera en el sur de Chile.

	Otoño		EEM	P =	Primavera		EEM	P =
	1	2			1	2		
Materia seca (MS) pradera (g/kg)	153	96	4,5	<0,001	129	116	6,9	0,21
Proteína cruda pradera (g/kg MS)	177	210	2,5	<0,001	244	222	9,2	0,14
Fibra detergente neutra pradera (g/kg MS)	630	573	5,4	<0,001	498	479	13,9	0,36
Consumo de pradera (kg MS/d)	10,3	8,9	0,36	<0,001	10,5	11,3	0,51	0,31
Digestibilidad de MS (%)	55,3	63,2	1,60	<0,01	72,3	68,0	1,12	0,02
Digestibilidad de N (%)	59,3	68,5	2,07	0,03	76,6	74,8	0,86	0,17
Digestibilidad de FDN (%)	63,8	67,4	1,49	0,05	78,9	74,1	1,16	0,01
Producción de leche (kg/d)	14,6	11,1	0,63	<0,001	18,9	16,9	0,91	0,017
Grasa láctea (g/kg)	37,7	40,8	2,22	0,40	41,2	31,9	1,38	<0,001
Proteína láctea (g/kg)	29,4	31,6	0,65	<0,001	32,8	32,5	0,66	0,20
Urea láctea (mg/100ml)	449	586	21,9	<0,001	429	485	18,13	0,014
CH ₄ (g/d)	272	194	14,0	<0,001	286	331	20,2	0,11
CH ₄ / CMS (g/kg)	26,5	22,0	0,83	<0,01	27,9	29,7	1,47	0,32
CH ₄ / Leche (g/kg)	18,2	18,3	0,85	0,95	15,9	20,2	1,76	0,02
Eficiencia uso de E (ED/EB)	0,54	0,65	0,015	<0,001	0,72	0,68	0,011	0,02
Eficiencia uso de E (EM/EB)	0,42	0,54	0,015	<0,001	0,58	0,52	0,014	0,05
Eficiencia uso de N (N leche/ingesta N)	0,25	0,19	0,0082	<0,001	0,23	0,22	0,011	0,31
Eficiencia uso de N (N estiércol/ingesta N)	0,97	0,88	0,036	0,056	0,65	0,69	0,035	0,22

CONCLUSIÓN

Vacas lecheras consumiendo una dieta exclusiva de pradera en otoño y primavera tuvieron mayor eficiencia de utilización de E cuando la pradera fue de mejor calidad (periodo 2 y 1, respectivamente), pero en otoño, la eficiencia de utilización de N en el mismo periodo fue menor por mayor excreción de N en heces y orina. La depresión de grasa láctea registrada en primavera 2 no coincidió con el periodo de condiciones predisponentes a este síndrome.

FINANCIAMIENTO. Proyecto Núcleos de Investigación INIA 502776.

REFERENCIAS

MUÑOZ, C., ET AL. 2022. Validation of grass metabolizable energy prediction equation by Garrido and Mann (1981) for dairy cows in southern Chile. *Chil. J. Agr.* 82: 595-602; BARGO, F.; ET AL. 2003. Invited review: Production and digestion of supplemented dairy cows on pasture. *J. Dairy Sci.*, 86, 1-42.

RELACIÓN ENTRE pH RUMINAL Y VARIABLES PRODUCTIVAS DE VACAS LECHERAS EN PASTOREO Y SUS POTENCIALES MARCADORES BIOLÓGICOS

Relationship between ruminal pH and animal production of dairy cows fed pasture and its potential biological markers

Romina Rodríguez¹, Natalie Urrutia¹, Isadora Muñoz¹, Emilio Ungerfeld², Camila Muñoz¹.

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

E-mail: rominarodriguezmv@gmail.com

INTRODUCCIÓN

En las vacas lecheras, los forrajes con niveles inadecuados de fibra y/o la ingestión de dietas ricas en carbohidratos de fermentación rápida pueden provocar una disminución del pH ruminal. Esto puede conducir a un funcionamiento ruminal deficiente y pérdidas económicas para los productores lecheros. La pradera contiene niveles de fibra y carbohidratos que pueden variar significativamente a lo largo del año y afectar la salud ruminal de vacas a pastoreo (O'Grady et al., 2008). Estos efectos pueden ser intensificados con la suplementación con concentrados. La medición del pH ruminal es costosa y/o invasiva, y mayormente aplicable a condiciones de investigación (bolos intraruminales, vacas fistuladas en rumen, o sonda ororuminal), por eso existe la necesidad de identificar posibles marcadores del pH ruminal en la dieta o biológicos en el animal que sean prácticos de usar en animales a pastoreo (Abdela, 2016). El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la suplementación con concentrado sobre el patrón de pH ruminal y su relación con algunos indicadores biológicos de vacas lecheras a pastoreo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un estudio durante los meses de octubre y noviembre del 2021 en el Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Remehue Osorno. Se utilizaron 8 vacas Holstein Friesian fistuladas en el rumen en lactancia temprana ($40 \pm 15,4$ días en leche). El diseño experimental fue un cross-over con 2 tratamientos y 2 periodos de 4 semanas cada uno. Los tratamientos dietarios fueron: pradera y suplementación con 6 kg de concentrado a base de granos (PRAD+C), y pradera sin suplementación (PRAD). La pradera fresca ofrecida tuvo un dominio de gramíneas y ambos tratamientos recibieron sales minerales. En el periodo de adaptación a la dieta de 3 semanas las vacas se mantuvieron en potrero pastoreando, y en la cuarta semana de medición las vacas se estabularon en la unidad de digestión y metabolismo, siendo la pradera suministrada en comederos individuales mediante soiling (corte y acarreo). Se tomaron muestras de líquido ruminal, heces, saliva y orina para la medición de pH. Se evaluaron variables de producción de leche, composición láctea, consumo de materia seca, y composición química de la pradera. El análisis estadístico utilizado fue un ANOVA con modelo mixto y se realizaron correlaciones de Pearson entre pH e indicadores biológicos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El pH ruminal promedio y mínimo, y el pH en heces, fueron más bajos en vacas suplementadas con concentrado ($P < 0,05$; Cuadro 1) lo que es esperable por el aumento de carbohidratos fermentables en el rumen (Bramley et al., 2008; Danscher et al., 2015). No se observaron diferencias en el pH de saliva y orina entre tratamientos ($P > 0,05$). El promedio de pH ruminal se correlacionó positivamente con el promedio de pH en heces ($r = 0,50$ y $r = 0,66$ PRAD+C y PRAD respectivamente) y negativamente con la grasa láctea ($r = -0,50$ en PRAD). Existieron diferencias

en la producción de leche y la concentración de proteína láctea ($P < 0,05$), siendo más elevadas en las vacas que consumieron concentrado, mientras que la concentración de urea láctea y la relación grasa: proteína fueron más altos en PRAD (Cuadro 1).

Cuadro 1. Producción de leche, composición láctea y valores de pH ruminal y en heces, orina y saliva de vacas lecheras consumiendo sólo pradera (PRAD) y pradera con concentrado (PRAD+C)

	PRAD	PRAD+C	EEM	Valor de P
Producción de leche (kg/d)	22,9	26,9	1,64	0,001
Grasa láctea (g/kg)	39,7	39,5	1,62	0,802
Proteína láctea (g/kg)	31,8	34,0	0,75	0,001
Urea en leche (mg/100ml)	372	311	11,6	0,001
Relación Grasa: Proteína	1,28	1,15	0,04	0,008
Consumo materia seca (kg/d)	14,2	17,7	0,64	0,008
Promedio pH ruminal	6,64	6,51	0,06	0,033
Promedio pH heces	7,32	6,80	0,04	0,001
pH orina	8,34	8,35	0,03	0,751
pH saliva	8,63	8,56	0,05	0,328

EEM: error estándar de la media

CONCLUSIONES

No se observaron episodios de acidosis clínica o subclínica en vacas a pastoreo exclusivo o suplementadas con concentrado en primavera. El pH ruminal se asoció positivamente con el pH en heces y negativamente con el contenido de grasa láctea. Se debe continuar evaluando más animales y parámetros para robustecer los datos y lograr predecir una disminución de pH ruminal de forma práctica. La suplementación de vacas a pastoreo con concentrado aumentó la producción de leche y proteína láctea con menores valores de pH en rumen y heces que vacas alimentadas solo con pradera.

AGRADECIMIENTOS: Fondecyt Postdoctorado N° 3210706.

REFERENCIAS

- ABDELA, N. 2016. Sub-acute ruminal acidosis (SARA) and its consequence in dairy cattle: A review of past and recent research at global prospective. *Achievements in the life sciences*, 10(2), 187-196.
- BRAMLEY, E., LEAN, I.J., FULKERSON, W.J., STEVENSON, M.A., RABIEE, A.R., COSTA N.D. 2008. The definition of acidosis in dairy herds predominantly fed on pasture and concentrates. *J Dairy Sci.* Jan;91(1):308-21.
- DANSCHER, A. M., LI, S., ANDERSEN, P. H., KHAFIPOUR, E., KRISTENSEN, N. B., PLAIZIER, J. C. 2015. Indicators of induced subacute ruminal acidosis (SARA) in Danish Holstein cows. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 57(1), 39.
- O'GRADY, L., DOHERTY, M. L. MULLIGAN, F. J. 2008. Subacute ruminal acidosis (SARA) in grazing Irish dairy cows. *Veterinary Journal* 176(1):44-49.

PREDICCIÓN DE LA ENERGÍA METABOLIZABLE DE UNA PRADERA DE *Lolium perenne* L. EVALUADA POR EL MODELO MOLLY AL VARIAR EL CONTENIDO DE LIGNINA EN UN MODELO QUE INTEGRA ECUACIONES DEL NRC 2021.

Prediction of the metabolizable energy of a *Lolium Perenne* L. meadow evaluated by the Molly model by varying the lignin content in a model that integrated NRC 2021 equations.

Jorge Figueroa M, Médico Veterinario
Email: joanfimo@gmail.com

INTRODUCCIÓN

Molly es un modelo mecánico que representa el funcionamiento de una vaca lechera alimentada con diferentes dietas, incluidos los sistemas pastoriles, integrándolos al nivel de vía metabólica, siendo útil para investigar y hacer predicciones de una amplia gama de variables biológicas, para estimar los flujos de nitrógeno y energía de vacas lecheras en diferentes sistemas de alimentación en Chile (Morales et al., 2020). El trabajo estima la EM de una pradera de primavera del sur de Chile (*Lolium perenne* L.) evaluada con **Molly** (Morales et al., 2020), en que su composición química no reporta contenido de lignina, en un **modelo** (Figueroa, 2021) que integra las ecuaciones de predicción del sistema NRC 2021, para estudiar la variación de la EM de la pradera consumida y metabolizada por la vaca lechera al variar el contenido de lignina **Lg%** en la pradera (**Tabla 1**).

MATERIALES Y MÉTODOS

Al **modelo** se integraron las ecuaciones del NRC 2021, y se cargó con los datos de una simulación de Morales et al (2020), con **Molly** actualizado para la condición de pastoreo, con una vaca Holstein de 600 kg de peso con 3 puntos de condición corporal, 70 días en leche, produciendo 31,5 L de leche, con 4,87% de grasa y 3,38% de proteína, consumiendo 17 kg de MS de pradera de primavera al día en el sur de Chile (*Lolium perenne* L.). La composición química de la pradera fue: materia seca MS 16,2%; proteína cruda PC 22,2% MS; proteína no degradable PND 21,7% PC; fibra detergente neutro FDN 42,2% MS; almidón AL 2,8% MS; extracto étereo EE 3,3% MS; y cenizas CZ 10,7% MS. La proteína degradable PD% MS se estimó 100-PND; la digestibilidad de la PND se estimó 75%. Para las simulaciones se utilizaron datos de Rock River Lab Chile que reporta en 3,5% el contenido promedio de **Lg%** en la MS desde una base de datos de las praderas del sur de Chile, con desviación standard 1,6%. Se realizaron quince simulaciones con el **modelo** variando las concentraciones de **Lg%** en la MS (**Cuadro 1**), para determinar el contenido de EM de la pradera.

Cuadro 1. Niveles de lignina (**Lg % MS**) de la pradera utilizados en las simulaciones de la EM.

Lg % MS	1,0%	1,5%	2,0%	2,5%	3,0%	3,5%	4,0%	4,5%	5,0%	5,5%	6,0%	6,5%	7,0%	7,5%	8,0%
---------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La energía bruta EB de la pradera predicha por el **modelo** funcionando con las ecuaciones del NRC 2021=4,215 mcal por kg MS, de la cual, el 42,5% lo aportaba la FDN, el 29,76% la PC, el 7,36% el EE, y el 2,81% el AL. Una nueva fracción de materia orgánica residual ROM, integrada por azúcares, ácidos orgánicos, glicerol y fibra soluble (NRC, 2021), aportaba el 19% de la EB restante. Al digerirse los nutrientes verdaderos (FDN, PD, PND digestible, EE, AL, y ROM) de la pradera (con **Lg%**=0) la energía digestible ED predicha por el **modelo**=3,162 mcal kg de MS. Al descontar la pérdida de energía en la orina y gases del metano, la EM=2,495 mcal kg MS. Valores similares (ED=2,92 y EM=2,45 mcal kg MS) en *Lolium perenne* reporta Villalobos (2010) en Costa Rica,

calculados con el NRC 2001 ($EM=1,01 \times ED-0,45$) que no descuenta las pérdidas de energía en la orina y gases del metano, sobrestimando la EM del nuevo sistema NRC 2021. La EM predicha por **Molly**=**3,088** mcal EM kg MS también excede **19%** (**0,593** mcal EM kg MS) la EM del **modelo**. La predicción de EM se hizo con **Lg%=0**, en que el **modelo** predice digestibilidad base 75% para la FDN, corregida a 73,29% para el nivel almidón=2,8% de la pradera. La **Lg%** de *Lolium perenne* para clima templado es promedio 2,1% (NRC 2001); Villalobos (2010) reporta promedio 3,29% en Costa Rica (similar al promedio 3,5% Rock River Lab Chile) indicando el clima frío disminuye la síntesis de lignina. La predicción del N urinario de **Molly** (304 G.) es similar al **modelo** (308 G.=pérdida de 0,264 mcal ED kg MS). **Molly** no reporta pérdida de ED de gases del metano, que están descontados de la ED en el **modelo** (0,403 mcal ED kg MS). Esto podría explicar la diferencia entre **Molly** (**3,088** mcal EM kg MS) y el **modelo** (**2,495** mcal EM kg MS), con la **Lg%=0**. El cambio en la digestibilidad de la FDN, y en la EM de la pradera al aumentar **Lg%** en la **Figura 1**.

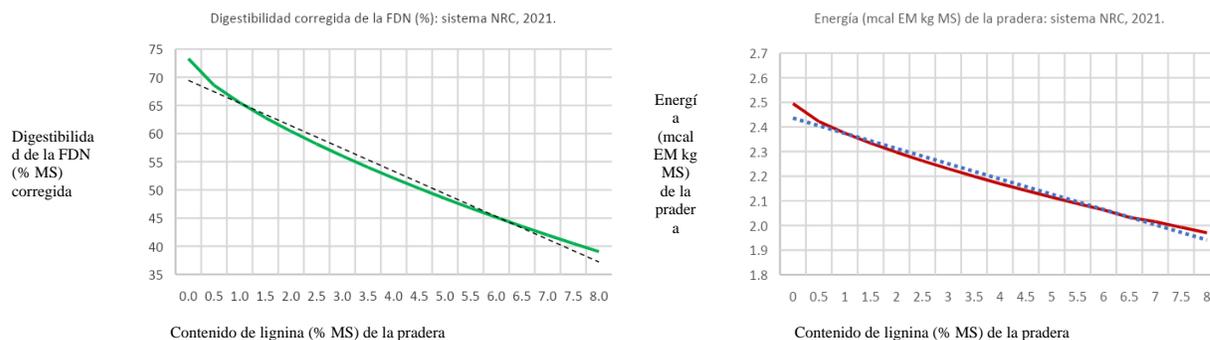


Figura 1. Cambio en la digestibilidad de la FND y la EM de la pradera al aumentar la **Lg%** en la pradera.

CONCLUSIONES

El modelo (con **Lg=0**) predice menos EM (**2,495** mcal EM kg MS) que Molly (**3,088** mcal EM kg MS), al descontar de la ED las pérdidas de energía en la orina y en gases del metano (NRC, 2021).

La digestibilidad corregida de FDN ($R^2=0,98$) y la concentración de EM ($R^2=0,98$) de la pradera disminuyen linealmente (desde 75% a 40%; y de 2,495 a 1,970 mcal kg MS, respectivamente) al aumentar el contenido de lignina (desde 0 a 8% respectivamente). El aumento de las temperaturas globales aumentaría la síntesis de lignina en la pradera, y podría ser una situación preocupante en los sistemas pastoriles futuros de nuestro país. Evaluar el contenido de **Lg** de las praderas permite estimar con mayor precisión el aporte energético real suministrado de la pradera a los animales.

REFERENCIAS

- FIGUEROA, J. 2021. Validación de la predicción del consumo de pradera de vacas lecheras Holstein Neozelándes en pastoreo de pradera sin suplementación en un modelo de simulación basado en el NRC 2001. XLVI Congreso Sochipa A.G. INIA.
- MORALES, A.G., CASAS, M., ESPÍNDOLA, S., PULIDO, R.G, y HANIGAN, M.D. 2020. Predicciones del modelo Molly de los flujos de nitrógeno y energía en diferentes sistemas de alimentación de vacas lecheras en Chile. XLV Congreso Anual de Sochipa A.G. Temuco.
- NRC 2021. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. Eighth Revised Edition. Committee on Nutrient Requirements of Dairy Cattle. The National Academies Press. Washington, DC. www.nap.edu
- VILLALOBOS, L. y SANCHEZ, J. MI. 2010. Evaluación agronómica y nutricional del pasto ryegrass perenne tetraploide (*Lolium perenne*) producido en lecherías de las zonas altas de Costa Rica. II. Valor nutricional. Agronomía Costarricense 34(1): 43-52. ISSN:0377-9424 / 2010 www.mag.go.cr/rev_agr/index.html www.cia.ucr.ac.c

REQUERIMIENTOS DE PROTEÍNA METABOLIZABLE PARA VACAS LECHERAS EN UN SOFTWARE ACTUALIZADO CON ECUACIONES DEL SISTEMA NRC 2021.

Metabolizable protein requirements for dairy cows in an updated software with equations from the NRC 2021 system.

Jorge Figueroa M, Médico Veterinario
Email: joanfimo@gmail.com

INTRODUCCIÓN

El NRC 2021 enfatiza el balance de aminoácidos en las dietas, con un nuevo enfoque que tomará algún tiempo comprender e implementar (Weiss, 2021). Sin embargo, las dietas balanceadas para proteína metabolizable (PM) pueden usarse como una guía general, permitiendo lograr un rendimiento animal similar al obtenido con el balance para ciertos aminoácidos individuales derivados de la PM, asumiendo que el suministro de proteína degradable PD es suficiente para mantener una fermentación ruminal eficiente, pero con un suministro total de PM y proteína total más elevado (NRC 2021). El objetivo del trabajo es validar la predicción de los requerimientos de PM en un software (Figueroa, 2004), actualizado con ecuaciones del sistema NRC 2021.

MATERIAL ES Y MÉTODOS

Al software (Figueroa, 2004) que funciona con el sistema factorial del sistema NRC 2001 se le integraron las nuevas ecuaciones de predicción **1, 2, 3 y 6** del sistema del NRC 2021 (Cuadro 1).

Cuadro 1. Sistema de ecuaciones NRC 2001 - NRC 2021 para predecir el requerimiento de PM.

Ecuaciones (N: Nitrógeno) =	Utilizadas para actualizar el modelo (Figueroa, 2021)
1	N endógeno urinario = $53 \times 6,25 \times PV \times 0,001$ (NRC, 2021)
2	N dérmico = $0,17 \times PV^{0,66}$ (NRC, 2021)
3	N metabólico fecal = $((11,62 + 0,134 \times FDN \% CMS) \times CMS) \times 0,73$ (NRC, 2021)
4	N microbiano = $0,5 \times ((SPM / 0,8) - (SPM))$ (NRC, 2001)
5	N endógeno = Discontinuado (NRC 2021)
6	N lácteo = $(\text{leche} \times \text{proteína láctea} \times 0,951) / 0,69$ (NRC, 2021)

PV=peso vivo (kg); FDN=fibra detergente neutra (%); CMS=consumo de materia seca (kg); SPM*=síntesis proteína microbiana (g/d) x 0,64 (NRC, 2001)

Se ingresó al software dietas (Cuadro 2) que cubren el consumo (kg de materia seca [MS]) y los requerimientos de energía metabolizable (EM) y energía neta lactancia (ENI) para vacas lecheras (NRC 2021) comparando el requerimiento de PM del NRC 2021, con el predicho por el software.

Cuadro 2. Composición de dietas completas para calibrar la predicción de la PM del software.

Tabla 21-3 (NRC, 2021)	Vacas Holstein maduras (700 kg)			Vacas Jersey maduras (520 kg)		
	1	2	3	4	5	6
Días en leche	20	100	200	20	100	200
Leche, kg	53	55	43	35	37	31
Grasa %	3,7	3,5	3,8	5,0	4,8	4,8
Proteína %	2,76	2,83	3,26	3,49	3,46	3,69
Consumo kg MS	25,8	29,4	27,4	20,5	23,5	21,9
EM, mcal kg MS	2,58	2,73	2,60	2,67	2,80	2,68
EN, mcal kg MS	1,70	1,80	1,73	1,76	1,85	1,78
Fibra detergente neutro % MS	25-33	25-33	25-33	25-33	25-33	25-33
Requerimientos PM, g/d	2.802	2.999	2.757	2.306	2.457	2.228

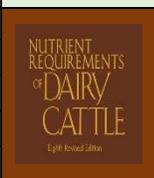
Requerimientos de proteína metabolizable calculados con eficiencia 0,69* (NRC, 2021)

Los datos de Cuadro 2 son los únicos que sustentan la predicción de los requerimientos de PM de las vacas lecheras del software, pues su funcionamiento asume que la dieta consumida contiene las proporciones y cantidades justas de los nutrientes recomendados por el NRC 2021.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Cuadro 3 se comparan los requerimientos de PM predichos por el NRC 2021 con el software desarrollado por Figueroa (2004) mejorado en los grupos de vacas, con la fibra detergente neutro (FDN) %MS de la dieta en el nivel superior recomendado por el NRC 2021:

Cuadro 3. Requerimientos PM observados (NRC 2021) vs predichos por el modelo actualizado:

Grupos de vacas Más información: Tabla 2	1 Holstein madura 700 kg - 53 L	2 Holstein madura 700 kg - 55 L	3 Holstein madura 700 kg - 43 L	4 Jersey madura 520 kg - 35 L	5 Jersey madura 520 kg - 37 L	6 Jersey madura 520 kg - 31 L	Total
N endógeno urinario g.	231,875	231,875	231,875	172,25	172,25	172,25	
N dérmico g.	8,659798	8,659798	8,659798	7,245209	7,245209	7,245209	
N metabólico fecal g.	302,135028	344,293404	320,872054	240,06853	275,20051	256,463454	
N microbiano g.	235,6335	287,502	295,911450	191,093	233,429375	207,706950	
N lácteo g.	2.016,12	2.145,263	1.932,046	1.683,546	1.764,4495	1.576,65926	
PM Modelo g.	2.794,423	3.017,593	2.749,364	2.294,202	2.452,575	2.220,258	
PM NRC 2021 g.	2.802	2.999	2.757	2.306	2.457	2.228	15.549,000

Evaluación estadística: Correlación R=1,000; RMSPE=0,008404; sesgo medio=-0,005146; error residual=0,006644. N: Nitrógeno

El NRC 2021 estima el nitrógeno (N) microbiano desde la PD y la degradación ruminal de carbohidratos (almidón más FDN) mediante ecuaciones para balancear dietas completas en vacas de alta producción. Dados los diferentes biotipos y sistemas de producción, la información del NRC 2021 puede no ser lo más adecuado para raciones de campo en el sur de Chile (**Cuadro 1**).

Cuadro 1. Ecuaciones de predicción del N microbiano del nuevo sistema NRC 2021 que no están integradas al software en la actual predicción de la PM.		
$\text{Microbial N (g/d)} = [\beta_0 + (\beta_1 \times \text{RDP})] / [1 + \beta_2 / \text{RDNDf}] \times (1 + \beta_3 / \text{RDS})$ (Equation 6-3)	Where RDNDf = $[-31.9 + (0.721 \times \text{NDF}) - (0.247 \times \text{St}) + (6.63 \times \text{CP}) - (0.211 \times \text{CP}^2) - (38.7 \times \text{ADF}/\text{NDF}) - (0.121 \times \text{ForWet}) + (1.51 \times \text{DMI}) \times (\text{NDF}/100) \times \text{DMI}] / 100$ (Equation 6-4a)	$\text{RStDig} = [(71.2 - (1.45 \times \text{DMI}) + (0.424 \times \text{fNDF}) + (1.39 \times \text{St}) - (0.0219 \times \text{St}^2) - (0.154 \times \text{ForWet})) \times (\text{St} / 100) \times \text{DMI}] / 100$ (Equation 6-4b)

La predicción del software actualizado con las ecuaciones 1, 2, 3 y 6 del NRC 2021 (**Tabla 1**) y la estimación del N microbiano con la ecuación 4 (NRC 2001), mejoró significativamente la predicción de los requerimientos de PM con correlación perfecta (R=1,000) con el NRC 2021. La evaluación estadística (RMSPE=0,0084; sesgo medio=0,0051; error residual=0,0066) validó robustamente la predicción. En promedio el software mejorado con NRC 2021 subestima -3 g/d⁻¹ los requerimientos de PM, vs -120 g/d⁻¹ que subestima el software anterior en base al NRC 2001.

CONCLUSIONES

El funcionamiento del software actualizado es robusto. Predice con una alta exactitud y precisión los requerimientos de PM de vacas lecheras, mejorando la exactitud de la anterior versión 2001.

REFERENCIAS

- FIGUEROA J. 2004. Un modelo de simulación que predice la producción de leche, la concentración de materia grasa, la concentración de proteína verdadera y el cambio de peso corporal de las vacas lecheras. XIII Congreso Chileno de Medicina Veterinaria. Valdivia (Chile).
- NRC 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. Seven Revised Edition. Committee on Nutrient Requirements of Dairy Cattle. The National Academies Press. Washington, DC.
- NRC 2021. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. Eighth Revised Edition. Committee on Nutrient Requirements of Dairy Cattle. The National Academies Press. Washington, DC.
- WEISS, B. 2021. Los 10 cambios más importantes en el nuevo NRC 2021 para vacuno lechero en lactancia. VI Jornada FEDNA-ANEMBE sobre alimentación de rumiantes. Madrid, 30 de Octubre de 2021. https://www.fundacionfedna.org/publicaciones_2021

EFFECTO DE LA FERMENTABILIDAD DE LA DIETA EN LA RESPUESTA PRODUCTIVA AL SUMINISTRO DE ACETATO INTRARUMINAL EN VACAS LECHERAS

The role of diet fermentability on dairy cow performance in response to acetate supply

Claudia Cisterna³, Isadora Muñoz¹, Romina Rodríguez¹, Camila Muñoz¹, Emilio Ungerfeld², M.Sol Morales³, Natalie L. Urrutia*

¹Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA Remehue, Osorno, Chile. ²Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA Carillanca, Temuco, Chile. ³Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias, Universidad de Chile, Santiago, Chile. *Email: natalie.urrutia@inia.cl

INTRODUCCIÓN

La proteína y grasa láctea (GL) son de gran relevancia para los productores lecheros debido a las actuales pautas de pago de la industria (MINAGRI, 2018). Por ello es importante evaluar formas de aumentar la producción de GL dado su más fácil manipulación en comparación a la proteína. El acetato es un ácido graso volátil (AGV) generado en el rumen por la fermentación de la fibra. Además, es precursor de energía y GL, por lo que resulta interesante investigar su uso en la nutrición de vacas lecheras. Existen numerosos estudios que evalúan el efecto del acetato intraruminal en la producción de GL y concentración de grasa láctea (CGL), sin embargo, estos se han realizado en vacas heterogéneas en cuanto a raza, etapa de lactancia, y tipo de dieta basal. El objetivo de este estudio fue evaluar la interacción de la fermentabilidad de la dieta basal con la infusión de acetato intraruminal sobre la respuesta productiva en vacas lecheras.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) Remehue, Región de Los Lagos, Chile, bajo aprobación CICUA (Certificado 03/2018). Se utilizaron 8 vacas Holstein Friesian en lactancia media y canuladas en el rumen, en un diseño cuadrado latino 4 × 4 con arreglo factorial de 2 × 2. Los factores fueron (1) fermentabilidad de la dieta [FD; alta en almidón/baja en fibra (A; 34,6% FDN, 21,1% almidón) ó baja en almidón/alta en fibra (F; 38,6% FDN, 16,3% almidón)] y (2) infusión continua intraruminal durante 5 días [IR; 10 M/día de acetato de sodio o de NaCl (Control)]. Al cabo del primer periodo de adaptación dietaria de 21 días, se llevaron a cabo los tratamientos de IR separados por 4 días de descanso entre tratamientos. Al cabo del primer periodo dietario, se realizó transplante de 90% del contenido ruminal, para reducir el segundo periodo de adaptación dietario a 7 días. Las vacas fueron alimentadas *ad libitum* con una ración totalmente mezclada (65:35 de forraje:concentrado; iso energética e isoproteica; 16.5% PC, 2.2 Mcal ENL/kg), formulada de acuerdo a requerimientos nutricionales de mantención y producción (NRC, 2001). Durante los periodos de infusión ruminal, el consumo de materia seca (CMS) y la producción de leche (PL) individual fueron determinados, registrados y recolectados como muestras diarias individuales para análisis composicional. Los datos de consumo, producción y composición de leche fueron analizados como ANDEVA, en un modelo mixto en el software SAS, siendo los factores la FD, IR y su interacción. La significancia y tendencia para las interacciones fue dado para $P < 0,1$ y $P < 0.15$ respectivamente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La infusión de acetato redujo el CMS ($P < 0,01$), lo que podría deberse a señales de saciedad generadas por el acetato al ser el AGV que proporcionalmente aporta más energía a los procesos metabólicos (NRC, 2021). La infusión de acetato afectó negativamente la PL ($P = 0,02$) y la

producción de proteína láctea ($P=0,03$), posiblemente como consecuencia de la reducción del CMS (Wilson et al., 1967). La CGL fue mayor con IR de acetato ($P=0,01$), lo cual concuerda con que el acetato es el principal precursor de la GL (Urrutia y Harvatine 2017). También, la CGL fue mayor en la dieta A ($P=0,01$), posiblemente por mayor disponibilidad de propionato a nivel ruminal, a partir del cual se genera glucosa, la cual a su vez es precursor de NADPH y del esqueleto de glicerol, ambos necesarios para las vías de síntesis de GL. Además, hubo una tendencia de interacción de $FD \times IR$ ($P=0,12$) en donde la infusión de acetato en la dieta A presentó la mayor CGL, lo cual se puede asociar a un efecto aditivo de ambos tratamientos.

Cuadro 1. Efecto de la interacción entre la fermentabilidad de la dieta (FD) e infusiones ruminales (IR) sobre el CMS y la producción y composición de la leche.

Variables	A		F		EE	Valor <i>P</i>		
	Control	Acetato	Control	Acetato		FD	IR	FD*IR
CMS (kg/d)	23,5 ^a	19,4 ^b	23,5 ^a	19,1 ^b	1,9	0,90	0,001	0,86
Producción de leche (kg/d)	20,8 ^a	18,6 ^b	21,4 ^a	19,5 ^b	0,7	0,33	0,02	0,78
Grasa láctea								
Producción (kg/d)	0,86	0,90	0,90	0,85	0,05	0,93	0,93	0,41
Concentración (g/100g)	4,36	4,83	4,23	4,35	0,15	0,01	0,01	0,12
Proteína láctea								
Producción (kg/d)	0,76 ^a	0,67 ^b	0,77 ^a	0,69 ^b	0,05	0,72	0,03	1,00
Concentración (g/100g)	3,62	3,60	3,65	3,48	0,20	0,75	0,43	0,57

CONCLUSIONES

No hubo interacciones significativas que den cuenta de una respuesta productiva diferencial al suministro de acetato bajo dos tipos de dietas contrastantes en su contenido de almidón y fibra. Sin embargo, los efectos principales de los tratamientos dietarios y de infusión dan cuenta de una oportunidad de mejor indicadores de concentración de grasa láctea con una formulación de dieta balanceada que permita la disponibilidad oportuna de precursores para la síntesis de grasa láctea, provisto el consumo de materia seca no se vea afectado. Estudios futuros pudieran indagar si la tendencia de interacción en CGL tiene potencial de ser significativo y también evaluar otros escenarios de suplementación de acetato en conjunto con otros nutrientes precursores de grasa y proteína láctea, en dietas totalmente mezcladas.

FINANCIAMIENTO

ANID Fondecyt Iniciación 11181211 “The role of acetate on the regulation of milk synthesis and nutrient partitioning in the dairy cow”.

REFERENCIAS

- MINAGRI. 2018. Estudio de caracterización de la cadena de producción y comercialización de la industria de lácteos: estructura, agentes y prácticas. [en línea] <<https://www.odepa.gob.cl/publicaciones/consultorias-y-asesorias/caracterizacion-de-la-cadena-de-produccion-y-comercializacion-de-la-industria-de-lacteos>> [consulta: 04-10-2021].
- NRC NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 2021. Nutrient requirements of dairy cattle.
- URRUTIA, N.; HARVATINE, K. 2017. Effect of conjugated linoleic acid and acetate on milk fat synthesis and adipose lipogenesis in lactating dairy cow. *J. Dairy Sci.* 100:1-13.
- WILSON, G.F.; DAVEY, A.W.; DOLBY, R.M. 1967. Milk composition as affected by intra-ruminal infusion of volatile fatty acids to cows on a restricted ration. *New Zealand J. Agric. Res.* 10:215-225.

EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DIFERENCIAL MATERNA DE PRODUCIR CRÍAS SGA Y NO-SGA BAJO CONDICIONES NATURALES DE RESTRICCIÓN NUTRICIONAL DURANTE LA GESTACIÓN EN OVINOS DE MAGALLANES

Evaluation of the differential maternal capacity to produce SGA and Non-SGA offspring under natural conditions of gestational nutrient restriction in Magellan sheep herds

Camila Sandoval¹; Francisco Sales¹

¹INIA Kampenaike, Punta Arenas, camila.sandoval.torres@inia.cl

INTRODUCCIÓN

La producción ovina en Magallanes depende del pastizal como fuente de alimentación, el que es deficitario en calidad y cantidad, imponiendo un escenario natural de restricción nutricional. Esto es crítico durante la preñez, llevando al nacimiento de corderos de bajo peso (SGA, del inglés *small for gestational age*) que presentan menores probabilidades de sobrevivencia, y podrían ver afectado su rendimiento productivo posterior (Ford et al., 2007). Sin embargo, estudios internacionales han identificado hembras ovinas capaces de generar corderos de peso normal (No-SGA) a pesar de estar en restricción nutricional (Sandoval et al., 2020). El objetivo de este trabajo fue evaluar si es posible identificar dichas hembras bajo las condiciones de restricción nutricional de Magallanes, lo que representaría una ventaja adaptativa a las condiciones nutricionales propias de la región, e identificar potenciales marcadores metabólicos asociados a dicha respuesta.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en la Estación Experimental de INIA Kampenaike, ubicada a 60 km al norte de Punta Arenas. Se trabajó con 100 hembras Corriedale de similar edad y CC, las que fueron preñadas mediante inseminación artificial y se mantuvieron en pastizal natural y sin suplementación durante toda la gestación, imponiéndose un tratamiento natural de restricción nutricional. Se realizó controles de peso en los días gestacionales (DG) 62, 90, 120 y 140 y muestreos sanguíneos maternos en DG 62, 90 y 140 para la evaluación marcadores asociados al metabolismo lipídico (AGNES, TG y BHB). Los metabolitos se analizaron mediante técnicas colorimétricas en un laboratorio comercial. Se realizó control de partos en un potrero de parición cada 4 horas. Durante éste, se registró la madre de cada cría, se asignó un crotal individual a cada cría, y se registró su peso y sexo. Posteriormente, las madres se asignaron a los grupos mNO-SGA y mSGA en base a un análisis de cuartiles de la variable peso de nacimiento de las crías, clasificándose como mNO-SGA aquellas madres de crías cuyos pesos se ubicaron en cuartil superior (n=25) y como mSGA aquellas madres de corderos cuyos pesos se ubicaron en el cuartil inferior de la distribución de pesos de nacimiento (n=25). Los análisis estadísticos se realizaron en forma retrospectiva y comparando los grupos mNO-SGA versus mSGA para cada variable estudiada mediante ANOVA. Adicionalmente se realizó un análisis de correlación entre el peso inicial de las hembras y el peso de nacimiento de las crías

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de distribución de pesos de nacimiento identifica grupos de corderos SGA y No-SGA, los que presentan una diferencia significativa en pesos promedio ($P < 0,05$) (Figura 1), lo que es esencial para respaldar la identificación de madres con capacidad diferencial para responder a restricción nutricional gestacional (grupos mSGA y mNo-SGA). Adicionalmente, la correlación entre el peso de nacimiento de la cría y el peso materno inicial no es significativa ($R^2 = 0,12$; $P > 0,05$), lo que indica que la respuesta observada no depende exclusivamente del peso inicial de las

hembras, sugiriendo otros mecanismos adaptativos. Asimismo, las curvas de variación de peso entre madres de los grupos mSGA y mNo-SGA muestran los mismos patrones en ambos grupos, sin diferencias significativas de peso en cada punto evaluado, indicando que no necesariamente aquellas madres que pierden más peso son las que generan crías No-SGA.

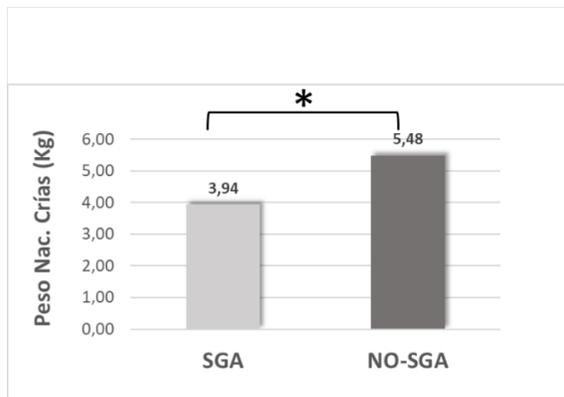


Figura 1. Peso de nacimiento de corderos clasificados como SGA y No-SGA.

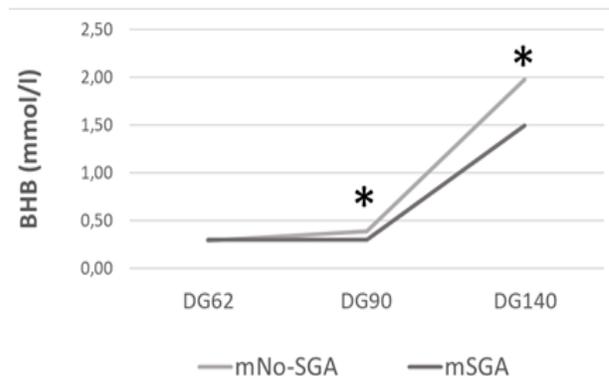


Figura 2. Niveles Plasmáticos de BHB en grupos mSGA y mNo-SGA.

Finalmente, el análisis de marcadores del metabolismo lipídico como indicadores de la capacidad materna de movilizar reservas propias para sustentar el desarrollo fetal, no arrojó diferencias significativas entre los grupos mSGA y mNo-SGA para AGNES y TG ($P > 0,05$). Sin embargo, sí se identificó un efecto del grupo materno y del tiempo sobre los resultados de BHB, indicando diferencias significativas entre mSGA y mNo-SGA en los DG 90 y 120 (Figura 2). Cabe destacar que identificar estas hembras a partir del DG 90 otorgaría información relevante para tomar decisiones productivas como establecer una suplementación estratégica exclusivamente para aquellas hembras que se encuentren en trayectorias de desarrollo fetal de tipo SGA.

CONCLUSIONES

Este estudio evidencia, por primera vez en Magallanes, la existencia de hembras ovinas capaces de generar corderos SGA y No-SGA e identifica al metabolito BHB como un posible marcador para identificarlas, basado en una capacidad metabólica diferencial de enfrentar la restricción nutricional. La identificación de estos grupos de hembras previo al parto es una primera aproximación para utilizar dicha capacidad diferencial en beneficio de la productividad del sistema ovino y para sustentar decisiones de manejo específicas.

REFERENCIAS

- FORD, S., HESS, B., SCHWOPE, M., NIJLAND, M., GILBERT, J., VONNAHME, K., MEANS, W., HAN, W., NATHANIELSZ, P. 2007. Maternal undernutrition during early to mid-gestation in the ewe results in altered growth, adiposity, and glucose tolerance in male offspring. *J. Anim. Sci.* 85:1285-1294; doi:10.2527/jas.2005-624.
- SANDOVAL, C., LAMBO, C., BEASON, K., DUNLAP, K., SATTERFIELD, M. 2020. Effects of maternal nutrient restriction on skeletal muscle mass and associated molecular pathways in SGA and Non-SGA sheep fetuses. *Domestic Animal Endocrinology* 72 :106443; doi.org/10.1016/j.domaniend.2020.106443.

COMPOSICIÓN AMINOACÍDICA DE UN EXTRACTO PROTEICO MICROBIANO DE ORIGEN RUMINAL SOMETIDO A DOS TÉCNICAS DE PURIFICACIÓN

Amino-acid composition of a microbial protein extract of ruminal origin obtained through of two purification techniques

Alejandro Velásquez^{1,2}, Mirta Tapia¹, Pablo Mercado¹ y Gonzalo Bruna¹

¹Departamento de Ciencias Agropecuarias y Acuícolas, Facultad de Recursos Naturales, Universidad Católica de Temuco. Rudecindo Ortega 02950. Temuco-Chile. ²Núcleo de Investigación en Producción Alimentaria, UC-Temuco. E-mail: avelasquez@uct.cl.

INTRODUCCIÓN

La necesidad de buscar nuevas alternativas proteicas de alta calidad nutricional para alimentar animales no-rumiantes ha motivado el surgimiento de innovadoras investigaciones con este propósito. Los animales no-rumiantes dependen en forma exógena de los aminoácidos esenciales para cubrir sus requerimientos, por lo cual, si éstos no son entregados en la dieta en las cantidades adecuadas, el animal sufrirá consecuencias detrimentales en su fisiología, metabolismo y en su salud en general. Por otro lado, las proteínas microbianas de origen ruminal presentan un alto valor biológico, destacando su alto contenido en aminoácidos esenciales, constituyendo una potencial alternativa para generar un extracto proteico con fines nutricionales (Johansen *et al.*, 2018). En este contexto, la técnica de purificación proteica puede afectar la composición aminoacídica del extracto, dada la posibilidad de aislar diferentes tipos de proteínas según el método de extracción. En consecuencia, el objetivo de esta investigación fue evaluar la composición aminoacídica de un extracto proteico microbiano de origen ruminal sometido a dos técnicas de purificación proteica.

MATERIALES Y MÉTODOS

El fluido ruminal (FR) fue colectado desde dos vacas frisonas fistuladas al rumen, alimentadas con heno de ballica bajo requerimientos de mantención. El FR fue filtrado en paño quesero para posteriormente ser homogenizado en una Blender (8011S). Los extractos proteicos ruminales se obtuvieron bajo dos alternativas de purificación: 1. Centrifugación del FR a 4000 rpm a 4°C, generando un pellet rico en microorganismos; posteriormente, este pellet se liofilizó y se conservó bajo refrigeración hasta su análisis aminoacídico. Este extracto fue denominado Extracto de Pellet Crudo de Microorganismos (CPM). 2. Luego de obtener el pellet de microorganismos, éste fue resuspendido en buffer fosfato de potasio pH 7.0 (KH₂PO₄) 50 Mm, 4 g/l (Na₂CO₃) y 13 mM ((NH₄)₂SO₄), para luego ser sometido a una disrupción por sonicación (ultrasonido), seguido de una centrifugación a 12.500 rpm a 4°C. Para aislar las proteínas se procedió a precipitarlas con sulfato de amonio (550 g/l) mediante la técnica *salting out*. Posteriormente, se centrifugó a 12.900 rpm durante 30 minutos a 4 °C, obteniendo así un segundo tipo de extracto proteico, denominado Extracto Purificado de Proteínas (EPP) (Velásquez y Pichard, 2010). Luego de generar los dos tipos de extractos se procedió a determinar PC (Kjeldahl) y su perfil aminoacídico a través de HPLC (cromatografía líquida de alta eficacia) en el Laboratorio de Fitoquímica del Instituto de Producción y Sanidad Vegetal, perteneciente a la Facultad de Ciencias Agrarias y Alimentarias, Universidad Austral de Chile. El diseño experimental fue completamente al azar con un factor con dos niveles (tipo de extracto). Se realizaron tres replicas/tratamiento. Para evaluar las diferencias de medias se utilizó la Prueba No Paramétrica Ordinal Mann-Whitney. Se infirió que las diferencias fueron significativas cuando P<0,01. El análisis estadístico se realizó a través del programa IBM SPSS Statistics 19.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El contenido de PC fue de 29,96 y 94,94% para el tratamiento CPM y EPP, respectivamente, evidenciando claramente la diferencia en el nivel de purificación proteica que implica generar una disrupción celular y precipitar posteriormente las proteínas celulares liberadas. Por otro lado, el análisis aminoacídico mostró un alto valor biológico de las proteínas analizadas y diferencias entre los tratamientos en la mayoría de los aminoácidos comparados (Cuadro 1). En todos los casos, el contenido de aminoácidos fue mayor para el tratamiento EPP. Una posible explicación de esto último se podría fundamentar en el hecho que al liberar proteínas intracelulares (citoplasma y organelos), se pudo haber obtenido proteínas de mejor calidad al incrementar su concentración en el extracto. Los valores hallados, tanto en contenido de PC como en calidad aminoacídica, posicionan a estos tipos de extractos como una alternativa para ser considerados como suplementos en la alimentación de animales no-rumiantes.

Cuadro 1. Composición aminoacídica de los extractos proteicos microbiales de origen ruminal, obtenidos bajo dos técnicas de purificación.

Tratamientos	Asp ¹	Glu	Ser	Gly	Hys	Arg	Thr	Ala	Pro	Tyr	Val	Met	Cys	Ile	Leu	Phe	Lys
EPP	11,18	11,58	5,38	2,81	6,65	6,67	6,1	3,89	8,5	5,95	7,92	8,61	ND	4,72	4,73	2,89	2,42
CPM	10,76	11,22	5,15	2,81	6,3	6,42	5,86	3,77	8,15	5,69	7,55	8,04	3,8	4,56	4,7	2,87	2,35
	* ²	*	*	NS	*	*	*	*	*	*	*	*	-	*	NS	NS	*

EPP: Extracto Proteico Purificado; CPM: Crudo Pellet de Microorganismos. ¹Asp (Aspartamo), Glu (Glutamato), Ser (Serina), Gly (Glicina), Hys (histidina), Arg (Arginina), Thr (Treonina), Ala (Alanina), Pro (Prolina), Tyr (Tirosina), Val (Valina), Met (Metionina), Cys (Cisteína), Ile (Isoleucina), Leu (Leucina), Phe (Fenilalanina), Lys (Lisina). Expresado: g/100 g proteína. ND: Valor no detectable. ²Significativo (P < 0,01). NS: No Significativo (Ordinal Mann-Whitney).

CONCLUSIONES

Existieron diferencias nutricionales entre los extractos EPP y CPM en su composición aminoacídica y en contenido de PC. Se encontró un valor biológico adecuado en ambos extractos proteicos para la alimentación de animales no-rumiantes, siendo mayor el contenido de aminoácidos esenciales en EPP. La diferencia detectada entre los tipos de extractos se pudo haber debido al hecho que se liberaron distintas proteínas y en diferentes concentraciones (origen intracelular), generando extractos aminoacídicamente diferentes.

REFERENCIAS

- JOHANSEN, M., P. LUND AND M.R. WEISBJERG. 2018. Amino acid profile of metabolisable protein in lactating dairy cows is affected by dry matter concentration in grass-clover silage. *Animal Feed Science and Technology*. 237:166–174.
- VELÁSQUEZ, A. AND G. PICHARD. 2010. Effects of rumen fluid pre-incubation on *in vitro* proteolytic activity of enzymatic extracts from rumen microorganisms. *Animal Feed Science and Technology*. 162:75-82.

SUPLEMENTACIÓN ULTRACORTA EN PREPARTO CON PROPILENGLICOL Y PROPIONATO DE CALCIO EN OVEJAS MULTÍPARAS EN BAJA CONDICIÓN CORPORAL Y DESEMPEÑO REPRODUCTIVO

Ultra-short supplementation in pre-partum with propylene glycol and calcium propionate in multiparous sheep in low body condition and reproductive performance

¹Marcela Gómez-Ceruti, ²Daniela Leiva, ³Lina Maria Correa E., ⁴Giordano Catenacci A. y ⁵María Paz Marín G.

Universidad Santo Tomás. marcelagomez@santotomas.cl, mdleiva90@gmail.com,
lcorrea2@santotomas.cl, gcatenacci@santotomas.cl, mmarin@santotomas.cl

INTRODUCCIÓN

El último tercio de gestación en ovinos constituye un período de alta demanda de nutrientes necesarios para que se produzca un adecuado crecimiento fetal. Esta elevada demanda genera un balance energético negativo (BEN) en las hembras, lo que incide en el nivel de productividad y rentabilidad del sistema. Para tratar y prevenir patologías y variaciones fisiológicas asociadas al BEN, se ha recurrido a la administración de precursores gluconeogénicos, que tienen un alto impacto en periodos más acotados de tiempo (Nielsen y Ingvarsen, 2004). El desarrollo de una estrategia basada en ellos, puede ser una opción eficiente para mejorar parámetros reproductivos en rebaños bajo condiciones de secano. El objetivo fue evaluar el efecto de una suplementación ultracorta en el periparto tardío con propilenglicol y propionato de calcio, en el desempeño reproductivo de ovejas de alta prolificidad en baja condición corporal.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en un plantel ovino ubicado en la Comuna de Pumanque, sector de secano de la Región de O'Higgins. Se consideraron 30 hembras de raza Romanov de 2-4 años, con una dieta base de pastoreo directo en pradera natural mediterránea y sin suplementación adicional. Las hembras fueron sincronizadas utilizando dispositivos intravaginales de progesterona (0.35gr, CIDR® Ovis, Zoetis, USA) por 12 días y luego encastadas mediante monta natural, durante la temporada reproductiva. Al día 40 post encaste se realizó ecografía transabdominal y se determinó el número de fetos con el fin de seleccionar a las hembras con gestaciones dobles y triples. A partir de esto, 18 ovejas fueron seleccionadas y asignadas de forma aleatoria en 3 grupos: control (GC; n=6), propilenglicol (PG; n=6) y propionato de calcio (PC; n=6). Al día 20, previo a la fecha estimada de parto, se comenzó una suplementación con una dieta base de 2kg de cubos de alfalfa distribuidos am y pm, más 300gr de avena en grano pm. Entre el día 10 preparto y el parto, se realizó una suplementación adicional con precursores gluconeogénicos, en los grupos PG y PC, que consistió en 100 ml/día/animal de monopropilenglicol al 99,8 % (Propilenglicol-USP, Quality Pro, Chile) y 70 g/día/animal de propionato de calcio al 99% (Quality Pro, Chile), respectivamente. Después del parto, los 3 grupos se mantuvieron en estabulación 10 días más junto a sus crías y recibieron sólo la dieta base nuevamente. Agua se incorporó ad libitum. Las crías fueron identificadas y pesadas al día de nacimiento, posterior a toma de calostro y al día 10 de vida. Los datos se analizaron mediante SPSS versión 18. Las diferencias en los valores de condición corporal (CC) de las hembras al encaste, al inicio de suplementación con precursores, al parto y al día 10 post parto, y los pesos de las crías totales al nacimiento y 10 días de nacimiento entre grupos se evaluó mediante ANOVA de medias repetidas, comparando entre grupos en los diferentes días. La asociación entre la condición corporal de las hembras al parto y el peso de las crías al nacimiento

y 10 días de nacimiento se analizaron mediante correlación de pearson. Se consideró como significancia estadística $p < 0.05$. Todos los resultados son expresados como media aritmética \pm S.D.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1 se observa la CC de las hembras desde el encaste hasta el día 10 postparto. No se encontraron diferencias significativas entre grupos en ningún momento de medición ($P > 0.05$).

La suplementación 20 días preparto mantuvo la CC, lo que indica que los mayores requerimientos nutricionales al término de la preñez y de la lactancia fueron suplidos por el aporte que entregó la suplementación, por lo que no fue necesario movilizar sus reservas corporales con el crecimiento fetal de término (Tygesen et al., 2008). En la tabla 1 se observa la cantidad de crías nacidas vivas y sus pesos al día de nacimiento y al día 10 en cada grupo tratamiento. La suplementación ultracorta con PG aumentó de forma significativa ($P < 0,05$) el peso de las crías en 1.3 y 1.4 veces más respecto al GC, tanto al nacimiento como al día 10 postparto, respectivamente. Estos resultados concuerdan con Ahmadzadeh et al., (2020), quienes observaron que la administración de PG puede compensar los efectos de la desnutrición materna y aumentar el peso de los corderos al nacimiento. No hubo diferencias significativas para el peso de las crías entre PC y PG al día 0 ni al 10 ($P > 0,05$) (Table. 1). Se observó una asociación positiva entre la condición corporal de las hembras al parto y el peso de las crías al nacimiento ($P < 0,05$; $r = 0,61$) y al día 10 de nacimiento ($P < 0,05$; $r = 0,62$). Esto concuerda con Oldham et al. (2011) quien determinó que hembras de raza merino con condiciones corporales bajas en el preparto tuvieron los menores pesos de nacimiento de las crías.

Cuadro 1. Condición corporal de ovejas suplementadas con propionato de calcio y propilenglicol 10 días antes del parto y el peso corporal de corderos lactantes. Diferentes letras representan diferencia significativa.

	Tratamiento			P valores	
	Propionato de calcio	Propilenglicol	Control		
Condición corporal hembras	Encaste	2,17 \pm 0,29 ^a	2,50 \pm 0,61 ^a	2,25 \pm 0,5 ^a	> 0,05
	Día -10	1,83 \pm 0,29 ^a	2,50 \pm 0,71 ^a	1,88 \pm 0,48 ^a	> 0,05
	Día 0 (parto)	1,83 \pm 0,29 ^a	2,14 \pm 0,55 ^a	1,75 \pm 0,5 ^a	> 0,05
	Día +10	1,83 \pm 0,29 ^a	2,14 \pm 0,55 ^a	2,00 \pm 0,0 ^a	> 0,05
Número de crías	8	12	10		
Peso al nacimiento crías (kg)	2,70 \pm 0,40 ^a	3,32 \pm 0,77 ^b	2,48 \pm 0,39 ^a		< 0,05
Peso día 10 de nacimiento (kg)	5,11 \pm 1,34 ^a	5,60 \pm 0,89 ^b	3,99 \pm 0,63 ^a		< 0,05

CONCLUSIONES

La suplementación ultracorta con PG a diferencia del PC, aumentó el peso de nacimiento de los corderos y puede ser una herramienta efectiva para mejorar este parámetro en corderos nacidos de madres que enfrentan el último tercio de gestación restringidas nutricionalmente y con baja condición corporal bajo condiciones de secano.

REFERENCIAS

- NIELSEN, N. I. & INGVARTSEN, K. L. (2004). Propylene glycol for dairy cows: a review of the metabolism of propylene glycol and its effects on physiological parameters, feed intake, milk production and risk of ketosis. *Animal Feed Science and Technology*, 115(3-4), 191–213.
- TYGESEN, M. P., NIELSEN, M. O., NØRGAARD, P., RANVIG, H., HARRISON, A. P., & TAUSON, A. H. (2008). Late gestational nutrient restriction: effects on ewes' metabolic and homeorhetic adaptation, consequences for lamb birth weight and lactation performance. *Archives of Animal Nutrition*, 62(1), 44–59.
- AHMADZADEH, L., HOSSEINKHANI, A., TAGHIZADEH, A., GHASEMI-PANAHI, B., & HAMIDIAN, G. (2020). Effect of late gestational feed restriction and glucogenic precursor on behaviour and performance of Ghezel ewes and their offspring. *Applied Animal Behaviour Science*, 231, 105030.

UNA BREVE SUPLEMENTACIÓN CON UN EXTRACTO DE CORTEZA DE PINO MEJORA PERFILES DE ACIDOS GRASOS EN CORDEROS

A short-term supplementation with an extract from radiata pine bark improves fatty acid profiles in finishing lambs

Vera, N.¹, Suescun-Ospina, S. T.^{1,3}, R. Allende ¹, Williams, P.² y Ávila-Stagno, J.^{1*}
¹Departamento de Ciencia Animal, Facultad de Ciencias Veterinarias. ²Depto. de Producción Animal, Facultad de Agronomía, Universidad de Concepción, Chillán, Chile. ³Escuela de Ciencias Animales, Universidad de los Llanos, Colombia. *E-mail: jorgeavila@udec.cl

INTRODUCCIÓN

La industria forestal chilena genera un abundante residuo de corteza de pino (ECP) a partir del cual se genera un extracto rico en polifenoles que ha demostrado potencial para reducir la producción de metano y nitrógeno amoniacal (Vera et al., 2022), sin afectar la digestibilidad de la MS. Los polifenoles han demostrado capacidad de modular la biohidrogenación de lípidos en rumen, sin embargo, los efectos de la inclusión de ECP sobre los perfiles de ácidos grasos en rumiantes no han sido caracterizados. El objetivo de este estudio fue evaluar los perfiles de ácidos grasos de tejido adiposo subcutáneo de corderos suplementados con ECP.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó una engorda con 27 corderos destetados (4m; 34.6 kg) asignados aleatoriamente a 1 de 3 tratamientos. Se mezcló una dieta control (0) con 18.5% PC, 33.4% FDN y 2.3% EE, basada en alfalfa heno (43.7%), afrecho de soya (14.6%), afrecho de trigo (17.5%), maíz grano (23.3%) pre mezcla vitamínica-mineral (0.9%). Luego se agregó 1% y 2% de ECP (13.3% polifenoles, 4.35% taninos) para generar los tratamientos 1 y 2 respectivamente. Los animales se alimentaron *ad libitum* diariamente durante 35d a las 8:00 y se midió consumo y rechazo diario individualmente. Luego de la faena se colectó una muestra (1g) de tejido adiposo subcutáneo del lomo a partir del cual se extrajo los ácidos grasos por el método de Folch et al. (1957) y se metiló con hidróxido de potasio 0.5N, con ácido nonadecanoico como estándar interno (3.3mg/mL de hexano). Los metil ester de ácidos grasos (AG) fueron analizados por cromatografía de gases de acuerdo a Avila-Stagno et al. (2013). Las concentraciones de AG se expresaron en porcentaje relativo del total de metil ester de AG. Los datos se analizaron con Stata mediante ANOVA. Cuando el efecto ECP fue significativo se realizó prueba de Tuckey, contraste lineal y polinomial (0 v/s ECP).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La inclusión de ECP redujo las proporciones de los principales AG saturados e incrementó los mono y poli insaturados. Estos efectos incluyen incrementos lineales en ácido vaccénico, oleico, linoleico, α -linolénico, ruménico y EPA con el incremento en la concentración de ECP (Cuadro 1). Adicionalmente, la inclusión de ECP reduce la relación n-6/n-3 y la relación entre AG Saturados/AG Polinsaturados. Los cambios generados indican que el ECP inhibe o al menos retrasa el proceso de biohidrogenación de lípidos en rumen generando incrementos en AG de interés para la salud del consumidor. Futuras investigaciones son necesarias para evaluar los efectos del extracto sobre las poblaciones microbianas así como la combinación de ECP con fuentes de lípidos insaturados sobre la composición de AG del tejido adiposo subcutáneo e intramuscular.

Cuadro 1. Efectos de la inclusión de extracto de corteza de pino (ECP) en dietas de corderos destetados sobre perfiles de ácidos grasos de tejido adiposo subcutáneo.

Item	ECP, % MS			EEM	Valor P		
	0	1	2		Dieta	Lineal	0 vs. PBE
AG Saturados (SFA)							
14:0 (MA)	3.80 ^a	2.70 ^b	2.51 ^b	0.287	0.011	0.005	0.003
16:0 (PA)	26.1 ^a	25.1 ^a	22.2 ^b	0.53	< 0.001	< 0.001	0.013
17:0	2.14	1.90	2.14	0.101	0.206	–	–
18:0 (SA)	18.7 ^a	14.9 ^b	14.6 ^b	0.79	0.001	0.001	< 0.001
20:0 (ArA)	1.30 ^b	1.42 ^{ab}	1.51 ^a	0.051	0.031	0.010	0.013
∑SFA	53.6 ^a	47.8 ^b	46.4 ^b	1.07	< 0.001	< 0.001	< 0.001
AG Monoinsaturados (MUFA)							
16:1	1.97	1.84	1.83	0.122	0.596	–	–
<i>t</i> 6, <i>t</i> 8-18:1	0.28	0.21	0.28	0.042	0.354	–	–
<i>t</i> 9-18:1 (EA)	0.43 ^a	0.34 ^b	0.34 ^b	0.018	0.032	0.018	0.004
<i>t</i> 10-18:1	1.25	1.29	1.37	0.080	0.287	–	–
<i>t</i> 11-18:1 (VA)	2.16 ^b	2.46 ^{ab}	2.52 ^a	0.103	0.025	0.010	0.002
<i>c</i> 9-18:1 (OA)	31.4 ^b	34.9 ^a	35.7 ^a	0.98	0.006	0.002	0.001
<i>c</i> 11-18:1	1.53	1.53	1.54	0.036	0.991	–	–
∑MUFA	39.3 ^b	42.8 ^{ab}	44.0 ^a	1.14	0.010	0.003	0.001
AG Poliinsaturados (PUFA)							
18:2 n-6 (LA)	2.94 ^b	4.41 ^a	4.52 ^a	0.299	0.002	0.001	< 0.001
18:3 n-3 (ALA)	0.25 ^b	0.28 ^{ab}	0.41 ^a	0.041	0.029	0.013	0.045
CLA <i>t</i> 10, <i>c</i> 12-18:2	0.58 ^b	0.72 ^{ab}	0.90 ^a	0.098	0.046	0.015	0.037
CLA <i>c</i> 9, <i>t</i> 11-18:2 (RA)	0.64 ^b	0.79 ^{ab}	0.88 ^a	0.072	0.041	0.016	0.008
20:5 n-3 (EPA)	0.05 ^b	1.02 ^a	1.11 ^a	0.193	0.012	0.006	0.046
22:5 n-3 (DPA)	0.25	0.31	0.35	0.060	0.353	–	–
22:6 n-3 (DHA)	0.09	0.08	0.10	0.054	0.935	–	–
∑PUFA	5.74 ^b	8.48 ^a	9.30 ^a	0.613	0.001	< 0.001	< 0.001
∑UFA	44.6 ^b	51.0 ^a	53.0 ^a	1.61	0.001	< 0.001	< 0.001
∑n-6/∑n-3	3.84 ^a	2.75 ^{ab}	2.37 ^b	0.264	0.020	< 0.001	0.008
∑PUFA/∑SFA	0.10 ^b	0.17 ^a	0.20 ^a	0.146	0.002	< 0.001	< 0.001

Medias en una misma fila sin un superíndice común indica P<0.05

CONCLUSIÓN

Los resultados indican que la suplementación con 1 o 2 % MS de un extracto de corteza de pino rico en polifenoles mejora los perfiles de AG del tejido adiposo subcutáneo de corderos con un incremento en ácido ruménico, vaccénico, oleico y en los AG n-3. Adicionalmente reduce los AG saturados y la relación n-6/n-3.

REFERENCIAS

- VERA, N.; GUTIÉRREZ-GÓMEZ, C.; WILLIAMS, P.; ALLENDE, R.; FUENTEALBA, C.; ÁVILA-STAGNO, J. (2022) Comparing the Effects of a Pine (*Pinus radiata* D. Don) Bark Extract with a Quebracho (*Schinopsis balansae* Engl.) Extract on Methane Production and *in vitro* Rumen Fermentation Parameters. *Animals* 2022, 12, 1080.
- FOLCH, J., LEES, M., STANLEY, G.H.S. 1957. Simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *Journal of Biological Chemistry* 226, 497.
- AVILA-STAGNO, J., CHAVES, A.V., HE, M.L., HARSTAD, O.M., BEAUCHEMIN, K.A., MCGINN, S.M., MCALLISTER, T.A., 2013. Effects of increasing concentrations of glycerol in concentrate diets on nutrient digestibility, methane emissions, growth, fatty acid profiles, and carcass traits of lambs. *Journal of Animal Science* 91(2), 829–837.

CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA Y ENZIMÁTICA DE EXTRACTO DE ESTÓMAGO DE CABRITOS DE 2 MESES DE EDAD

Physical-chemical and enzymatic characterization of stomach extract from 2-month-old goatling

Rodrigo Pulgar, Rubén Vera y Paolo Ramirez.

rpulgar@santotomas.cl. Universidad Santo Tomás. Esc. de Medicina Veterinaria, Sede Santiago

INTRODUCCIÓN

La leche de cabra es utilizada principalmente en la elaboración de quesos, necesitando para ello cualquier enzima coagulante conocida como cuajo. Existen varios tipos de cuajo, siendo el más utilizado el de origen animal, extraído del estómago glandular de los rumiantes, particularmente de sus crías en periodo de lactante, coagulando la proteína de la leche llamada caseína. Esta actividad requiere ciertas condiciones como es pH, temperatura y presencia de quimosina. El objetivo de este trabajo fue evaluar la actividad coagulante del abomaso de cabritos de 2 meses de edad, alimentados con leche hasta el día 40, concentrado de iniciación y heno de alfalfa.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para este estudio de tipo descriptivo, el material biológico (2 cabritos raza Saanen) se obtuvo de un capricultor del sector de Curacaví, región de Metropolitana y la caracterización química se realizó en el centro de estudios CIMON de la Universidad Santo Tomás, sede La Serena, región de Coquimbo. Los animales se sacrificaron en su origen a los 2 meses de edad, extrayendo su estómago glandular. Los abomasos se lavaron con agua potable, se recubrieron con sal y se enviaron refrigerados al CIMON. Estos fueron pesados y secados a 35°C por 10 días hasta alcanzar mínimo 95% de MS. Se removió el exceso de sal y las piezas fueron molidas para extraer 20 g para su análisis químico proximal (AQP) en triplicado, determinando humedad, PC, EE, Cenizas y CHO, según la AOAC (2005), expresándose en porcentaje base materia seca. El mismo procedimiento se realizó a la leche caprina utilizada. En la preparación enzimática se utilizaron 3,265 g de material molido diluido en 250 ml con agua mineral (1,3%), a la cual se realizó movimientos en orbital a 150 rpm por 60 min, luego centrifugado a 4500 rpm/10 min para asegurar la concentración enzimática en la fase acuosa. Del sobrenadante se hicieron distintas diluciones para las evaluaciones respectivas. La temperatura óptima de coagulación se determinó mediante pruebas repetidas, utilizando al menos 5 puntos de temperaturas (25 a 34°C) diferentes, para ello se utilizaron 10 ml de leche en tubos de ensayo, a los cuales se adicionaron 5 ml de extracto enzimático para cada dilución. Se continuó con agitación manual hasta observar a lo menos 3 coágulos de leche adheridos a las paredes del tubo. Una vez obtenido la temperatura óptima de coagulación, se evaluó el tiempo de coagulación a distintos pH (5, 6, 7, 8, 9 y 10), lo cual se ajustó con ácido acético para pH ácidos e hidróxido de sodio para pH básicos. Para determinar los efectos del CaCl₂ en la cuajada, se utilizaron concentraciones de 100 µL, 300 µL, 500 µL, 700 µL y 1000 µL, siguiendo en ambos casos el mismo protocolo descrito anteriormente. Cada determinación se hizo en triplicado y los resultados se expresaron en minutos ($\bar{x} \pm DE$). La actividad coagulante en leche (MCA), se determinó mediante la siguiente: $MCA (U) = (2400/T) \times (S/E)$. Donde: U = Unidad actividad coagulante de leche (cantidad de leche coagulada por 5 ml de extracto enzimático); T = tiempo necesario para la formación del primer coágulo (s); S = volumen de leche utilizado (ml); E = volumen de preparado enzimático (ml). Los resultados fueron expresados como (U/g) y en triplicado para cada variable evaluada.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El AQP arrojó un alto valor de cenizas (68%) atribuido al método de deshidratación (Cisternas, 2020). La composición de la leche caprina se encontró acorde a lo reportado por la literatura. A

25°C se obtuvo el menor tiempo de coagulación (1,72 min), resultado que difiere a lo reportado por Dickson, et al. (2017) que indican rangos óptimos entre 35 a 43 °C. Esta diferencia se puede deber a que la quimosina depende mucho de la edad y la alimentación, tal como describe Moschopoulou (2011), quien menciona que la secreción de zimógenos en la mucosa gástrica se ve afectada por la edad y la dieta. Así, entre más joven es el animal y es alimentado con leche, se produce más proquimosina. En nuestro estudio los cabritos fueron alimentados con leche, concentrado y en la etapa final hasta los 2 meses de edad. El menor tiempo de coagulación (1,23 min) se obtuvo con un pH 5, mientras que a pH 10 el tiempo fue 2,93 minutos. Estos resultados sugieren que el pH afecta la actividad coagulante, teniendo afinidad por un pH ácido, tal como indica Dickson, et al. (2017), quien menciona que el cuajo actúa mejor en un medio ligeramente ácido. El tiempo de coagulación a 25°C con la incorporación de CaCl₂ mostró que con concentraciones de 700 µl y 1000 µl, se obtiene el menor tiempo (0,67 y 0,37 min, respectivamente), cuya cuajada presenta un aspecto gelatinoso y denso, tal como indica Rogelj et al., (2001) quienes mencionan que existe una relación entre el tiempo de coagulación y firmeza de cuajada con la concentración de CaCl₂.

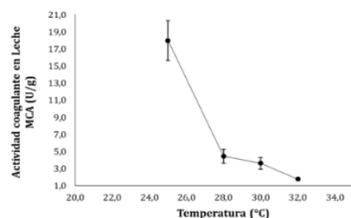


Figura 1. MCA (u/g), con extracto abomasal, a diferentes temperaturas (□ ± DE)

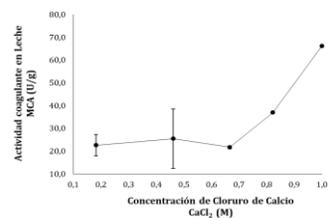


Figura 2A) MCA (u/g) con extracto abomasal a distinto PH

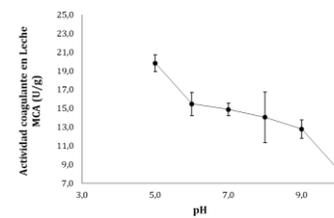


Figura 2B) MCA de cabra (U/g), con extracto abomasal de cabrito de 2 meses de edad y adición de CaCl₂ (□ ± DE).

La MCA en función de la temperatura fue mayor a los 25 °C, siendo muy baja sobre los 28 °C, lo cual difiere del estudio de Cisternas (2020), quién menciona que el valor de temperatura más adecuado es 35 °C, siendo el óptimo en literatura 34° C.

La MCA a 25 °C en función del PH, muestra una mayor actividad coagulante a un PH de 5 (fig 2A), la cual disminuye a medida que el PH se hace más alcalino, siendo muy baja alrededor de 10. La MCA en función de las concentraciones de CaCl₂ (fig 2B), muestran baja actividad a concentraciones menores a 0,6, sin embargo, sobre esta la actividad aumenta de manera importante

CONCLUSIONES

El extracto de abomaso de cabrito de 2 meses de edad posee actividad coagulante, cuyo mayor efecto se observa a temperatura de 25°C, a pH 5 e incorporación de CaCl₂ a una concentración mayor a 700µl y 1000µl. La deshidratación osmótica con sal de mesa no es una buena metodología, ya que aumenta los niveles de cenizas en la muestra, interfiriendo los resultados de los otros analitos en un AQP.

BIBLIOGRAFÍA

- A.O.A.C. (1990). Official Methods of Analysis. 18th Ed., Association of Official Analytical Chemist, Washington DC
- CISTERNAS JAMET, J. (2020). *Caracterización Físico-Química y Enzimática de extracto de estómago de Cabrito*. Recuperado el 19 noviembre de 2021 de <file:///C:/Users/Paolo/Desktop/proyecto%20de%20memoria/Informe%20Caracterizaci%C3%B3n%20Cuajo.pdf>
- DICKSON, L., D'AUBETERRE, R., REVERÓN, A., BLADIZÁN, A., GARCIA, O., GARCIA, M. ET AL. (2017). *Manual de Producción Caprino y Ovino*. (3era Edición) Caracas: Complejo Editorial Alfredo Maneiro
- MOSCHOPOULOU, E. (2011). Characteristics of rennet and other enzymes from small ruminants used in cheese production. *Small Ruminant Research*, 101(1-3), 188-195.
- ROGELJ, I., PERKO, B., FRANCKY, A., PENCA, V., PUNGERCAR, J. (2001). Recombinant Lamb Chymosin as an Alternative Coagulating Enzyme in Cheese Production. *J. Dairy Sci*, 84, 1020-1026.

CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA Y ENZIMÁTICA DE EXTRACTO DE ESTÓMAGO DE CABRITOS DE 3 MESES DE EDAD

Physical-chemical and enzymatic characterization of stomach extract from 3-month-old goatling

Rubén Vera, Rodrigo Pulgar, y Joyce Hernández. rverav@santotomas.cl. Universidad Santo Tomás. Escuela de Medicina Veterinaria, Sede Santiago

INTRODUCCIÓN

En Chile el ganado caprino se concentra entre las regiones de Atacama y Metropolitana (INE, 2017), con el propósito de producir leche y quesos. La elaboración de quesos requiere la adición de cuajo, siendo muy utilizado en algunos productores de la cuarta región, el de origen animal, extraído del estómago glandular de los rumiantes particularmente de sus crías en periodo de lactante, correspondiente a la quimosina. Ciertas condiciones de temperatura, pH, adición de cloruro de Ca (CaCl_2) y presencia de quimosina, son necesarios en la elaboración de quesos. Así el objetivo del trabajo fue la caracterización físico-química y la actividad coagulante en leche de cabra del extracto de abomaso de cabrito de 3 meses de edad.

MATERIALES Y MÉTODOS

En este trabajo de tipo descriptivo, el material biológico (1 cabrito raza Saanen) se obtuvo de un capricultor del sector de Curacaví, región Metropolitana, la caracterización química se realizó en el centro de estudios CIMON de la Universidad Santo Tomás (UST) sede La Serena. El animal se sacrificó a los 3 meses de edad extrayendo su estómago glandular. El abomaso se lavó con agua potable, se recubrió con sal y se envió refrigerado al CIMON, en donde fue secada a 35°C por 8 d hasta alcanzar mínimo 95% de MS. Se removió el exceso de sal y se molió extrayendo 20 grs para su análisis químico proximal. (AQP) en triplicado, según la AOAC (2005). El mismo procedimiento se realizó a la leche caprina. Para la preparación enzimática se utilizaron 3 gr de material molido diluido en 150 ml con agua bidestilada la cual se mezcló por movimientos en orbital a 150 rpm/60 min, luego centrifugado a 4500 rpm/10 min para asegurar la concentración enzimática en la fase acuosa. Del sobrenadante se hicieron distintas diluciones y se evaluó su actividad coagulante en leche de cabra (por triplicado). La temperatura óptima de coagulación se determinó mediante pruebas repetidas, con al menos 5 puntos de comparación (25 a 34°C), utilizando 10 ml de leche, adicionando 100 μL de la solución enzimática con mayor actividad. Se agitó cada 5 segundos registrando el tiempo en el cual se observan al menos 3 coágulos en la pared del tubo. Posteriormente, se evaluó el tiempo de coagulación a distintos pH (5 a 10), ajustado con ácido acético para pH ácido e hidróxido de sodio para pH básico. Para determinar el efecto de adición de CaCl_2 en la cuajada, se utilizaron concentraciones de 100 μL , 300 μL , 500 μL , 700 μL y 1000 μL , siguiendo el mismo protocolo anterior. La actividad coagulante en leche (MCA), se determinó a través de la fórmula $MCA (U) = (2400/T) \times (S/E)$. Donde: U = Unidad actividad coagulante de leche (cantidad de leche coagulada por 5 ml de extracto enzimático); T = tiempo necesario para la formación del primer coágulo (s); S = volumen de leche utilizado (ml); E = volumen de preparado enzimático (ml). Los resultados en triplicado se expresaron como (U/g).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El AQP mostró un alto valor de cenizas (49,27%) atribuido al método de deshidratación (Jamet J. 2020). La composición de la leche caprina se encontró dentro de los parámetros reportados por la literatura.

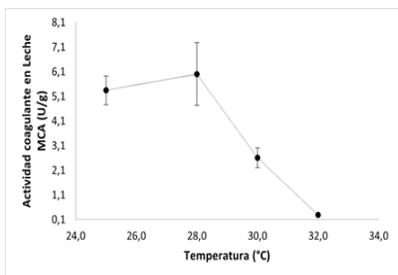


Figura 1. MCA (u/g), a distinta temperatura ($\square \pm DE$).

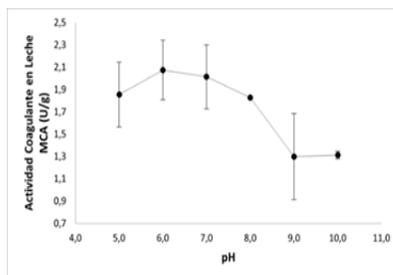


Figura 2A) MCA (u/g), a temperatura óptima y distinto pH.

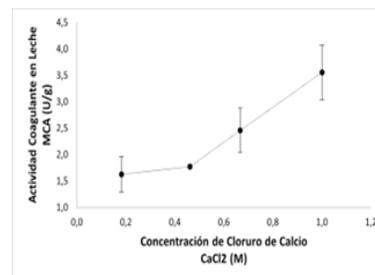


Figura 2B). MCA (u/g), a diferentes concentraciones de Cloruro de Calcio ($\square \pm DE$).

En la figura 1 se aprecia que la mayor MCA se obtuvo a una temperatura de 28°C. Luego de aplicar altas temperaturas, las proteínas (β -lactoglobulinas y α -lactoalbúmina) sufren cambios en su estructura. Si bien es este trabajo no fue evaluado, según (Sbodio, O y Revelli, G., 2012), existe desnaturalización proteica, afectando la capacidad para coagular, especialmente, al influir sobre la unión de las proteínas del suero a la superficie de las micelas que, por impedimento estérico, generan una agregación inapropiada. En la figura 2A se observa mayor actividad coagulante a pH 6 (64,2 seg) con una fuerza de coagulación de 2,1 (U/g) \pm 0,26. El pH ácido tiene un efecto directo sobre la coagulación, siendo directamente proporcional a la sinéresis que ocurre en esta. Sbodio y Revelli, 2012, definen sinéresis como el encogimiento de un gel, que ocurre junto con la separación del suero. En la figura 2B se aprecia que la mayor actividad coagulante fue a una concentración de 1000 μ L. Las sales de calcio se utilizan en la fabricación de quesos para lograr mejor estructura, reduciendo el tiempo de coagulación y aumentando la retención de calcio (Valencia, et al. 2011). Okigbo et al., (1985), demostraron que la suplementación con CaCl_2 produce integración de moléculas de caseínas más solubles en las micelas y conlleva un aumento de la caseína total.

CONCLUSIONES

El extracto de abomaso de cabrito de 3 meses de edad presenta actividad coagulante en leche de cabra siendo óptima a los 28°C, pH 6 y adición de 1000 μ L de CaCl_2 .

REFERENCIAS

- A.O.A.C. (2005). Official Methods of Analysis. 18th Edition, Association of Official Analytical Chemist, Washington DC.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS (2017). *Encuesta de ganado caprino 2017 (Variación del ganado caprino y porcentaje de explotaciones por tipo de actividad según estrato)*. Departamento de Estadísticas Económicas. Recuperado el 08 de Junio de 2021 de: <https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2017/12/ExistenciaCaprinos2017.xlsx>
- OKIGBO, L., RICHARDSON, G., BROWN, R & ERNSTROM, C. (1985). Effects of pH, Calcium Chloride, and Chymosin Concentration on Coagulation Properties of Abnormal and Normal Milk. *Journal of Dairy Science*. 68(10). 2527-2533. Recuperado de [https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(85\)81132-2/pdf](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(85)81132-2/pdf)
- SBODIO, O & REVELLI, G. (2012). *Coagulación de la leche. Desarrollo de un dispositivo para el "monitoreo" online del proceso. Avances en la Argentina*. Dialnet Unirioja. 38(3), 236-246. Recuperado de [file:///C:/Users/HP/Downloads/Dialnet-CoagulacionDeLaLeche-4168604%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/HP/Downloads/Dialnet-CoagulacionDeLaLeche-4168604%20(2).pdf)
- VALENCIA, F., ROMÁN, M Y CARDONA, D. (2011). El calcio en el desarrollo de alimentos funcionales. *Revista Lasallista de Investigación*. 8(1), 104-116.

Praderas y Forrajes

PRESENCIA DE HONGOS ENDÓFITOS EN LA ESPECIE FORRAJERA *Bromus valdivianus* Phil., REGIÓN DE LOS RÍOS, SUR DE CHILE

PRESENCE OF ENDOPHYTIC FUNGI IN THE FORAGE SPECIE *Bromus valdivianus* Phil., LOS RÍOS REGION, SOUTHERN CHILE

Jorge Luna^{1,2}, Oscar Balocchi³, Máximo Alonso³, Oscar Martínez⁴

¹Escuela de Graduados, Facultad de Ciencias Agrarias y Alimentarias, Universidad Austral de Chile. ²Facultad de Ciencias Básicas, Universidad del Magdalena, Colombia. ³Instituto de Producción Animal, Facultad de Ciencias Agrarias y Alimentarias. ⁴Instituto de Bioquímica y Microbiología, Facultad de Ciencias, Universidad Austral de Chile. *Email: jorge.luna@alumnos.uach.cl. Proyecto Fondecyt 1220448

INTRODUCCIÓN

Tradicionalmente en las praderas se han estudiado las interacciones mutualistas entre hongos endófitos (*Epichloë/Neotyphodium*) en las especies *Festuca* y *Lolium*, debido a su importancia en conceder resistencia a sus plantas huéspedes frente a estreses bióticos y abióticos (Saikia *et al.*, 2012). En el sur de Chile, son escasos los estudios de estas interacciones en praderas de *Bromus valdivianus*, una especie nativa y perenne de importancia ganadera debido a su potencial de producción y calidad nutricional. Por lo tanto, resulta interesante estudiar la diversidad de hongos endófitos asociados a *B. valdivianus* como una estrategia de manejo frente al ataque de plagas insectiles y tolerancia al déficit hídrico. En este sentido y de manera preliminar, se planteó la hipótesis de que existe interacción de tipo mutualista entre *B. valdivianus* con al menos una especie de hongos endófitos. El objetivo de este estudio fue determinar la diversidad de hongos endófitos asociados a *B. valdivianus* a partir de semillas y hojas en la Región de Los Ríos, Sur de Chile.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las semillas analizadas fueron del cultivar Bronco INIA y a través de recolecciones en praderas de bromo silvestre localizadas en la Región de Los Ríos, Sur de Chile. Las muestras foliares que incluían macollos completos y en buen estado, fueron colectados en dos sitios ubicados en la comuna de Valdivia, sector Paillao y la Estación Experimental Agropecuaria Austral de la Facultad de Ciencias Agrarias y Alimentarias (FCAA), de la Universidad Austral de Chile (UACH). En cada sitio de muestreo se tomaron tres muestras de 30 x 30 cm. Los aislamientos y análisis microscópicos de los hongos endófitos, se realizaron en el Laboratorio de Fitopatología del Instituto de Producción Vegetal, FCAA, UACH.

Se analizaron 100 semillas y se estimó el porcentaje de infección por hongos endófitos mediante microscopía (Leyronas y Raynal, 2001). Las muestras foliares conformadas por vainas y láminas de hojas en buen estado, fueron desinfectadas y cultivadas en medios de cultivos específicos; seguidamente se incubaron a 25°C en oscuridad durante cuatro semanas (Bacon y White, 1994).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El 76% de las semillas silvestres de *B. valdivianus* mostraron colonización por hongos endófitos mientras que las semillas comerciales solo alcanzaron el 21,7%. La presencia de hifas irregulares, ramificadas y pigmentadas sugieren que sean endófitos Ascomicetos (Figura 1 A-B). A partir de los aislamientos de semillas y hojas se obtuvieron 14 morfotipos de hongos endófitos, de éstas se identificó a *Acremonium* que podría estar asociado con *Neotyphodium* sp. (Figura 1 C-D).

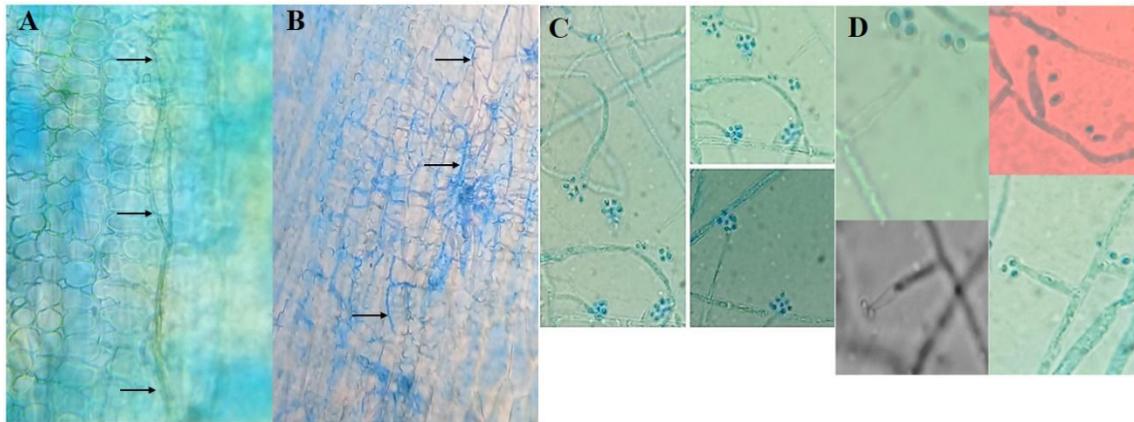


Figura 1. Hongos endófitos asociados a *B. valdivianus*, A. presencia de hifas en semillas silvestres, B. hifas presentes en semillas comerciales, C. *Acremonium* sp., D. Morfotipo c.f. *Neotyphodium* aislados de vainas y láminas.

Nuestros resultados muestran una aproximación sobre la diversidad de hongos endófitos cultivables asociados a *B. valdivianus* y concuerdan con los registros de *Neotyphodium* reportados para *B. catharticus* de la sección *Ceratochloa* (Colabelli *et al.*, 2007), y en parte contradicen las afirmaciones de que esta especie no interactúa con hongos endófitos debido a sus características genómicas como la poliploidía (Ortega *et al.*, 2007). Por lo tanto, existe la necesidad de profundizar en el conocimiento de la interacción entre hongos endófitos en especies forrajeras nativas del Sur de Chile, que presentan potencial agronómico.

CONCLUSIONES

Se aislaron e identificaron algunos morfotipos de hongos endófitos (*Acremonium* sp. *Neotyphodium*) en la especie forrajera *B. valdivianus*, lo que permite seguir profundizando sobre el potencial agronómico en cultivares de bromo de tipo silvestre y comercial.

REFERENCIAS

- BACON, C., WHITE, J. 1994. *Biotechnology of Endophytic Fungi of Grasses*. CRC Press. USA. 214 p.
- COLABELLI, M., CLAUSEN, A., DE BATTISTA, J., COSTA, M., TORRES, M., RE, A., GONZÁLEZ, W., PERETTI, A., PINGET, D., MEDVESCIGH, J. 2007. Incidencia de endófitos tipo *Neotyphodium* en forrajeras nativas y naturalizadas e impacto agronómico en *Lolium multiflorum* lam. en La Argentina. En: Clausen, A., Condón, F., Berretta, A., (Eds). *Avances de Investigación de Recursos Genéticos en el Cono Sur II*. IICA-PROCISUR, Montevideo, Uruguay. Pp. 45–55.
- LEYRONAS, C., RAYNAL, G. 2001. Presence of *Neotyphodium*-like endophytes in European grasses. *Annals of Applied Biology* 139(1), 119-127.
- ORTEGA, F., SEGUEL, I., LEVÍO, J. 2007. Evaluación bajo pastoreo de dos materiales de *Bromus stamineus* E. Desv. seleccionados en Chile. En: Clausen, A., Condón, F., Berretta, A., (Eds). *Avances de Investigación de Recursos Genéticos en el Cono Sur II*. IICA-PROCISUR, Montevideo, Uruguay. Pp. 69-75.
- SAIKIA, S., TAKEMOTO, D., TAPPER, B., LANE, G., FRASER, K., SCOTT, B. 2012. Functional analysis of an indole-diterpene gene cluster for lolitrem B biosynthesis in the grass endosymbiont *Epichloë festucae*. *FEBS letters* 586(16), 2563-2569.

PREDICCIÓN DE CARBOHIDRATOS SOLUBLES EN MUESTRAS DE PRADERAS DE *Lolium perenne* L. USANDO ESPECTROSCOPIA DE REFLECTANCIA EN EL INFRARROJO CERCANO (NIRS)

Prediction of soluble carbohydrates of samples of *Lolium perenne* L. pasture using near infrared reflectance spectroscopy (NIRS)

Karla Soto¹, Federico Duranovich², Óscar Balocchi¹, Máximo Alonso¹, Iván Calvache^{1*}

¹Instituto de Producción Animal, Facultad de Ciencias Agrarias y Alimentarias, Universidad Austral de Chile, Chile. * ivan.calvache@uach.cl

²School of Agriculture and Environment, College of Sciences, Massey University, Private Bag 11-222, Palmerston North 4442, New Zealand.

INTRODUCCIÓN

Conocer objetivamente el valor nutritivo (VN) en praderas de ryegrass (*Lolium perenne* L.) es importante para la toma de decisiones de manejo en sistemas pastoriles en el Sur de Chile. La espectroscopía en el infrarrojo cercano (NIRS – por sus siglas en inglés) ofrece una alternativa rápida y de bajo costo a los métodos tradicionalmente utilizados para medir VN. Si bien existen a la fecha estudios relacionando el VN y los atributos ópticos de las praderas capturados usando NIRS, no mucha atención se ha prestado a la predicción de carbohidratos solubles en agua (CSA). El objetivo de este estudio fue evaluar la predicción de CSA a partir de NIRS en muestras de praderas de ryegrass.

MATERIALES Y METODOS

Se tomaron 119 muestras de praderas de ryegrass con diferentes niveles de fertilización nitrogenada y frecuencias de defoliación de la Estación Experimental Agropecuaria Austral (EEAA) de la Universidad Austral de Chile. Las muestras fueron secadas, molidas y sometidas a NIRS utilizando un monocromador Foss-NIR Systems 6500 equipado con módulo de rotación (Campus Isla Teja, Universidad Austral de Chile). Posteriormente, se determinó la concentración de CSA incluidas las fracciones fructosa, glucosa, sacarosa, rafinosa y almidón mediante cromatografía líquida de ultra alto rendimiento Waters ACQUITY (UPLC) en el Centro de Investigación de Agricultura y Agroalimentación de Canadá, Québec. Los espectros fueron pre-tratados utilizando un filtro Savitzky-Golay seguido del algoritmo de gradiente descendente implementado en el paquete ‘prospectr’ en RStudio (prospectr Version 0.13, R Package). Los datos se separaron en conjuntos de calibración (75%) y validación (25%). La relación entre los espectros y la concentración de cada uno de los CSA se estableció usando el método de regresión de mínimos cuadrados parciales (PLS). La contribución de cada longitud de onda a la capacidad de predictiva de los modelos se estimó mediante el cálculo de la importancia de las variables en la proyección (VIP – por sus siglas en inglés).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las métricas de bondad de ajuste de los modelos de regresión de mínimos cuadrados parciales entre las diferentes fracciones de CSA y los espectros para los conjuntos de datos de calibración y validación (Cuadro 1) muestran que los modelos fueron variables en su calidad predictiva según la fracción involucrada. La predicción de fructosa, glucosa y almidón fue más precisa ($R^2 > 0.76$ y RPD > 1.5) que la de sacarosa y rafinosa ($R^2 < 0.5$ y RPD < 1.5). A su vez, la similitud en las métricas de bondad de ajuste para fructosa, glucosa y almidón entre los conjuntos de calibración y validación indica que los modelos de predicción de estas fracciones a partir de NIRS fueron

robustos y que son útiles para predecir nuevas muestras. Los resultados poco precisos obtenidos para sacarosa y rafinosa podrían ser reflejo de la falta de variabilidad en algunas de las características de la muestra.

Cuadro 1. Métricas de bondad de ajuste para los modelos de regresión de mínimos cuadrados parciales.

Conjunto de datos	Fracción de CSA	R ²	RMSE	RPD	RPE
Calibración	Fructosa	0,86	3,27	5,07	0,88
	Glucosa	0,66	4,16	1,83	1,43
	Sacarosa	0,73	2,12	4,03	2,49
	Rafinosa	0,76	0,09	2,49	0,29
	Almidón	0,66	2,34	1,74	2,60,
Validación	Fructosa	0,91	3,09	3,29	0,83
	Glucosa	0,82	3,70	2,20	1,07
	Sacarosa	-0,28	4,89	0,90	5,75
	Rafinosa	0,42	0,11	1,32	0,35
	Almidón	0,76	2,00	1,64	2,22

CSA: carbohidratos solubles en agua, R: Coeficiente de determinación, RMSE: Raíz del error cuadrático medio, RPD: Relación de predicción a desviación, RPE: Error de predicción relativo.

Los resultados de VIP (Figura 1) ilustran que varias longitudes de onda en las regiones VIS (400-700 nm) y NIR (1100 a 2500 nm) del espectro fueron importantes predictores de CSA, siendo las longitudes de onda en el rango de 1200-1800 nm, 2000-2100 nm y 2300-2400 nm fueron particularmente importantes.

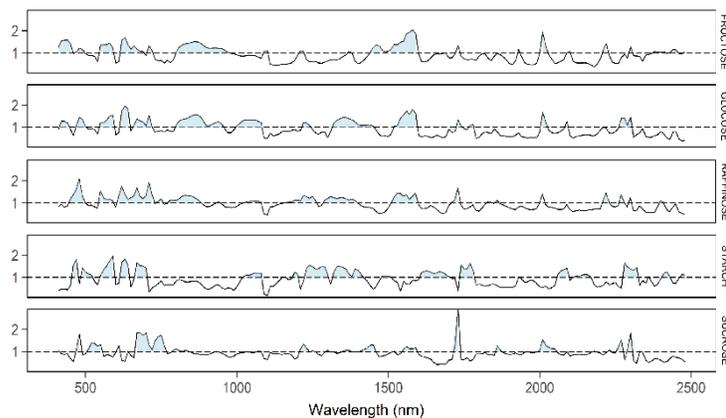


Figura 1. Importancia de las variables en la proyección de los modelos de calibración espectral.

CONCLUSIÓN

La predicción de CSA en muestras de praderas de ryegrass mediante el uso de NIRS es robusta y con buena precisión para el caso de glucosa y fructosa.

REFERENCIAS

LOAIZA, P. A., BALOCCHI, O., & BERTRAND, A. 2017. Carbohydrate and crude protein fractions in perennial ryegrass as affected by defoliation frequency and nitrogen application rate. Grass and Forage Science, 72(3), 556-567.

TELEDETECCIÓN COMO HERRAMIENTA PARA DETERMINAR LA DISPONIBILIDAD DE FITOMASA Y VALOR NUTRITIVO EN PRADERAS

Remote sensing as a tool for determining dry matter availability and nutritive value in grasslands

Paula Turra¹, Oscar Balocchi¹, Máximo Alonso¹, Dorota Dec², Federico Duranovich³, Iván Calvache^{1*}
¹Instituto de Producción Animal, Facultad de Ciencias Agrarias y Alimentarias, Universidad Austral de Chile, Chile; *ivan.calvache@uach.cl
²Instituto de Ingeniería Agraria y Suelos, Facultad de Ciencias Agrarias y Alimentarias Universidad Austral de Chile, Chile.
³School of Agriculture and Environment, College of Sciences, Massey University, Palmerston North, New Zealand. Proyecto FONDECYT REGULAR 1181515

INTRODUCCIÓN

La dinámica del pastoreo exige la medición constante de fitomasa disponible y valor nutritivo de las praderas a través del tiempo, para una correcta planeación forrajera. En la actualidad existen varias herramientas que se pueden usar para ello, dentro de las cuales existe la teledetección. La principal ventaja de esta tecnología, es que permite realizar mediciones no invasivas, con la que se logra obtener datos a gran escala tanto en condiciones controladas como a nivel de campo (Starks et al., 2006). Estas mediciones se basan en la interacción entre radiación electromagnética y superficie de las plantas en el espectro ultravioleta, visible, infrarrojo y termal. El objetivo fue evaluar la utilización de vehículos aéreos no tripulados (VANt) dotados con cámara RGN como herramienta para la gestión de la disponibilidad de fitomasa y valor nutritivo.

MATERIALES Y METODOS

El estudio se realizó en la Estación Experimental Agropecuaria Austral (EEAA) de la Universidad Austral de Chile, entre diciembre de 2021 a marzo de 2022. Veintisiete parcelas de 225m² c/u fueron distribuidas en 3 tratamientos de riego (Secano, 50% y 100% de capacidad de campo – CDC) y 3 bloques, de tal forma que, cada bloque estaba compuesto por una parcela de *Lolium perenne*, una de *Bromus valdivianus* y una mixta (*L. perenne* + *B. valdivianus* + *Trifolium repens*), esto para cada uno de los tratamientos. Las parcelas fueron defoliadas cada 240 grados días acumulados (GDA). Para la captura de imágenes, se utilizó un VANt DJI modelo Phantom 4 (DJI P4M), dotado con una cámara multispectral. Las imágenes obtenidas se importaron al software Pix4D mapper Enterprise 4.5.6., donde, se generó la malla y nube de puntos densa, construcción del ortomosaico y el mapa de reflectancia que permitió obtener el índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI). Las principales variables evaluadas fueron altura comprimida (AC), producción de materia seca expresada en kg MS ha⁻¹ y valor nutritivo expresado en porcentaje (%). La metodología de medición consistió en: el día 1 postdefoliación se tomó las imágenes e inmediatamente en terreno se midió la AC con un plato medidor de praderas y se procedió a tomar una muestra por parcela cortadas a 5 cm de altura desde el suelo el mismo día que se tomó la imagen y se midió la AC. Este procedimiento se repitió una vez por semana hasta cumplir los GDA para la siguiente defoliación. La relación lineal entre el NDVI y las muestras tomadas en campo se evaluaron mediante análisis de correlación de Pearson usando RStudio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El NDVI para AC, EM, PC y FDN tuvo un rango de 0.45, variando entre 0.40 para el mínimo y 0.88 para el máximo, mientras que, para FDA el rango estuvo entre 0.40 y 0.87. Todas las variables presentaron un adecuado coeficiente de variación (CV) para el NDVI con valores menores al 5% (Tabla 1).

Tabla 1. Estadística descriptiva para el NDVI de cada una de las variables evaluadas.

Estadígrafo	AC	EM	PC	FDN	FDA
Media	0.72	0.74	0.72	0.73	0.72
Moda	0.77	0.77	0.77	0.77	0.86
D.E.	0.12	0.09	0.12	0.12	0.12
C.V.	1.58	1.24	1.77	1.63	1.76
E.E.	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Mínimo	0.40	0.52	0.40	0.40	0.40
Máximo	0.88	0.87	0.88	0.88	0.87

AC: altura comprimida; EM: energía metabolizable; PC: proteína cruda; FDN: fibra detergente neutro, FDA: fibra detergente ácido, D.E.: desviación estándar, C.V.: coeficiente de variación, E.E.: error estándar.

Tabla 2. Parámetros de regresión para la relación entre el NDVI y las variables evaluadas.

	AC	EM	PC	FDN	FDA
r	0.88	-0.60	0.84	0.84	-0.58
R^2 (%)	78.23	36.73	71.90	70.67	33.92
R^2 (ajustado por g.l.)	77.97	35.69	71.54	70.26	33.07
Error estándar	1.39	0.02	1.74	2.93	2.01
Error medio absoluto	1.07	0.02	1.48	2.42	1.72

AC: altura comprimida; EM: energía metabolizable; PC: proteína cruda; FDN: fibra detergente neutro, FDA: fibra detergente ácido.

En promedio para todas las variables el NDVI fue de 0.7. La moda para AC, EM PC y FDN fue igual que el promedio (0.7), para FDA el NDVI fue de 0.86 (Tabla 1). Todas las relaciones entre el NDVI Vs. AC y VN fueron significativas ($p < [t]$), mientras que, el coeficiente “ r ” fue variable. Para AC ($r = 0.88$) y para PC y FDN ($r = 0.84$). La EM y FDA presentó una media relación e inversa con el NDVI ($r = -0.60$ y -0.58) (Tabla 2). İleri & Koç (2022) también determinaron relaciones significativas entre el NDVI Vs. PC, FDN y FDA en praderas de monofíticas con coeficientes “ r ” no mayores a 0.75.

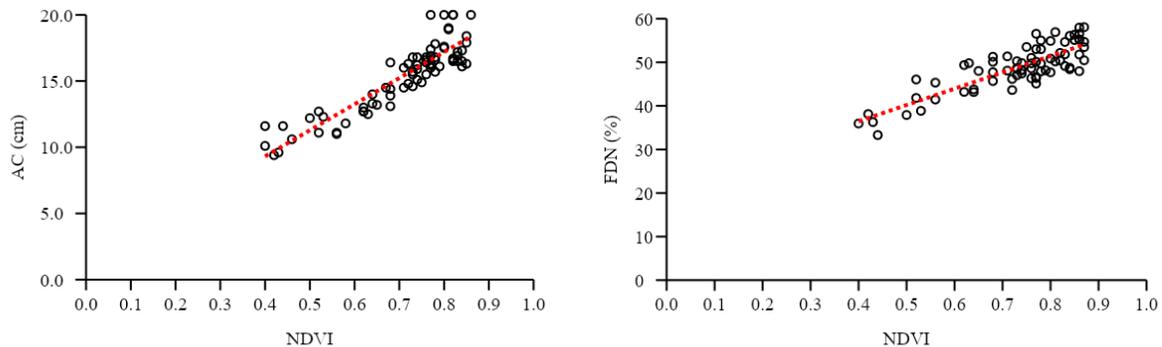


Figura 1. Relación entre altura comprimida (AC - a) y fibra detergente neutro (FDN – b) con NDVI

La relación AC-NDVI y FDN-NDVI demuestra que existe una relación lineal directamente proporcional de las variables evaluadas, demostrando que, a medida que incrementa el NDVI, la AC y FDN aumentan, pero en diferente proporción, siendo más pronunciada la pendiente para la AC (Fig. 1).

CONCLUSIONES

Este estudio demostró que existe un potencial uso de VANt dotado con cámaras multispectrales para monitorear la disponibilidad de fitomasa y valor nutritivo debido que se pudo identificar el respectivo NDVI para cada variable durante el estado vegetativo en praderas de *L. perenne*, *B. valdivianus* y Mixtas.

REFERENCIAS

- STARKS, P. J., ZHAO, D., PHILLIPS, W. A., & COLEMAN, S. W. (2006). Herbage mass, nutritive value and canopy spectral reflectance of bermudagrass pastures. *Grass and Forage Science*, 61(2), 101-111.
- İLİRI, O., & KOÇ, A. (2022). Monitoring the available forage using Sentinel 2-derived NDVI data for sustainable rangeland management. *Journal of Arid Environments*, 200, 104727.

VARIABILIDAD BIANUAL DURANTE EL VERANO DEL EFECTO DE LA FRECUENCIA DE DEFOLIACIÓN DE *Bromus valdivianus* Phil. Y *Lolium perenne* L. SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS NUTRITIVAS Y FENOLÓGICAS

Biennial variability during the summer of the effect of the defoliation frequency of *Bromus valdivianus* Phil. and *Lolium perenne* L. on the nutritional and phenological characteristics

Jaime Cabanilla¹, Juan P. Keim^{2*}, Iván Calvache², Oscar Balocchi².

¹Escuela de Graduados, Facultad de Ciencias Agrarias y Alimentarias, Universidad Austral de Chile, Valdivia – Chile. ²Instituto de Producción Animal, Facultad de Ciencias Agrarias y Alimentarias, Universidad Austral de Chile, Valdivia – Chile. * jaime.cabanilla@alumnos.uach.cl; juan.keim@uach.cl

INTRODUCCIÓN

En el sur de Chile los sistemas pastoriles están compuestos principalmente por praderas mixtas de *Lolium perenne* L. y *Trifolium repens* L., en los cuales estas especies también coexisten con otras como *Bromus valdivianus* Phil. No obstante, los criterios de manejo como la frecuencia de defoliación están basadas esencialmente en características fisiológicas de *L. perenne*. El estrés por déficit hídrico en las gramíneas durante el verano ha incrementado la relevancia de especies como *B. valdivianus*, ya que esta posee mayor tolerancia a estos periodos críticos. *B. valdivianus* posee características nutritivas y productivas similares a *L. perenne*, sin embargo, estas características pueden ser modificadas como consecuencias de cambios en la fenología del crecimiento de estas especies producto de estrés hídrico, competencia y frecuencia de defoliación durante el verano. El objetivo del estudio es comparar el efecto de la defoliación de *Bromus valdivianus* y *Lolium perenne* y la mezcla de ambas especies sobre sus características nutritivas, productivas y fenológicas medidas durante el verano en dos años consecutivos.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio agronómico se realizó en la Estación Experimental Agropecuaria Austral de la Universidad Austral de Chile, Valdivia. La fase experimental fue realizada durante el verano de 2019 y 2020 (año 1 y 2, respectivamente). En condiciones de campo, 27 parcelas, distribuidas al azar en 3 bloques fueron sembradas con 3 tipos de praderas [*L. perenne*, *B. valdivianus* y la mezcla de ambas especies (Bv+Lp)]. Las parcelas fueron defoliadas dejando un residuo de 5 cm. Se consideró 3 criterios de defoliación determinados por los grados día acumulados (GDA), (160, 240 y 320 GDA) durante el verano de cada año. En cada parcela después del corte se marcaron y midieron 5 macollos y, una vez cumplidos los respectivos GDA se procedió a medir las láminas para determinar el crecimiento y aparición de nuevas hojas durante cada periodo. Para el valor nutritivo se determinó la concentración de MS, PC, FDN, EM y CHOS, y el rendimiento de MS ha⁻¹ a partir de las muestras de forraje verde tomadas al momento de cada defoliación. Se consideraron las precipitaciones acumuladas desde 2 meses antes, y durante el verano. Los datos se analizaron bajo un arreglo factorial mixto con bloques completos al azar. La comparación de medias fue mediante la prueba HSD de Tukey (p<0,05), utilizando el paquete estadístico JMP ® 11 de SAS.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Cuadro1. Variación bianual de la composición nutricional, producción de MS y características fenológicas de *B. valdivianus* y *L. perenne* y la mezcla Bv+Lp sometidas a tres frecuencias de defoliación durante el verano

	Composición nutricional y Producción de MS						Variables fenológicas						
	MS	PC	EM	FDN	CHOS	Kg MS	LTL	CN	TC	TAH	Filocr.	NHV	NHA
	%	% MS	Mcal MS	% MS	g kg MS	Verano	cm	cm	cm/d	d/hj	GDA/hj	#	#
Tipo pradera													
<i>B. valdivianus</i>	42,40	19,19	2,44 ^b	56,50 ^a	88,52 ^c	2173 ^a	19,81 ^a	14,06 ^a	0,67 ^a	14,45 ^b	157,41 ^b	3,96 ^a	1,41 ^a
<i>L. perenne</i>	42,31	19,62	2,54 ^a	47,81 ^c	117,03 ^a	1712 ^b	10,72 ^b	7,41 ^b	0,35 ^b	16,96 ^a	180,64 ^a	2,94 ^b	1,14 ^b
<i>B.v.+L.p.</i>	43,03	19,36	2,51 ^a	51,61 ^b	106,58 ^b	1884 ^b	-	-	-	-	-	-	-
<i>B.v. mix</i>	-	-	-	-	-	-	20,18 ^a	14,01 ^a	0,66 ^a	14,21 ^b	151,52 ^b	3,93 ^a	1,47 ^a
<i>L.p. mix</i>	-	-	-	-	-	-	9,56 ^b	6,04 ^b	0,29 ^b	18,07 ^a	190,02 ^a	2,79 ^b	0,95 ^b
sem	1,276	0,339	0,015	0,500	2,132	97,82	0,051	0,086	0,079	0,031	0,035	0,015	0,036
valor - p	0,932	0,371	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
FD													
2 (160 GDA)	45,80 ^a	19,96 ^a	2,46 ^b	52,38	96,74 ^b	1738 ^b	11,4 ^b	6,31 ^b	0,42	14,46 ^b	143,2 ^c	3,08 ^c	0,90 ^c
3 (240 GDA)	42,41 ^{ab}	19,41 ^{ab}	2,52 ^a	51,91	107,37 ^a	2070 ^a	15,27 ^a	11,08 ^a	0,51	15,61 ^b	171,35 ^b	3,40 ^b	1,27 ^b
4 (320 GDA)	39,53 ^b	18,81 ^b	2,50 ^{ab}	51,63	108,02 ^a	1961 ^a	16,54 ^a	13,00 ^a	0,46	17,6 ^a	197,25 ^a	3,64 ^a	1,57 ^a
sem	1,252	0,339	0,003	0,490	2,112	97,81	0,043	0,073	0,068	0,026	0,029	0,012	0,030
valor - p	0,010	0,001	0,038	0,647	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,083	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Año													
1	37,32 ^b	19,60	2,61 ^a	47,07 ^b	118,01 ^a	2586 ^a	18,58 ^a	11,69 ^a	0,53 ^a	16,09	162,20 ^b	3,61 ^a	1,18
2	47,84 ^a	19,18	2,38 ^b	56,88 ^a	90,07 ^b	1260 ^b	10,89 ^b	8,03 ^b	0,40 ^b	15,59	176,41 ^a	3,13 ^b	1,28
sem	0,942	0,062	0,012	0,121	1,737	93,40	0,033	0,059	0,056	0,021	0,023	0,009	0,023
valor - p	<0,001	0,315	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,320	0,024	<0,001	0,251
Interacciones							valor - p						
FD* AÑO	0,159	0,839	0,247	<0,001	0,077	<0,001	0,010	0,080	0,131	0,045	0,062	<0,001	0,155
ESP* AÑO	0,215	0,103	0,123	0,056	<0,001	<0,001	0,012	0,019	0,007	0,105	0,338	0,002	0,299

FD: Frecuencia de defoliación; ESP: Especie; EST: Estación; LTL: Largo total de lamina; CN: Crecimiento Neto; TC: Tasa de crecimiento; TAH: Tasa de aparición de hojas; Filocr.: tiempo termico para aparecer una hoja; NHV: Número de hojas vivas; NHA: Numero de hojas aparecidas; d: días; hj: hoja

Las precipitaciones acumuladas para el periodo considerado del año 1 fueron de 266,2 mm (95,1 mm en el verano) y 184,5 mm (73,0 mm en el verano) para el periodo del año 2. Lo cual indica que el déficit hídrico fue mayor en el año 2 del estudio. La frecuencia de defoliación modifica la longitud total de las láminas y la tasa de aparición de hojas en un periodo de mayor déficit hídrico, lo cual trasciende en un menor rendimiento de MS y mayor contenido de FDN. Las especies en cada año modificaron sus tasas de crecimiento, crecimiento neto y hojas vivas, modificando el valor nutritivo. Los resultados fueron consistentes con lo reportado por Calvache et al. (2020).

CONCLUSIONES

Tanto la frecuencia de defoliación como las bajas precipitaciones modifican las características fenológicas, nutricionales y productivas de las especies, siendo *B. valdivianus* superior a *L. perenne*.

FINANCIAMIENTO Proyecto FONDECYT 1180767

REFERENCIAS

CALVACHE, I.; BALOCCHI, O.; ALONSO, M.; KEIM, J.P.; F. LÓPEZ, I. 2020. Thermal Time as a Parameter to Determine Optimal Defoliation Frequency of Perennial Ryegrass (*Lolium perenne* L.) and Pasture Brome (*Bromus valdivianus* Phil.). *Agronomy*.; 10(5):620

PREDICCIÓN DE LOS FACTORES DE ESTRESSES HÍDRICO Y TÉRMICO EN PRADERAS CRECIENDO EN KAMPENAIKE DESDE 2012 A 2022

Forecasting water and temperature stress factors on grassland in Kampenaike using daily climate data from 2012 to 2022

Dante Pinochet¹, Tomás Almonacid¹, Iván Ordoñez² y Roberto Jara¹

¹Instituto de Ingeniería Agraria y Suelos. Universidad Austral de Chile. Valdivia. Chile. ²INIA Kampenaike. Punta Arenas. Chile. Email: dpinoche@uach.cl.

Proyecto FIA EST-2021-0603

INTRODUCCIÓN

La eficiencia de uso de la radiación (RUE) de una pradera está determinada por factores como el área de la canopia fotosintética (FCF) y el nivel de estrés hídrico (FH) y/o térmico (FT) que la pudieran estar afectan (Sadras et al., 2016). De esta forma $RUE = RUE_{max} * FCF * FT * FH$. Estos factores se cuantifican como factores multiplicativos entre 0 y 1, donde 0 es la restricción total y 1 es sin restricción (Druille et al., 2019). El estrés hídrico es dependiente de la precipitación en los distintos períodos del año que permitirá o restringirá la evapotranspiración real en función del contenido de agua del suelo. Por su parte, el estrés térmico es analizado en función de las temperaturas cardinales de los componentes de la pradera. En las plantas gramíneas C3 se han descrito dos patrones de crecimiento con respecto a la temperatura del aire con un óptimo a los 13,5 °C o a los 20 °C (Payant et al., 2021). El registro y disponibilidad de información climática en estaciones meteorológicas automáticas (EMAs), permite evaluar la variación de los factores de estreses hídricos y térmicos a través de los años, para establecer patrones de comportamiento del crecimiento de la pradera, tanto en su frecuencia modal, o incluso promedio a través de los años.

MATERIALES Y MÉTODOS

El análisis fue realizado para la localidad de Kampenaike y se utilizaron los registros diarios de precipitación, evapotranspiración, velocidad del viento, humedad relativa y temperatura media del aire de los últimos 10 años (agosto de 2012 a mayo 2022) de la estación meteorológica INIA Kampenaike (agrometeorologia.cl). Estos valores se utilizaron como variables de entrada en un modelo para estimar el factor de estrés hídrico basado en la resistencia que ofrece el suelo a la entrega de agua y que determina la tasa de evapotranspiración real del cultivo. El contenido de agua en el suelo y la percolación profunda, fueron estimados por medio de un balance hídrico (ingreso y salidas), considerando la profundidad de raíces del cultivo para un suelo franco arenoso de una capacidad de almacenamiento de agua para praderas de 90 mm. Para la modelación del factor de estrés térmico se utilizaron funciones cúbicas, cuya característica principal es que presenta patrones diferentes en la condición de temperatura cardinal mínima hasta temperatura óptima y entre temperatura óptima y temperatura cardinal máxima, asumiendo que el estrés térmico en las plantas es diferente para temperaturas frías que para exceso de calor.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Figura 1A y 1B muestra la variabilidad diaria del factor de estrés hídrico para una temporada húmeda (FH promedio anual = 0,85) y para una seca (FH promedio anual = 0,67) y la variación de FH mensual de todo el período 2012 a 2022. Se muestra que los patrones de FH que restringen la RUE de una pradera dificultan el establecimiento de patrones de comportamiento y datos experimentales obtenidos en un año requieren de una contextualización para ser interpretados con respecto a otros años. La variación de FH mensual es considerable particularmente entre los meses de octubre y marzo (Figura 1C).

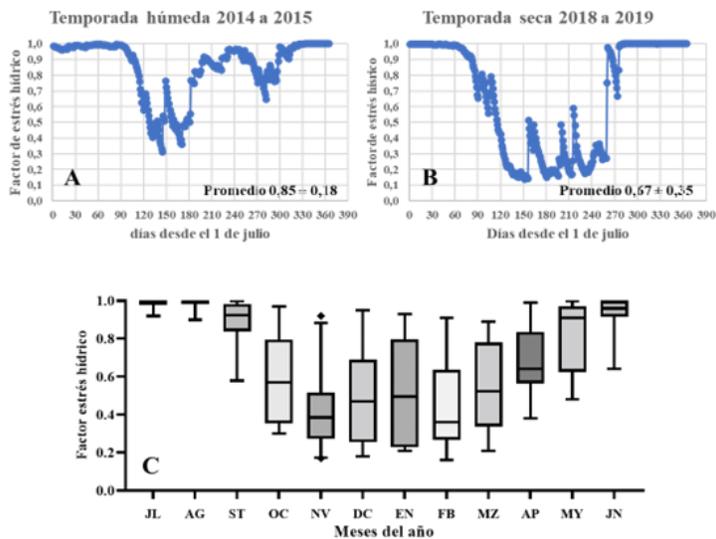


Figura 1. Variación del factor de estrés hídrico en Kampenaiké en un año húmedo (A) y uno seco (B) de acuerdo con los registros climáticos de 2012 a 2022. C. Diagrama de caja y bigotes de los valores de FH (factor de estrés hídrico) durante cada mes desde 2012 a 2022. Se representa los valores de la mediana y el 95% de los valores de FH para cada mes.

El factor estrés térmico muestra diferencias dependiendo si se usa un valor óptimo de 13,5° o de 20 °C para la especie gramínea forrajera. Esto tiene implicancia en el desarrollo y crecimiento de estas especies adaptadas a condiciones frías y a condiciones templadas. Ambos factores de estrés combinados determinan el patrón potencial de crecimiento de las especies forrajeras en Magallanes, sobre el cual se debería ajustar el manejo agronómico. Se espera que este tipo de análisis de modelación permita extrapolar en mejor forma la experimentación realizada en esta estación experimental y mejorar la experimentación futura, dando mayor precisión a los resultados obtenidos.

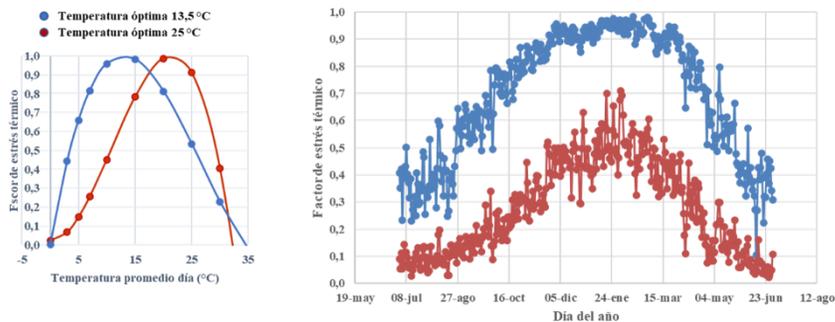


Figura 2. Factores de estrés térmico calculados a partir del promedio de la temperatura del aire para 10 años de registros en la EMA Kampenaiké y dos valores óptimos de temperatura para gramíneas forrajeras.

CONCLUSIÓN

El agroecosistema de Kampenaiké ha presentado una gran variabilidad interanual y dentro del año, de sus factores de estrés hídrico y térmico para el crecimiento potencial de praderas.

REFERENCIAS

- DRUILLE, M., OYARZABAL M., OESTERHELD, M. 2019. Radiation Use Efficiency of Forage Resources: A Meta-Analysis. *Agronomy Journal*, 111:1770–1778.
- PAYANT, C., JÉGO, G., OUELLET, V., GRENIER, P., TREMBLAY, G. F., BÉLANGER, G., CHARBONNEAU, É. 2021. Modeled performance of forage mixtures and annual crops grown in eastern Canada under climate change. *Agronomy Journal*. 113:4945–4964.
- SADRAS V.O., VILLALOBOS, F.J., FERERES, E. 2016. Radiation Interception, Radiation Use Efficiency and Crop Productivity. Chapter 13. In: Villalobos, F.J., Fereres, E. (eds). *Principles of Agronomy for Sustainable Agriculture*, DOI 10.1007/978-3-319-46116-8_13

USO DE CÁMARAS ABIERTAS PARA INCREMENTAR LA TEMPERATURA DEL AIRE EN ESTUDIOS EN PRADERAS

Open top chamber use as a way to increase the air temperature in pasture field studies.

Cristian J. Moscoso¹, Patricio Sandaña² y Alfredo Torres¹. ¹Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA-Remehue, cristian.moscoso@inia.cl. ²Universidad Austral de Chile.

INTRODUCCIÓN

La pradera es la base de la ganadería en la zona templada sur, realizándose diversos estudios para determinar su respuesta productiva. Aun así, no se ha evaluado su comportamiento frente a incrementos de temperatura ambiental, factor de importancia para entender los potenciales impactos del cambio climático. De manera global, el Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (IPCC, 2018) indica un incremento de temperatura de 0,2°C por década, alcanzando entre los años 2030 y 2052 un acumulado de 1,5°C; a nivel local, para el año 2035 se espera un aumento de hasta 2°C en invierno y verano para el sur de Chile (Araya-Osses y col., 2020). A pesar de esta realidad, no se han descrito estudios que evalúen el impacto del alza de temperatura sobre las praderas en zonas templadas como las del sur de Chile. Para lograr esto, existen diversas tecnologías, una de ellas es el uso de cámaras abiertas que permitan incrementar la temperatura (Marion, 1996). En el rubro de praderas esta tecnología ha sido poco utilizada, su uso permitiría estudiar el aumento de la temperatura sobre parámetros productivos y de calidad. El objetivo del presente estudio fue determinar la eficacia del uso de cámaras abiertas sobre variables ambientales como la temperatura (T) y humedad relativa (HR) del aire, al utilizarse sobre una pradera en la época de otoño-invierno.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para construir las cámaras se usaron láminas de policarbonato (3,2 x 1,2 m) de 3 mm de grosor y se procedió a cortar y armar siguiendo el modelo de Godfree (2011). Cada cámara cuenta con 6 caras, presentando cada cara una base de 1,69 m, 1,21 m en su parte superior, 0,55 m de altura, y una transmisión de luz > 89%. La superficie libre central es de 2,2 m². Para disminuir la variación térmica, se dispusieron seis cilindros (1 x 0,11 m) en la base, acumulando 57 lts de agua. En la primavera de 2021 se sembraron seis parcelas (9 m² cada una) con ballica perenne cv. Abergain AR1 (30 kg/ha). En tres de ellas se posicionaron tres cámaras (COTC), mientras que otras tres se mantuvieron como testigo sin cámaras (SOTC). Se dispuso un total de seis sensores de T y HR del aire a una altura de 40 cm sobre el nivel del suelo, determinando cada 15 minutos ambos parámetros a lo largo de 155 días (05-03-2022 al 07-08-2022). La pradera se cosechó en el estado de 3 hojas/macollo. Para analizar la magnitud de la respuesta al cambio de T y HR (en un lapso promedio de 24 horas), los datos se analizaron, cada hora, por medio de una prueba de t para comparar la variación entre tratamientos, utilizándose tres parcelas por cada uno de los dos tratamientos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Desde la siembra hasta agosto de 2022 se registraron precipitaciones acumuladas de 928 mm, una temperatura mínima media anual de 5,3 °C, una temperatura máxima media anual de 16,6 °C y una temperatura media anual de 10,9 °C. El uso de COTC incrementó la temperatura promedio interna significativamente ($p < 0,05$) desde las 09:00 horas hasta las 19:00 horas (Figura 1), siendo altamente significativa entre las 11:00 y 14:00 hrs ($p < 0,001$). Esta alza de temperatura ocurrió en un rango desde 0,38 °C hasta 2,22 °C, registrándose un diferencial máximo entre las 12:00 y las

13:00 hrs, para luego comenzar a disminuir (Figura 1). Entre las 20:00 hrs y 08:00 hrs del día siguiente no se registró un alza de temperatura significativa ($p>0,05$) dentro de las COTC. Considerando un promedio diario (24 hrs), se registró un alza promedio de $0,64^{\circ}\text{C}$, mientras que en el lapso desde las 09:00 a las 19:00 horas, la temperatura se incrementó en $1,37^{\circ}\text{C}$ promedio.

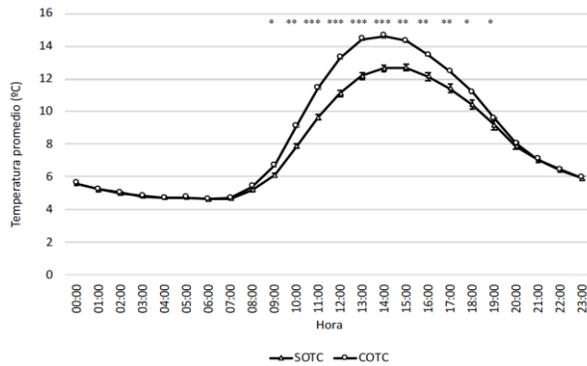


Figura 1. Efecto sobre la temperatura promedio del aire ($^{\circ}\text{C}$). Barras indican ESM.

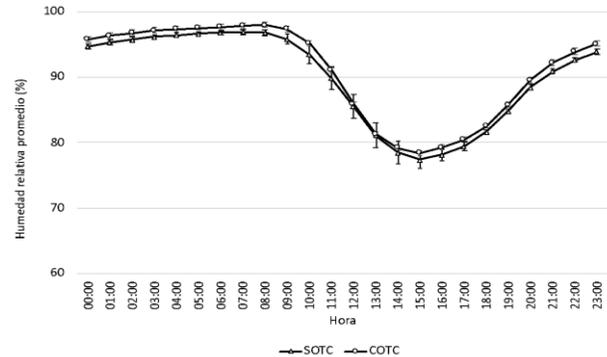


Figura 2. Efecto sobre la humedad relativa del aire (%). Barras indican ESM.

En relación a la humedad relativa (%), no se observó una diferencia significativa por el uso de COTC ($p>0,05$). Se aprecia una tendencia (no significativa) de continua mayor humedad relativa en las COTC, con excepción de las 12:00 y 13:00 hrs, donde se equiparan (Figura 2). En ambas situaciones, con y sin uso de cámaras, la humedad relativa alcanza un máximo entre las 07:00 y 08:00 hrs, para luego disminuir, alcanzando su nivel más bajo a las 15:00 hrs. Similares resultados en términos de T presenta Godfree y col. (2011), quienes obtuvieron un incremento de $0,7^{\circ}\text{C}$ como promedio diario por el uso de cámaras, obteniendo también mayores temperaturas nocturnas dentro de las cámaras ($0,7^{\circ}\text{C}$), situación no observada en el presente estudio, mientras que en el caso de la humedad relativa, se presentaron menores % por el uso de cámara.

CONCLUSIONES

En la época otoñal e invernal, el uso de cámaras abiertas como metodología para incrementar la temperatura de manera pasiva es efectiva, registrándose un alza promedio de $0,64^{\circ}\text{C}$ en un lapso de 24 horas, mientras que desde las 09:00 a las 19:00, el aumento correspondió a $1,37^{\circ}\text{C}$, logrando registrarse el máximo diferencial a las 13:00 hrs ($2,2^{\circ}\text{C}$). La humedad relativa no se vió afectada por el uso o no de cámaras abiertas.

BIBLIOGRAFIA

ARAYA-OSSES, D., CASANUEVA, A., ROMÁN-FIGUEROA, C., URIBE J. Y M. PANEQUE 2020. Climate change projections of temperature and precipitation in Chile based on statistical downscaling. *Climate Dynamics* 54: 4309–4330.

IPCC, 2018. Global warming of 1.5°C . <https://www.ipcc.ch/sr15/>

GODFREE, R., ROBERTSON, B., BOLGER, T., CARNIEGE, M. Y R. YOUNG. 2011. An improved hexagon open-top chamber system for stable diurnal and nocturnal warming and atmospheric carbon dioxide enrichment. *Global Change Biology*, 17: 439-451.

MARION, G. 1996. ITEX Manual. Temperature enhancement experiments, (Eds: Molau, U., Mølgaard, P.) Danish Polar Center, Copenhagen, pp. 17-22.

EVOLUCIÓN DEL RENDIMIENTO EN CUATRO TEMPORADAS DE CULTIVARES DE ALFALFA (*Medicago sativa*) CON DIFERENTES GRADOS DE DORMANCIA

Yield evolution over four seasons of alfalfa cultivars (*Medicago sativa*) with different fall dormancy class.

Alfredo Torres B., Cristian Moscoso J. y Marcelo Villagra B.

Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Centro Regional de Investigación Remehue, Casilla 24-O, Osorno, Chile. abtorres@inia.cl

INTRODUCCIÓN

La importancia de la ganadería y de las praderas en la zona sur de Chile, tanto en producción de leche como de carne, incentiva tanto a empresas como a instituciones de investigación y universidades, a la búsqueda permanente de nuevas alternativas tecnológicas para enfrentar en mejor forma el mejoramiento de la competitividad del sector. A lo anterior se suma, las nuevas condiciones que nos impone el cambio climático con un aumento de las temperaturas y una pluviometría de verano inferior al 50% de lo que teníamos en la década del 70. Lo anterior ha provocado gran interés entre las empresas y los investigadores de esta zona por estudiar el comportamiento productivo y cualitativo de material genético con características distintas. El objetivo de este estudio fue determinar la evolución del rendimiento de variedades de alfalfa con diferentes grados de latencia invernal.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en el Centro Regional de Investigación Remehue, llano Central de la Xa Región de Chile (40° 35' latitud sur). El clima es templado con una precipitación promedio de los últimos 42 años de 1.450 mm y una temperatura media de 11,5 °C. Se estableció una unidad experimental con alfalfa, los tratamientos fueron cultivares con diferentes grados de latencia invernal, evaluados en un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. El análisis estadístico contempló análisis de varianza (ANDEVA) y separación de medias por diferencias mínimas significativas (DMS $p \leq 0.05\%$). Los cultivares usados fueron 350 acb (latencia 4), Sardi Seven (latencia 7) y WL 903HQ (latencia 9). Para la siembra se usó una dosis de semilla de 25 kg ha⁻¹. La siembra se realizó en primavera de 2018, con un pH inicial de 5,54 y una saturación de aluminio de 2,95%. La fertilización a la siembra fue de 150 u de P₂O₅ (SFT), 170 u de K₂O (KCl), 26 u de MgO (Oxido de magnesio), 50 u de S (Fertiyeso), 200 Kg ha⁻¹ de Sal Marina y 20 kg ha⁻¹ de Borax, además, se aplicaron 4 t ha⁻¹ de cal para corregir acidez. Para el control de malezas al establecimiento se usó el herbicida Pivot, en dosis 1 l ha⁻¹, en temporadas posteriores, se usó la aplicación de Gramoxone durante el período de latencia de la alfalfa en el mes de julio de cada año, esto ha permitido tener el ensayo con más de un 90% de la especie. Los ensayos se llevaron bajo condiciones de secano. La utilización fue por corte, cuando la alfalfa tenía 10% de flor o 5 centímetros de rebrote y se dejó un residuo de 5 cm. Se evaluó rendimiento de forraje muestreando una superficie de 4,5 m² por parcela; una muestra compuesta tomada el 16 de diciembre de 2021 fue enviada al laboratorio de bromatología de INIA Remehue para estimación de proteína cruda y energía metabolizable.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se presentan los resultados del rendimiento total de forraje de la alfalfa para las temporadas 2018/2019 (Temp 1), 2019/2020 (Temp 2), 2020/2021 (Temp 3) y 2021/2022 (Temp 4) y los parámetros de calidad, proteína cruda y energía metabolizable. En relación al rendimiento

total, se puede ver que hay diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0,05$) en las 4 temporadas. En la primera temporada se observan rendimientos inferiores a los que normalmente se esperan de la alfalfa, debido a que la pluviometría de verano en la temporada de establecimiento no fue suficiente para un buen establecimiento y desarrollo adecuado de las raíces. En esta temporada 1 el mayor rendimiento ($p \leq 0,05$) fue para WL 903 HQ, al compararla con Sardi Seven. En la segunda temporada los rendimientos de los cultivares 350 acb y WL 903 HQ fueron superiores a Sardi Seven ($p \leq 0,05$), además, se puede observar un buen rendimiento, a pesar del déficit hídrico presente en los meses de verano. En la tercera temporada, 350 acb y Sardi Seven, destacan por sobre WL 903 HQ ($p \leq 0,05$) y finalmente, en la cuarta temporada, Sardi Seven fue la que tuvo un mejor comportamiento productivo ($p \leq 0,05$). Al analizar las 4 temporadas, se puede ver que los rendimientos totales son similares entre las variedades, sin embargo, cuando uno observa las últimas dos temporadas, la variedad WL 903 HQ tiene una tendencia a disminuir sus rendimientos respecto de Sardi Seven y 350 acb. Lo anterior, probablemente se debe a que por tener latencia 9 se ve más afectada en invierno por enfermedades fungosas, lo que está disminuyendo su rendimiento y persistencia. Por otra parte, la variedad 350 acb que posee latencia 4 tiene más temporadas en las cuales destaca. Resultados similares obtuvieron Harvey *et al*, 2014.

Cuadro 1. Rendimiento (t MS ha⁻¹) por temporada, contenido de proteína y energía de las variedades de alfalfa.

Cultivar	Rendimiento (kg MS ha ⁻¹)					Pc	EM
	Temp1	Temp2	Temp3	Temp4	TOTAL	%	Mcal/kg
350 ACB	5.395 ab	16.035 a	21.872 a	18.823 b	62.125 a	22,37	2,46
Sardi Seven	5.017 b	13.578 b	21.557 a	19.775 a	59.927 b	22,48	2,38
WL 903HQ	6.402 a	15.307 a	20.129 b	17.982 b	59.820 b	20,90	2,38

* Dentro de las columnas, letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0,05$).
Pc: Proteína cruda, EM: Energía Metabolizable

En relación a la calidad bromatológica, la variedad 350 acb junto a Sardi Seven tienen un mejor contenido proteico y 350 acb tiene un mejor contenido energético.

CONCLUSIONES

En el rendimiento total existen diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0,05$) en las 4 temporadas entre las variedades evaluadas, en las últimas dos temporadas, la variedad WL 903 HQ tiene una tendencia a disminuir sus rendimientos respecto de Sardi Seven y 350 acb, lo anterior, probablemente se debe a que WL 903 HQ, por tener latencia 9, se ve más afectada en invierno por enfermedades fungosas, lo que está disminuyendo su rendimiento y persistencia. Finalmente, la variedad 350 acb, que posee latencia 4, tiene más temporadas en las cuales destaca y tiene un mejor contenido proteico y energético.

REFERENCIAS

HARVEY, B.M. & WIDDUP, KEITH & BARRETT, BRENT. (2014). An evaluation of lucerne for persistence under grazing in New Zealand. Proceedings of the New Zealand Grassland Association. 76. 111-116. 10.33584/jnzc.2014.76.2954.

ALFALFAS DE SECANO: 1) HISTORIA DEL DESARROLLO DE UNA ESTRATEGIA TECNOLÓGICA PARA LA SUSTENTABILIDAD DE LA GANADERÍA EN AMBIENTES MEDITERRÁNEOS BAJO ESCENARIO DE CAMBIO CLIMÁTICO

Dryland alfalfas: 1) History of the development of a technological strategy for the sustainability of livestock farming in Mediterranean environments under a climate change scenario

Carlos Ovalle¹, Alejandro del Pozo², Luis Inostroza¹, Soledad Espinoza¹, Viviana Barahona¹,
Macarena Gerding³

¹Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Chillán, Chile covalle.inia@gmail.com

²Facultad de Agronomía, Universidad de Talca, Talca, Chile

³Facultad de Agronomía, Universidad de Concepción, Chillán, Chile

INTRODUCCIÓN

En Chile, históricamente por cuatro décadas, la estrategia para el mejoramiento de la sustentabilidad de los sistemas de pastoreo de secano, estuvo basada inicialmente en el estudio de los recursos naturales aportados por el espinal. Posteriormente continuaron con la introducción de leguminosas forrajeras, tanto anuales como perennes para hacer frente al grave problema de la degradación de los ambientes de secano Mediterráneo. Respecto de leguminosas, los estudios consideraron la colecta, y domesticación de la hualputra (*Medicago polymorpha*) y la introducción de un conjunto de accesiones y cultivares de leguminosas anuales de los géneros *Trifolium*, *Medicago*, *Ornithopus Hedysarum* y *Biserrula*. En la última década, y para hacer frente a los desafíos impuestos por el cambio climático, la investigación evolucionó hacia el uso de leguminosas perennes bajo la hipótesis que existen en la flora Mediterránea del mundo especies de leguminosas perennes, como alfalfas, con sistemas radicales profundos y otros mecanismos fisiológicos que les permitirían tolerar prolongados períodos de sequía.

MATERIALES Y MÉTODOS

En leguminosas anuales, se realizó una colecta de germoplasma de hualputra, entre La Serena y Temuco en un gradiente de aridez entre 150 y 1100 anuales. Posteriormente se introdujeron y evaluaron once accesiones y cultivares de serradela (*Ornithopus spp.*), originarias de la cuenca Mediterránea (Portugal, España, Francia, Cerdeña y Grecia), tres cultivares de biserrula (*Biserrula pelecinus*) originarias de Marruecos, Cerdeña y Grecia; cuatro cultivares de sulla (*Hedysarum coronarium*), provenientes de Cerdeña, siete accesiones y cultivares de trébol balansa (*Trifolium michelianum*), provenientes de Turquía, cuatro accesiones y cultivares de trébol persa (*Trifolium resupinatum*), además de *Trifolium vesiculosum*, *T. isthmocarpum*, *T. nigrescens* y *T. pallidum*. y seis nuevas cultivares de trébol subterráneo (*Trifolium subterraneum*). Los ciclos biológicos y la producción se estudiaron en bancadas y en ensayos regionales en diferentes condiciones edafoclimáticas. Se realizaron evaluaciones fenológicas semanales sobre plantas individuales, test de germinación para determinación de dureza seminal y producción de fitomasa, evaluada en parcelas mediante corte. En alfalfa se fenotiparon en parcelas mediante análisis de imágenes y sensores remotos, 70 variedades ancestrales, cultivares y líneas de pre-mejoramiento, con supuesta tolerancia a la sequía provenientes de Kazajstán, Azerbaiyán, España, Australia, EE. UU. y Chile. Se establecieron cuatro ensayos, en las Regiones del Maule (Cauquenes), Ñuble (Chillán y El Carmen), y Araucanía (Vilcún). La producción de materia seca (MS) se evaluó mediante corte dejando 5 cm de residuo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se colectaron y fenotiparon 34 ecotipos chilenos de *M. polymorpha*. Se observó una relación directa entre la precocidad de las accesiones y la latitud del sitio de colecta, con variaciones entre 70 días a floración en los ecotipos de La Serena y 122 para los colectados en la Araucanía. Serradela y Biserula mostraron una fenología intermedia (132 a 136 días a floración) y hábito de crecimiento semi-erecto. Destacan por poseer un tamaño de semilla pequeño (674 a 842 semillas por gramo). La producción de materia seca y de semillas fue comparable, y en algunos años superior, a la de las especies de uso tradicional en estas zonas. Los cultivares de trébol vesiculoso mostraron un comportamiento fenológico tardío. El cultivar Zulu, con 160 días fue 20 días más tardío que el trébol subterráneo cv. Mount Barker, de amplio uso en zonas de precordillera andina. En alfalfa, los resultados mostraron una gran variabilidad genotípica para la supervivencia de las plantas después de los tres períodos de sequía, que van desde un 30 a 76 % en condiciones de secano. El rendimiento de forraje durante el invierno fue significativamente diferente entre cultivares, con más de 4000 kg ha⁻¹ año⁻¹. La producción promedio para tres temporadas oscilaron entre 2260-10800 Kg ha⁻¹. Entre las accesiones más productivas se encontraron dos líneas del híbrido *Medicago arborea* x *sativa* (AF3448 y AF3347), y los cultivares Génesis y Venus, y las variedades locales Aragón de España y Alta Sierra 2 de Chile.

CONCLUSIONES

En un período de cuatro décadas, una secuencia ininterrumpida de investigaciones con financiamientos nacionales e internacionales permitió abordar el estudio de los recursos pratenses naturales (espinales y praderas naturales) y la diversificación de especies tanto anuales como perennes. En el último decenio, y para hacer frente a los desafíos del cambio climático, el programa evolucionó hacia la búsqueda de tolerancia a la sequía introduciendo 70 variedades ancestrales y accesiones de alfalfa, provenientes de zonas de extrema sequía en el mundo, las cuales fueron fenotipadas y caracterizadas geonómicamente. Esta valiosa fuente de diversidad genética constituirá la base para el programa de mejoramiento genético de alfalfa de INIA. Esta línea culminará, (con el soporte financiero de FIA) con la liberación de uno o más cultivares de alfalfa con alta tolerancia al estrés hídrico. Los materiales se encuentran depositados en el Banco Recursos Genéticos de INIA, para su conservación y distribución.

AGRADECIMIENTOS: Proyectos Fondecyt 1128829, 1120829, 1180821,1080336.1080336 FIA PYT-2020-1423 y Crop Trust GS19001,

REFERENCIAS

- OVALLE, C., A. DEL POZO, J. AVENDAÑO, Y F. FERNÁNDEZ, 2005. Adaptación, crecimiento y producción de nuevas leguminosas forrajeras anuales en la zona mediterránea de Chile. Agricultura Técnica (Chile). Vol 65(3) 265–277. SciELO
- INOSTROZA, L., ESPINOZA, S., BARAHONA, V., GERDING, M., HUMPHRIES, A., DEL POZO, A., OVALLE, C. 2021. Phenotypic diversity and productivity of *Medicago sativa* subspecies from drought-prone environments in Mediterranean type-climates. Plants 10, 862. <https://doi.org/10.3390/plants1005086>.

ALFALFAS DE SECANO: 2) DIVERSIDAD FENOTÍPICA Y PRODUCTIVIDAD DE GERMOPLASMA DEL COMPLEJO *Medicago sativa-falcata* INTRODUCIDO A CHILE DESDE AMBIENTES PROPENSOS A SEQUÍA DEL MUNDO

Dryland Alfalfas: 2) Phenotypic diversity and productivity of germplasm belonged to the *Medicago sativa-falcata* complex introduced to Chile from drought-prone environments across the globe

Luis Inostroza¹, Soledad Espinoza¹, Carlos Ovalle¹, Alejandro del Pozo², Macaren Gerding³, Viviana Barahona¹

¹Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Chillán, Chile linostroza@inia.cl

²Facultad de Agronomía, Universidad de Talca, Talca, Chile

³Facultad de Agronomía, Universidad de Concepción, Chillán, Chile

INTRODUCCIÓN

La alfalfa pertenece al complejo *Medicago sativa-falcata*, el que incluye sub-especies que son parcialmente simpátrica y que hibridan libremente en la naturaleza. El complejo también incluye sub-especies diploides y tetraploides con flujo genético dentro y entre niveles de ploidía. Las sub-especies que integran el complejo son: *M. sativa* subsp. *caerulea* (2n), *M. sativa* subsp. *falcata* (2n and 4n), *M. sativa* subsp. *x hemicycla* (2n), *M. sativa* subsp. *glutinosa* (2n), *M. sativa* subsp. *sativa* (4n), *M. sativa* subsp. *x varia* (4n), and *M. sativa* subsp. *glomerata* (4n) (Inostroza et al., 2021). En alianza con el Crop Wild Relatives program de Crop Trust, se introdujo a Chile una colección de 70 accesiones del complejo *Medicago sativa-falcata*. El objetivo de este trabajo fue caracterizar fenotípicamente la colección durante tres temporadas de crecimiento e identificar germoplasma tolerante a sequía en ambientes Mediterráneo manejados bajo condiciones de secano.

MATERIALES Y MÉTODOS

Semillas de 70 accesiones fueron sembradas en almacigueras de 200 cavidades conteniendo turba (Kekkilä, Finland) como sustrato en condiciones de invernadero. Las accesiones incluyeron landraces, cultivares y líneas genéticas avanzadas originarias desde Kazakhstan, Azerbaijan, España, Australia, Estados Unidos, y Chile. El sustrato se regó diariamente y de forma periódica se fertilizó con una solución de 1.1 g L⁻¹ de Phostrogen (Bayer, Cambridge, UK). En estado de plántula se inoculó con una suspensión de *Sinorhizobium meliloti* (strain WSM2141). Una semana antes del trasplante, las almacigueras se trasladaron a un cobertizo para promover el endurecimiento de las plántulas. En agosto del 2017, las plántulas fueron trasplantadas en la Estación Experimental Cauquenes de INIA (35°57' S; 72°19' O). Las plantas se organizaron en parcelas de 2x2.5 m. Cada parcela incluyó 5 hileras. Las plantas se distribuyeron cada 10 cm sobre la hilera (125 plantas/parcela). Previo a la plantación el suelo se preparó mediante una secuencia de cincel y rastra de disco. Cada parcela se fertilizó con 200 kg ha⁻¹ de superfosfato triple (46% P₂O₅), 2000 kg ha⁻¹ de CaCO₃, 100 kg ha⁻¹ de sulfato de potasio (50% K₂O and 54% SO₄) y 20 kg ha⁻¹ de boronatrocalcita (11% B). El experimento se organizó en un diseño de α -lattice con 3 repeticiones. Cada repetición tuvo 5 bloques incompletos con 14 accesiones. El suelo se clasificó como Ultic Palexeralfs con pH de 5,7, materia orgánica de 2,7%, NPK en los primeros 20 cm de 772 18, 17, and 250 mg kg⁻¹, respectivamente. El experimento se manejó bajo condiciones de secano con 5 a 6 meses de balance hídrico negativo. Durante 3 temporadas de crecimiento se evaluó la producción de materia seca mediante corte con barra segadora, la fracción de PAR interceptado (FIPAR) con un ceptómetro, el NDVI con un espectroradiómetro, la relación hoja/tallo, área foliar específica, diámetro y longitud de tallos y sobrevivencia de plantas en la tercera temporada de

crecimiento. Los datos fueron analizados mediante un modelo mixto con corrección espacial. El modelo permitió estimar componentes de varianza, heredabilidad en sentido amplio (H^2) y el mejor predictor lineal insesgado (BLUP) con el método REML en el software ASReML-R.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La colección incluyó cuatro sub-especies (Cuadro 1). Se observó amplia variabilidad fenotípica dentro y entre sub-especies en todos los caracteres evaluados. *M. sativa* subsp. *alborea* mostró los mayores valores de NDVI, altura de planta, FIPAR y producción de MS. Al final de la tercera temporada de crecimiento, no se observó diferencias en sobrevivencia de plantas entre sub-especies alcanzando un valor promedio superior al 80%. Este resultado es destacable debido a la condición extrema a la que las plantas fueron sometidas. Esto fue, seis meses de sequía en un suelo granítico por cada temporada de crecimiento. En todos los caracteres, excepto sobrevivencia de planta, más del 50% de la varianza fenotípica total fue atribuida a las accesiones de alfalfa, con valores de H^2 de 0,53 y 0,85.

Cuadro 1. Media, rango y heredabilidad en sentido amplio (H^2) de 5 caracteres fenotípicos evaluados en la colección de alfalfa. Datos de 2 temporadas de crecimiento (2018-2019 and 2019-2020) en Cauquenes.

taxon	NDVI		Altura de planta (cm)		FIPAR		Producción MS (Mg ha ⁻¹)		Sobrevivencia (%)
	2018/19	2019/20	2018/19	2019/20	2018/19	2019/20	2018/19	2019/20	
M.s. alborea	0.62 (0.54-0.70)	0.80 (0.74-0.85)	52.90 (52.8-52.93)	43.33 (38.53-48.13)	0.88 (0.87-0.89)	0.87 (0.84-0.90)	8.88 (8.79-8.97)	11.65 (9.61-13.68)	0.84 (0.75-0.93)
M.s. caerulea	0.35 (0.31-0.38)	0.32 (0.31-0.32)	9.30 (6.33-12.27)	8.27 (4.47-12.07)	0.035 (0.03-0.04)	0.13 (0.06-0.2)	4.10 (4.02-4.08)	1.25 (1.10-1.40)	0.79 (0.73-0.86)
M.s. sativa	0.59 (0.19-0.75)	0.79 (0.41-0.87)	39.83 (5.93-56.33)	36.35 (4.87-50.2)	0.69 (0.04-0.92)	0.79 (0.15-0.96)	6.67 (1.72-9.76)	8.83 (0.55-13.39)	0.85 (0.64-0.94)
M.s. varia	0.56 (0.34-0.64)	0.76 (0.51-0.84)	37.65 (15.53-50.20)	33.98 (11.47-45.93)	0.68 (0.16-0.81)	0.72 (0.10-0.91)	7.15 (5.02-8.16)	8.75 (4.03-10.99)	0.87 (0.78-0.93)
H²	0.85±0.02		0.67±0.08		0.65±0.07		0.53±0.09		0.10±0.01

CONCLUSIONES

La colección de 70 accesiones del complejo *Medicago sativa-falcata* introducida y caracterizada en ambiente Mediterráneo de Chile mostró una amplia variabilidad fenotípica en caracteres agronómicos. La colección es una fuente de diversidad genética que se utilizará para el desarrollo de cultivares de alfalfa tolerantes a sequía.

AGRADECIMIENTOS: Investigación financiada por INIA, Fondecyt 1180821, Crop Trust GS19001, FIA PYT-2020-1423

REFERENCIAS

INOSTROZA, L., S. ESPINOZA, V. BARAHONA, M. GERDING, A. HUMPHRIES, ET AL. 2021. Phenotypic Diversity and Productivity of *Medicago sativa* Subspecies from Drought-Prone Environments in Mediterranean Type Climates. *Plants* 10(5): 862. doi: 10.3390/plants10050862.

ALFALFAS DE SECANO: 3) RED DE ENSAYOS DE VALOR AGRONÓMICO PARA LA LIBERACIÓN DE UN CULTIVAR DE ALFALFA TOLERANTE A SEQUÍA

Dryland Alfalfas: 3) Field trials for agronomic value determination and releasing of a drought-tolerant alfalfa cultivar

Luis Inostroza¹, Viviana Barahona¹, Paulina Etcheverría¹, Alejandro del Pozo², Carlos Ovalle,
Macaren Gerding³, Soledad Espinoza¹

¹Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Chile linostroza@inia.cl

²Facultad de Agronomía, Universidad de Talca, Talca, Chile

³Facultad de Agronomía, Universidad de Concepción, Chillán, Chile

INTRODUCCIÓN

Los sistemas ganaderos de la zona centro-sur de Chile han sido desplazados por sistemas productivos de alta rentabilidad (frutales y cultivos intensivos) hacia zonas marginales, con limitaciones de tipo edáfica y propensos a sequía. Por otro lado, el cambio climático ha afectado negativamente la productividad y persistencia de praderas en todo el territorio nacional. Análisis climático de los últimos 50 años demuestran que las precipitaciones en Chile continental han disminuido en una tasa que fluctúa entre el 2 y 4% por década (Garreaud et al., 2020). El uso de especies forrajeras mejor adaptadas a los nuevos escenarios climáticos es una estrategia de adaptación al cambio climático. El Programa de Alfalfas de INIA ha desarrollado ocho líneas genéticas avanzadas de alfalfa tolerantes a sequía. El objetivo de este trabajo fue establecer una red de ensayos en la zona Centro-Sur de Chile para la evaluación del valor agronómico de las líneas genéticas y liberación de al menos un cultivar de alfalfa tolerante a sequía.

MATERIALES Y MÉTODOS

En el otoño del año 2021 (20 abril al 4 de junio) se sembraron cuatro ensayos en las Regiones del Maule (Cauquenes), Ñuble (Chillán y El Carmen), y Araucanía (Vilcún). En el otoño del 2022 se sembró en las Regiones de Ñuble (Portezuelo) y O'Higgins (Litueche). Todos los experimentos se manejan bajo condiciones de secano. Las localidades incluyen condiciones de secano de precordillera (El Carmen), interior (Portezuelo y Cauquenes) y de costa (Litueche). En todas las localidades se preparó el suelo mediante una secuencia de cincel y rastra de disco. Se fertilizó según análisis químico de suelo. Se establecieron ocho líneas candidatas y dos testigos comerciales (Baldrich650 y WL903). Tanto las líneas candidatas como testigos comerciales se caracterizan por no presentar dormancia invernal. Cada accesión se sembró en parcelas de 2x4 m. Dentro de la parcela, las semillas se distribuyeron en hileras a 20 cm. La dosis de siembra fue de 15 kg ha⁻¹. En estado de 3 hojas plenamente expandida se realizó control químico de maleza de hoja ancha con una mezcla de Sweeper (80 g ha⁻¹)+Preside (20 g ha⁻¹)+Break (60 cm³ ha⁻¹) en 200 l ha⁻¹ de agua. Cada experimento se organizó en un diseño de bloques completos al azar con 3 repeticiones. La producción de materia seca (MS) se evaluó mediante corte con barra segadora, dejando 5 cm de residuo. Se colectó una submuestra de biomasa fresca para determinar el contenido de MS mediante secado en horno con ventilación forzada a 65°C hasta alcanzar peso constante. Además, previo al corte se evaluó la altura de planta. Este trabajo muestra resultados de la primera temporada de crecimiento de los experimentos sembrados el año 2021. En Cauquenes y Chillán se realizaron dos cortes en los meses de enero y marzo del 2022. En Vilcún, se realizaron 4 cortes en los meses de diciembre del 2021, y enero, marzo, abril del 2022. En El Carmen, se realizó sólo un corte en el mes de enero del 2022. Se analizó la producción total de la temporada (suma de cortes). Se ajustó un modelo mixto usando el método de máxima verosimilitud restringida (RMEL) en el software

ASReml-R. Las variables población (P), localidad (L) y la interacción PxL fueron considerados como efectos fijos y las repeticiones como efectos aleatorios. Las medias estimadas se compararon con la prueba de diferencia mínima significativa (DMS).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La producción de MS total mostró una interacción PxL altamente significativa ($P < 0.001$). Lo que indica que las poblaciones de alfalfa mostraron un comportamiento agronómico diferenciado en cada localidad. En El Carmen se realizó sólo un corte y no se observó diferencias significativas entre las poblaciones. Carillanca y Santa Rosa, fueron las localidades con mayor potencial de producción de MS, debido a la mejor calidad de suelos (trunao profundo) y a la mayor cantidad de precipitaciones. En estas localidades, los testigos comerciales (Baldrich650 y WL903) junto con la línea candidata AF3448, mostraron los mayores valores de producción de MS. En Cauquenes, donde el estrés hídrico fue más severo, la línea AF3448 superó a los testigos comerciales (Figura 1). La línea candidata AF3448 mostró la mayor altura de planta junto a los testigos comerciales.

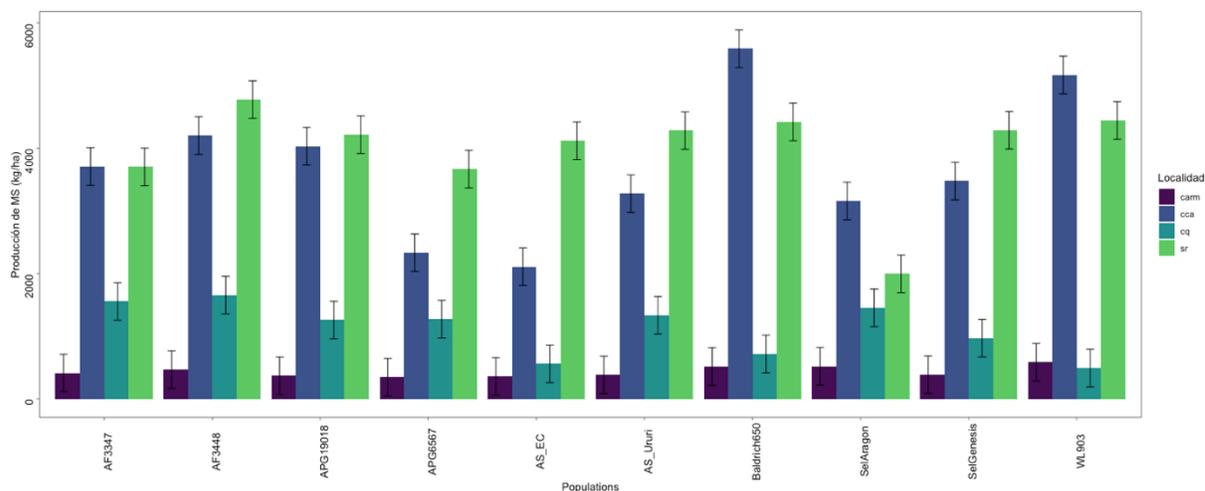


Figura 1. Producción de materia seca (MS) de 10 poblaciones de alfalfa evaluada en 4 localidades: El Carmen (carm), Vicún (cca), Cauquenes (cq) y Chillán (SR).

CONCLUSIONES

Se estableció una red de ensayos para determinar el valor agronómico de 8 líneas candidatas de alfalfas tolerantes a sequía. Resultados preliminares muestran que la línea AF3448 exhibe un comportamiento agronómico igual o superior a los testigos comerciales.

AGRADECIMIENTOS: Investigación financiada por INIA, Fondecyt 1180821, Crop Trust GS19001, FIA PYT-2020-1423

REFERENCIAS

GARREAUD, R.D., J.P. BOISIER, R. RONDANELLI, A. MONTECINOS, H.H. SEPÚLVEDA, ET AL. 2020. The Central Chile Mega Drought (2010–2018): A climate dynamics perspective. *Int. J. Climatol.* 40(1): 421–439. doi: <https://doi.org/10.1002/joc.6219>.

ALFALFAS DE SECANO: 4) DIVERSIDAD GENÉTICA Y SIMBIÓTICA DE RIZOBIOS ASOCIADOS A ALFALFA EN CHILE

Dryland alfalfa: 4) Symbiotic and genetic diversity of rhizobia in association with alfalfa in Chile

Macarena Gerding¹, Soledad Espinoza², Alejandro del Pozo³, Jorge Ivelic^{2,4}, Diego Herrera¹, Tamara Quezada¹, Viviana Barahona² Luis Inostroza² y Carlos Ovalle²

¹Facultad de Agronomía, Universidad de Concepción, Chillán, Chile mgerding@udec.cl

²Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Chillán, Chile

³Facultad de Agronomía, Universidad de Talca, Talca, Chile

⁴Doctorado en Ciencias Agrarias, Escuela de Graduados, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.

INTRODUCCIÓN

La alfalfa (*Medicago sativa*) ha surgido como una alternativa forrajera para la zona del secano interior de Chile, con nuevas variedades que logran prolongar el período de producción. El establecimiento de una relación simbiótica con bacterias del suelo conocidas como rizobios, es la clave para el establecimiento, producción y fijación biológica de nitrógeno. Sin embargo, la nodulación de alfalfa en condiciones de déficit hídrico y en siembras otoñales a baja temperatura es errática y el rizobio inoculado tiende a desaparecer en el tiempo. El objetivo de este trabajo fue caracterizar e identificar cepas de rizobios aislados desde alfalfas establecidas en distintas zonas de Chile, para una nodulación efectiva en alfalfa en el secano.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se colectaron nódulos radiculares en alfalfares desde la región de Arica y Parinacota hasta Magallanes. En laboratorio, se desinfectaron superficialmente los nódulos y se aislaron las bacterias contenidas en su interior. La diversidad genética de los aislados fue determinada por medio de RAPD-PCR con el partidor RPO1 y las cepas genéticamente distintas fueron identificadas luego a nivel de género y/o especie, mediante secuenciación del gen 16S rRNA.

Se evaluó la efectividad simbiótica de los rizobios en alfalfa ecotipo 'Alta Sierra Illapata' en un fitotrón bajo condiciones asépticas a 22°C y con luz LED (fotoperíodo 12 h) en un experimento con diseño completamente al azar y cuatro repeticiones. Transcurridos 60 días, se determinó materia seca y el índice de nodulación para cada cepa bacteriana. Se seleccionaron 9 cepas bacterianas de distintas regiones de Chile, tanto por los resultados obtenidos en nodulación y peso seco, tanto como su habilidad para tolerar condiciones de estrés de frío y desecación determinadas *in vitro*. La efectividad de las cepas fue en un ensayo de terreno llevado a cabo en la Estación Experimental Cauquenes de INIA (35°57' S; 72°19' O) en mayo 2021. Las plantas se organizaron en parcelas de 1 m², incluyendo 5 hileras. El diseño experimental fue de bloques al azar con cuatro bloques. Cada parcela se fertilizó con 200 kg ha⁻¹ superfosfato triple (46% P₂O₅), 2000 kg ha⁻¹ de CaCO₃, 100 kg ha⁻¹ sulfato de potasio (50% K₂O and 54% SO₄) y 20 kg ha⁻¹ de boronatrocalcita (11% B). Las cepas bacterianas fueron multiplicadas en medio líquido manitol levadura e inoculadas a una concentración de 1 x 10⁸ UFC por m². En la primera temporada se evaluó la nodulación y población de plantas y durante dos temporadas se evaluó la producción de materia seca.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se obtuvieron 87 aislados desde alfalfares a lo largo de Chile por RAPD.PCR se determinó que correspondían a 58 cepas genéticamente distintas. La identificación por secuenciación de 16SrRNA identificó a la mayoría de las cepas (40) como *Sinorhizobium meliloti* y sólo tres como *Rhizobium* sp. Las restantes cepas correspondieron a endófitos nodulares no rizobiales. La efectividad simbiótica permitió seleccionar 8 cepas que superaron el 70% del peso seco del testigo con nitrógeno y que además lograron desarrollo de colonias en condiciones de baja disponibilidad hídrica, y dos de estas fueron capaces de desarrollarse a baja temperatura. Los resultados del experimento en terreno, mostraron que sólo una de las cepas AG-227 aislada desde el Valle de Lluta en la región de Arica y Parinacota, logró diferencias significativas en producción de materia seca con respecto al control, destacando también en índice de nodulación (Fig.1). Esta cepa además destacó en ensayos in vitro por su mayor tolerancia a bajas temperaturas, aspecto clave para lograr la formación de nódulos radiculares durante otoño-invierno. Esto se ve reflejado los altos índices de nodulación de las cepas que tuvieron esa cualidad.

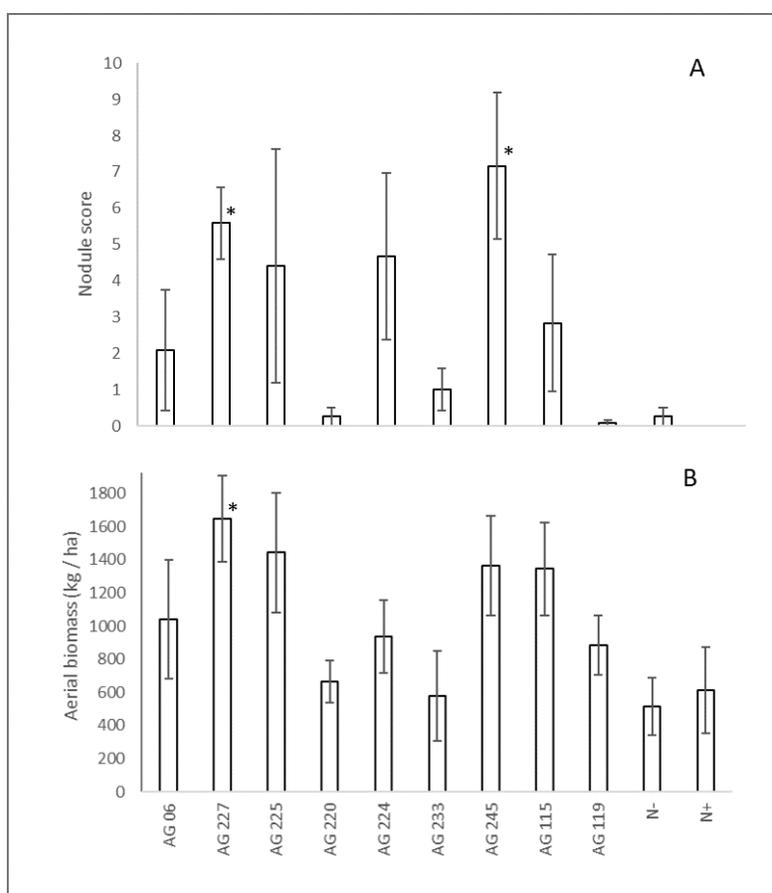


Figura 1. Índice de nodulación (A) y materia seca (B) de alfalfa 'Alta Sierra Illapata' inoculada con cepas de rizobios aisladas desde distintas zonas de Chile

CONCLUSIONES

Los rizobios predominantes en alfalfares en Chile fueron identificados como *Sinorhizobium meliloti*. Las cepas obtenidas mostraron amplia variabilidad simbiótica y de tolerancia a condiciones de estrés. El mejor desempeño bacteriano y mayor producción de materia seca en alfalfa en condiciones de secano fue logrado con la inoculación con una cepa de *S. meliloti* aislada desde alfalfares en el Valle de Lluta.

AGRADECIMIENTOS: Investigación financiada por Proyecto Fondecyt 1180821

ALFALFAS DE SECANO: 5) “SEED BAG” ESTRATEGIA DE TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA Y EXTENSIÓN PARA LA MASIFICACIÓN DEL CULTIVO DE ALFALFA EN CONDICIONES DE SECANO

Dryland Alfalfas: 5) Seed Bag Technological transfer and extension strategy for introducing the alfalfa crop in rainfed conditions

Viviana Barahona¹, Carlos Ovalle¹, Alejandro del Pozo², Soledad Espinoza¹, Macarena Gerding³,
Carlos Ruiz¹, Luis Inostroza¹

¹Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Chile viviana.barahona@inia.cl

²Facultad de Agronomía, Universidad de Talca, Talca, Chile

³Facultad de Agronomía, Universidad de Concepción, Chillán, Chile

INTRODUCCIÓN

En la última década, INIA ha demostrado empíricamente la alta capacidad de adaptación de alfalfa a ambientes marginales de la zona centro-sur de Chile (Inostroza et al., 2021). Después de un proceso de introducción de germoplasma de alfalfa desde su centro de origen (Eurasia), caracterización fenotípica y molecular, selección y cruzamientos dirigidos, se ha logrado la obtención de germoplasma capaz de persistir más de 6 temporadas de crecimiento en suelos graníticos bajo condiciones de secano con 500 a 800 mm de precipitación anual. Con el apoyo del programa Crop Wild Relatives de Crop Trust, se inició un programa de transferencia tecnológica y extensión denominado “Seed Bag”, diseñado en conjunto con el equipo Crop Trust, con el objetivo de masificar el cultivo de alfalfa en pequeños agricultores de la zona Centro-Sur de Chile.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se importó semilla desde Australia de la variedad Sardi Grazer a través de la compañía Barenbrug. Esta es una variedad desarrollada por el South Australian Research and Development Institute-SARDI. Se eligió SARDI Grazer, porque es una de las pocas variedades en el mundo, generada únicamente para pastoreo en condiciones de secano en climas mediterráneos. La supervivencia y productividad de esta variedad, se ha evaluado exitosamente durante los últimos seis años en Cauquenes. La semilla se empacó en bolsas plásticas rotuladas con el nombre de la variedad de 5 kg cada una (seed-bag). Durante los años 2017 y 2018 se dio a conocer a agricultores y extensionistas de las regiones descritas en Tabla 1, la tecnología de la Alfalfa en Condiciones de Secano, mediante días de campo, seminarios, actividades GTT, y publicaciones divulgativas. A fines del 2018 se realizó un levantamiento de agricultores interesados en introducir la tecnología en sus predios. Con apoyo de extensionista de INDAP, se elaboró una lista de inscripción. Se registraron agricultores que cumplieran los siguientes requisitos: ganadero, disponibilidad de cercos, suelos sin inundación, con adecuada rotación de cultivo (cereal). Durante los años 2019 y 2020 se realizó la distribución de semillas. La semilla se entregó junto a una ficha técnica con recomendaciones para la preparación de suelo, fertilización de establecimiento, fecha siembra, método de siembra, y control de malezas post-siembra. Posterior a la siembra, mediante visitas y entrevistas, extensionistas de INIA e INDAP verificaron el éxito del establecimiento de la pradera, mediante la observación de la emergencia, sobrevivencia de plantas y en algunos predios se realizó estimación de la producción de materia seca anual mediante el muestreo de cuadrantes de 1 m².

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante los años 2019 y 2020 se entregó semillas (seed bag) a 127 agricultores distribuidos desde

las Regiones de Coquimbo al Biobío (Cuadro 1). La semilla entregada permitió sembrar cerca de 32 hectáreas cultivadas mayoritariamente en condiciones de secano. Sólo en la región de Coquimbo y en cuatro casos en la pre-cordillera de Ñuble se sembró en condición de riego eventual. El 62 % de las siembras fueron exitosas y el 38% falló. Las principales razones del fracaso de las siembras fueron: preparación de suelo deficiente, acceso a maquinaria deficiente, época de siembra fuera del rango recomendado para cada zona agroecológica, control de maleza deficiente, daños bióticos (insectos y conejos). Los factores comunes en siembras exitosas fueron: estrecha relación agricultor-extensionista, adecuado acceso a maquinaria para preparación de suelo y siembra. Estimaciones de productividad anual indican que la alfalfa puede producir 2 a 6 ton de MS ha⁻¹ en el año de establecimiento y un rango de 6 a 16 ton MS ha⁻¹ a partir del segundo año, dependiendo de la zona agroecológica. Después de un adecuado establecimiento, la persistencia se prolonga por más de 4 años.

Cuadro 1. Descripción de la distribución de semillas en estrategia de transferencia tecnológica y extensión Seed Bag.

Región	Comuna	Zona agroecológica	Nº de agricultores	Cantidad de semilla (kg)	Superficie (ha)	Condición Hídrica
Coquimbo	Combarbalá	Secano Interior	1	5	0.25	RE
Valparaíso	Nogales	Secano Interior	2	10	0.5	secano
Valparaíso	Petorca	Secano pre-cordillera	2	10	0.5	RE
O'Higgins	Pumanque	Secano Interior	7	35	1.75	secano
O'Higgins	Litueche	Secano costero	2	10	0.5	secano
Maule	Villa Prat	Secano Interior	4	20	1	secano
Maule	Hualañé	Secano Interior	6	30	1.5	secano
Maule	Rauco	Secano Interior	7	35	1.75	secano
Maule	Licantén	Secano Costero	7	35	1.75	secano
Maule	San Javier	Secano Interior	4	20	1	secano
Maule	Parral	Secano pre-cordillera	8	40	2	secano
Maule	Cauquenes	Secano Interior	11	55	2.75	secano
Maule	Chanco	Secano Costero	12	60	3	secano
Maule	Constitución	Secano Costero	2	10	0.5	secano
Maule	Empedrado	Secano Interior	3	15	0.75	secano
Ñuble	San Ignacio	Secano pre-cordillera	7	35	2	secano
Ñuble	El Carmen	Secano pre-cordillera	16	80	5	secano-riego
Biobío	Ralco	Secano pre-cordillera	6	30	1.5	secano

CONCLUSIONES

La estrategia de transferencia tecnológica y extensión Seed Bag permitió realizar la primera introducción del cultivo de alfalfa en condiciones de Secano Mediterráneo en Chile. La estrategia permitió evidenciar brechas tecnológicas que dificultan una adecuada adopción de la tecnología. El acceso a maquinaria y la vinculación agricultor-extensionista son factores claves para el éxito de las alfalfas en condiciones de secano.

AGRADECIMIENTOS: Investigación financiada por INIA, Fondecyt 1180821, Crop Trust GS19001, FIA PYT-2020-1423

REFERENCIAS

INOSTROZA, L., S. ESPINOZA, V. BARAHONA, M. GERDING, A. HUMPHRIES, ET AL. 2021. Phenotypic Diversity and Productivity of Medicago sativa Subspecies from Drought-Prone Environments in Mediterranean Type Climates. *Plants* 10(5): 862. doi: 10.3390/plants10050862.

RESULTADOS PRELIMINARES ACERCA DE LA DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DE *Atriplex nummularia* Lindl. EN LA ZONA CENTRO-SUR

Preliminary results on the potential distribution of *Atriplex nummularia* Lindl. in the central-south area

Manuel Vial A., Paulina Etcheverría T., Paul Escobar-Bahamondes y Juan Inostroza F. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA Carillanca, Temuco, Chile. E-mail: manuel.vial@inia.cl

INTRODUCCIÓN

Las tendencias climáticas pronostican la disminución de las precipitaciones y un incremento de las temperaturas en la zona centro sur del país. *Atriplex nummularia* Lindl. es una especie arbustiva de uso forrajero tolerante a la sequía y salinidad que se desarrolla en condiciones áridas y semiáridas en zonas con pluviometrías entre 200 a 600 mm/año. La planta crece activamente a partir de temperaturas medias de 10°C; el crecimiento óptimo ocurre entre 16 a 28°C; temperaturas menores a 0°C provocan daños en hojas exteriores. El rango mínimo de tolerancia se encuentra entre los -8°C a -12°C, bajo lo cual la planta no sobrevive. La distribución de *Atriplex nummularia* Lindl. es amplia a nivel mundial, con registros desde Australia (país de origen), India, Sudáfrica, península Ibérica e incluso en la Patagonia Argentina (Latitud 44° Sur, Camarones Chubut) (Ciano *et al.*, 2006). El objetivo del presente trabajo es aportar con una primera aproximación acerca de la distribución potencial de *Atriplex nummularia* Lindl. en la zona centro-sur de Chile.

MATERIALES Y MÉTODOS

El área de estudio es el marco geográfico entre los 34° a 40° latitud sur. Se utilizó el método de máxima entropía que aplica el programa Mexent 3.2[®] (Phillips *et al.*, 2006), el cual se fundamenta en el concepto de ocupación potencial del nicho ecológico, proyectando la distribución de la especie a partir de variables ecológico-bioclimáticas. Se extrajeron 3227 registros georreferenciados de la base GBIF (Global Biodiversity Information Facility) a partir de la aplicación *plugin GBIF occurrences* de Qgis® enmarcando 57 puntos; los datos fueron ordenados (*.csv), complementando la información con bibliografía. Las variables climáticas **BIO** (19) se obtuvieron de la base de datos Worldclim en rango entre los años 1970-2000 (*.asc). Datos cualitativos de suelo (**SQ**) se obtuvieron del Harmonized World Soil Database–FAO (*.asc). El modelo digital de elevación (**MODELEV**) se obtuvo de GTOPO30 (USGS). Cada base de datos se ajustó para su uso con el software.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Según el Cuadro 1, las condiciones de altitud y estacionalidad de la temperatura y precipitaciones en los meses más cálidos fueron factores incidentes en la configuración del modelo (81%). El mapa de salida del modelo (0-100%) indica que en la zona centro-sur, la mayor capacidad de acogida corresponde espacios del valle central y costa en la Región de O'Higgins y Maule, considerando los distritos agroclimáticos Curepto, Santa Cruz, San Vicente de Tagua Tagua, Curicó, Talca, Lolol, Constitución, entre otros. Hacia el sur, las condiciones de acogida se extienden principalmente en el Secano del valle central de la Región de Ñuble hasta el norte de la Región de La Araucanía, principalmente en el Secano Interior (distritos agroclimáticos Chillán y Angol).

Cuadro 1. Estimaciones de las contribuciones relativas de las variables ambientales al modelo en Maxent.

ID	Variable	Porcentaje de contribución	ID	Variable	Porcentaje de contribución
MODELEV	Modelo digital de elevación (DEM)	32,9	SQ1	Disponibilidad de nutrientes	0,9
BIO15	Estacionalidad de la Precipitación (Coeficiente de Variación)	28,4	SQ4	Disponibilidad de oxígeno para las raíces	0,55
BIO18	Precipitación del trimestre más cálido	20,1	BIO13	Precipitación del mes más lluvioso	0,4
BIO8	Temperatura media del trimestre más húmedo	7,6	SQ3	Condiciones de enraizamiento	0,3
SQ6	Toxicidad (Carbonato de calcio y presencia de yeso)	4,3	BIO5	Temperatura máxima del mes más cálido	0,2
SQ7	Viabilidad para su utilización y facilidad mecánica de labranza	2,6	SQ2	Capacidad de retención de nutrientes	0,1
SQ5	Exceso de sales	1,65		Total	100

Desde el Valle central hacia zonas de mayor altitud, y donde predominan bajas temperaturas como precordillera y cordillera, las condiciones de capacidad de acogida son escasas a nulas.

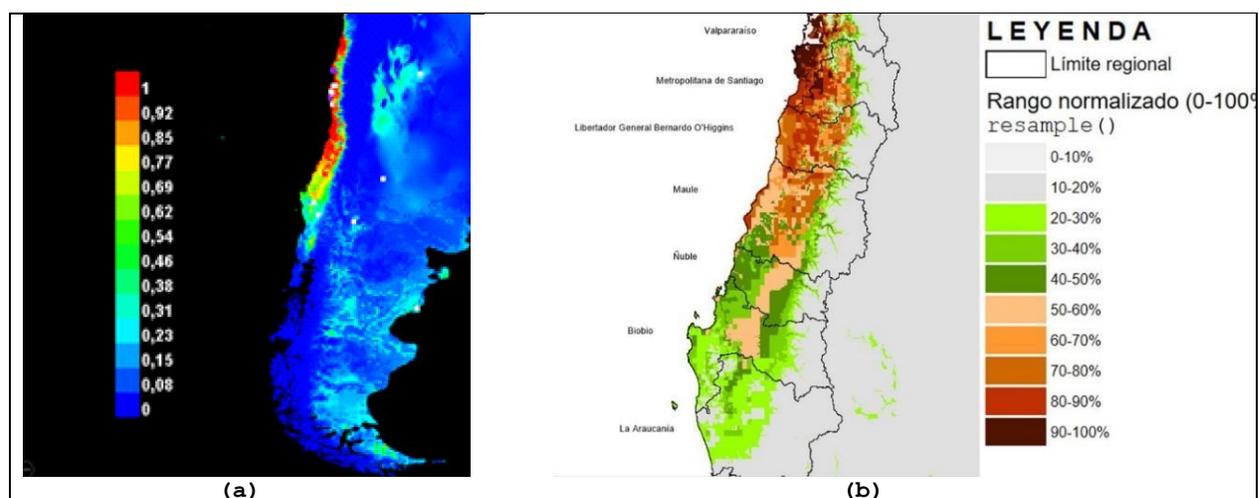


Figura 1. (a) Representación del modelo con Maxent; colores más cálidos muestran áreas con mejores condiciones previstas; (b) Rango normalizado de zonas con mayor capacidad de acogida por región.

CONCLUSIONES

La distribución potencial de *Atriplex nummularia* Lindl. disminuye hacia latitudes australes y se aleja de sectores más altos y fríos (precordillera y cordillera) proyectando una mayor capacidad de acogida el Secano y Valle Central y algunos sectores costeros de la zona centro-sur hasta el Secano Interior de la Región de La Araucanía como límite.

REFERENCIAS

- CIANO, N., BUONO, G, BEIDER., A. & ZERRIZUELA., R. (2006). Plantación de arbustos para uso múltiple estratégico en sistemas ovinos de zonas áridas y semiáridas de Patagonia. Coyhaique: Serie Actas-INIA. N° 36. <https://hdl.handle.net/20.500.14001/8520>
- PHILLIPS. S. J., ANDERSON. P & SCHAPIRE. R.E. (2006). Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling*.190 (3–4).231-259. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2005.03.026>

ESTABLECIMIENTO DE *Atriplex nummularia* Lindl. EN EL SECANO INTERIOR Y VALLE DE LA REGIÓN DE LA ARAUCANÍA

Setting crop of *Atriplex nummularia* Lindl. in dry land and central valley of the Araucanía

Manuel Vial A., Paulina Etcheverría T., Paul Escobar-Bahamondes y Juan Inostroza F. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA Carillanca, Temuco, Chile. E-mail: manuel.vial@inia.cl

INTRODUCCIÓN

Atriplex nummularia Lindl. es un arbusto nativo de Australia perteneciente a la familia quenopodiácea utilizado como recurso forrajero estratégico en periodo estival en climas mediterráneos áridos y semiáridos, principalmente, en sistemas de producción caprinos y ovinos. Es una especie tolerante a terrenos salinos y resistente a la sequía logrando desarrollarse en pluviometrías entre 200 a 600 mm. Presenta valores nutricionales de PC entre 16-20% y EM entre 2-2,8 Mcal Kg MS⁻¹ en el material consumible para el ganado. Nueva información climática pronostica cambios en los regímenes de temperatura y pluviometría en las zonas de secano de la Región de La Araucanía provocando en la transición desde una condición de zona húmeda a subhúmeda y de zonas subhúmedas a semiáridas; debido a esta situación se está evaluando el comportamiento de *Atriplex nummularia* Lindl. como especie de interés para el entorno descrito.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se establecieron dos módulos para registrar el comportamiento de la especie, uno en la localidad de Nininco (comuna de Los Sauces, Latitud 37°S) ubicado en el secano interior, en un suelo franco arcillo arenoso clasificado como Asociación San Esteban (Alfisol) Clase VII, con humedad aprovechable de 8,2% y otro en el Centro Regional de Investigación INIA Carillanca (comuna de Vilcún, Latitud 38°S) ubicado en el valle central, en un suelo franco arcillo limoso Serie Vilcún (Andisol) Clase III con 34% de humedad aprovechable. La plantación se realizó el año 2019 con individuos de 2 años a una densidad de 3m x 1,5m. La fertilización basal fue una mezcla NPK de 50 g/planta en el pozo de plantación. Las plantas no recibieron riego.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las pluviometrías registradas en ambas localidades en el periodo de seguimiento (2019-2021) están bajo la media histórica (Cuadro 1); sin embargo, se obtuvo un 65% de plantas vivas en Nininco y 80% en Carillanca durante el primer año post plantación.

Cuadro 1. Condiciones de pluviometría y periodo seco en las dos localidades.

Estación meteorológica de referencia	Año	Pluviometría (mm)	Periodo continuo	N° meses secos continuos ⁽¹⁾
El Vergel, Angol 37°82'S; 72°66'O; 81 msnm. Referencia histórica secano interior : 955,4 mm	2019	535,6	2018-2019	7
	2020	474,2	2019-2020	8
	2021	480,2	2020-2021	8
	2022	694 ⁽²⁾	2021-2022	6
Carillanca, Vilcún 38°41'S; 72°25' O; 200 msnm. Referencia histórica valle central : 1345,6 mm	2019	924,7	2018-2019	4
	2020	938,6	2019-2020	3
	2021	809,1	2020-2021	2
	2022	1043,4 ⁽²⁾	2021-2022	2

1. N° de meses secos = $Pm/ET_0 < 0,5$. (UNESCO, 2010)

2. Registro parcial (hasta septiembre 2022).

La estación meteorológica cercana a la localidad de Nininco registró mínimas de hasta -2,6°C sin daño serio en las plantas, solo en hojas del contorno; en Carillanca, se registraron mínimas de hasta -7,2°C, casi al límite de tolerancia de la especie (-8°C a -12°C), sin embargo, no existió muerte de plantas y solo se afectaron hojas externas que luego la planta desprendió iniciando el crecimiento de nuevos brotes. En relación a la incidencia de temperaturas máximas, en Nininco alcanzaron 42,8°C y en Carillanca 42,1°C en superficie durante el mes de febrero, siendo estos valores superiores a los rangos de normal crecimiento; al respecto, FAO-Ecocrop (1993-2007) señala que sobre 36°C las plantas se ven afectadas restringiendo su crecimiento normal. Al iniciarse periodo frío (inicios de otoño), las plantas entran en un receso parcial en el crecimiento (menor número y crecimiento de brotes); a partir de los meses de agosto en el secano interior (Nininco) y fines de octubre en el valle (Carillanca) se activa el crecimiento de brotes nuevos. El crecimiento activo disminuye a medida que se acrecientan los efectos de la sequía estival, siendo esto más evidente en el secano interior a partir de enero; en cambio dicha incidencia ocurre en el valle a fines de febrero y primera quincena de marzo. Luego de 3 años desde el establecimiento, las mediciones en altura (h), radio superior (r_1) e inferior (r_2) indican una estructura arbustiva de acuerdo a la fórmula $Volumen = \frac{1}{3} * \pi * h * (r_1^2 + r_2^2 + r_1 * r_2)$ (cono truncado) observándose un volumen de crecimiento dispar entre localidades (Cuadro 2).

Cuadro 2. Desarrollo de los arbustos en dos localidades^{1,2} (2019-2022).

Localidad		Altura (m)	Diámetro mayor (m)	Diámetro menor (m)	Volumen (m ³)
	Promedio	1,45 A	0,94 A	0,38 A	0,58 A
Carillanca	D.E.	0,13	0,33	0,10	0,38
	C.V.	9%	35%	25%	64%
	Promedio	0,69 B	0,19 B	0,14 B	0,016 B
Nininco	D.E.	0,10	0,02	0,04	0,01
	C.V.	15%	12%	26%	29%
	<i>p</i>	0,0013	<0,0001	<0,0001	0,0003

1. Datos hasta agosto 2022. 2. Letras distintas señalan diferencias significativas $p \leq 0,05$.

CONCLUSIONES

Se ha observado que la extensión del periodo frío en Carillanca (valle) incide en un menor crecimiento activo de las plantas de *Atriplex nummularia* Lindl.; por el contrario, Nininco (secano interior) presenta mejores condiciones en cuanto al régimen de temperaturas y extensión del periodo de crecimiento; sin embargo, condiciones edáficas del sitio de plantación, como la baja capacidad de almacenamiento de agua, han afectado el crecimiento de las plantas debido a lo prolongado del periodo seco, el cual se extiende desde fines de primavera a parte del otoño.

REFERENCIAS

FAO – Ecocrop.1993-2007. The crop environmental requirements database. Roma. *Atriplex nummularia*. <https://gaez.fao.org/pages/ecocrop-find-plant>

UNESCO. (2010). Atlas de Zonas Áridas de América Latina y el Caribe. Dentro del marco del proyecto “Elaboración del Mapa de Zonas Áridas, Semiáridas y Subhúmedas de América Latina y el Caribe”. CAZALAC. Documentos Técnicos del PHI-LAC, N°25. En: https://www.cazalac.org/publico/fileadmin/templates/documentos/Atlas_de_Zonas_Aridas_de_A_LC_Espanol.pdf

RESPUESTA DE *Festuca gracillima* A LA ALTURA DE DEFOLIACIÓN Y HUMEDAD DEL SUELO

Response of *Festuca gracillima* growth to defoliation height and soil moisture

Iván Ordóñez¹, Paula Oyaneder^{1,2}, Sergio Radic-Schilling³, Jorge Ivelic-Sáez^{1,3}

¹Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA Kampenaike, Punta Arenas, Chile.

²Universidad de Magallanes

³Doctorado en Ciencias Agrarias, Escuela de Graduados, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.

mail: ivan.ordonez@inia.cl

INTRODUCCIÓN

Festuca gracillima es la especie gramínea perenne que domina en 3 millones de ha de pastizales en la Patagonia Chilena. Los pastizales están siendo degradados a causa del sobrepastoreo que puede ser generado por una alta frecuencia o intensidad de pastoreo. Además, en la región se ha estimado una disminución de las precipitaciones en las estaciones de crecimiento y un incremento en la probabilidad de sequías severas (González-Reyes et al., 2017). El objetivo es evaluar la respuesta en crecimiento de *F. gracillima* cuando es sometida a distintas intensidades de defoliación bajo dos condiciones hídricas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento fue desarrollado en el instituto de la Patagonia perteneciente a la Universidad de Magallanes. El periodo experimental fue del 3 de septiembre al 15 de diciembre del 2021 (2228 °Cd acumulados considerando una temperatura base de 0°C). Se utilizaron maceteros de 18 litros con 5 plantas (4 en el borde y 1 en el centro). Diseño experimental fue de bloques completos al azar (4 intensidad de defoliación x 2 condiciones hídricas x 5 bloques). Los tratamientos de intensidad de defoliación fueron, i) 3 cm, ii) 5 cm; iii) 8 cm; iv) 10 cm. Los tratamientos de condición hídrica fueron i) control: simulando una condición de Magallanes, ii) restricción hídrica severa: disminución del contenido volumétrico de agua menores del 8%. Las evaluaciones se realizaron solo en la planta central donde se marcaron 3 macollos para evaluar cada 2 días la expansión de lámina y la aparición de nuevas hojas. Se realizaron 2 cosechas de toda la planta al momento de cumplir aproximadamente 1100 °Cd. En la última cosecha se determinó producción de raíces en cada planta central. Los datos se analizaron con series de tiempo, error estándar de la media y ANOVA.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Diferencias significativas fueron observadas para la intensidad de defoliación ($p < 0,01$) y para estrés hídrico ($p < 0,001$) sin interacción entre los factores en la producción total de la planta y raíces. Filocrono presentó diferencias significativas para las dos condiciones hídricas ($p < 0,001$), donde en la condición hídrica control mostró un promedio de 260 °Cd y en la restricción hídrica severa mostró valores de hasta 500 °Cd para la aparición de 1 hoja. En el tratamiento con estrés hídrico severo se observa un aumento en el filocrono consistente con la disminución del contenido volumétrico de agua ($R^2 = 0,7$). La defoliación a 10 cm presentó la mayor expansión de lámina para el tratamiento hídrico control (logrando 9,7 y 11,0 cm de expansión) y para la restricción hídrica severa (logrando 5,7 y 9,1 cm de expansión).

Cuadro 1. Producción total de la planta (parte aérea + raíces) y total de raíces.

Altura de defoliación	Total planta		Total raíces	
	Condición hídrica control (g)	Restricción hídrica severa (g)	Condición hídrica control (g)	Restricción hídrica severa (g)
3 cm	1,2139 c	0,3483 b	0,2287 b	0,1054 b
5 cm	2,2422 b	0,624 ab	0,6044 ab	0,2085 ab
8 cm	1,9919 bc	0,5195 ab	0,453 b	0,1957 ab
10 cm	4,3348 a	0,892 a	0,8669 a	0,2564 a

* Letras indican diferencias significativas en altura de defoliación

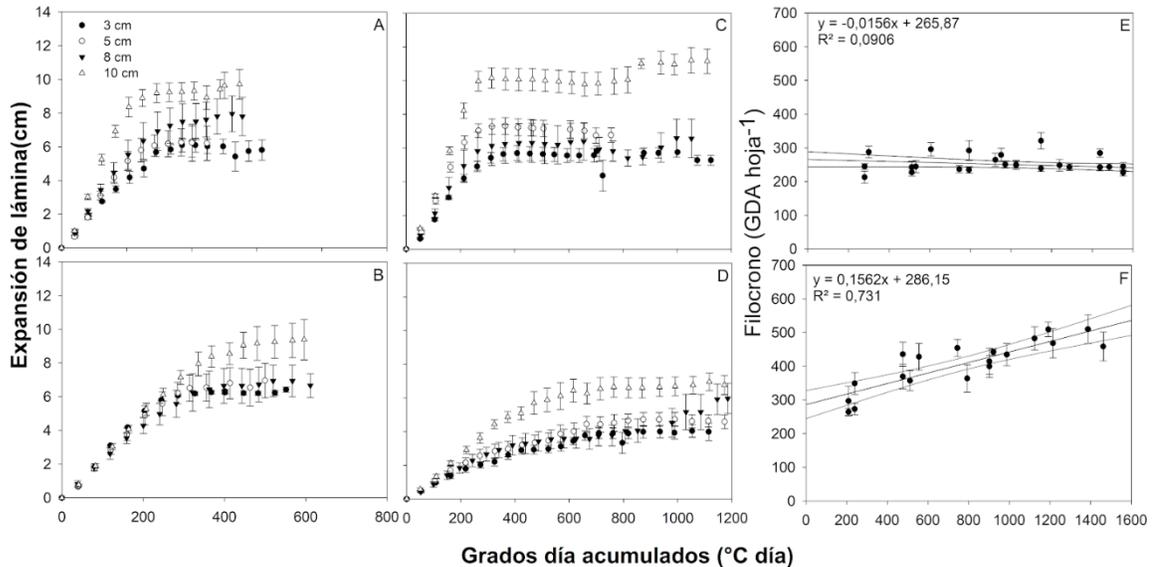


Figura 1. Expansión foliar y filocrono de todas las hojas nuevas aparecidas durante el periodo experimental en el tratamiento control de condición hídrica (A, C y E) y tratamiento bajo restricción hídrica severa (B, D y F)

CONCLUSIONES

La defoliación menor a 10 cm afectó negativamente el crecimiento de la planta, disminuyendo la producción total y expansión de lámina en ambos tratamientos de condición hídrica.

El filocrono no es afectado por la intensidad de defoliación, sin embargo, en condiciones de restricción hídrica severa se observó una disminución en las tasas de aparición de hojas.

Festuca gracillima presentó una rápida adaptación fisiológica a la condición de estrés hídrico severo, disminuyendo la tasa de aparición de hojas y la expansión de lámina.

BIBLIOGRAFÍA

GONZÁLEZ-REYES, Á., ARAVENA, J.C., MUÑOZ, A.A., SOTO-ROGEL, P., AGUILERA-BETTI, I., TOLEDO-GUERRERO, I., 2017. Variabilidad de la precipitación en la ciudad de Punta Arenas, Chile, desde principios del siglo XX. An. del Inst. la Patagon. 45, 31–44. <https://doi.org/10.4067/s0718-686x2017000100031>

CARACTERIZACIÓN Y RESPUESTA A LA SELECCIÓN DE LAS PRIMERAS LÍNEAS EXPERIMENTALES DE BALLICA PERENNE (*Lolium perenne* L.) CREADAS POR EL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO DE INIA-Chile

Characterization and selection response of the first experimental lines of perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) created by the breeding program of INIA-Chile

Fernando Ortega¹, Muriel Melo¹ and Camila Sáenz¹

Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). ¹Carillanca, *fortega@inia.cl.

INTRODUCCIÓN

La ballica perenne (*Lolium perenne* L.), BP, es la principal gramínea forrajera sembrada en Chile. En la actualidad no existen cultivares nacionales de esta importante especie y su volumen de importación de semilla ha representado alrededor de 40% del total de semilla forrajera en la última década. La ausencia de cultivares nacionales llevó a INIA a iniciar un programa de mejoramiento de la especie en 2010 con el objetivo de lograr materiales de mejor adaptación a nuestras condiciones. El programa se inició a través de un proyecto CORFO; se utilizó un método de mejoramiento geno-fenotípico, considerando en forma independiente dos bloques de policruzamiento (BPC), uno con genotipos más precoces y otro más tardío, y los correspondientes test de progenie (TDP) según detalla Ortega et al. (2016). En 2020 se crearon las primeras líneas experimentales genéticamente catalogadas como cultivares sintéticos. El objetivo de este trabajo es describir el origen de estos sintéticos, caracterizarlos y analizar la respuesta a la selección en los principales descriptores morfológicos.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo contempló los seis sintéticos (BPSynInt1, BPSynInt2 BPSynInt3, BPSynTar1 BPSynTar2 y BPSynTar3) y cuatro cultivares testigo, diploides y con un rango de precocidades conocidos (24 Seven, Expo,Hustle, Nui). El ensayo se estableció en terreno el 20-09-2021, utilizando metodología de almácigo y trasplante con un diseño de bloques completos al azar (3 bloques x 10 tratamientos), donde la unidad experimental consistió de 20 plantas individuales distintas de cada cultivar testigo o sintético. La distancia de plantación fue de 50 x 50 cm sobre y entre hileras. Al establecimiento se aplicó una fertilización de 60u N, 120u P₂O₅ y 80u K₂O. Los descriptores, evaluados por planta en plena floración, en la temporada 2021/22 fueron: fecha de inicio emisión de espiga (FEE, días a partir del 1/11/2021), largo de hoja bandera (LHB; cm); ancho de hoja bandera (AHB, mm); largo de tallo principal (LT; cm); largo de entrenudo superior (LES; cm); largo de inflorescencia (LI; cm); y número de espiguillas por espigas (NESP). Se realizó análisis univariado mediante ANDEVA y separación de medias por Duncan (P=5%), utilizando el programa SAS. También se efectuaron correlaciones paramétricas entre las variables y análisis multivariado por componentes principales para seleccionar en forma iterativa las variables de mayor grado de diferenciación (ACP sobre la matriz de correlación con rotación varimax), utilizando el software estadístico InfoGen. La respuesta a la selección se analizó para la variable FEE, comparando en forma descriptiva el valor observado en los sintéticos en su segunda generación (SynII) con el valor medio evaluado en las progenies seleccionadas (PGS, líneas maternas de medios hermanos) y las plantas madre (PM) seleccionadas de estas progenies (Syn0) para constituir cada sintético.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los sintéticos tardíos fueron creados cruzando genotipos seleccionados a partir de las progenies de poblaciones colectadas en praderas del sur de Chile, en tanto que los sintéticos intermedios

cruzando genotipos seleccionados de poblaciones colectadas y de cultivares comerciales elite (Ortega et al., 2016). El número de PGS y PM que conformaron cada sintético fueron: BPSynInt1 (4 PGS, 9 PM); BPSynInt2 (2 , 5); BPInt3 (1 , 3); BPTar1 (3 , 7); BPTar2 (1 , 10); BPTar3 (1 , 3). BPInt1 comparte 5 PM de 2 PGS con BPInt2 y 2 PM de 1 PGS con BPInt3. BPTar1 comparte 2 PM de 1 PG con BPTar2 y 2 PM de 1 PG con BPTar3.

El análisis de componentes principales (CP) mostró cinco variables con mayor contribución a la varianza (FEE, NESP, LI, LHB y LES). Considerando estas cinco variables, dos ejes absorbieron el 84% de la varianza. En el CP1 las variables FEE, NESP y LI tuvieron la mayor contribución, mientras que en el CP2 las variables LHB y LES fueron las de mayor aporte. Las variables FEE y NESP tuvieron una correlación significativa y positiva (0,70, $p < 0.05$), mientras que LES y NESP una correlación significativa y negativa (-0.71, $p < 0.05$).

En FEE hubo un rango de 15,1 días, siendo Nui el más precoz y 24 Seven el más tardío (Figura 1). Los sintéticos tardíos y Expo fueron estadísticamente similares en FEE a 24 Seven y pueden ser clasificados como tardíos, mientras que los sintéticos intermedios similares estadísticamente a Hustle. En ambos grupos de sintéticos (SynII) hubo una mejor relación en FEE con las PGS que con las PM (Cuadro 1). La buena respuesta a la selección concuerda con la heredabilidad alta de FEE reportada anteriormente (Ortega et al., 2016).

	PM Syn0	PGS	Observado SynII
BPInt1	2,4	6,6	6,6
BPInt2	3,4	6,5	7,9
BPInt3	1,9	7,1	7,2
BPIntPromedio	2,6	6,7	7,2
BTTar1	15,6	11,8	12,2
BPTar2	15,0	14,5	13,5
BPTar3	14,7	10,5	10,1
BPTarPromedio	15,1	12,3	11,9

Cuadro 1. Respuesta a la selección en FEE (días en relación a cv. Nui) de seis sintéticos de ballica perenne.

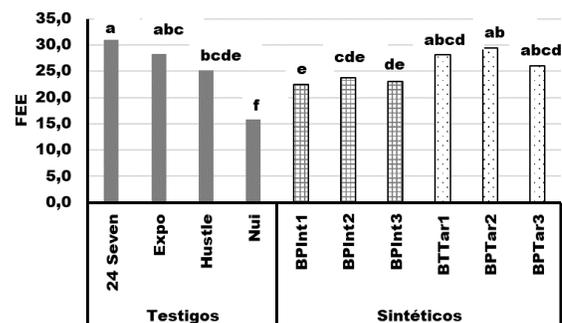


Figura 1. Fecha promedio de emisión de espiga (FEE, días a partir del 1-11-2021) de cultivares testigo y sintéticos de ballica perenne. Letras distintas indican diferencias significativas (Duncan 5%).

CONCLUSIONES

Las variables FEE, NESP, LI, LHB y LES fueron las con mayor contribución a la varianza observada y permitieron diferenciar claramente los cultivares y sintéticos evaluados, razón por la que serán priorizadas en futuras evaluaciones del programa. En cuanto a FEE, hubo una buena respuesta a la selección tanto en los sintéticos intermedios como en los tardíos, lo que confirma la alta heredabilidad de la característica. Por otro lado, en la respuesta a selección por FEE hubo una mayor relación con las PGS que con las PM (Syn0). Es por ello que el método de mejoramiento geno-fenotípico se basa fuertemente en la selección de las mejores líneas maternas y, dentro de ellas, de los mejores genotipos.

REFERENCIAS

ORTEGA, F. y MELO, M. 2016. Comportamiento de progenies de ballica perenne (*Lolium perenne* L.) en el inicio de un programa de fitomejoramiento en Chile. XLI Congreso anual de la Sociedad chilena de producción Animal (SOCHIPA A.G.), Catillo, Chile, pp.:141-142.

CONSUMO DE MATERIA SECA Y GANANCIA DE PESO DE VAQUILLAS LECHERAS EN PASTOREO DE PRADERA DE *Bromus valdivianus* Phil y *Lolium perenne* L. DURANTE EL VERANO

Dry matter intake and liveweight gain of dairy heifers grazing *Bromus valdivianus* Phil or *Lolium perenne* L. pastures during summer

Jaime Cabanilla^{1,2*}, Juan P. Keim^{2*}, Rodrigo Arias², Oscar Balocchi².

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, Valdivia – Chile. *jaimcabanilla@alumnos.uach.cl; juan.keim@uach.cl

INTRODUCCIÓN

En el sur de Chile, debido al cambio climático, se proyecta una disminución de las precipitaciones y aumento de la temperatura en el periodo estival, lo que pone en riesgo la productividad y persistencia de las praderas permanentes de alta calidad. La especie pratense que predomina en las praderas permanentes establecidas es *Lolium perenne* L., sin embargo, esta especie es sensible al estrés por déficit hídrico. *Bromus valdivianus* Phil. es una especie nativa y perenne que presenta mayor tolerancia a la sequía y posee características nutritivas y productivas similares a *L. perenne*. En la actualidad existen pocos estudios que determinan la respuesta productiva de vaquillas lecheras con esta especie pratense, por lo que este estudio planteó como hipótesis que el consumo de materia seca y la ganancia de peso de vaquillas lecheras son similares cuando pastorean *Bromus valdivianus* y *Lolium perenne*.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la Estación Experimental “Vista Alegre” de la Universidad Austral de Chile (39°47' S, 73°13' O, Valdivia, Chile) durante un período de 28 días (febrero, 2021), donde los primeros 18 días correspondieron a la adaptación de la dieta, y los últimos 10 días al período experimental. En el estudio se utilizó un diseño de bloques completos al azar con 2 tratamientos dispuestos en 3 bloques. Treinta vaquillas Holstein Friesian fueron agrupadas (n = 5) por peso corporal (416 ± 35 kg) y puntaje de condición corporal (2,76 ± 0,22; escala 0-5). Las vaquillas dentro de los grupos se asignaron aleatoriamente a una de las dos praderas: (1) pastoreando *B. valdivianus* y (2) pastoreando *L. perenne*. (Ambas praderas con similar manejo). Por lo tanto, cada tratamiento (n = 15) estuvo compuesto por 3 grupos (bloques) de 5 vaquillas. Cada bloque contenía dos parcelas de 0,5 ha (200 x 25 m) una con *B. valdivianus* (cv. Bronco) y otra con *L. perenne* (cv. Stellar). Se realizó un pastoreo en franjas dividido por cercos eléctricos. Previo al pastoreo se midió la disponibilidad de fitomasa (3600 kg MS ha⁻¹ ± 200 kg). Muestras de pradera fueron cortadas a una altura de 5 cm, luego fueron liofilizadas y molidas (1 mm), para posteriormente ser analizadas para MS, PC, PS, FDN, FDA y CHOS en el Laboratorio de Nutrición Animal de la UACH. La digestibilidad y el consumo de MS se estimaron a través de marcadores indigestibles internos (Cr₂O₃) y externos (FDAin) (Velásquez et al., 2018). A las vaquillas entre el día 12 y 26 se les administró vía oral 10,5 g de Cr₂O₃, para recolectar muestras de heces entre el día 22 y 26 para posteriormente determinar la concentración del marcador. El peso corporal de los animales se midió al inicio (día 1) y al final (día 28) del estudio. La composición nutritiva de la pradera y los efectos de los tratamientos sobre el peso corporal, la ganancia diaria promedio, el consumo de MS se analizó por el procedimiento MIXED de SAS. La comparación entre tratamientos se realizó mediante la prueba de Tukey. Los resultados se consideraron significativos a p < 0,05.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1 se presenta la composición nutritiva de *B. valdivianus* (*Bv*) y de *L. perenne* (*Lp*). La concentración de MS, PC y PS es similar para ambas especies ($p > 0,05$). La concentración de FDN.

Tabla 1. Consumo de materia seca y ganancia de peso de vaquillas lecheras en pastoreo de pradera de *B. valdivianus* y *L. perenne* durante el verano

Especie	PRADERA										VAQUILLAS	
	MS	PC	PS	FDN	FDA	CHOS	EM	DMS*	Dprep	CMS**	GDP	
	%	% MS	% MS	% MS	% MS	g kg ⁻¹ MS	Mcal MS	% MS	kg MS ha ⁻¹	kg MS día ⁻¹	kg animal día ⁻¹	
<i>B. valdivianus</i>	38,2	11,4	3,27	63,86	42,8	82,81	2,21	51,3	3536	6,05	0,293	
<i>L. perenne</i>	41,6	11,6	3,01	56,40	34,5	111,5	2,32	56,6	3991	6,78	0,519	
SEM	1,08	0,3	0,25	0,511	0,5	2,367	0,025	0,95	44,88	0,175	0,062	
p-valor	0,43	0,69	0,47	<0,001	<0,001	<0,001	0,004	<0,001	<0,001	0,008	0,017	

*: Obtenida a partir de FDAin; **: Obtenido a partir de marcadores, Cr₂O₃ y FDAin; MS: Materia seca; PC: Proteína cruda; PS: Proteína soluble; FDN: Fibra en detergente neutro; FDA: Fibra en detergente ácido; CHOS: Carbohidratos solubles; EM: Energía metabolizable Mcal kg MS; DMS: Digestibilidad de la materia seca; Dprep: Disponibilidad de materia seca prepastoreo; CMS: Consumo de materia seca diaria por animal; GDP: Ganancia de peso diaria por animal.

y FDA fue 7,46 y 8,22 puntos porcentuales mayor para *Bv* en comparación a *Lp*, respectivamente ($p < 0,001$). Mientras que los CHOS fueron mayores en *Lp* comparados con *Bv* ($p < 0,05$). Lo anterior se tradujo en una mayor digestibilidad de la MS y concentración de EM para *Lp* en comparación con *Bv* (mayor en 10,5 % y 5,0 %, respectivamente) ($p < 0,01$). Esta calidad nutritiva es característica de las praderas durante el verano (Keim et al., 2014), en el caso de *Bv* disminuyó la digestibilidad y EM por el mayor número de hojas senescentes, además del tamaño y estado de espigadura de sus macollos, en contraste a *Lp* que al ser un cultivar de floración temprana la mayor parte de los macollos habían florecido durante la primavera. El consumo de materia seca y la ganancia diaria de peso fue mayor en *Lp* que en *Bv* ($p < 0,05$), debido a la mayor digestibilidad de la MS y entrega de EM del forraje.

CONCLUSIONES

La mayor concentración energética y menor contenido de fibra de *Lp* influyó en el mayor consumo y ganancia de peso de las vaquillas durante el verano, superando a *Bv*. No obstante, se requieren seguir estudiando estas especies por un mayor periodo de tiempo.

REFERENCIAS

- KEIM, J. P., LÓPEZ, I. F., BERTHIAUME, R. 2014. Nutritive value, *in vitro* fermentation and methane production of perennial pastures as affected by botanical composition over a growing season in the south of Chile. *Animal Production Science*, 54(5), 598-607.
- VELÁSQUEZ, A. V., DA SILVA, G. G., SOUSA, D. O., FUKUSHIMA, R. S. 2018. Evaluating internal and external markers versus fecal sampling procedure interactions when estimating intake in dairy cows consuming a corn silage-based diet. *Journal of Dairy Science*, 101(7), 5890-5901.

CEREALES SEMBRADOS EN PRIMAVERA CON OBJETIVOS DE PASTOREO EN LA ZONA INTERMEDIA DE AYSÉN (PATAGONIA-CHILE)

Spring-sown cereals for grazing in Aysén (Patagonia-Chile)

Christian Hepp¹, Camila Reyes¹, Elda Monsalve¹ y Margot Monsalve¹.

¹Centro de Investigación INIA Tamel Aike, Camino Santa Elena km 6, Valle Simpson, Coyhaique, Región de Aysén. E-mail: chepp@inia.cl

INTRODUCCIÓN

Los cereales son un grupo de especies adaptadas a las condiciones ambientales de la Zona Intermedia de Aysén, donde alcanzan altos rendimientos y son usados principalmente para la conservación de forraje para el período invernal, ya sea como ensilajes o heno (Reyes et al, 2018). Un uso alternativo de los cereales puede ser también el pastoreo, sobre todo como recurso de emergencia durante temporadas secas a fines de primavera y en el verano. Asimismo, la introducción de nuevas variedades de cereales en el medio, junto con la diferente precocidad de las mismas hace interesante conocer su aptitud para el pastoreo en las condiciones regionales. El objetivo de este estudio fue evaluar el rendimiento y capacidad de rebrote de diferentes especies y variedades de cereales de diferente precocidad, con fines de pastoreo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el centro INIA Tamel Aike en el sector de Valle Simpson, a 29 km al SE de Coyhaique, en un suelo Andisol (hapludand) de textura franco arenosa. Los cereales se establecieron en un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones, y parcelas de 9 m² (1,5 x 6 m). La siembra se realizó el 10 de septiembre de 2021, en hileras a 17 cm de separación. Se aplicó una fertilización N-P-S de 80-50-30 a la siembra. Las parcelas se manejaron mediante corte, representando las primeras dos evaluaciones una disponibilidad para pastoreo (1-2,5 t MS/ha). Los muestreos fueron el 25/11/21, y rebrotes al 13/12/21 y 29/3/22, dejando cada vez un residuo de 6 cm de altura. Para evaluar, se cortaron mediante tijeras eléctricas, 50 cm lineales en las hileras 2, 4, 6 y 8 de cada parcela. Las muestras se pesaron y secaron en estufa a 60°C por 48 horas. Se obtuvo en cada caso una sub-muestra para determinar la participación del cereal en el total del rendimiento. Una vez realizado cada muestreo, se procedió a realizar un corte de uniformización con segadora, a la altura de residuo indicada. Durante el desarrollo de los cultivos se realizó periódicamente una evaluación del estado de desarrollo, aplicando la escala según Zadoks et al (1974). La temporada de crecimiento 2021-22 presentó limitaciones por un déficit de pluviometría en la zona de estudio (Noviembre a febrero: total 88 mm; normal=218 mm).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La disponibilidad de materia seca se indica en el cuadro 1. Los cereales de hábito primaveral permitieron un primer corte en noviembre, pero luego del segundo corte (con objetivo de pastoreo), los cultivos más precoces ya presentaban diferentes estados de desarrollo reproductivo, por lo que se decidió realizar una evaluación final en marzo (tercer corte), cuyo destino preferente puede ser la conservación de forraje. Los cereales de hábito invernal, al momento del segundo corte se encontraban en estado de macolla avanzado, y en el rebrote ya presentaron desarrollo reproductivo, por lo que también se definió realizar el tercer corte en otoño. Los mayores rendimientos en el tercer corte fueron en cereales más tardíos (trigos y triticale invernales), lo que también se tradujo en los mayores rendimientos totales (8,3-10,1 t MS/ha). Por otra parte, los cereales más precoces

rindieron significativamente menos al tercer corte (1,7-3,5 t MS/ha), con producciones totales de 3,5-5,7 t MS/ha. La cebada fue un caso intermedio, ya que tuvo mejor rebrote en verano.

Cuadro 1. Producción de forraje (kg MS ha⁻¹) de diferentes cereales para uso forrajero en la Zona Intermedia de Aysén en tres fechas de evaluación (residuos de 6 cm altura cada vez).

Tratamiento	Tipo	kg MS ha ⁻¹ **			
		25-11-2021	13-12-2021	29-03-2021	Total
Centeno forrajero*	alternativo	2.527 a	294 d	1.665 e	4.486 cd
Cebada Acuario INIA	primaveral	2.343 a	1.098 c	3.928 c	7.369 b
Trigo Pantera INIA	primaveral	1.467 b	1.059 c	2.337 de	4.863 cd
Avena Supernova INIA	primaveral	1.226 b	918 c	3.553 cd	5.697 c
Triticale Faraón INIA	Invernal		2.244 a	6.119 b	8.363 ab
Triticale Aguacero INIA	primaveral		585 cd	2.948 cde	3.533 d
Trigo Chevignon	Invernal		2.061 ab	7.587 a	9.647 a
Trigo Rocky INIA	inv. Precoz		1.978 ab	8.107 a	10.085 a
Trigo Kiron INIA	Invernal		1.696 b	7.649 a	9.345 a

*Barpower (sin ballica) **Medias con diferente letra dentro de cada columna tienen diferencias significativas (Duncan; p<0,05).

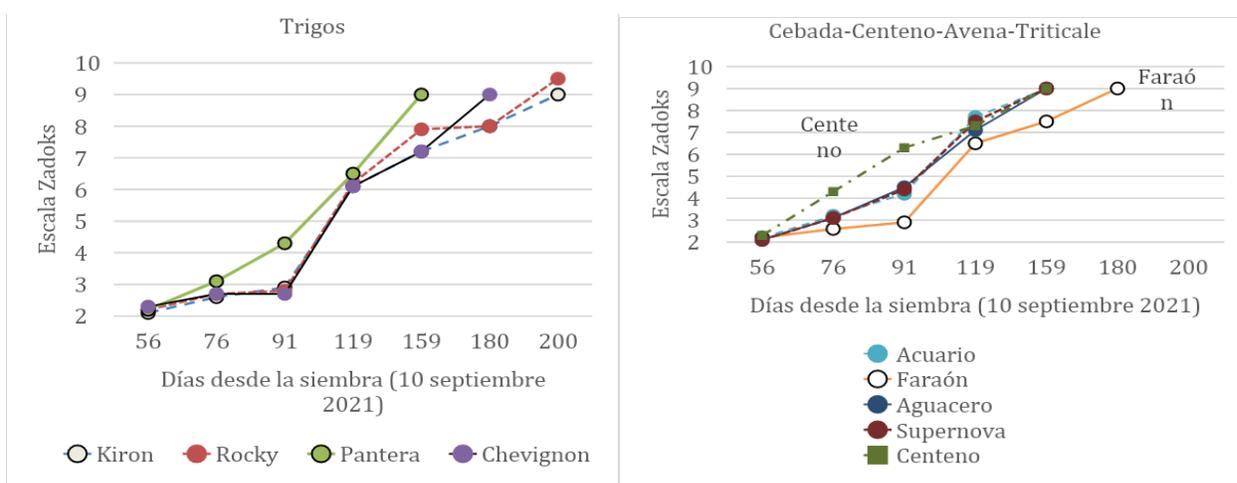


Figura 1. Desarrollo de los cereales según escala de Zadoks de estados de crecimiento.

CONCLUSIONES

En los casos en que en primavera se siembren cereales con fines mixtos de pastoreo y conservación de forraje, es importante considerar la precocidad de los mismos, ya que ello compromete las ventanas de utilización, que permitan luego un rebrote del cultivo. Cereales más precoces (p.ej. Centeno, cebada Acuario y trigo Pantera) logran mayores rendimientos con pastoreo temprano. Los cereales pueden ofrecer forraje para usos de emergencia en temporadas de primaveras frías o veranos secos.

REFERENCIAS

ZADOKS, J. C. ; CHANG, T. T. ; KONZAK, C. F. 1974. A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed Research* 1974 Vol.14 No.6 pp.415-421.

REYES C., HEPP C., NAGUIL A., SOLÍS, C., BARATTINI, P., CARVAJAL, A. MONSALVE, M. y MONSALVE, E. 2018. Guía de forrajeras para la Zona Intermedia de la Región de Aysén. Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIA Tamel Aike. Boletín N° 386. 70 p.

EFFECTO DEL ENCIERRO NOCTURNO OVINO (*CORRALEO*), SOBRE EL SUELO Y UNA PRADERA NATURALIZADA UBICADA EN CHONCHI, REGIÓN DE LOS LAGOS. ESTUDIO DE CASO

Efect of night enclosure of sheep (*corraleo*), on soil and naturalized grassland located in Chonchi, Los Lagos Region. Case Study.

Matías Silva B¹, Marcelo Doussoulin¹, Christian Guajardo¹, Jorge Campos¹ y Carlos Venegas².
¹Departamento de Producción Animal, Facultad de Agronomía, Universidad de Concepción. Víctor Lamas 1290, Concepción, Chile. mdoussou@udec.cl. ²Centro de Educación y Tecnología (CET) Chiloé, Chonchi, Chile. cetchiloe@gmail.com.

INTRODUCCIÓN

Las praderas constituyen el principal recurso alimenticio y de menor costo para los rumiantes y otros herbívoros. En nuestro país, contamos mayormente con superficie de praderas naturalizadas, estas praderas poseen especies de bajo valor forrajero lo que se desencadena en una producción baja de forraje. En Chiloé existen agricultores que realizan una técnica ancestral llamada “corraleo”, esta consiste en el encierro de sus animales durante la noche en un potrero por una cantidad determinada de tiempo, con el fin de acumular deyecciones en el potrero, mejorando la fertilidad del suelo y posteriormente la producción de praderas. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto sobre el suelo y la pradera del encierro nocturno de animales en una pradera naturalizada (“corraleo”).

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el Centro de Educación y Tecnología de Chiloé, Región de los Lagos, comuna de Chonchi; duró cuatro meses (1 de septiembre al 21 de diciembre de 2021). El suelo del estudio es de origen volcánico (trumao), orden Andisol, serie Chonchi, con textura franco-arenosa. El clima es templado con influencias marítimas. Para el estudio se usaron dos parcelas uniformes contiguas de 20 x 32,5 m (747 m²) desde la misma pradera naturalizada (30 años de antigüedad) las que recibieron una fertilización uniforme de 100 kg de roca fosfórica a inicio de noviembre 2021. Los tratamientos aplicados corresponden a la pradera control sin intervención con animales y en rezago mientras duró el estudio y la pradera intervenida donde se aplicó el tratamiento de “corraleo” que consistió en encerrar en la pradera entre las 18:00 y 8:00 horas un rebaño de 74 ovejas con sus crías por 20 días, luego de lo cual se rezagó hasta el final del estudio. Se evaluó el efecto del corraleo en el suelo, en muestras compuestas analizadas física y químicamente al inicio y término del estudio (20 cm de profundidad, Cuadro 1). El efecto en la pradera se estimó evaluando la disponibilidad de forraje al final del estudio (kg MS ha⁻¹), la tasa de crecimiento promedio estimada diaria (evaluada cada 7 días en disponibilidad de forraje, mediante peso seco), composición botánica inicial y final (BMS) y análisis bromatológico del forraje al final del estudio. Los datos obtenidos se analizaron mediante un análisis descriptivo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el análisis químico de suelo (Cuadro 1) se observa que el corraleo mejoró los niveles de nitrógeno y potasio, lo que estaría asociado al aporte del estiércol y orina (Tortosa et al., 2012). En cuanto al fósforo disponible en ambos tratamientos aumentó, observándose un nivel mayor en la pradera que no fue sometida a corraleo, esto podría explicarse por la absorción de la misma pradera y a los procesos de adsorción de los complejos Al-humus y Fe-humus (Vistoso, 2017). Respecto

de la física de suelo, el suelo sometido a corraleo posee mayores niveles de retención de humedad (Cuadro 1).

Cuadro 1. Análisis de parámetros químicos y físico del suelo antes y después de los tratamientos.

Determinaciones	Inicial	Sin corraleo	Con corraleo	Retención humedad	
				Sin corraleo	Con corraleo
pH en agua	5,96	5,74	5,33	1/3 Atm.	65,18
Materia orgánica (%)	21,17	24,31	22,29	15 Atm.	30,99
Nitratos (N-NO ₃) (ppm)	6,2	7,7	96,4	Estabilidad agregados (%)	
Amonio (N-NH ₄) (ppm)	58,3	11,1	16,7		
Nitrógeno disponible (ppm)	64,5	18,7	113,1	Macro	74,71
Fósforo Olsen (ppm)	4,5	8,3	6,7	Micro	1,78
K disponible (ppm)	60,9	48,9	178,7	DPM	1,46

En la Figura 1 muestra que la pradera sometida a corraleo presentó mayor disponibilidad de forraje y crecimiento, lo que asociado una potencial calidad del forraje (Tabla 2) y cambios en la composición botánica (Figura 2), indicaría que el corraleo tiene un efecto positivo inicial en la pradera.



Figura 1. Curva de acumulación de Forraje.

Cuadro 2. Análisis bromatológico del forraje.

DETERMINACIÓN	SIN CORRALEO	CON CORRALEO
Cenizas totales (%)	5,32	8,21
Proteína cruda (%)	8,56	11,08
Extracto etéreo (%)	3,12	2,61
Fibra detergente neutro (%)	58,36	51,15
Fibra detergente ácido (%)	36,34	35,78
Energía metabolizable (Mcal kg MS ⁻¹)	2,1	2,12

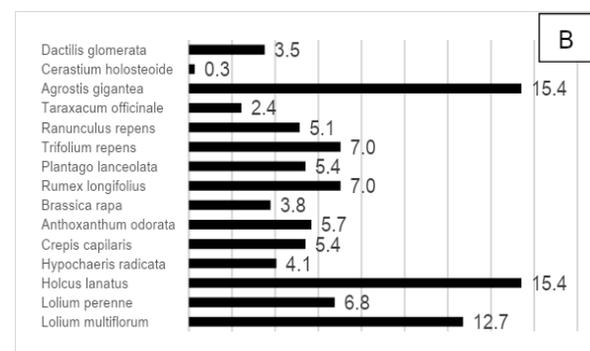
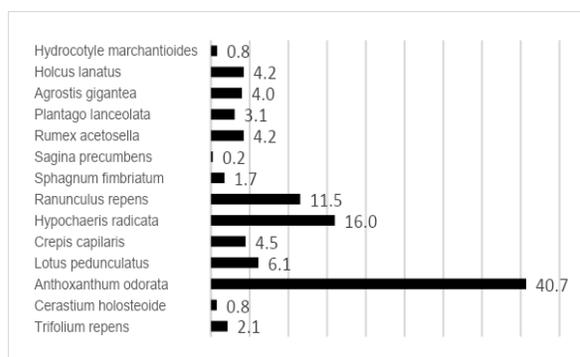


Figura 2. Composición botánica de la pradera: sin corraleo (A) y con corraleo (B) (%BMS).

CONCLUSIONES

El corraleo mejora la calidad de la fertilidad de macronutrientes primarios, disminuye la estabilidad de agregados y la porosidad del suelo, lo que produce un buen efecto inicial que se traduce en la aparición de especies de mayor valor forrajero, mejorando la disponibilidad y calidad del forraje.

REFERENCIAS

VISTOSO, E., SANDAÑA, P. & IRAIRA, S. 2017. Fertilización fosfatada de praderas en suelos Trumaos de la Región de Los Lagos. 124 p. Colección de Libros INIA N° 37. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación Remehue, Osorno, Chile.

TORTOSA, G., ALBURQUERQUE, J., AIT-BADDI, G. & CEGARRA, J. 2012. The production of commercial organic amendments and fertilisers by composting of two-phase olive mill waste (“alperujo”). Journal of Cleaner Production. Volume 26. 48-55.

ESCARIFICACIÓN DE SUELOS Y SU EFECTO SOBRE LA PRODUCCIÓN DE UNA PRADERA POLIFITICA, EN DOS ZONAS DE AYSÉN

Soil scarification and its effect on poliphytic pastures, in two zones of Aysen

Oswaldo Teuber W.¹, Carolina Solís O.² y Andrés Naguil T.³

¹Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA Tamei Aike.

Camino Coyhaique Alto km 4,5, Coyhaique, Chile. e-mail: oteuber@inia.cl; ²Profesional privado, Coyhaique y ³Instituto de Desarrollo Agropecuario, Cochrane, Región de Aysén.

INTRODUCCIÓN

La escarificación de suelos ha sido evaluada como práctica para disminuir problemas de compactación, junto con mejorar la infiltración de agua y aireación del suelo, generando cambios biológicos, físicos y químicos que repercuten en el cultivo que sobre él se desarrolla, así como las características del propio suelo (Do Nascimento et al., 2019). Las zonas Intermedia y de Estepa de Aysén presentan características edafoclimáticas muy diferentes, con predominio de suelos andisoles en la primera y molisoles en la segunda. Estos suelos son usados, principalmente, para sustentar la producción forrajera y los sistemas ganaderos de Aysén. Debido al desconocimiento de esta práctica y su efecto sobre la producción forrajera, es que objetivo del trabajo fue cuantificar el efecto de la escarificación sobre la producción de biomasa de praderas mixtas, de dos zonas agroclimáticas de la región de Aysén.

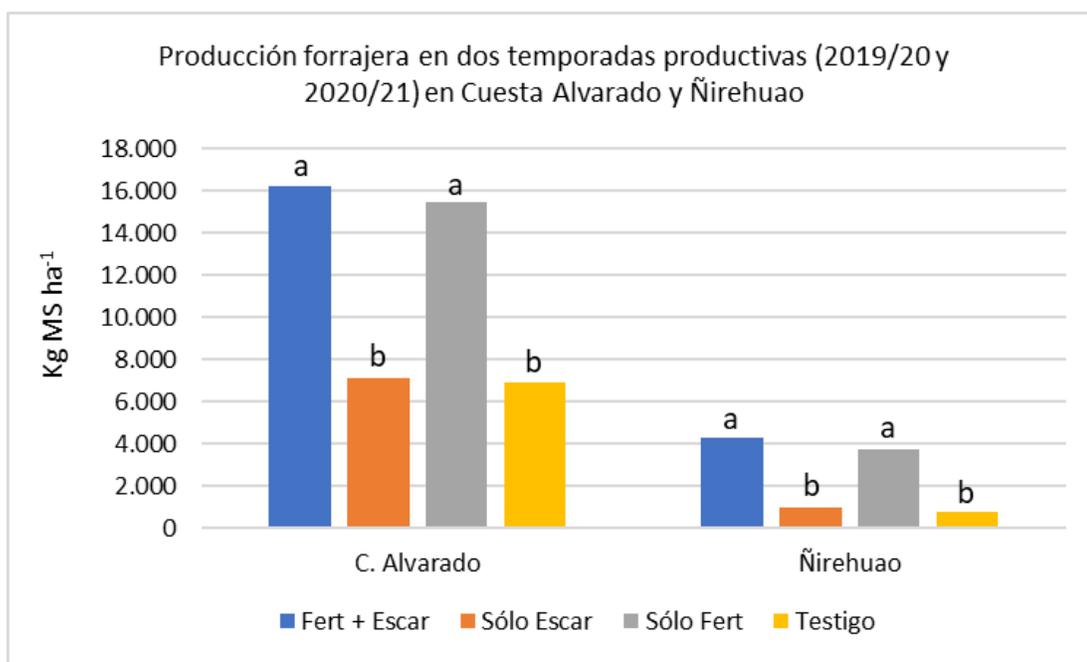
MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se estableció en un andisol del predio Santa Margarita, ubicado en el sector de Cuesta Alvarado (45°28'43.03" S, 72°01'11.18" O y 533 msnm) y un molisol de la Estancia Ñirehuao, ubicado en el sector de Ñirehuao (45°16'14.94" S, 71°39'55.40" O y 519 msnm), ambos de la comuna de Coyhaique. Se seleccionaron praderas polifíticas con más de cinco años de establecidas, compuestas de especies forrajeras como trébol blanco y rosado, pasto ovillo, ballica y otras especies herbáceas y malezas con distintos grados de participación. Se definieron parcelas de 24 m² (8x3 metros), cosechándose al momento de evaluación los 7 m² centrales (7 metros de largo por 1 metro del ancho de la barra segadora). Se establecieron cuatro tratamientos: a) pradera sólo fertilizada, b) pradera sólo escarificada, c) pradera fertilizada y escarificada y d) testigo sin ningún tratamiento, bajo un diseño de bloques completos al azar, con tres repeticiones. La fertilización fue realizada en cobertera, usándose una mezcla de 80-80-80-50 kg ha⁻¹ de N-P₂O₅-K₂O y S, utilizando como fuentes urea, SFT, muriato de potasio y azufre arena, respectivamente, durante la primavera de cada temporada. La escarificación se realizó con arado Aitchison, modelo Earthquaker, de dos puntas o escarificadores, separados a 100 cm uno del otro. Se hicieron dos pasadas a lo largo de cada parcela, en forma traslapada, quedando cuatro surcos verticales, a aproximadamente 50 cm una de otra y a una profundidad de 30-40 cm. La escarificación de la parcela se realizó una sola vez durante el estudio (3/01/19 en Cuesta Alvarado y 10/01/19 en Ñirehuao). Durante las temporadas agrícolas 2019/20 y 2020/21, se realizaron en total cuatro evaluaciones en Cuesta Alvarado y tres en Ñirehuao. Se pesó el total del material cosechado y se tomó una muestra por repetición para análisis de laboratorio (MS y composición botánica). Los resultados fueron analizados mediante ANOVA y las diferencias entre medias se determinaron a través de LSD, utilizando el programa estadístico Statgraphics.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La producción forrajera fue mayor en la pradera de Cuesta Alvarado (Zona Intermedia) vs Ñirehuao (Zona de Estepa), lo cual está dado por las condiciones edafoclimáticas predominantes en cada

zona (Figura 1). Al analizar los resultados de cada sector por separado, se puede observar que la acumulación de biomasa durante dos temporadas fue estadísticamente igual para el tratamiento de escarificado + fertilización y sólo fertilización, con 16,2 y 15,4 ton MS ha⁻¹, respectivamente. El sólo escarificado y el testigo, acumularon 7,2 y 6,9 ton MS ha⁻¹, respectivamente, siendo estadísticamente similares entre sí, pero diferentes al escarificado + fertilización y sólo escarificado ($p \leq 0.05$) (Figura 1). Por su parte, en Ñirehuao, aun cuando los montos de acumulación de biomasa fueron muy inferiores, la tendencia es similar a la de Cuesta Alvarado, alcanzando 4,3; 3,7; 1,0 y 0,8 ton MS ha⁻¹, para el escarificado + fertilización, sólo fertilización, sólo escarificado y testigo, respectivamente. Estas acumulaciones de biomasa fueron estadísticamente similares para el escarificado + fertilización y sólo fertilización, siendo ambas estadísticamente diferentes al sólo escarificado y testigo ($p \leq 0.05$).



Letras diferentes para los cuatro tratamientos de un mismo sector, señalan diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

Figura 1. Rendimiento de materia seca (kg MS ha⁻¹) de praderas polifíticas mejoradas, sometidas a escarificación de suelo, en dos zonas de la región de Aysén.

CONCLUSIONES

La condición edafoclimática propia de una zona, condiciona en gran medida la productividad de la pradera polifítica existente. La fertilización de una pradera polifítica genera el mayor salto productivo. La fertilización + escarificado, si bien fue estadísticamente igual a la fertilización sola, presenta una leve tendencia a ser algo superior, cuando ambos tratamientos se aplican en forma conjunta. Se requiere mayor investigación en cuanto a periodicidad de escarificado, profundidades de escarificado y época de realización, para tener mayor certeza sobre sus impactos positivos y negativos sobre la producción de biomasa y otros parámetros productivos.

REFERENCIAS

DO NASCIMENTO, V., ARF, O., ALVES, M., DE SOUZA, E., DA SILVA, P., HIROSHI, F., TRAEDE, M., CARVALHO, M. AND SHINTATE, F. 2019. Soil mechanical scarification increases the dry matter yield of cover crops under no-tillage. IDESIA (Chile) 37 (4): 29-39.

EFFECTO DE DIFERENTES NIVELES DE RIEGO SOBRE LA PRODUCCIÓN Y COMPOSICIÓN BOTÁNICA DE UNA PRADERA MIXTA EN LA ZONA INTERMEDIA DE AYSÉN (PATAGONIA-CHILE)

Effect of irrigation levels on mixed pasture production and botanical composition in Aysén (Patagonia-Chile)

Christian Hepp¹, Homero Barría², Pier Barattini¹, Camila Reyes¹, Elda Monsalve¹ y Margot Monsalve. ¹Centro de Investigación INIA Tamel Aike, Coyhaique, Región de Aysén. E-mail: chepp@inia.cl ²Centro de Investigación Remehue, Ruta 5 Sur km 8, Osorno, R. de Los Lagos.

INTRODUCCIÓN

En la Zona Intermedia de Aysén son recurrentes los veranos secos, que afectan el crecimiento de las praderas, especialmente en enero y febrero, y compromete la conservación de forraje para el período invernal (Hepp et al, 2018). En temporadas secas, Contreras (2005) encontró diferencias de más de 40% en producción de ballica x trébol blanco por efecto de riego. En la actualidad, en diferentes sectores se está instalando riego, pero éste no se maneja con criterios técnicos y es necesario optimizar el uso del agua. El presente estudio tiene el objetivo de evaluar un uso más restrictivo del agua de riego y sus efectos sobre la respuesta de una pradera mixta.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el centro INIA Tamel Aike en el sector de Valle Simpson, a 29 km al SE de Coyhaique. En un suelo Andisol (hapludand) de textura Fa (A-L-a=12-30,4-56,7%), con una pradera mixta de ballica perenne x trébol blanco, se instaló un experimento con un diseño de bloques completos al azar y cuatro repeticiones. Se dispusieron parcelas de 5x5m con los siguientes tratamientos: R-0 (sin riego); R-25, R-50, R-75 y R-100 (en cada caso corresponde al porcentaje aproximado de reposición de agua en cada riego, respecto al tratamiento R-100. Se instalaron líneas de riego independientes para cada tratamiento, con microaspersores (a 35 cm altura) que aplicaban el equivalente a 25.2, 18.6, 11.6 y 6.4 mm por parcela en R-100, R-75, R.50 y R-25, respectivamente. El área de riego en cada parcela era de 7 m², área sobre la cual se realizaban las mediciones de humedad de suelo y cortes de pradera. El volumen de agua a aplicar se definía para reponer aproximadamente 50% humedad aprovechable del tratamiento R-100 para recuperar capacidad de campo (CC, PMP, Da = 39,2%, 28,3%, 0,73 g/cm³, respectivamente), que a su vez determinaba la cantidad de agua para los demás tratamientos regulada luego a través del tiempo de riego. La humedad del suelo a 10 cm se monitoreaba mediante un tensiómetro en el tratamiento R-100, además de TDR (12 cm). Asimismo, se instalaron sensores (Teros 10 (Hobo)) en los tratamientos R-0, R-50 y R-100, para monitorear la humedad a dos profundidades (10 y 30 cm) en forma permanente. Las parcelas se fertilizaron con una mezcla N-P-K-S de 60-100-50-50. Cuatro cortes de pradera fueron realizados en la temporada 2021/22 (marcos de 0,5 m² a 5 cm altura) y en paralelo la composición botánica por separación manual.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La temporada de crecimiento fue restrictiva en términos de humedad, con 16, 9, 44 y 19 mm en noviembre, diciembre, enero y febrero, respectivamente (total 88 mm; normal=218 mm). Se realizaron 11 riegos entre el 30/11 y el 24/2 con aplicaciones totales de 78, 157, 235 y 313 mm, en R-25, R-50, R-75 y R-100, respectivamente. El cuadro 1 muestra diferencias significativas (p<0,01) en producción de MS entre tratamientos desde el mes de diciembre (corte 2) en adelante.

En la temporada, R-100 tuvo un rendimiento total de casi 6.466 vs 2,572 kg MSha⁻¹ en R-0 (diferencia 151%).

Cuadro 1. Producción de forraje (kg Msha⁻¹) de una pradera de ballica perenne x trébol blanco con diferentes niveles de riego (R) durante la temporada de crecimiento.

Tratamientos	kg MS ha ⁻¹ *				
	17-nov-21	15-dic-21	15-feb-22	31-mar-22	Total
R-0	916 a	1.028 b	317 d	312 cd	2.572 d
R-25	1.006 a	1.084 b	728 d	243 d	3.221 d
R-50	1.058 a	1.473 a	1.292 c	518 c	4.289 c
R-75	1.154 a	1.520 a	1.905 b	761 b	5.243 b
R-100	1.166 a	1.628 a	2.662 a	1.023 a	6.466 a

*cortes con residuo de 5 cm. Medias con diferente letra dentro de cada columna tienen diferencias significativas (Anova Infostat; Tukey; p<0,01).

Cuadro 2. Composición botánica de la pradera mixta en el mes de febrero*

Tratamiento	Ballica	Otras Gramíneas	T Blanco	D León	Malezas	M Muerto
R-0	6%	0%	0%	7%	0%	86%
R-25	35%	1%	4%	30%	2%	26%
R-50	30%	1%	38%	21%	0%	10%
R-75	43%	4%	32%	15%	0%	7%
R-100	49%	1%	30%	15%	0%	5%

*en el mes de febrero se producen los mayores contrastes por efecto del riego.

En el Cuadro 2 se aprecia que en los tratamientos con mayor aplicación de agua aumenta la presencia de trébol blanco, leguminosa que alcanza más desarrollo en verano. En la pradera sin riego, el crecimiento fue muy escaso debido al estrés hídrico (sobre 55% MS en forraje con alta proporción de material muerto), mientras que los tratamientos R-75, R-50 y R-100 se mantenían en estado vegetativo, con contenidos de MS que no superaban el 26%. De acuerdo a las lecturas de los sensores de humedad, en R-100 y R-75, en los riegos se superó la capacidad de campo del suelo, con caídas bajo el 50% de humedad aprovechable antes del siguiente riego, lo que igualmente debe haber generado stress en la pradera, lo que debe ser ajustado en la próxima temporada. Es probable que riegos con menor volumen y mayor frecuencia tengan un efecto de mejorar la respuesta vegetal y hacer más eficiente el uso del agua.

CONCLUSIONES

Existe un efecto significativo del riego sobre la producción de forraje y la composición de la pradera. Con el análisis de la información de sensores de humedad, en una siguiente temporada se ajustará el manejo, adelantando la fecha de inicio de riego, su frecuencia y las cantidades de agua a aplicar en los tratamientos. Estos suelos volcánicos con alto contenido de arena tienen alto drenaje y los estratos superficiales se secan con rapidez, afectando el crecimiento potencial de la pradera.

REFERENCIAS

- CONTRERAS, C. 2005. Producción de praderas bajo riego en dos zonas agroclimáticas de la Región de Aysén. Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIA Tamel Aike. Boletín N° 119, 66 p.
- HEPP, C., REYES, C. y MUÑOZ, R. 2018. Análisis de datos históricos de cinco estaciones meteorológicas de la región de Aysén (Patagonia). Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIA Tamel Aike. Boletín N° 365, 199 p.

DESTINO Y EFICIENCIA DE USO DEL NITRÓGENO POR APLICACIÓN FOLIAR EN PRADERAS

Fate and nitrogen use efficiency due to foliar application in pastures

Marta Alfaro¹, Francisco Salazar¹, Magdalena Ramírez¹, Jaime Mejías², Sara Hube¹, Luis Ramírez¹,
Alejandra Jimenez¹, Boris Nieto¹

¹Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA-Remehue, Chile. malfaro@inia.cl

²Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA-Carillanca, Chile

INTRODUCCIÓN

La aplicación foliar de fertilizantes a base de nitrógeno (N) surge como una alternativa complementaria frente al uso de fertilizantes granulares aplicados al suelo, ofreciendo una vía de rápida absorción de N a través del follaje de la planta, evitando el ciclo del N en el suelo y con ello reduciendo sus pérdidas al ambiente (Hube et al., 2022). El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la aplicación foliar de diferentes fertilizantes nitrogenados y su eficiencia de uso de nitrógeno (EUN) en praderas permanentes, empleando Nitrógeno-15 (¹⁵N).

MATERIALES Y MÉTODOS

Columnas de suelo intactas de la serie Osorno (Typic Hapludand) fueron colectadas en lisímetros de 0 a 15 cm de profundidad de suelo, bajo pradera permanente establecida en INIA Remehue (40.52°S, 73.06°O), y llevadas a invernadero. Para determinar la eficiencia de uso del N (EUN) se utilizó el método de la abundancia natural de N empleando el trazador ¹⁵N. Se consideró la aplicación de tres tratamientos nitrogenados a una dosis de 50 kg N ha⁻¹: urea disuelta en agua (urea_d, 5% ¹⁵N), formulación foliar a base de urea (F-urea, 5% ¹⁵N) y formulación foliar a base de nitrato (F-NO₃, 12% ¹⁵N). Los fertilizantes fueron aplicados en una relación 1:10 para fertilizante:agua para la Urea_d y 1:2 para formulaciones foliares (vol:vol), respectivamente. Se incluyó un tratamiento control sin aplicación de N. Las emisiones de NH₃-N y N₂O-N (kg N ha⁻¹) fueron evaluadas utilizando cámaras estáticas y dinámicas por 21 y 56 días, respectivamente (Alfaro et al., 2018). La evaluación de forraje se realizó por un periodo total de 104 días (materia seca, MS) a 60°C por 48h. Al término del periodo de evaluación se procedió al desarme de los lisímetros y sus componentes, incluyendo planta (aéreo y raíces) y el suelo, y se determinó la concentración de ¹⁵N en cada una de las fracciones. La EUN (%) se determinó como la eficiencia en la absorción de N asociado al uso de diferentes fuentes de N, descontada la absorción del tratamiento control. Se empleó un diseño completamente al azar (n=3). Las diferencias estadísticas de las medias fueron analizadas mediante un análisis de varianza (ANDEVA) y prueba de diferencia mínima significativa (LSD; p<0,05; Statgraphics 18).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las pérdidas acumuladas por volatilización de amoníaco (NH₃-N) variaron entre 1,02±0,79 y 21,2±3,65 kg N-NH₃ ha⁻¹ (F-urea>Urea_d>F-NO₃>Control; p<0,05), con las mayores pérdidas de N expresadas como emisiones acumuladas en el tratamiento F-urea (p<0,05), representando un 26% del ¹⁵N aplicado (Cuadro 1). A su vez, las emisiones acumuladas de N-N₂O fueron bajas variando entre 0,04±0,004 y 0,26±0,016 kg N-N₂O ha⁻¹, sin diferencias entre tratamientos fertilizados (Urea_d=F-urea=F-NO₃>Control; p<0,05), representando <5% del N total aplicado.

No se observaron diferencias significativas entre tratamientos para el rendimiento de materia seca total del periodo, aunque si para cortes específicos (datos no mostrados), ni para la concentración de N en el forraje (p>0,05), pero la aplicación del tratamiento F-NO₃ resultó en una mayor

concentración de nitrato en la planta ($p < 0,05$), con potenciales implicancias para la producción animal. La recuperación del ^{15}N aplicado fue mayor en la fracción aérea de la planta en relación a las fracciones de cuello y raíces (69% en promedio). La EUN de las plantas fue mayor en el tratamiento F- NO_3 alcanzando al 86% ($p < 0,05$; Cuadro 1), lo que resultó en un porcentaje de recuperación en este tratamiento también de 86% del ^{15}N , debido a menores emisiones de N-NH_3 . El tratamiento F-urea favoreció una mayor EUN en la planta, en comparación al tratamiento Urea, sin embargo, resultó en mayores pérdidas de ^{15}N en la forma de N-NH_3 .

Cuadro 1. Eficiencia de uso de N por componente de la planta luego de la aplicación foliar en praderas (%).

Tratamiento	Urea_d	F-urea	F-NO_3
Foliar	28,2 ^c ± 0,68	38,1 ^b ± 0,66	53,2 ^a ± 3,16
Cuello	9,6 ^{bc} ± 0,51	11,2 ^b ± 0,42	30,0 ^a ± 3,63
Raíces	1,6 ^b ± 0,16	2,2 ^a ± 0,41	2,7 ^a ± 0,61
EUN (%)	39,4^c ± 1,03	51,5^b ± 0,68	85,9^a ± 2,96
$^{15}\text{N-NH}_3$ (%)	4,1 ^b ± 0,69	26,3 ^a ± 2,80	Sin emisión
^{15}N recuperado (%)	43,5^b ± 1,07	77,8^a ± 3,07	85,9^a ± 2,96

Letras diferentes en filas son estadísticamente diferentes ($p < 0,05$).

CONCLUSIONES

Las mayores pérdidas acumuladas fueron observadas en el tratamiento F-urea, con las menores emisiones en el tratamiento F- NO_3 . Las pérdidas de N observadas no redujeron el rendimiento acumulado de MS, ni afectaron la absorción de N en las plantas. Los resultados también muestran que la recuperación de N se concentró principalmente en la parte aérea de la planta. La recuperación de ^{15}N fue alta en todos los tratamientos evaluados, sugiriendo que la utilización de nanoformulados aplicados vía foliar favorece la absorción de N por la planta, aunque se requieren mayores estudios tendientes a establecer la dinámica de transformación de estas moléculas en el interior de la planta.

REFERENCIAS

- ALFARO, M., SALAZAR, F., HUBE, S., RAMÍREZ, L., MORA, M. 2018. Ammonia and nitrous oxide emissions as affected by nitrification and urease inhibitors. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition* 18(2): 479-486.
- HUBE, S., SALAZAR, F., RODRÍGUEZ, M., MEJÍAS, J., RAMÍREZ, L., ALFARO, M. 2022. Dynamics of nitrogen gaseous losses following the application of foliar nanoformulations to grasslands. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition* 18(2): 479-486.

AGRADECIMIENTOS Fondecyt 1180775.

IMPORTANCIA DE LOS DIFERENTES POOLES DE CARBONO EN TRES ÓRDENES DE SUELO BAJO BOSQUE Y PRADERA DEL SUR DE CHILE.

Importance of different Carbon pools in three soil orders under forest and grassland in Southern Chile

Alexandro Barbosa^{1,2}, Susana Valle^{3,9}, Oscar Martínez^{4,9}, Marcelo Panichini⁵, Claudio Bravo-Linares⁶, Garrett Liles⁷, Máximo Alonso^{8,9*}.

¹Escuela de Graduados, Facultad de Ciencias Agrarias y Alimentarias Universidad Austral de Chile UACH. ²Departamento de Ingeniería Agronómica, Universidad Nacional Experimental del Táchira.

³Instituto de Ingeniería Agraria y Suelos, Facultad de Ciencias Agrarias y Alimentarias-

UACH. ⁴Instituto de Bioquímica y Microbiología, Facultad de Ciencias, UACH. ⁵Instituto de

Investigaciones Agropecuarias, INIA Carillanca. ⁶Instituto de Ciencias Químicas, Facultad de

Ciencias, UACH. ⁷College of Agriculture, California State University, Chico CA. ⁸Instituto de

Producción Animal, Facultad de Ciencias Agrarias y Alimentarias, UACH. ⁹Centro de Investigación en Suelos Volcánicos, UACH. *Email: maximo.alonso@uach.cl

INTRODUCCIÓN

El carbono orgánico del suelo (COS) existente en forma de materia orgánica en el suelo (MOS), se considera un parámetro importante para definir la productividad, la resiliencia y la sostenibilidad de los agroecosistemas debido al impacto positivo que tiene en la funcionalidad biológica, química y física del suelo (Baldock et al., 2018). Un enfoque existente en la separación de las formas de la MOS, son la materia orgánica particulada (MOP) y la materia orgánica asociada a los minerales (MOAM), que tienen propiedades altamente contrastantes en términos de su formación, persistencia y función (Cotrufo et al., 2019). Estas fracciones muestran diferencias consistentes en los tiempos de rotación, siendo MOP más vulnerable a las perturbaciones y de ciclo más rápido que MOAM. El objetivo de este trabajo fue determinar el contenido COS en las distintas fracciones físicas de la MOS y relacionarlas con la estabilidad y permanencia del C en suelos de bosques y praderas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se seleccionaron un total de 44 muestras compuestas de suelos a una profundidad de 0,2 m de los órdenes de suelos Andisoles, Inceptisoles y Ultisoles. Las muestras de suelos representan 38 sitios de praderas permanentes y 6 sitios de bosques nativos secundarios del Sur de Chile colectados en diferentes proyectos de investigación. A cada muestra de suelo seco y tamizado a 2 mm, se realizó una dispersión húmeda pesando 30 g de suelo más 120 mL de hexametáfosfato de sodio (0,5%) y 50 esferas de vidrio de 5 mm en agitación recíproca por 18 horas (Cotrufo et al., 2019). Posteriormente, el suelo disperso se pasó por los tamices de 53 μm y 250 μm conformando las fracciones físicas entre 250 y 2000 μm que corresponde a la materia orgánica partícula libre (MOP_L), entre 53 y 250 μm a la materia orgánica partícula ocluida (MOP_o), y <53 μm a la MOS asociada al complejo húmico-mineral (MOAM). El suelo recogido en los tamices se llevó a secar en una estufa a 60°C a peso constante. Cada suelo y sus fracciones se acidificaron con HCl 10% para determinar el carbono orgánico total (COT) con el analizador de carbono vario TOC cube. Se determinó el C extraído con pirofosfato de Na (Cp), a las muestras de suelos de la fracción MOAM. Se calculó el índice de vulnerabilidad potencial según la ecuación: $\text{Vulnerabilidad} = (\text{MOP}_{oc} + \text{MOPL}) / (\text{MOAM} + \text{CpMOAM})$. Previa comprobación de los supuestos estadísticos, se empleó un análisis de varianza simple para comparar los órdenes de suelos (Andisol, Inceptisol, Ultisol) de manera independiente por cada uso del suelo (Bosque y Pradera).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Según los órdenes Andisol, Inceptisol y Ultisol el contenido promedio de COT en suelos con praderas fue de 100,0; 73,8 y 34,0 g C kg⁻¹ en, respectivamente (Cuadro 1). Los stocks de C en las praderas variaron entre 33,8 – 329,8 t C ha⁻¹ y en los suelos de bosques entre 47,3 – 198,5 t C ha⁻¹. Matus et al. (2006), reportó stocks de C en suelos Andisoles e Inceptisoles bajo praderas y cultivo de 117 y 65 t C ha⁻¹, respectivamente. Por otra parte, el promedio de carbono orgánico en las fracciones MOAM-C y Cp-MOAM tanto en bosque como en las praderas variaron (p<0,05) según el orden de suelo. De la misma manera, se encontró una amplia variabilidad en el índice de vulnerabilidad potencial de pérdida de C calculado en los suelos de praderas (0,18 - 1,6), y se observó que los suelos Andisol e Inceptisol podrían tener una mayor capacidad protectora del COS (p <0,05) posiblemente debido al alto contenido de C en la fracción MOAM y Cp-MOAM en comparación con el orden Ultisol.

Cuadro 1. Valores de carbono orgánico del suelo e índice de vulnerabilidad potencial de pérdida de C en tres órdenes de suelo en bosques y praderas.

	Bosque			Pradera		
	Andisol	Inceptisol	Ultisol	Andisol	Inceptisol	Ultisol
COT [†]	98,5 ±67,0	63,7 ±2,9	46,5 ±4,8	100,0 ± 8,5a	73,8 ±11,2a	34,0 ±7,4b
MOAM-C [‡]	151,1 ±17,0a	74,7 ±3,3b	56,7 ±9,0b	105,5 ±8,8a	72,6 ±33,1ab	30,3 ±6,2b
MOP _∞ -C [‡]	91,8 ±63,6	38,8 ±8,7	16,3 ±5,8	50,8 ±9,5	35,5 ±10,4	27,1 ±6,2
MOP _t -C [‡]	14,1 ±7,3	6,0 ±1,7	11,6 ±1,8	9,1 ±2,8	2,8 ±1,1	1,3 ±0,7
Cp-MOAM [‡]	19,5 ±1,3a	11,7 ±1,2b	6,4 ±0,8c	14,8 ±1,0a	9,1 ±1,6b	4,0 ±0,6b
Stock de C [§]	122,9 ±75,6	107,0 ±4,8	85,7 ±27,2	131,7 ±9,3a	156,6 ±27,4a	65,1 ±18,8b
Vulnerabilidad	0,60 ±0,27	0,53 ±0,11	0,39 ±0,11	0,45 ±0,04a	0,44 ±0,06a	0,96 ±0,34b
Da (g cm ⁻³)	0,68 ±0,08	0,84 ±0,03	0,90 ±0,20	0,68 ±0,03c	1,04 ±0,03a	0,93 ±0,08b
n	2	2	2	30	5	3

†: g C kg⁻¹ de suelo; ‡: g C kg⁻¹ contenido en la fracción de la materia orgánica; §: t C ha⁻¹. Media ±EE

CONCLUSIONES

Si bien, los suelos Andisoles e Inceptisoles tanto en los bosques como en las praderas del sur de Chile mostraron altas reservas de COS, las fracciones estabilizadas MOAM-C y Cp-MOAM, así como las fracciones lábiles del COS (MOP_∞-C y MOP_t-C) participan de manera relevante en la permanencia, la estabilidad y la vulnerabilidad del carbono orgánico, además en mantener la calidad de las propiedades fisicoquímicas y biológicas del suelo.

REFERENCIAS

- BALDOCK, J. A., BEARE, M. H., CURTIN, D., HAWKE, B. 2018. Stocks, composition and vulnerability to loss of soil organic carbon predicted using mid-infrared spectroscopy. *Soil Research*, 56, 468–480. doi 10.1071/SR17221.
- COTRUFO, M. F., RANALLI, M. G., HADDIX, M. L., SIX, J., LUGATO, E. 2019. Soil carbon storage informed by particulate and mineral-associated organic matter. *Nature Geosciences*. doi/10.1038/s41561-019-0484-6.
- MATUS, F., AMIGO, X., CHRISTIANSEN, S. M. 2006. Aluminium stabilization controls organic carbon levels in Chilean volcanic soils. *Geoderma* 132 (1-2): 158-168. doi.10.1016/j.geoderma.2005.05.005.

Genética, Reproducción y Salud Animal

EVALUACIÓN DE CRUZAMIENTOS TERMINALES DE LAS RAZAS OVINAS ILE DE FRANCE Y SUFFOLK DOWN EN LA REGIÓN DE LOS RÍOS

Evaluation of terminal crossbreeding of the Ile de France and Suffolk down sheep breeds in the los Ríos region

Silvana Bravo^{1*}, Luz López², Karla Inostroza³

¹Instituto de Producción Animal, Facultad de Ciencias Agrarias y Alimentarias, Universidad Austral de Chile, Campus Isla Teja, Valdivia, Chile. ²Esc. Agronomía, Fac. Ciencias Agrarias y Alimentarias, U. Austral de Chile, Campus Isla Teja, Valdivia, Chile. ³Dpto. Ciencias Agropecuarias y Acuícolas, Fac. RRNN, U. Católica de Temuco. *Email: silvana.bravo@uach.cl

INTRODUCCIÓN

La producción ovina es de gran importancia para la agricultura familiar campesina. Producción que se caracteriza por ser extensiva, utilizar pequeñas superficies, basar su alimentación en las praderas naturalizadas, existiendo un gran número de razas utilizadas, con énfasis en la producción de carne, teniendo una marcada estacionalidad en su producción (DESAUGUSTE et al., 2011). Por otra parte, la introducción de cruzamientos terminales en sistemas ovinos extensivos permite aumentar las tasas de crecimiento, maximizar la producción de corderos y con ello mejorar los ingresos (ELIZALDE et al., 2019). De acuerdo a lo anterior, el objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de los cruzamientos terminales de las razas ovinas Ile de France y Suffolk Down en ovejas Austral sobre el peso vivo, ganancias diarias y producción de carne/ha en la región de los Ríos.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la Unidad Ovina de la Estación Experimental Agropecuaria Austral (EEAA) de la Universidad Austral de Chile, comuna de Valdivia, región de los Ríos. La investigación se realizó desde marzo a diciembre del año 2021. Se realizaron dos grupos de encaste: ovejas Austral x carnero Ile France (AI) y ovejas Austral x carnero Suffolk Down (AS). Cada grupo estaba formado por 49 ovejas y su respectivo carnero, considerando igual condición corporal ($2,0 \pm 0,52$) para cada grupo de ovejas. Ambos grupos de encaste se mantuvieron en pastoreo en un potrero alejado del otro grupo durante 32 días. Una vez finalizado el encaste las ovejas fueron manejadas en un solo rebaño o grupo, pastoreando praderas naturalizadas bajo un sistema de pastoreo rotativo. Se realizó en todas las hembras igual manejo sanitario y suplementación al parto, y se implementó un registro de pariciones y crecimiento para obtener los datos de interés y poder determinar parámetros de interés reproductivo y productivo. El modelo experimental utilizado correspondió a un diseño experimental completamente al azar, donde se consideró a cada cría como una unidad experimental y observacional. Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) con medidas repetidas para las variables de pesos vivos y ganancias diarias de pesos (g/día) en el tiempo, para ello se utilizó el software estadístico IBM SPSS Statistics versión 23. Los resultados obtenidos fueron presentados en porcentajes, promedios y desviaciones estándar.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el cuadro 1 se presentan los pesos vivos al nacimiento, 30, 60 y 90 días de vida de los corderos nacidos de ambos cruzamientos terminales evaluados, no existiendo diferencias estadísticas significativas ($p > 0,05$) en las evaluaciones realizadas. Observando que solo el peso vivo al nacimiento para el cruzamiento con Suffolk Down fue similar al reportado por ELIZALDE et al., (2019) en sistemas extensivos, y presentando menores pesos vivos al destete, posiblemente atribuible a diferencias en la condición corporal de las ovejas y disponibilidad de forraje.

Cuadro 1. Evolución del peso vivo (PV) de corderos según cruzamiento terminal.

	AS	AI	Significancia
PVN (kg)	5,03±0,95 (91)	4,93 ± 0,90 (91)	0,447
PV 30 días (kg)	7,23±2,34 (87)	7,34 ± 2,05 (83)	0,839
PV 60 días (kg)	16,67±3,50 (88)	15,67 ± 3,20 (83)	0,062
PV 90 días (kg)	25,57±4,37 (86)	25,10 ± 4,14 (82)	0,467

PVN: Peso vivo al nacimiento.

En el cuadro 2 se presentan las ganancias de peso diarias de los corderos nacidos de ambos cruzamientos terminales evaluados, no existiendo diferencias estadísticas significativas ($p>0,05$) en las evaluaciones realizadas. Ganancias de peso que fueron también inferiores a las reportadas por ELIZALDE et al., (2019) en sistemas extensivos para la raza Suffolk Down y para razas de doble propósito como el Ile de France, existiendo escasa información de esta raza en la región.

Cuadro 2. Evolución de las ganancias diarias de peso (GDP) de corderos según cruzamiento terminal.

	AS	AI	Significancia
GDP 30 días (g/día)	104±0,07 (87)	93±0,06 (83)	0,312
GDP 60 días (g/día)	193±0,06 (88)	178±0,05 (83)	0,181
GDP 90 días (g/día)	229±0,05 (86)	224±0,04 (82)	0,610

Al comparar la producción de carne de cordero/ha según cruzamiento terminal, no existieron diferencias estadísticas significativas ($P>0,05$), solo se evidenció una variación de 13 kg/ha a favor del cruzamiento terminal con la raza Suffolk Down (Cuadro 4). Producción de carne similar a la descrita por ELIZALDE&GALLARDO (2007) en un sistema pastoril con alta carga animal.

Cuadro 4. Producción de carne de cordero (kg) al destete según cruzamiento terminal y Unidad Ovina (11,42 ha).

	AS	AI	Total unidad ovina
Kilogramos/ha	193	180	373

CONCLUSIONES

Los cruzamientos terminales de las razas Suffolk Down e Ile de France en ovejas Australes en un sistema extensivo en la comuna de Valdivia presentan iguales resultados productivos, por lo tanto, la decisión de utilizar una de las razas debe considerar parámetros distintos al PV y GDP.

REFERENCIAS

- DESAUGUSTE, M., LERDON, J., MOREIRA, V., & ALOMAR, D. (2011). Caracterización de la producción ovina en la agricultura familiar de la comuna de Paillaco, región de Los Ríos, Chile. *Agro Sur*, 39(2), 88-94.
- ELIZALDE, H. F., & GALLARDO, P. 2007. Utilización de ovinos especializados para carne en Aysén: cruzamientos terminales y engorda de corderos híbridos sobre praderas mejoradas en Aysén. Coyhaique, Chile: Boletín INIA, N° 171, 28 pp.
- ELIZALDE, H.F., CARSON, A, F., MUÑOZ, C. 2019. Effects of sire genotype on lamb performance at weaning in extensive sheep systems. *Animal*, 13 (1), 213-220.

DIVERSIDAD Y ESTRUCTURA GENÉTICA DE LA GALLINA MAPUCHE PRESENTE EN LAS COMUNAS DE LONCOCHE, PITRUFQUÉN Y VILLARRICA EN LA REGIÓN DE LA ARAUCANÍA

Mario Diaz^{1,4*}, Karla Inostroza², José Antonio Alcalde³, Silvana Bravo⁴.

¹Escuela de Graduados, Facultad de Ciencias Agrarias y Alimentarias, Universidad Austral de Chile. ²Departamento de Ciencias Agropecuarias y Acuícolas, Facultad de Recursos Naturales, Universidad Católica de Temuco. ³Departamento de Fruticultura y Enología, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Pontificia Universidad Católica de Chile. ⁴Instituto de Producción Animal, Facultad de Ciencias Agrarias y Alimentarias, Universidad Austral de Chile.

*Correo electrónico: mariodiazmatus@gmail.com

INTRODUCCIÓN

La pérdida de diversidad genética dentro de las razas de gallinas autóctonas ha sido una gran preocupación, ya que muchas razas locales están en peligro de extinción (Dávila *et al.*, 2011). Avances en biología molecular han permitido estimar la diversidad genética de las poblaciones de animales, siendo los marcadores moleculares una herramienta para la conservación de las razas de animales domésticos, dentro de ellos los más utilizados en poblaciones de gallinas son los marcadores de tipo microsátélites (Hillel *et al.*, 2003; 2007). El objetivo del presente estudio fue evaluar la diversidad genética y la estructura poblacional de la gallina Mapuche presente en las comunas de Loncoche, Pitrufquén y Villarrica de la región de La Araucanía y su distancia genética con las principales razas de gallinas presentes en la región, utilizando marcadores moleculares de tipo microsátélites.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se genotiparon un total de 96 gallinas de siete razas (Brahma, Plymouth Rock, Kollonca, Quetro, Kollonca de aretes, Trintre y Cogote pelado) utilizando 12 marcadores de tipo microsátélites. El genotipado se realizó amplificando el ADN genómico usando PCR multiplex y el análisis de fragmentos se realizó a través de un secuenciador ABI 3500. El número de alelos por locus, las heterocigocidades observada y esperada, y el F_{IS} se determinaron mediante el programa GenAIEx v6.503. La distancia genética de Nei entre las razas se calculó con el software PHYLIP v.3.6.9.8 y el árbol filogenético se graficó con TREEVIEW v. 1.6.6. La estructura genética poblacional fue evaluada con el programa STRUCTURE v.2.3.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se identificó un promedio de 91,28 alelos en todas las razas evaluadas. Dentro de las razas, las heterocigocidades observadas y esperadas variaron de 0,94 y 0,75, respectivamente. La consanguinidad dentro de las razas (F_{IS}) fue generalmente baja, con un promedio de -0,27 (Fig 1. A). El árbol de Neighbor-joining (Fig 1. B) derivado de la distancia genética de Nei mostro dos grupos de razas, el primero formado por Plymouth Rock, Quetro, Kollonca de aretes y Brahma, y en el segundo grupo compuesto por las razas Kollonca, Trintre y Cogote pelado. Los resultados del análisis de la estructura racial (Fig 1. C) revelaron que Brahma y Plymouth Rock formaron grupos diferenciados, pero las otras razas (Kollonca, Quetro, Kollonca de aretes, Trintre y Cogote pelado) se agruparon juntas, resultados que fueron similares a los obtenidos por Habimana (2020) en gallinas africanas.

Raza	N	NA	Na	Ne	I	Ho	He	Fis
Brahma	17	105	8,75	5,00	1,75	0,95	0,76	-0,24
Plymouth rock	7	61	5,08	3,67	1,37	0,98	0,69	-0,45
Kollonca	38	159	13,25	5,61	1,94	0,92	0,79	-0,18
Quetro	10	86	7,16	4,74	1,63	0,93	0,75	-0,24
Kollonca de aretes	7	77	6,41	4,73	1,63	0,94	0,76	-0,23
Trintre	11	82	6,83	4,27	1,60	0,97	0,75	-0,30
Cogote pelado	6	69	5,75	4,44	1,52	0,91	0,72	-0,26
Promedio	13,71	91,28	7,60	4,64	1,63	0,94	0,75	-0,27

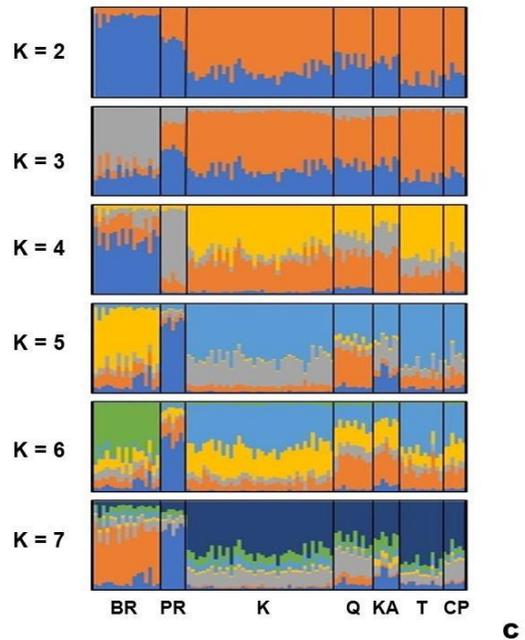
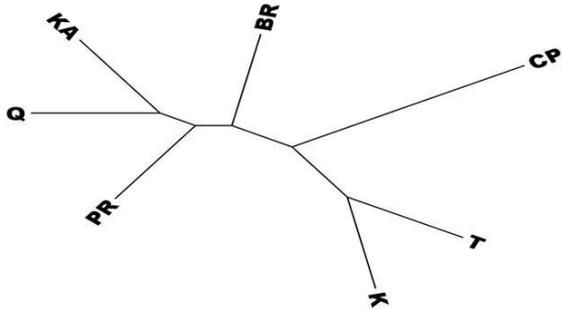


Figura 1. (A) Parámetros de diversidad genética para las 7 razas de gallinas evaluadas en la Región de La Araucanía. (B) Árbol filogenético de las siete razas de gallinas evaluadas en el estudio basado en las distancias genéticas de Nei (1978). (C) Grafica de la estructura genética de las 7 razas de gallinas evaluadas. BR= Brahma; PR= Plymouth Rock; K= Kollonca; Q= Quetro; KdA= Kollonca de aretes; T= Trintre; CP= Cogote pelado.

CONCLUSIONES

Todas las razas de gallinas evaluadas en este estudio presentaron una alta diversidad genética y una exogamia dentro de las razas. La estructura genética evidenció que las razas Brahma y Plymouth Rock son genéticamente distintas, mientras que las razas Kollonca, Quetro, Kollonca de aretes, Trintre y Cogote pelado no presentaron diferencias genéticas. Los resultados de este estudio se pueden utilizar como información base para caracterizar la biodiversidad de las razas de gallinas domesticas utilizadas en los sistemas de traspatio en la región de La Araucanía.

REFERENCIAS

- DÁVILA, S. G., GIL, M. G., RESINO-TALAVÁN, P. y CAMPO, J. L. 2011. Diversidad genética en las razas de gallinas del programa de conservación del INIA. XIV Jornadas sobre Producción Animal, Tomo II, 524-526.
- HABIMANA R, OKENO TO, NGENO K, MBOUMBA S, ASSAMI P, GBOTTO AA. 2020. Genetic diversity and population structure of indigenous chicken in Rwanda using microsatellite markers. PLoS ONE 15(4): e0225084.
- HILLEL, J., GROENEN, A. M. M., TIXIER-BOICHARD, M., KOROL, A. B., DAVID, L., KIRZHNER, V. M., BURKE, T., BARRE-DIRIE, A., CROOIJMANS, R. P. M. A., ELO, K., FELDMAN, M. W., FREIDLIN, P. J., MÄKI-TANILA, A., OORTWIJN, M., THOMSON, P., VIGNAL, A., WIMMERS, K. AND WEIGEND, S. 2003. Biodiversity of 52 chicken populations assessed by microsatellite typing of DNA pools. Genet. Sel. Evol., 35: 533-557.
- HILLEL, J., GRANEVITZE, Z., TWITO, T., BEN-AVRAHAM, D., BLUM, S., LAVI, U., DAVID, L., FELDMAN, M.W., CHENG, H. AND WEIGEND, S. 2007. Molecular markers for the assessment of chicken biodiversity. World's Poultry Science Journal, 63: 33-45.

DETECCIÓN DE INTERACCIÓN GENOTIPO AMBIENTE EN TOROS DE INSEMINACIÓN ARTIFICIAL UTILIZADOS EN CHILE.

Detection of genotype-environment interaction in artificial insemination bulls used in Chile

Jaime Piñeira Vargas, Francisco Gebauer Mery.

Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA Carillanca). Km 10, Camino Cajón – Vilcún, Región de La Araucanía. Email: jpineira@inia.cl

INTRODUCCIÓN

El ambiente en los estudios genéticos se refiere a todos aquellos factores que intervienen en el fenotipo del individuo y que no tienen su origen en los genes. Algunos son de naturaleza sistemática entre los cuales podemos mencionar: zona agroecológica, número de partos, año, mes o época del año, sexo, manejo aplicado al rebaño en el cual se incluye el manejo alimenticio, sanitario, reproductivo y cualquier otro efecto que pueda evaluarse diferente a los anteriores; y un grupo de efectos de naturaleza no sistemática o intangibles que son de difícil evaluación aún bajo condiciones experimentales. En un estudio de características de interés económico aunque el componente ambiental no modifica la composición genética de los individuos per se, si afecta la magnitud en la cual se va a expresar el genotipo del individuo (Gama, 2002), es decir, que el ambiente en el cual se desempeña el individuo puede determinar un incremento o una disminución del valor fenotípico del animal y aunque pudiese asumirse que el efecto de un ambiente determinado es similar para todos los genotipos, esto no es correcto ni justificable en la mayoría de los casos (Falconer y Mackay, 2001). La interacción genotipo ambiente (IGA) se presenta cuando el ambiente afecta de manera diferente a dos o más genotipos, modificando las diferencias entre los grupos e incluso cambiando el orden de estos. El presente estudio, tuvo como fin la detección de IGA entre toros de inseminación artificial (IA) de origen estadounidense en un sistema de producción chileno.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó sobre 8 toros de IA de origen estadounidense (EE.UU) utilizados en un sistema de producción de carne bovina localizado en la comuna de Purranque, región de Los Lagos, Chile. A tal efecto, se estimó el valor genético aditivo para los rasgos peso al nacimiento (BW) y peso ajustado al destete (WW) de cada toro a partir de los registros productivos de su descendencia en Chile, el cual posteriormente fue comparado con el valor genético de los animales estimado en su país de origen (EE.UU). Para la estimación del señalado valor, se utilizó un modelo animal con efecto materno: $y_{ijklmn} = \mu + sx_i + mn_j + an_k + r_l + ga_m + gm_n + e_{ijklmn}$, donde el fenotipo y se modela en función del i sexo (s), del j mes del nacimiento (mn), del k año de nacimiento (an), del l rebaño (r), del m genotipo del animal evaluado (ga) y del n efecto de la genética materna (gm). Todas las estimaciones se realizaron utilizando BLUPF90 (Misztal y col 2014). La detección de IGA se realizó graficando los valores genéticos de cada animal publicado en su país de origen y los valores obtenidos en Purranque, Chile.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se observa IGA en los toros AAA#++16925771 y AAA#*16115617 lo que se refleja en un aumento en los valores genéticos para BW (disminución de BW). Por otro lado, se observa una disminución del valor genético del toro AAA13654695 en el que se observa un aumento de los valores de BW (Figura 1, izquierda). Del mismo modo se observa IGA para WW, lo que se ve

reflejado en una disminución del valor genético para WW (disminución de WW) en los toros AAA#13009379, AAA#15313140, AAA#*16396499 y AAA^*17320042 (Figura 1, derecha).

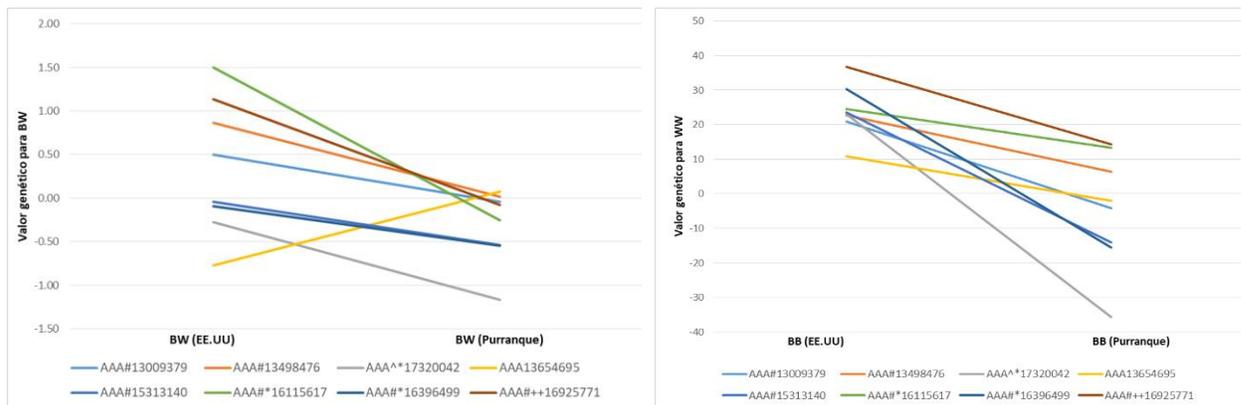


Figura 1. Valor genético para peso al nacimiento BW (izquierda) y peso ajustado al destete WW (derecha), para 8 toros de IA estimados en EE.UU y la comuna de Purranque, Chile.

Los resultados antes señalados revelan que si existen diferencias de valor genético estimado entre el país de origen de los toros de IA (EE.UU) y la zona de Purranque, Chile. El presente resultado indica que dichas diferencias deben ser consideradas en futuras evaluaciones genéticas, ya que se produce un reordenamiento genético de los toros. Esto sugiere la necesidad de estudios ampliados que permita generar información útil para los productores nacionales al momento de tomar decisiones en cuanto a la compra de semen importado. Este resultado coincide con lo informado por autores como Vargas y van Arendonk (2004) y Villasmil (2008).

CONCLUSIONES

Los resultados indican que los toros de inseminación evaluados en EE.UU muestran valores genéticos distintos a los obtenidos cuando son evaluados a partir de las crías nacidas en Chile, específicamente en la comuna de Purranque, lo que sugiere la existencia de interacciones genotipo ambiente.

Agradecimientos

Se agradece a la Subsecretaria de Agricultura por el financiamiento otorgado al Programa Nacional de Mejoramiento Genético Ganadero Ovino y Bovino impulsado por INIA.

REFERENCIAS

- FALCONER DS, MACKAY TFC. 2001. Introducción a la genética cuantitativa. Zaragoza-España. pp 469.
- GAMA L. 2002. Melhoramento Genético Animal. Escolar Editora, Portugal. 306 pp.
- MISZTAL I., TSURUTA S., LOURENCO DAL, AGUILAR I., LEGARRA A. Y VITEZICA Z. 2014. Manual para la familia de programas BLUPF90.
- VARGAS B. Y. A. M. VAN ARENDONK A.M. 2004. Genetic Comparison of Breeding Schemes Based on Semen Importation and Local Breeding Schemes: Framework and Application to Costa Rica. J. Dairy Sci. 87:1496–1505
- VILLASMIL Y. 2008. Interacción Genotipo-Ambiente en la evaluación animal. Conference Paper, disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/269106065>

FRECUENCIA DE POLIMORFISMOS EN LOS GENES FEC ASOCIADOS A PROLIFICIDAD EN REBAÑOS OVINOS

Frequency of polymorphisms of Fec genes affecting sheep prolificacy

Andrés M. Carvajal¹, Daniela Levicoy¹, Marcelo Quezada², Jaime Piñeira³ y Rodrigo de la Barra¹

¹INIA Remehue, Osorno, Región de Los Lagos. ²INIA Rayentué. ³INIA Carillanca. E-mail: andres.carvajal@inia.cl

INTRODUCCIÓN

La producción ovina exitosa y sustentable se basa en el correcto manejo de la alimentación, sanidad y reproducción del rebaño. En la práctica esto se traduce en generar al menos un cordero por hembra encastada por temporada, o idealmente, disponer de mellizos. Así, uno de los parámetros productivos de mayor incidencia sobre el resultado económico es la eficiencia reproductiva de los animales. Por tanto, identificar y disponer de reproductores de buena fertilidad y prolificidad permitiría generar un mayor número crías y aumentar la rentabilidad del sistema productivo. La prolificidad corresponde al porcentaje de crías nacidas en relación con el total de hembras paridas (Carvajal et al., 2020). También es conocido que las distintas razas ovinas e incluso individuos muestran diferencias en la tasa de prolificidad.

En los ovinos la función reproductiva y en particular el crecimiento y diferenciación del ovocito depende fuertemente de la funcionalidad de los genes “Fec” y su interacción con el ambiente. Se ha descrito la existencia de genotipos que favorecen una mayor prolificidad y es bien conocido que éstos actúan como marcadores genéticos para esta característica. Los principales marcadores se conocen como FecB^B (gen BMP1B), FecX (gen BMP15) y FecG (gen GDF9) y presentan múltiples polimorfismos que afectan la tasa ovulatoria y/o fertilidad de los animales (Abdoli et al, 2016). El objetivo de este trabajo fue determinar la frecuencia de estos polimorfismos en ovinos de raza Suffolk Down, Chilota e Hidango.

MATERIALES Y MÉTODOS

Muestras de sangre individual (4 mL) de ovinos de raza Suffolk Down (SD; 25), Chilota (CHI; 27) e Hidango (HID; 33) provenientes de criaderos de INIA Rayentué y Chiloé fueron recolectados en tubos venojet con EDTA vía punción de la vena yugular. El ADN genómico fue purificado utilizando un kit comercial (Quick-DNA Miniprep Plus, ZYMO Research) y su concentración e integridad fueron verificados mediante espectrofotometría a 260 y 280 nm (Nanoquant) y análisis en geles de agarosa, respectivamente. Posteriormente, los polimorfismos FecB^B, FecX^B, FecX^H, FecX^I y FecG^I fueron genotipados mediante PCR-RFLP utilizando primers y enzimas de restricción específicos y verificados por secuenciación (Macrogen, Corea). Finalmente, las frecuencias genotípicas y alélicas y el equilibrio génico fueron calculados mediante el programa GENEPOP 4.7.5 utilizando la prueba de Chi cuadrado (χ^2 , $p < 0,05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El cuadro 1 muestra que los marcadores FecB^B y FecX^I en las tres poblaciones presentan solo un alelo (b e i, respectivamente). Para FecX^B se observa la mayor variabilidad siendo el alelo B predominante en las poblaciones HID y SD (0,92 y 0,85 respectivamente), ésta última evidenciando desequilibrio génico ($\chi^2=13,5$), y del alelo b en CHI (0,74). Finalmente, para FecX^H el alelo h es predominante en las tres poblaciones mientras que para FecG^I se observa una mayor distribución del alelo G en las poblaciones SF y CHI (1,0 y 0.98 respectivamente).

Cuadro 1. Frecuencias alélicas y equilibrio génico para los marcadores FecB, FecX y FecG en ovinos de raza Suffolk Down, Chilota e Hidango.

Raza	Marcador														
	FecB ^B			FecX ^B			FecX ^H			FecX ^I			FecG ¹		
	b	B	χ^2	b	B	χ^2	h	H	χ^2	i	l	χ^2	G	A	χ^2
SD	1	0	nd	0,15	0,85	13,5*	0,88	0,12	0,16	1	0	nd	1	0	nd
CHI	1	0	nd	0,74	0,26	3,08	1	0	nd	1	0	nd	0,98	0,02	0,01
HID	1	0	nd	0,08	0,92	0,24	0,72	0,28	3,57	1	0	nd	-	-	-

SD: Suffolk Down; CHI: Chilota; HID: Hidango. χ^2 , test de Chi cuadrado. nd: no determinado. * $p < 0,05$.

Estos resultados, en general, muestran que existe variabilidad para los polimorfismos FecX^B y FecX^H, mientras que para FecB^B, FecX^I y FecG¹ no existe, lo que también ha sido descrito para otras poblaciones propias del país como Araucana, Austral y también Chilota (Paz et al, 2014). El patrón en la variabilidad genética de los polimorfismos puede ser resultado de una elevada selección de vientres en base a su capacidad reproductiva y el descarte de los individuos menos prolíficos o infértiles, y por tanto la fijación de algunos alelos.

Se ha descrito que aquellos individuos con mutaciones en FecB^B (también conocido como Booroola), en una o dos copias (es decir, hetero u homocigoto), presentan tasas de ovulación de hasta 2 y 3 veces mayor que el promedio, respectivamente (Abdoli et al, 2016). Para FecX se ha reportado que los animales heterocigotos presentan una maduración precoz del folículo y tasas de ovulación más altas que las ovejas que no portan la mutación, mientras que los mutantes homocigotos no ovulan y son infértiles. En el caso FecG, animales con una o dos copias de la variante FecG^H presentan tendencias similares a los reportadas para las mutaciones de FecX. Para FecX^B, FecX^H y FecG¹ nuestros resultados muestran una pequeña proporción de ovinos con los alelos asociados a una mayor tasa ovulatoria. Dichos animales podrían utilizarse como reproductores para aumentar la prolificidad de rebaños.

CONCLUSIONES

Los rebaños ovinos evaluados muestran una baja diversidad genética para los genes Fec. Sin embargo, algunos individuos portan alelos con potencial para aumentar la prolificidad.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo es financiado en parte por el Programa nacional de mejoramiento genético ovino y bovino de INIA.

REFERENCIAS

- ABDOLI R., P ZAMANI P., MIRHOSEINI S.Z., GHAVI N., HOSSEIN-ZADEH N., NADRI S. 2016. A review on prolificacy genes in sheep. *Reproduction in Domestic Animals* 51: 631-637.
- CARVAJAL A.M., LEVICOY D., Y DE LA BARRA R. 2020. Uso de marcadores genéticos para aumentar la prolificidad en ovinos. Informativo n° 221, INIA Remehue.
- PAZ E., QUIÑONES J., BRAVO S., ET AL. 2014. Genotyping of BMPR1B, BMP15 and GDF9 genes in Chilean sheep breeds and association with prolificacy. *Anim. Genet.* 46: 91-99.

ESTUDIO DE PATRONES DE HERENCIA ASOCIADOS CON UN REGISTRO DE ENFERMEDADES PODOALES EN UN REBAÑO OVINO LECHERO DE LA REGIÓN DE LOS RÍOS

Study of inheritance patterns associated to an podal diseases recording system in an milk sheep flock of Región de los Ríos, Chile.

Cristian Peña⁽¹⁾ y Juan Pablo Smulders⁽¹⁾

¹Instituto de Ciencia Animal, Universidad Austral de Chile ; jsmulder@uach.cl

INTRODUCCIÓN

Las enfermedades podales son un problema que puede ser importante en sistemas productivos ovinos, sobre todo cuando se incorporan genotipos que no están adaptados a las condiciones de humedad de la Zona Sur de Chile. El abordamiento más utilizado para prevenir este tipo de problemas es la realización de manejos de despalme periódicos y estratégicos, fundamentalmente en el verano, previo al encaste y durante la lactancia. Adicionalmente, existen programas de mejora genética en el mundo que incorporan la aplicación de protocolos de registros de lesiones podales, a los cuales asocian sistemas de puntuación que permiten constituir características que posibilitan la evaluación genética y su uso como criterios de selección para resistencia a problemas podales, un ejemplo de ello es el Scorer para Foot Rot que utilizan los neozelandeses (Mulvaney, 2013). El objetivo de este estudio fue Definir un protocolo de registro de lesiones podales y evaluar esquemas de puntuación basados en lesiones, que permitan estudiar la existencia de patrones de herencia que se asocien con la resistencia a enfermedades podales.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se elaboró un protocolo de registro sistematizado con algunas de las lesiones podales más comunes mencionadas en la literatura, incluyendo enfermedades infecciosas y no infecciosas (dermatitis interdigital, enfermedad de la línea blanca, foot-rot, absceso, granuloma y sobrecrecimiento), el cual se utilizó en el plantel ovino lechero de Agrícola Mañihuales en febrero del año 2022. Se aplicó el protocolo de registro de lesiones a 611 animales, 577 hembras y 34 machos, con un componente racial donde predomina la raza Frisón del Este. Posteriormente se sistematizaron los registros y se aplicaron análisis estadísticos descriptivos e inferenciales (SAS, 2012), estableciendo a su vez un esquema de puntuación de lesiones basado en el nivel de gravedad de manera similar al esquema de los neozelandeses (Mulvaney, 2013), obteniéndose el puntaje final del animal mediante el establecimiento del valor máximo observado.

Se aplicaron pruebas de bondad de ajuste en distintas distribuciones tanto en los datos originales del score, como a los residuales de los modelos aplicados. La evaluación de la existencia de patrones de herencia se hizo mediante el establecimiento de archivos de genealogía y producciones, los cuales permitieron el cálculo exploratorio de componentes de varianza para distintas combinaciones de criterios, utilizando el software WOMBAT (Meyer, 2007).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De los 611 animales registrados, el 61% presentó al menos una lesión, donde la enfermedad de la línea blanca manifestó una prevalencia de 38%, seguida por foot-rot (17%), úlceras (6,2%), sobrecrecimiento (3,6%), abscesos (2,3%) y granuloma (0,3%) (Cuadro 1). La edad se asoció significativamente con la enfermedad de la línea blanca, foot-rot y úlceras. Por otra parte, la variable sexo se asoció de forma significativa con la enfermedad de la línea blanca.

En relación con la distribución de las lesiones según el dedo o el miembro afectado (Cuadro 2), se observó que la línea afecta significativamente más frecuentemente el dedo medial.

Cuadro 1. Resumen de las frecuencias absolutas generales y prevalencia de las distintas lesiones podales registradas.

	Dermatitis interdigital	Foot-rot	Línea Blanca	Absceso solar	Absceso generalizado	Granuloma	Sobre-crecimiento	Úlcera
Sin Lesiones	611	510	380	606	602	609	589	573
Con Lesiones	0	101	231	5	9	2	22	38
Prevalencia	0,0%	17,0%	38,0%	0,8%	1,5%	0,3%	3,6%	6,2%

Cuadro 2. Distribución de lesiones podales según dedo afectado.

	Foot-rot	Línea Blanca	Absceso solar	Absceso generalizado	Granuloma	Sobre-crecimiento	Úlcera
Medial	-	243 ^A	3	6	2	2	23
	-	64%	60%	67%	100%	9%	59%
Lateral	-	139 ^B	2	3	0	21	16
	-	36%	40%	33%	0%	91%	41%
Anterior	55	203	3	7	0	0	21
	46%	53%	60%	78%	0%	0%	54%
Posterior	64	179	2	2	2	23	18
	54%	47%	40%	22%	100%	100%	46%

^{A, B}: Diferencia estadísticamente significativa entre las frecuencias comparadas.

Finalmente, utilizando el valor de puntaje por animal, se realizaron estudios para la búsqueda de patrones de herencia a través del cálculo de la heredabilidad, obteniéndose valores de heredabilidad de 9% para el score de lesiones podales, lo cual, si bien puede considerarse un valor bajo, refleja inicialmente algún patrón de causales hereditarias en la expresión de la característica. Mejorando el protocolo de calificación de lesiones, ampliando el muestreo a otros despalmes del año y ajustando los valores del scorer, podría implicar un incremento también del valor de la heredabilidad.

CONCLUSIONES

Se concluye que las enfermedades de mayor prevalencia en el rebaño estudiado son la enfermedad de la línea blanca y foot-rot, siendo la edad de los animales estadísticamente significativa para ambas características al igual que las úlceras, observándose que las ovejas de mayor edad fueron más propensas a presentar lesiones podales.

La elaboración de un sistema de puntuación (score) para lesiones podales permitió describir la existencia inicial de patrón de herencia débil.

REFERENCIAS

- MEYER K. 2007. Multivariate analyses of carcass traits for Angus cattle fitting reduced rank and factor-analytic models. *J Anim Breed Genet.* 2007;124(2):50–64.
- MULVANEY C. 2013. A Guide to the management of footrot in Sheep. 2nd Edition. New Zealand, Pp 25-29.
- SAS, Statistical Analysis System. 2012. SAS version 9.4. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.

FINANCIAMIENTO Convenio Agrícola Mañihuales y UACH

VÉRTEBRAS TORACOLUMBARES ADICIONALES Y SU EFECTO ZOOMÉTRICO EN CORDEROS SUFFOLK

Additional thoracolumbar vertebrae and their zoometric effect in suffolk lambs

Álvaro Ferrada R.¹, Briones Luengo, M.² y Ávila Stagno J.²

¹Departamento de Producción Animal, Facultad de Agronomía, Universidad de Concepción, Chillán, Chile. aferrada@udec.cl. ²Departamento de Ciencia Animal, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad de Concepción, Chillán.

INTRODUCCIÓN

El número de vértebras toracolumbares (TL) tiende a ser variable en algunos órdenes de mamíferos lo que podría afectar su longitud corporal. En ovinos la fórmula ancestral es 13 vértebras torácicas (T13) y 6 lumbares (L6), que ancestralmente se mantiene en 19 vértebras toracolumbares (TL19), pero encontrar 20 o más (multivertebrados) se considera inusual (Zhang, 1997). En ovinos la información del número de vértebras extras es escasa, sin embargo se han observado fluctuaciones entre y dentro de algunas razas. El objetivo fue determinar el efecto del número de vértebras toracolumbares sobre el tamaño corporal al sacrificio de corderos Suffolk de un plantel genético.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron 80 corderos Suffolk nacidos en la temporada 2021 del plantel genético UdeC en Chillán, Ñuble. Se mantuvieron en pastoreo libre con sus madres hasta el sacrificio. Se determinó el número vertebral (NV) entre las 3 a 5 semanas de edad, estableciendo el número de vértebras torácicas (T) y lumbares (L) con un equipo radiográfico digital directo Sahara Slate PC, Slate cuatro, PCMAX-20HPLUS. El número toracolumbar (TL) se obtuvo al sumar el conjunto de vértebras (T+L). El sacrificio, previo destare de 12 hrs, se realizó cuando los animales alcanzaron $42,6 \pm 6,2$ kg de peso vivo ($153,7 \pm 12,8$ días). Las mediciones zoométricas (ZM) fueron registradas el día anterior al sacrificio con una cinta métrica flexible, bastón zoométrico y compás de broca, registrando largo del lomo (LL), altura a la cruz (AlCr), altura a la grupa (AlGr), ancho de pecho (AnPe) y ancho de grupa (AnGr). Se aplicó un modelo general lineal, GLM, para estimar el efecto de la variación del número vertebral sobre las medidas zoométricas (ZM), donde todos los datos se presentaron como medias marginales estimadas (EMMEANS) \pm error estándar

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Figura 1 muestra un 33,7% de corderos con L6 y 66,2% con L7, y 91,2% con T13 y 8,7% con T14, donde L7 y T13 fueron las mayores frecuencias observadas en corderos Suffolk a las 3 a 5 semanas de edad.

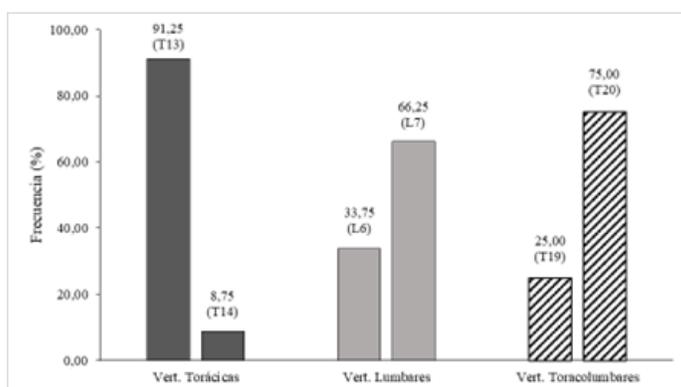


Figura 1. Frecuencia de vértebras torácicas, lumbares y toracolumbares observadas en corderos Suffolk de 3 a 5 semanas de edad.

En el número de vértebras toracolumbares se observaron dos categorías, TL19 con una frecuencia de 25,0 % y TL20 que se presentó en mayor proporción 75,0 %. Esto parece variar en ovinos de aptitud carnífera, ya que en Texel también fue frecuente encontrar T13 respecto de T14, pero con una mayor proporción de individuos con L6 que con L7 (Lambe et al., 2015). Aunque no se observa en la figura, se encontraron además 3 fórmulas toracolumbares por combinación, T13L6 (25,0 %) correspondiente a la fórmula ancestral y, T13L7 y T14L6 (75,0 %) correspondiente a una mayor frecuencia de animales multivertebrados, lo que no es común en todas las razas ovinas (Li et al., 2017). En el cuadro 1 se puede apreciar que para cada medida zoométrica estudiada, se observaron mayores dimensiones de longitud, altura y ancho en corderos con vértebras extras. Aquellos con T14 fueron 7,3 cm más largos; 6,9 y 7,3 cm más altos a la cruz y grupa, respectivamente, y 3,6 y 3,8 cm más anchos de pecho y grupa, respectivamente, que con T13. Aquellos con 20 vértebras toracolumbares (TL20) presentaron 4,3 cm más de longitud; 4,2 a 4,7 cm más de altura, y 1,5 a 2,5 cm más anchos que con T19. Esto es similar a lo observado por Li et al. (2017) quienes reportan que la longitud de la carcasa de ovinos T14L6 aumentó cuando se compararon con T13L6, lo que sería una ventaja productiva.

Cuadro 1. Medias \pm error estándar (cm) de medidas zoométricas al sacrificio respecto del número vertebral en corderos Suffolk.

	VN	N	LL	AlCr	AlGr	AnPe	AnGr
	(cm)						
T13	73	49,2 \pm 0,6 ^a	61,7 \pm 0,6 ^a	62,9 \pm 0,6 ^a	22,3 \pm 0,3 ^a	24,1 \pm 0,3 ^a	
T14	7	56,5 \pm 2,1 ^b	68,6 \pm 1,9 ^b	70,2 \pm 1,9 ^b	25,9 \pm 0,9 ^b	27,9 \pm 0,9 ^b	
L6	27	49,1 \pm 1,1 ^a	61,5 \pm 1,1 ^a	62,6 \pm 1,1 ^a	22,6 \pm 0,5 ^a	23,9 \pm 0,5 ^a	
L7	53	50,2 \pm 0,8 ^a	63,5 \pm 0,8 ^a	64,1 \pm 0,7 ^a	22,6 \pm 0,4 ^a	24,7 \pm 0,4 ^a	
T19	20	46,6 \pm 1,2 ^a	59,2 \pm 1,2 ^a	60,0 \pm 1,1 ^a	21,4 \pm 0,6 ^a	22,5 \pm 0,5 ^a	
T20	60	50,9 \pm 0,7 ^b	63,3 \pm 0,7 ^b	64,7 \pm 0,6 ^b	22,9 \pm 0,3 ^b	25,1 \pm 0,3 ^b	

CONCLUSIÓN

Se observó una mayor proporción de corderos con 13 vértebras torácicas y 7 lumbares que con 14 y 6. El número toracolumbar 20 fue el más frecuente en la muestra, por lo que predominó un mayor número de corderos multivertebrados. El número extra de vértebras torácicas (T14), independiente del número de vértebras lumbares, tuvo mayor efecto sobre las dimensiones corporales, presentando mayores tamaños los corderos Suffolk con esta condición.

BIBLIOGRAFÍA

- LAMBE, N. R., DONALDSON, C. L., MCLEAN, K. A., GORDON, J., MENEZES, A. M., CLELLAND, N., & BUNGER, L. 2015. Genetic control of CT-based spine traits in elite Texel rams. In Proceedings of the 4th Animal Imaging Conference. Edinburgh, UK.
- 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.
- ZHANG L. 1997. Relationship between the evolution of animal vertebral column and the variation of vertebrae in mongolian sheep. Journal of Inner Mongolia Institute of Agriculture & Animal Husbandry, 18 (6):1-3.

EFFECTO DEL NIVEL DE INCLUSIÓN DE DEFERIPRONA, COMO ABORDAJE ALTERNATIVO A SRS, SOBRE PARÁMETROS PRODUCTIVOS EN TRUCHA ARCOÍRIS

Effect of the inclusion level of deferiprone, as an alternative approach to SRS, on productive parameters in Rainbow trout

Pablo Salgado¹, Rodrigo Pulgar², Mario Caruffo³ y Jurij Wacyk⁴.
Universidad de Chile, ¹pabloa@veterinaria.uchile.cl; ²rpulgar@inta.uchile.cl;
³mcaruffo@uchile.cl; ⁴jwacyk@uchile.cl

INTRODUCCIÓN

La principal enfermedad infecciosa que afecta la industria del salmón en Chile es la Septicemia Rickettsial del Salmón (SRS), provocada por la bacteria *Piscirickettsia salmonis*. SRS es la principal causa de mortalidad bacteriana en trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*). Se estima que esta enfermedad causa pérdidas económicas y gastos asociados a su control en la salmonicultura nacional aproximadamente de US\$450 millones anuales [1]. Las actuales estrategias han resultado insuficientes, los antimicrobianos como principal medida de control, se han correlacionado con un aumento en la resistencia bacteriana, amenazando la sostenibilidad de la industria salmonera chilena. Previamente, nuestro equipo de trabajo *in vivo* ha demostrado que mediante un proceso de inmunidad nutricional, la suplementación de deferiprona (DFP) logra un efecto protector significativo ante eventos de SRS [2]. El objetivo de este estudio fue evaluar y caracterizar el efecto de distintas dosis de DFP sobre aspectos productivos en trucha arcoíris.

MATERIALES Y MÉTODOS

En este estudio se utilizaron 525 peces juveniles de trucha arcoíris, de un peso promedio de 54 g. El ensayo fue realizado entre mayo y julio de 2022 en el Centro de Acuicultura de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile, Comuna de la Pintana, región Metropolitana, Santiago, Chile. Los peces se distribuyeron al azar en 15 estanques de 380 L, en grupos de 35 peces. Para el período experimental se prepararon 5 dietas suplementadas con distintas dosis de DFP, correspondientes a 0 (dieta 1); 6.25 (dieta 2); 12.5 (dieta 3); 25 (dieta 4) y 50 (dieta 5) mg/kg/día. Las dietas fueron asignadas al azar por triplicado. El período experimental tuvo una duración de 60 días en donde los peces fueron alimentados a una tasa del 2 % de peso vivo y diariamente se registró el consumo de alimento y se evaluaron parámetros productivos al inicio y al finalizar el ensayo. Los parámetros evaluados fueron: peso inicial del estanque, peso corporal medio inicial, peso final del estanque, peso corporal medio final, consumo de alimento, ganancia de peso total (TWG), tasa específica de crecimiento (SGR) y tasa de conversión de alimento (FCR). Los datos presentaron una distribución normal, el análisis se realizó construyendo modelos para evaluar las distintas variables a través de Análisis de Varianza (ANOVA), y posteriormente pruebas de Tukey en donde hubo diferencias significativas.

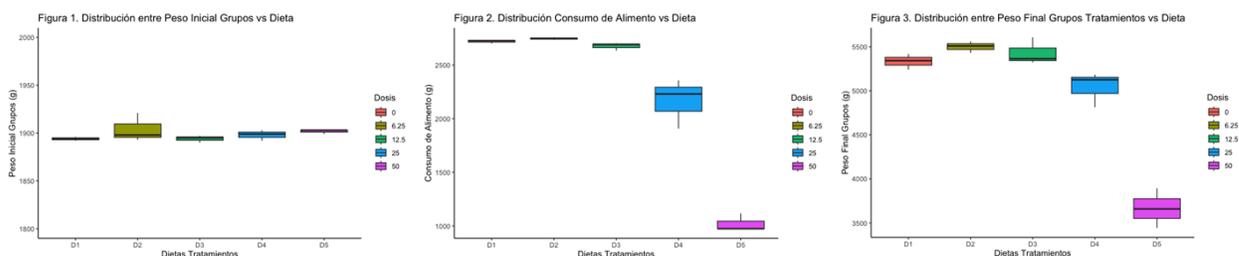
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El cuadro 1 resume los resultados obtenidos durante el período experimental, al inicio el peso promedio de los grupos fue de 54 g \pm 2.64. En el análisis exploratorio de los datos de peso inicial de los grupos (Figura 1) se puede observar que las medias de los pesos iniciales fueron similares, y al realizar el análisis estadístico se comprobó que no presentaron diferencias significativas, por lo que al comienzo los grupos fueron homogéneos en peso.

Cuadro 1. Resumen comportamiento productivo de truchas arcoíris alimentadas con dietas experimentales durante 60 días.

Estanque	Dieta	Dosis DFP	Peso Inicial Estanque (g)	Peso Corporal Medio Inicial (g)	Peso Final Estanque (g)	Peso Corporal Medio Final (g)	Consumo Alimento (g)	TWG (g)	SGR	FCR
4	1	0	1892	54	5418	181	2729	3526	2.46	0.77
10	1	0	1896	54	5240	175	2700	3344	2.39	0.81
14	1	0	1894	54	5342	178	2727	3448	2.43	0.79
5	2	6.25	1921	54	5560	180	2747	3639	2.47	0.75
8	2	6.25	1893	54	5430	181	2735	3537	2.47	0.77
13	2	6.25	1898	54	5509	184	2757	3611	2.49	0.76
3	3	12.5	1895	54	5322	177	2702	3427	2.42	0.79
7	3	12.5	1897	54	5364	179	2691	3467	2.44	0.78
12	3	12.5	1890	54	5607	181	2634	3717	2.47	0.71
1	4	25	1903	54	4813	155	2231	2910	2.14	0.77
6	4	25	1899	54	5183	152	1907	3284	2.11	0.58
15	4	25	1892	54	5125	165	2357	3233	2.28	0.73
2	5	50	1903	54	3892	102	974	1989	1.29	0.49
9	5	50	1903	54	3659	102	974	1756	1.28	0.55
11	5	50	1899	54	3444	104	1116	1545	1.34	0.72

DFP: Deferiprona; TWG: Ganancia de peso total; SGR: Tasa específica de crecimiento; FCR: Tasa de conversión de alimento



Al realizar el análisis exploratorio de los datos de consumo de alimento durante el período experimental (Figura 2), advertimos que las medias no son iguales. Al realizar el análisis estadístico la dieta 1, dieta 2 y dieta 3 presentaron un consumo mayor y estadísticamente significativo respecto de la dieta 4 y dieta 5. En el cuadro 1 también se puede destacar que a los 60 días el peso final de los grupos y el peso corporal medio no fueron homogéneos entre los tratamientos, lo que se puede visualizar en el análisis exploratorio de la Figura 3. Posteriormente, al realizar el análisis estadístico de los datos de peso final de los estanques la dieta 1, dieta 2 y dieta 3 no presentaron diferencias significativas entre ellas, pero si la dieta 4 que presentó un menor peso y la dieta 5 que presentó un peso aún menor que las otras cuatro dietas. Respecto del SGR y FCR la dieta 1, dieta 2 y dieta 3 fueron mayores y estadísticamente significativos en comparación a dieta 4 y dieta 5. Podemos distinguir que los parámetros productivos siguieron una tendencia de modificación de acuerdo con lo registrado en los patrones de consumo de los grupos de peces según los tratamientos asignados.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos nos permiten establecer que a los grupos a los que se les asignó las dietas con menores concentraciones de DFP, la dieta 2 y dieta 3 mostraron el mismo comportamiento en cuanto a consumo de alimento, peso final, SGR y FCR que la dieta 1 o dieta control. Los grupos a los que se les asignaron las dietas con mayores concentraciones de DFP, la dieta 4 y dieta 5 presentaron menores consumo, peso final, SGR y FCR. Por lo que, se logra concluir con éxito el objetivo de poder evaluar y caracterizar el efecto de distintas dosis de DFP sobre parámetros productivos en trucha arcoíris.

REFERENCIAS

ROZAS, M; ENRÍQUEZ, R. 2014. *Piscirickettsiosis* and *Piscirickettsia salmonis* in fish: a review. J Fish Dis. 37:163-188.

CARUFFO, M; MANDAKOVIC, D; MEJÍAS, M; CHÁVEZ-BÁEZ, I; SALGADO, P; ORTIZ, D; MONTT, L; PÉREZ-VALENZUELA, J; VERA-TAMARGO, F; YÁÑEZ, J; WACYK, J; PULGAR, R. 2020. Pharmacological iron-chelation as an assisted nutritional immunity strategy against *Piscirickettsia salmonis* infection. Vet Res. 51:134.

SEROPREVALENCIA DE *Neospora caninum* EN EL GANADO BOVINO DE LAS REGIONES DE LOS RÍOS Y LOS LAGOS, DURANTE EL PERIODO 2018 - 2021

Seroprevalence of *Neospora caninum* in cattle of the Los Lagos and Los Ríos regions during the period 2018 -2021

Matías Pacheco¹ y Alfredo Rodríguez¹

¹Facultad de Ciencias de la Naturaleza, Universidad San Sebastián, Sede de la Patagonia, Puerto Montt, Chile. Email: alfredo.rodriguez@uss.cl

INTRODUCCIÓN

Neospora caninum, es un parásito del género apicomplexa, reconocido como uno de los principales agentes causales de abortos en bovinos. En la actualidad, no existen vacunas o tratamientos efectivos, por lo cual, el diagnóstico mediante serología es fundamental para su control (Dubey and Schares, 2011). El objetivo principal de este estudio fue determinar la prevalencia aparente de *Neospora caninum* en bovinos de las regiones de Los Ríos y Los Lagos mediante los resultados de análisis ELISA Indirecto (ELISA-I) y ELISA de Competencia (ELISA-C), registrados en el Sistema de Sanidad Animal durante los años 2018-2021. Además, se evaluó la exactitud de dichas pruebas, para identificar individuos seropositivos en ambas regiones.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los datos para este estudio fueron solicitados al Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), a través de la página web www.portaltransparencia.cl. Estos consistieron en los resultados de las pruebas ELISA-I y ELISA-C, realizados por laboratorios privados, como parte del programa de vigilancia pasiva realizado a bovinos de las regiones de Los Ríos y Los Lagos, durante el periodo 2018-2021. El análisis estadístico se realizó mediante el procedimiento GENLIMMIXED del software SPSS (v25), utilizando una distribución binomial y enlace logit, incluyendo los efectos fijos del año, región, técnica y sus interacciones. Finalmente, el nivel de significancia utilizado fue $P < 0,05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La seroprevalencia de *Neospora caninum* fue de 36,1% (IC 95% = 0,04-0,69) para la región de Los Ríos y 21% (IC 95% = -0,12-0,54) para la región de Los Lagos. Además, la región de Los Lagos tuvo menores *odds* de presentación de anticuerpos contra *Neospora caninum* (OR = 0,176, IC 95% OR = 0,06–0,56, $P = 0,03$), comparado con la Región de los Ríos. Se encontraron diferencias estadísticas entre la región de Los Ríos y las técnicas, donde ELISA-I detectó 31,5% más seropositividad que ELISA-C ($P = 0,002$), y entre los años y la técnica, donde para el 2018 en la región de Los Ríos ELISA-I detectó 44,8% más seropositividad que ELISA-C ($P = 0,039$) y el 2019 en la región de Los Ríos ELISA-I detectó 35,5% más seropositividad que ELISA-C ($P = 0,003$). Estos resultados son concordantes con lo reportado previamente en Chile (Gädicke et al., 2016) y también en otros países como en Estados Unidos, Brasil, China, Argentina, México, Uruguay y Pakistán (Ribeiro et al., 2019). Por otra parte, las variaciones observadas en la exactitud de las pruebas podría ser atribuible a los antígenos utilizados en los kits, valores de corte utilizados, sensibilidad y especificidad de los kits, variación geográfica, ejecución de la técnica, momento del muestreo y el estado fisiológico de la madre (Da Silva Silveira et al., 2020; Wapenaar et al., 2007). Basados en el ciclo biológico de *Neospora caninum* y en nuestros resultados, se sugiere la utilización de ELISA-I como prueba estándar para el programa de vigilancia pasiva.

CONCLUSIONES

La seroprevalencia de *Neospora caninum* fue similar a los valores reportados previamente a nivel nacional como internacional, siendo de 36,1% en la región de Los Ríos y de un 21% en la región de Los Lagos, lo cual se tradujo en que esta última región, mostrara 5,7 veces las *odds* de presentación de anticuerpos contra *Neospora caninum* que las observadas en la región de Los Ríos. Además, se identificó a ELISA-I como la técnica que mostró mayor exactitud para el diagnóstico de *Neospora caninum* durante los años 2018 y 2019.

REFERENCIAS

- DUBEY, J. P., AND G. SCHARES. 2011. Veterinary parasitology neosporosis in animals, the last five years. *J. Dairy Sci.* 180: 90-108.
- GÄDICKE, P., T. JUNOD, J. LÓPEZ-MARTIN, R. ORTEGA, AND G. MONTI. 2016. Abortigenic diseases in dairy farms in the Ñuble Province. *J. Dairy Sci.* 48: 19-28.
- RIBEIRO, C. M., I. R. SOARES, R. G. MENDES, P. A. DE SANTIS BASTOS, S. KATAGIRI, R. B. ZAVILENSKI, H. F. P. DE ABREU, AND V. AFREIXO. 2019. Meta-analysis of the prevalence and risk factors associated with bovine neosporosis. *J. Dairy Sci.* 51: 1783-1800.
- DA SILVA SILVEIRA, C., J. I. ARMENDANO, D. P. MOORE, G. J. CANTÓN, M. MACÍAS-RIOSECO, F. RIET-CORREA, Y F. GIANNITTI. 2020. Comparación de ELISAs comerciales para la detección de anticuerpos en la investigación diagnóstica del aborto asociado a *Neospora caninum* en rodeos lecheros de Uruguay. *Rev Argent Microbiol.* 52: 107-114.
- WAPENAAR, W., H. W. BARKEMA, J. A. VANLEEUEWEN, AND J. T. MCCLURE. 2007. Comparison of serological methods for the diagnosis of *Neospora caninum* infection in cattle. *J. Dairy Sci.* 143: 166–173.

VALIDACIÓN DE UN ENSAYO INMUNORRADIOMÉTRICO (IRMA) PARA CARACTERIZAR LAS CONCENTRACIONES PLASMÁTICAS POST TRATAMIENTO DE hCG EN OVINOS Y CAPRINOS.

Validation of an immunoradiometric assay (IRMA) to characterize plasma concentrations of hCG after treatment in sheep and goats

José Cox¹, Albert Carrasco¹, Felipe Navarrete¹, Fernando Saravia¹, Jesús Dorado²

¹Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad de Concepción. Email: jcox@udec.cl

²Departamento de Medicina y Cirugía Animal, Facultad de Veterinaria, Universidad de Córdoba, España.

INTRODUCCIÓN

La gonadotropina coriónica humana (hCG) es una glicoproteína estructuralmente similar a la LH y es capaz de emular su actividad biológica, pero con una vida media más prolongada (Casarini et al., 2018). La LH tiene un rol crítico en el control de la diferenciación terminal de los folículos seleccionados para ovulación durante los 2-3 días asociados a la fase folicular en rumiantes menores (Gong et al., 2019). Por ello, la hCG podría ser una alternativa terapéutica cuando la secreción endógena de LH está comprometida. Sin embargo, existe un vacío en la caracterización de las concentraciones de hCG, después de su administración, en ovinos y caprinos, lo que es importante para el desarrollo de protocolos de reproducción asistida. El objetivo del estudio fue validar un ensayo inmunoradiométrico para caracterizar las concentraciones plasmáticas de hCG después de su administración en ovinos y caprinos.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se efectuó entre los meses de abril y junio y se usaron 17 ovejas Highlander y 20 cabras criollas y 8 Saanen bajo programas de alimentación y de medicina preventiva, alojadas en corrales colectivos en el campus Chillán. Para evaluar la hCG plasmática tras su administración, las hembras recibieron progesterona intravaginal (0,3 g, CIDR G) por 6 días y al día 3 se administró 0,3 mg de estradiol (i.m., cipionato de estradiol, ECP) para reducir la secreción endógena de LH. A las 12 h tras el retiro de los CIDR, las hembras se distribuyeron al azar en 3 grupos: G1: 150 UI hCG (i.m., Chorulon, n=6 ovejas y 10 cabras), G2: 250 ó 300 UI hCG en ovejas (n=5) y cabras (n=10), respectivamente, y G3: sin hCG (n=6 ovejas y 8 cabras; Control). En ovejas se utilizó una concentración de 250 UI ya que en estudios previos dosis ≥ 300 UI generan eventuales ovulaciones (Santos-Jiménez et al., 2021). Se colectaron muestras de sangre en tubos heparinizados previo a la administración de hCG (t0) y a las 6, 12, 24, 36 y 48 h después, considerando que el intervalo al estro es de hasta 48 horas post CIDR en protocolos de sincronización (Cox et al., 2015). El plasma se separó y almacenó a -20°C en tubos Eppendorf hasta su análisis. La validación del kit de hCG (hCG+ β -IRMA, DIAsource) se realizó por medio de un ensayo de recuperación (adición de una concentración conocida de hCG a una muestra estándar) y dilución (dilución seriada de una concentración conocida de hCG) cuyos resultados fueron 99,7-100,1% y 99,0-99,6% para el ensayo de recuperación y 98,6-99,8% y 93,6-100,5% en el ensayo de dilución en ovinos y caprinos, respectivamente. El coeficiente de variación de la validación fluctuó entre 0,63 y 3,30%. La cuantificación de la concentración plasmática de hCG se realizó por medio del kit mencionado anteriormente y el coeficiente de variación intraensayo fue 0,53-3,15%. La comparación de las concentraciones plasmáticas de hCG entre los grupos en ovinos y caprinos se realizó por medio de un análisis de varianza de 2 vías para muestras repetidas, usando el paquete estadístico Prisma 9 (GraphPad). Un $P < 0,05$ fue considerado como una diferencia estadísticamente significativa.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del estudio se muestran en la Figura 1, y se presentan como media \pm E.E.

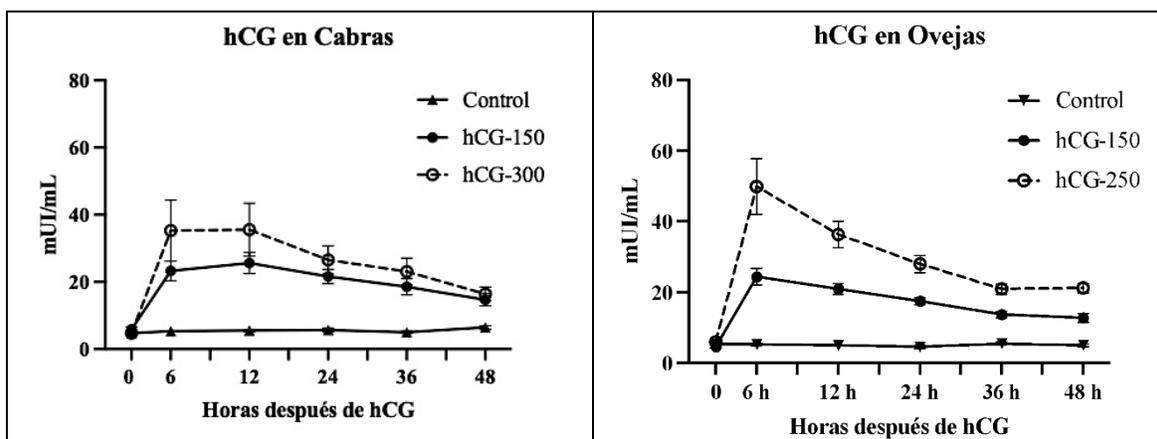


Figura 1. Concentraciones plasmáticas de hCG después de una administración de 150 UI ó 300 y 250 UI en cabras y ovejas respectivamente, comparadas con hembras no tratadas.

Los resultados mostraron una influencia muy significativa del tratamiento, del tiempo e interacción tratamiento x tiempo ($P < 0,0001$) para ambas especies. Asimismo, las hembras tratadas con ambas dosis de hCG exhibieron concentraciones circulantes de hCG superiores al compararlas con hembras controles durante todo el periodo ($P < 0,01$), excepto para al tiempo 0 ($P > 0,30$). Finalmente, al comparar la hCG en plasma en hembras tratadas con diferentes dosis (G1 vs G2), se observó que en caprinos no hubo diferencias entre ellos ($P > 0,05$), mientras que en ovinos se presentaron diferencias significativas post tratamiento durante la mayor parte del muestreo ($P < 0,05$). Aun cuando no se intentó comparar ambas especies, en ovejas, las respuestas individuales parecen menos variables que en las cabras (CV promedio= 20,4% vs 44,7% respectivamente) y las diferencias entre dosis de hCG más marcadas y por lo mismo, las respuestas individuales podrían ser más predecibles que en cabras, pero también más afectadas por la magnitud de la dosis (Santos-Jiménez et al., 2021).

CONCLUSIÓN

La administración de hCG en cabras y ovejas, en las dosis estudiadas, genera concentraciones plasmáticas suprabasales de hCG por al menos 48 h post tratamiento.

REFERENCIAS

- CASARINI L, SANTI D, BRIGANTE G, SIMONI M. 2018. Two Hormones for One Receptor: Evolution, Biochemistry of LH and hCG. *Endocrine Rev.* 39:549-592.
- COX JF, E JERIA, A BOCIC, R SOTO-SARAVIA, J DORADO. 2015. Productive performance of Highlander sheep in Southern Chile. *Small Rum. Res.* 130: 183-188.
- GONG JG, CAMPBELL BK, WEBB R. 2019. Defining the gonadotrophin requirement for the selection of a single dominant follicle in cattle. *Reprod. Fertil. Dev.* 32: 322-334.
- SANTOS-JIMÉNEZ Z, MEZA-HERRERA CA, CALDERÓN-LEYVA G, MARTÍNEZ-ROS P, GONZÁLEZ-BULNES A. 2021. Efficiency of hCG for Inducing resumption of ovarian cyclicity and synchronized ovulations during the seasonal anestrous in sheep. *Animals* 11, 3159.

EFFECTO DE LA ADMINISTRACIÓN DE BST EN LA EFICIENCIA REPRODUCTIVA DENTRO Y FUERA DE LA TEMPORADA REPRODUCTIVA EN OVEJAS SINCRONIZADAS CON PROGESTERONA.

Effect of bST on the reproductive efficiency during the breeding and anestrus season in progesterone-treated ewes.

José Cox, A Carrasco, F Navarrete, F Arias, F Saravia, J Dorado¹

Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad de Concepción. Email: jcox@udec.cl

¹Departamento de Medicina y Cirugía Animal, Facultad de Veterinaria, Universidad de Córdoba, España.

INTRODUCCIÓN

Existe interés en esclarecer los mecanismos que asocian el flushing con la prolificidad en rumiantes. Se estima que insulina (INS) e IGF-I son señales periféricas que vinculan el estatus energético con la tasa ovulatoria, debido a su capacidad de sinergizar con la FSH y LH en el desarrollo folicular terminal (Lucy, 2012), probablemente activando receptores para IGF-I (Boumgarten et al., 2019). El tratamiento con somatotropina bovina (bST) aumenta la IGF-I plasmática en ovejas (Cox et al., 2019) y podría usarse para estudiar esta influencia. Durante el anestro, la somatostatina ha mostrado inhibir la frecuencia de pulsos de GnRH/LH en ovinos y podría hacerlo con la prolificidad. En este estudio se evaluó el efecto de la administración de bST en la eficiencia reproductiva dentro y fuera de la temporada reproductiva en ovejas tratadas con progesterona (P₄), y bajo una dieta de mantención del peso vivo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se efectuó en el campus Chillán, dentro (mayo-junio) y fuera (noviembre-diciembre) de la temporada reproductiva y se usaron ovejas Highlander bloqueadas por cuentas foliculares (AFC) y peso vivo, alojadas en corrales colectivos bajo programas de alimentación y sanitario controlados. Para evaluar el efecto de la bST en el desarrollo folicular terminal, presentación de estros y fertilidad de las ovulaciones, 94 ovejas no lactantes (3 replicados) fueron sincronizadas con progesterona (CIDR G) y PGF_{2α} (cloprostenol, Ciclase) durante la temporada reproductiva. Al momento de la inserción del CIDR, las ovejas fueron divididas al azar en un grupo tratado con 30 mg de bST (Lactotropina, Elanco; n=23) y otro permaneció sin tratamiento adicional (Control, n=23). Al momento del retiro de los CIDRs, las ovejas fueron distribuidas al azar en dos corrales colectivos y expuestas a machos de fertilidad conocida (n=4 carneros adultos) para detección de estros y monta directa. Los ovarios de cada oveja fueron ecografiados transrectalmente 48 h después del retiro del CIDR (día 2) y a los 6 días post estro. Las variables registradas como función folicular fueron: número y diámetro de folículos ≥ 4 mm al día 2, intervalo al estro, número de cuerpos lúteos (CLs) y área luteal total y la eficiencia de ovulación (n° CL/n° Fol >4 mm). Además, se evaluó la tasa de partos, la tasa de fecundidad y el éxito reproductivo, como concepto que asoció el número de corderos con el de folículos >4 mm a la ovulación. El experimento se repitió durante la temporada de anestro. Los resultados fueron analizados para establecer su distribución y se compararon por medio del test de t, Mann-Whitney y el test exacto de Fisher usando el paquete estadístico Prisma 9 (GraphPad). Un $P < 0,05$ fue considerado significativo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultado para las temporadas reproductiva y de anestro se describen en los cuadros 1 y 2 respectivamente.

Cuadro 1. Efecto de la administración de bST en marcadores funcionales ováricos y en eficiencia reproductiva en ovejas tratadas con progesterona durante la temporada reproductiva (Media \pm EE).

Variables Consideradas	bST (n=23)	Control (n=23)	Valor de P
Folículos \geq 4.0 al día 2:			
Número (n)	2,3 \pm 0,14	2,3 \pm 0,13	0,924
Diámetro (mm)	5,6 \pm 0,11	5,5 \pm 0,10	0,542
Intervalo CIDR-estro (h):	39,7 \pm 1,92	34,8 \pm 2,00	0,088
Eficiencia ovulación (%):	93,8 (45/48)	81,1 (43/53)	0,077
Cuerpos lúteos día 6:			
Número (n)	2,0 \pm 0,10	1,9 \pm 0,11	0,568
Área luteal total (mm)	171,5 \pm 8,85	164,0 \pm 9,5	0,567
Tasa de partos (%):	100 (23/23)	82,6 (19/23)	0,109
Tasa de fecundidad (%):	182,6 (42/23)	126,1 (29/23)	0,012
Éxito reproductivo (%):	87,5 (42/48)	54,7 (29/53)	0,0004

Cuadro 2. Efecto de la administración de bST en marcadores funcionales ováricos y en eficiencia reproductiva en ovejas tratadas con progesterona durante la temporada de anestro (Media \pm EE).

Variables Consideradas	bST (n=25)	Control (n=23)	Valor de P
Folículos \geq 4.0 al día 2:			
Número (n)	2,0 \pm 0,15	2,3 \pm 0,24	0,218
Diámetro (mm)	5,1 \pm 0,10	5,0 \pm 0,11	0,847
Intervalo CIDR-estro (h):	40,4 \pm 2,00	39,8 \pm 2,5	0,803
Eficiencia ovulación (%):	84,0 (21/25)	95,7 (22/23)	0,350
Cuerpos lúteos día 6:			
Número (n)	1,4 \pm 0,16	1,8 \pm 0,16	0,078
Área luteal total (mm)	130,7 \pm 13,65	138,3 \pm 10,10	0,652
Tasa de partos (%):	60,0 (15/25)	73,9 (17/23)	0,367
Tasa de fecundidad (%):	84,0 (21/25)	104,3 (24/23)	0,414
Éxito reproductivo (%):	42,9 (21/49)	46,2 (24/52)	0,842

Los resultados muestran que la administración de bST aumenta el número de corderos solo durante la temporada reproductiva, y lo hace sin modificar los marcadores de función folicular seleccionados, aunque existe una tendencia a mejorar la eficiencia de ovulación ($P < 0,10$), sugiriendo que los ovocitos ovulados podrían ser funcionalmente más competentes, como además lo muestra la diferencia en éxito reproductivo (Sirard, 2019).

CONCLUSIÓN

El uso de bST aumenta la producción de corderos sólo en la temporada reproductiva.

REFERENCIAS

- BAUMGARTEN SC, ARMOUTI M, KO C, STOCCO C. 2017. IGF1r expression in ovarian granulosa cells in female mice. *Endocrinol.* 158:2309-2318.
- COX JF, NAVARRETE F, CARRASCO A, DORADO J, SARAVIA F. 2019. Effect of bST on plasma concentrations of IGF-I and follicular dynamics in sheep and goats. *Theriogenology.* 123: 159-166.
- LUCY M. 2012. GH regulation of follicular growth. *Reprod Fertil Dev,* 24:19-28.
- SIRARD M. 2019. Folliculogenesis and acquisition of oocyte competence in cows. *Anim. Reprod.* 16:449-454.

EVIDENCIA CLÍNICA MUESTRA QUE LOS FOLÍCULOS RECLUTADOS NO SON UNA LIMITANTES DE LA TASA OVULATORIA DURANTE EL ANESTRO EN OVEJAS

Clinical evidence shows that follicles recruited for ovulation do not limit the ovulatory rate during seasonal anestrus in sheep

José Cox, Fernando Saravia, Jesús Dorado¹

Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad de Concepción. Email: jcox@udec.cl

¹Departamento de Medicina y Cirugía Animal, Facultad de Veterinaria, Universidad de Córdoba, España.

INTRODUCCIÓN

La tasa ovulatoria limita la eficiencia de programas reproductivos ovinos fuera de estación. La FSH promueve la emergencia folicular, determinando el tamaño de la cohorte que participa en la onda folicular ovulatoria y por lo mismo, puede afectar la tasa de ovulación. No está clara la influencia de la FSH en la tasa ovulatoria durante el fotoperíodo inhibitorio en ovinos (Goodman e Inskeep, 2015). Una baja frecuencia de pulsos de GnRH promueve la secreción preferente de FSH en el gonadotropo (Padmanabhan y Cardoso, 2020), por lo que su secreción podría ser suficiente para preservar los números foliculares participantes del proceso ovulatorio. El objetivo del estudio fue caracterizar el desarrollo folicular terminal, la presentación de estros y las ovulaciones en un mismo grupo de ovejas durante la temporada reproductiva y de anestro.

MATERIALES Y MÉTODOS

En este estudio se usaron 47 ovejas Highlander bajo dietas de mantención (condición corporal 3, escala 1-5) y de medicina preventiva, alojadas bajo galpón en corrales colectivos en el campus Chillán. Para evaluar el efecto de la estación reproductiva en el desarrollo folicular, las ovejas fueron sincronizadas por medio de la inserción de dispositivo intravaginal de progesterona (0,3 g, CIDR G) por 6 días seguida por un tratamiento de PGF_{2α} (125 mg, cloprostenol, Ciclase) y la introducción de carneros (relación macho: hembra = 1:10) para la detección de estros. Los ovarios de cada oveja fueron ecografiados transrectalmente al momento del retiro del CIDR (día 0), 48 h después y finalmente a los 7 días post estro. La detección de estros se realizó 3 veces al día rotando los carneros y se consideró la tolerancia a la monta como signo de estro. Las variables registradas fueron: número de folículos $\geq 3,5$ mm al día 0, $\geq 4,5$ mm al día 2, tasa de presentación e intervalo al estro, tasa de ovejas ovuladas (ovuladas/tratadas) y eficiencia de ovulación (CLs/folículos $\geq 4,5$ mm) y número (equivalente a tasa de ovulación) y área total de los cuerpos lúteos (CLs). Los experimentos se realizaron durante junio y diciembre (luminosidad promedio: 9,4 y 14,6 h respectivamente) y se efectuaron dos replicados en cada oportunidad. De acuerdo con el tipo de resultados, los grupos se compararon mediante la prueba de t, Mann Whitney o Chi Cuadrado usando el paquete estadístico Prisma 9 (GraphPad). Un $P < 0,05$ fue considerado significativo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del estudio se describen en el cuadro 1 comparando la respuesta durante la temporada reproductiva y de anestro respectivamente. Los resultados muestran que los números de folículos al día 0 y día 2 son similares para ambas estaciones de reproducción ($P > 0,10$). Asimismo, muestran diferencias significativas en los diámetros foliculares al día 2, en la eficiencia de ovulación y en el desarrollo luteal.

Cuadro 1. Efecto de la estación reproductiva en marcadores funcionales de desarrollo folicular, presentación de estros y ovulaciones en ovejas sincronizadas con un protocolo corto de progesterona.

Parámetros	Estación Reproductiva		Valor de <i>P</i>
	Reproducción	Anestro	
	Media ± EE	Media ± EE	
Número de ovejas (n)	46	48	
Folículos ≥ 3.5 al día 0:			
Número (n)	2.1±0.18	2.2±0.15	0.666
Diámetro (mm)	4.6±0.08	4.4±0.06	0.440
Folículos ≥ 4.5 al día 2:			
Número (n)	2.3±0.10	2.1±0.14	0.128
Diámetro (mm)	5.6±0.08	5.0±0.08	<0.001
Presentación de estros (%)	97.8 (45/46)	89.6 (43/48)	0.204
Intervalo CIDR-estro (h)	37.3±1.42	40.1±1.58	0.179
Ovejas ovulando (%)	100 (46/46)	89.6 (43/48)	0.204
Eficiencia de ovulación (%)	87.1 (88/101)	74.5 (76/102)	0.032
Cuerpos lúteos al día 7:			
Número (n)	1.9±0.08	1.6±0.12	0.036
Área luteal total (mm)	167.8±6.5	134.7±8.29	<0.001

Analizado desde la perspectiva de la regulación del desarrollo folicular terminal, la comparación muestra que los números foliculares reclutados para participar del proceso ovulatorio, una función muy dependiente de FSH circulante (Duggavathi et al., 2004), no están comprometidos. Sin embargo, el crecimiento y la adquisición de la competencia folicular para ovulación y desarrollo luteal, una función principalmente LH, se comprometen significativamente durante la estación de anestro, lo cual era esperable (Goodman e Inskeep, 2015). El reclutamiento folicular es una respuesta de los folículos antrales FSH-dependientes a un alza de FSH en los rumiantes y los números van a depender de la dosis de FSH generada en respuesta a la caída de estradiol e inhibina A (Goodman e Inskeep, 2015). Usando el desarrollo folicular como biomarcador, los resultados sugieren que la secreción de FSH no constituye una limitante de la tasa ovulatoria durante el anestro, lo cual es relevante para el diseño de protocolos de control de ovulaciones fuera de estación sin afectar la tasa ovulatoria del rebaño.

CONCLUSIONES

Los resultados de este bioensayo permiten concluir que el reclutamiento folicular durante un fotoperiodo inhibitorio es suficiente para sostener una tasa de ovulación comparable a la exhibida durante la estación reproductiva en ovejas Highlander.

REFERENCIAS

- PADMANABHAN V, CARDOSO RC. 2020. Neuroendocrine, autocrine, and paracrine control of follicle-stimulating hormone secretion. *Mol Cell Endocrinol*, 500, 110632.
- GOODMAN RL, INSKEEP EK. 2015. Control of the ovarian cycle of the sheep. In: Plant TM, Zeleznik AJ (eds). *Knobil and Neill's Physiology of Reproduction*. Fourth ed. Academic Press, London, pp 1259-1305.
- DUGGAVATHI R, BARTLEWSKI PM, BARRET DM, et al. 2004. Patterns of antral follicular wave dynamics and accompanying endocrine changes in cyclic and seasonally anestrus ewes treated with exogenous ovine follicle-stimulating hormone during the inter-wave interval. *Biol Reprod*. 70, 821-827.

EFECTO DE LA HCG EN DOSIS SUBOVULATORIA EN EL DESARROLLO FOLICULAR TERMINAL, ESTRO, OVULACIÓN Y FERTILIDAD DE OVEJAS SINCRONIZADAS CON PROGESTERONA EN EL ANESTRO

Effect of hCG at subovulatory dose on terminal follicular development, estrus, ovulation, and fertility in progesterone-treated ewes during the anestrus season.

José Cox, Felipe Navarrete, Albert Carrasco, Fernando Saravia, Jesús Dorado¹

Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad de Concepción. Email: jcox@udec.cl

¹Departamento de Medicina y Cirugía Animal, Facultad de Veterinaria, Universidad de Córdoba, España.

INTRODUCCIÓN

La gonadotropina coriónica humana (hCG) es una glicoproteína estructuralmente similar a la LH, por lo que es capaz de compartir sus receptores y su actividad biológica, pero además tiene una mayor vida media (Casarini et al., 2018). La LH controla la diferenciación terminal de los folículos antrales seleccionados para ovulación en rumiantes, incluida la producción de estradiol y la competencia para ovulación (Sirard, 2019). Durante el anestro, la secreción de LH es inhibida generando anovulación (Goodman e Inskeep, 2015) y comprometiendo la eficiencia de protocolos de reproducción asistida. El suministro de hCG puede revertir la inhibición estacional, por lo que se evaluó el efecto de la dosis de hCG en la respuesta reproductiva durante el anestro, en ovejas tratadas con progesterona para sincronización de estros.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio se efectuó en los meses de diciembre y enero y se usaron ovejas Highlander alojadas en corrales colectivos en el campus Chillán. Para evaluar el efecto de la hCG en el desarrollo folicular terminal y fertilidad de las ovulaciones, 103 ovejas (5 replicados) recibieron progesterona intravaginal (0,3 g, CIDR G) por 6 días, al retiro de los CIDR, las hembras fueron distribuidas en 3 grupos: G1: 150 UI hCG (n=35), G2: 250 UI hCG (n=35) y G3: se dejaron sin tratamiento adicional (n=33; Control). Los grupos se distribuyeron mezclados en 2 corrales colectivos, en ese momento, se introdujo un macho por corral (n=4 carneros totales), los que se fueron rotando para detección de estros y monta directa. Los ovarios de cada oveja fueron ecografiados transrectalmente al momento del retiro del CIDR (día 0), 48 h después (día 2) y finalmente a los 6 días post estro. Las variables registradas fueron: número de folículos $\geq 3,0$ mm al día 0 (empiezan a responder a LH, McNatty et al., 2010), $\geq 4,0$ mm al día 2, tasa de presentación de estros e intervalo CIDR-estro, por último, el número y diámetro de cuerpos lúteos (CLs). Además, se evaluó la eficiencia reproductiva por medio de las tasas de preñez, de partos y de fecundidad. El diagnóstico de gestación se efectuó a los 35-40 días por ecografía. De acuerdo a la distribución y tipo de resultados, las variables fueron comparadas por un análisis de varianza, Kruskal-Wallis y Chi cuadrado por medio del paquete estadístico Prisma 9 (GraphPad). Un $P < 0,05$ fue considerado significativo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del estudio se muestran en el cuadro 1. Usando como referencia el número de corderos obtenidos, los resultados muestran que la administración de hCG mejora la respuesta reproductiva en la temporada de anestro con relación a las ovejas controles, y que existe una influencia de la dosis de hCG en marcadores funcionales de desarrollo folicular y luteal que podría eventualmente expresarse en eficiencia reproductiva.

Cuadro 1. Efecto de la administración de hCG en marcadores funcionales ováricos y reproductivos en ovejas tratadas con un protocolo corto de progesterona durante la temporada de anestro.

Variables	hCG-150 UI	hCG-250 UI	Control
	Media ± EE	Media ± EE	Media ± EE
Número de ovejas (n)	35	35	33
Folículos ≥ 3.0 al día 0:			
Número (n)	1,7±0,20	1,6±0,10	1,9±0,21
Diámetro (mm)	4,5±0,11	4,6±0,10	4,5±0,09
Folículos ≥ 4.0 al día 2:			
Número (n)	2,5±0,10 ^a	2,0±0,17 ^b	1,5±0,09 ^b
Diámetro (mm)	5,6±0,11 ^a	5,7±0,11 ^a	5,1±0,09 ^b
Ovejas en estro (%)	97,1 (34/35)	85,7 (30/35)	90,6 (29/32)
Intervalo CIDR-estro (h)	32,5±1,54 ^a	39,1±2,41 ^b	41,4±1,91 ^b
Tasa de ovulación (%):	97,1 (34/35)	97,1 (34/35)	97,0 (32/33)
Cuerpos lúteos al día 6:			
Número (n)	2,3±0,13 ^a	2,1±0,10 ^a	1,5±0,10 ^b
Área luteal total (mm)	159,7±10,74 ^a	129,5±12,71 ^b	88,2±5,63 ^c
Tasa de preñez (%):	94,7 (18/19)	76,2 (16/21)	89,5 (17/19)
Tasa de partos (%):	89,5 (17/19)	71,4 (15/21)	84,2 (16/19)
Tasa de fecundidad (n):	1,68 (32/19) ^a	1,33 (28/21) ^{ab}	1.16 (22/19) ^b

^a superíndices diferentes en líneas indican diferencias significativas ($P<0,05$)

El suministro de hCG en dosis bajas, sumado a la bioestimulación por carneros, muestran superar la restricción en el suministro de LH medido en términos de marcadores funcionales ováricos y en eficiencia reproductiva (Cox et al., 2015). Comparado con ovejas no tratadas, la administración de 150 UI de hCG reduce el intervalo al estro ($P=0,005$), aumenta el número ($P=0,003$), el desarrollo de cuerpos lúteos ($P<0,001$), y aumenta la tasa de fecundidad ($P=0,02$). Asimismo, la dosis de 150 UI parece generar una mejor respuesta que la de 250 UI medida en términos de intervalo al estro y de desarrollo luteal, lo que sugiere que puede sostener con más eficiencia la diferenciación final de los folículos destinados a ovular (Sirard, 2019).

CONCLUSIONES

La administración de 150 UI de hCG durante la fase folicular, contribuye a sostener la función reproductiva de ovejas tratadas con progesterona durante el anestro.

BIBLIOGRAFÍA

- CASARINI L, SANTI D, BRIGANTE G, SIMONI M. Two Hormones for One Receptor: Evolution, Biochemistry of LH and hCG. *Endocrine Rev.*, 39:549-592, 2018.
- COX JF, E JERIA, A BOCIC, R SOTO-SARAVIA, J DORADO. 2015. Productive performance of Highlander sheep in Southern Chile. *Small Ruminant Res*, 130:183-188.
- GOODMAN RL, INSKEEP EK. 2015. Control of the ovarian cycle of the sheep. In: Plant TM, Zeleznik AJ (eds). *Knobil and Neill's Physiology of Reproduction*. Fourth ed. Academic Press, London, pp 1259-1305.
- MCNATTY, K.P., HEATH, D.A., HUDSON, N.L., et al. et al. 2010. The conflict between hierarchical ovarian follicular development and superovulation treatment. *Reproduction*, 140: 287-294.
- SIRARD M. 2019. Folliculogenesis and acquisition of oocyte competence in cows. *Anim. Reprod.* 16:449-454.

COMPARACIÓN DEL EFECTO DE HCG VS ECG EN LA RESPUESTA OVÁRICA Y FERTILIDAD DE CABRAS SINCRONIZADAS DURANTE EL ANESTRO. ESTUDIO PRELIMINAR

Comparative effect of hCG vs. eCG on ovarian response and fertility in goats synchronized during the anestrus season. Preliminary study

José Cox, Fernando Saravia, Jesús Dorado

Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad de Concepción. Email: jcox@udec.cl

¹Departamento de Medicina y Cirugía Animal, Facultad de Veterinaria, Universidad de Córdoba, España.

INTRODUCCIÓN

La sincronización de estros durante el anestro se basa en protocolos de progesterona (P_4) asociados gonadotropina coriónica equina (eCG) con el objetivo de lograr una tasa de preñez y ovulatoria adecuadas (González-Bulnes et al., 2020). Ambos parámetros demandan un desarrollo folicular terminal que es controlado por LH (Gong et al., 2019). La gonadotropina coriónica humana (hCG) es una glicoproteína estructuralmente similar a la LH y puede compartir sus receptores y su actividad biológica, pero además tiene una vida media mayor (Casarini et al., 2018). Durante el anestro, la secreción de LH es inhibida generando anovulación (Goodman e Inskeep, 2015) por lo que el suministro de hCG puede revertir la inhibición estacional. El presente estudio comparó preliminarmente la eficiencia reproductiva en respuesta a la adición de hCG vs eCG en cabras en anestro.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se efectuó en los meses de octubre y diciembre y se usaron 70 cabras Saanen y 4 machos tratados previamente con melatonina (Melovine, Ceva) sujetos a programas de alimentación y medicina preventiva, alojados en corrales colectivos, en un plantel comercial de la comuna de Bulnes, región de Ñuble. Para comparar el efecto de la hCG vs eCG en la respuesta ovárica y fertilidad de las ovulaciones, las cabras (4 replicados) recibieron progesterona intravaginal (0,3 g, CIDR G) por 7 días, al retiro de los CIDR, las hembras fueron distribuidas en 3 grupos: G1: 150 UI hCG (n=28), G2: 450 UI eCG (n=29) y G3: sin tratamiento (n=13; Control). Momento en el cual, se introdujo un macho a cada corral, que fueron rotando en horario AM y PM por un lapso de 3 días, momento en los cuales se registraron las montas. Al retiro del CIDR (día 0), 2 días después (día 2) y 7 días después del estro, las hembras fueron ecografiadas transrectalmente (ecógrafo Honda 2010 y sonda de 7,5 Hz) para la evaluación de folículos antrales y de cuerpos lúteos (CLs) presentes. Las variables registradas fueron: número y diámetro de folículos $\geq 4,0\text{mm}$ y $\geq 5,0\text{mm}$ al día 0 y 2 respectivamente y número y diámetro de CLs. Se consideraron ovuladas las hembras que presentaron evidencia de CLs. Adicionalmente, se hizo el diagnóstico de gestación por ecografía a los 35-40 días post monta para determinar las tasas de preñez (hembras gestantes/hembras tratadas x 100). De acuerdo con la distribución y tipo de resultados, las variables fueron comparadas por un análisis de varianza, Kruskal-Wallis y Chi cuadrado por medio del paquete estadístico Prisma 9 (GraphPad). Un $P < 0,05$ fue considerado significativo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del estudio se muestran en el cuadro 1 y se describieron como media \pm EE y como porcentajes de acuerdo con la pertinencia. Una cabra del grupo hCG-150 fue eliminada por perder el dispositivo intravaginal de liberación de P_4 (CIDR).

Cuadro 1. Evaluación comparativa del efecto de la hCG y eCG en el desarrollo folicular terminal, ovulación, desarrollo luteal y fertilidad después de la monta, en cabras sincronizadas con P₄ durante el anestro.

Variables	hCG-150 UI	eCG-450 UI	Control
	Media ± EE	Media ± EE	Media ± EE
Número de cabras (n)	27	29	13
Folículos ≥ 4.0mm al día 0:			
Número (n)	3,2 ± 0,4	3,8 ± 0,4	4,6 ± 0,8
Diámetro (mm)	6,4 ± 0,2	5,9 ± 0,1	5,9 ± 0,2
Folículos ≥ 5.0mm al día 2:			
Número (n)	3,2 ± 0,6	4,7 ± 0,7	4,2 ± 0,8
Diámetro (mm)	7,6 ± 0,3	7,3 ± 0,2	6,8 ± 0,2
Cabras ovuladas (%) ¹	84,6 (22/26) ^a	82,8 (24/29) ^a	38,5 (5/13) ^b
Cuerpos lúteos al día 7:			
Número (n)	2,2 ± 0,3 ^a	2,5 ± 0,3 ^a	0,8 ± 0,3 ^b
Área luteal total (mm)	204,7 ± 27,8 ^a	261,4 ± 35,2 ^a	58,9 ± 23,9 ^b
Tasa de preñez (%)	63,0 (17/27) ^a	58,6 (17/29) ^a	23,1 (3/13) ^b

¹superíndices diferentes indican diferencias estadísticamente significativas (P<0,05).

Los resultados en el cuadro 1 muestran que ni los números ni el diámetro de los folículos con potencial de participar en el proceso ovulatorio son afectados por la administración de hCG o eCG en cabras pretratadas con P₄ y expuestas a chivatos. Esta es una función con influencia relevante de la FSH (Gong et al., 2019), que evidencia no afectarse por el fotoperíodo inhibitorio. La LH controla la competencia folicular para estradiol y ovulación y la competencia ovocitaria para fecundación (Goodman e Inskeep, 2015). En este estudio la administración de hCG mejoró los marcadores funcionales para ambos procesos comparados con el grupo no tratado (P<0,01). Asimismo, los resultados son comparables a los obtenidos por eCG, lo que podría sugerir que el efecto estimulante de la eCG es mediado por su actividad LH. No está claro por qué no se genera un desarrollo luteal comparable en cabras en anestro pretratadas con P₄ en ausencia de hCG o eCG, pero podría ser consecuencia de alteraciones en la producción de estradiol, y, en consecuencia, del pick ovulatorio de LH que puede comprometer el desarrollo luteal.

CONCLUSIONES

La administración de 150 UI de hCG, contribuye a sostener la función reproductiva de cabras tratadas con P₄ durante el anestro, de manera similar a la observada con eCG.

REFERENCIAS

- CASARINI L, SANTI D, BRIGANTE G, SIMONI M. Two Hormones for One Receptor: Evolution, Biochemistry of LH and hCG. *Endocrine Rev.*, 39:549-592, 2018.
- GOODMAN RL, INSKEEP EK. 2015. Control of the ovarian cycle of the sheep. In: Plant TM, Zeleznik AJ (eds). *Knobil and Neill's Physiology of Reproduction*. Fourth ed. Academic Press, London, pp 1259-1305.
- GONG JG, CAMPBELL BK, WEBB R. 2019. Defining the gonadotrophin requirement for the selection of a single dominant follicle in cattle. *Reprod. Fertil. Dev.* 32, 322-334.
- GONZÁLEZ-BULNES A, MENCHACA A, MARTIN G, MARTÍNEZ P. 2020. Seventy years of progestagen treatments for management of the sheep estrous cycle: where we are and where we should go. *Reprod. Fertil. Dev.* 32, 441-452.
- SIRARD M. 2019. Folliculogenesis and acquisition of oocyte competence in cows. *Anim. Reprod.* 16:449-454.

Sistemas de Producción y Estudio de Casos

INCLUSIÓN DE POMASA DE MANZANA FRESCA EN LA ALIMENTACIÓN DE OVEJAS EN PASTOREO DURANTE EL ENCASTE

Inclusion of fresh apple pomace in the feed of grazing sheep during the mating

Onyx Sorto^a, Silvana Bravo^b, Kevin Straussmann^c, Giovanni Larama^d, Karla Inostroza^e.
^a Escuela de Graduados, Facultad de Ciencias Agrarias y Alimentarias, Universidad Austral de Chile, ^b Instituto de Producción Animal, Facultad de Ciencias Agrarias y Alimentarias, Universidad Austral de Chile, ^c Escuela de Agronomía, Facultad de Ciencias Agrarias y Alimentarias, Universidad Austral de Chile, ^d Centro de Genómica Nutricional Agroacuícola. ^e Departamento de Ciencias Agropecuarias y Acuícolas, Facultad de Recursos Naturales, Universidad Católica de Temuco. *onyx.sorto@alumnos.uach.cl

INTRODUCCIÓN

El aporte energético en la dieta es un factor importante para el desarrollo de los procesos fisiológicos y productivos de los ovinos, especialmente en etapas críticas como el encaste donde los requerimientos nutricionales aumentan (SCARAMUZZI *et al.*, 2006). En la zona sur de Chile es difícil suplir todos los requerimientos nutricionales de los ovinos al encaste, debido a que este periodo coincide con el término del verano, situación que conlleva a incorporar recursos alimenticios alternativos. La pomasa de manzana es una buena fuente de energía y de bajo costo que puede ser usada en la alimentación de rumiantes hasta un 30% de inclusión (BEIGH *et al.*, 2015). El objetivo general de esta investigación fue evaluar el efecto de la suplementación de pomasa de manzana fresca en diferentes porcentajes de inclusión en la alimentación de ovejas durante el encaste.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se desarrolló entre marzo y abril de 2022, en la Unidad Ovina de la Estación Experimental Agropecuaria Austral propiedad de la Universidad Austral de Chile, región Los Ríos (39°46'26"S; 73°14'10"O). Se utilizaron 101 ovejas Australes (entre 1 a 4 años), las cuales fueron distribuidas en tres tratamientos de igual condición corporal (2,1±0,63). Las ovejas evaluadas fueron mantenidas en un sistema de producción extensiva en base a praderas naturalizadas, predominadas por *Lolium spp.*, *Agrostis spp.*, *Holcus spp.*, y *Taraxacum spp.*, con una disponibilidad promedio de 1891.8±750,4 kg MS/ha. Los tratamientos evaluados fueron: PM0 sin inclusión de pomasa de manzana; PM3,5 con el 3,5% MS de pomasa (0,3 kg pomasa fresca/oveja/día) y PM6,6 con el 6,6% MS de pomasa (0,60 kg pomasa fresca/oveja/día); la suplementación tuvo una duración de 44 días (adaptación y encaste). La pomasa utilizada correspondió al ecotipo Limona, siendo su composición química 21,8%MS, 5,4%PB, 12,1%FC, 29,2%FDN, 21,5%FDA, 3,1Mcal/kg, 1,8%EE y 73,3%ELN. La pomasa se obtuvo semanalmente y se proporcionaba en una ración diaria; se determinó el consumo diario de la pomasa a través de la diferencia del suplemento ofrecido y el rechazado. Cada tratamiento se mantuvo en una superficie de 2 ha de pradera naturalizada, con acceso a agua y con su respectivo carnero. Los tratamientos se rotaron de potrero y carnero cada 10 días, con el propósito de anular el efecto de la pradera y del macho; además se midió la disponibilidad de fitomasa y tasa de crecimiento de cada pradera. Se registró el peso vivo (PV), condición corporal (CC) y se extrajeron muestras de sangre para perfil metabólico a inicio, mediados y final de la suplementación con intervalos de 15 días. Los datos obtenidos fueron tabulados en una planilla Excel para posteriormente ser analizados. El efecto de los tratamientos y el tiempo en las variables de respuesta condición corporal, peso vivo y parámetros sanguíneos fueron evaluados utilizando un modelo lineal mixto a través del paquete Ime4 en el ambiente R.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

No existieron diferencias estadísticas significativas ($P>0,05$) en el PV (kg) y CC de las ovejas entre los tratamientos evaluados. Con relación al tiempo se observó diferencias estadísticas significativas ($P<0,01$) en PV (Fig. 1 A) y CC (Fig. 1 B) para los días 15 y 30 de la suplementación. Durante el encaste la CC varió entre 2,1 y 3,1.

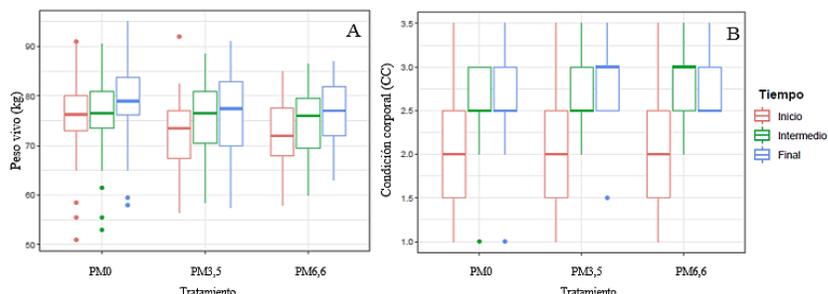


Figura 1. Evolución del peso vivo (A) y condición corporal (B) en ovejas de los tres tratamientos evaluados.

Las concentraciones séricas de β -hidroxibutirato, colesterol y urea no presentaron diferencias estadísticas significativas ($P>0,05$) entre los tratamientos, pero si se observó diferencia en el tiempo ($P<0,01$) (Fig. 2 A, B, C). Las concentraciones de colesterol y urea se mantuvieron dentro de los valores normales descritos por WITTWER (2021).

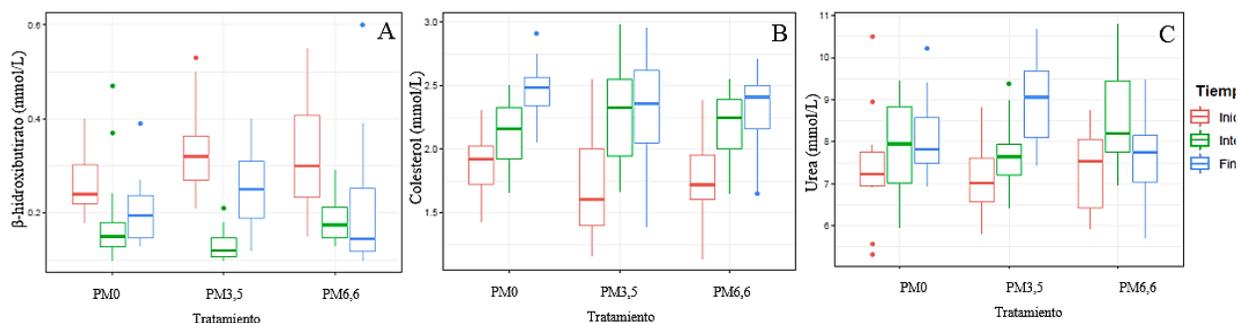


Figura 2. Evolución de las concentraciones séricas de β -hidroxibutirato (A), colesterol (B) y urea (C) en ovejas de los tres tratamientos evaluados.

CONCLUSIONES

La suplementación con pomasa de manzana fresca en ovejas a pastorero durante el encaste mejoró la condición corporal en el tiempo y su inclusión al 6,6% en base a materia seca no afectó su salud, pudiéndose incrementar su porcentaje de inclusión y con ello potenciar el uso de este subproducto, a fin de mejorar los parámetros productivos y reproductivos de importancia económica en la especie.

REFERENCIAS

BEIGH, Y., GANAI, A., AHMAD, H. 2015. Utilization of apple pomace as livestock feed: A review. *Indian J Small Ruminants* 21(2), 165-179.

SCARAMUZZI, R., CAMPBELL, B., DOWNING, J., KENDALL, N., KHALID, M., MUÑOZ-GUTIÉRREZ, M., SOMCHITE, A. 2006. A review of the effects of supplementary nutrition in the ewe on the concentrations of reproductive and metabolic hormones and the mechanisms that regulate folliculogenesis and ovulation rate. *Reprod Nutr Dev.* 46, 339-354.

WITTWER, F. 2021. *Manual de Patología Clínica Veterinaria*. 3ª Ed., Ediciones UACH, Valdivia, 364 pág.

USO ESTRATEGICO INVERNAL DE RAPS FORRAJERO EN LA LOCALIDAD DE LA JUNTA, REGION DE AYSÉN: ESTUDIO DE CASO

Forage rape and its winter strategic use in La Junta, Aysen region: Case study

Verónica Gonzalez¹, Jose Daza¹ y Daniel Estroz¹.

¹Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA Tamel Aike, Coyhaique, Chile.

E-mail: veronica.gonzalez@inia.cl

INTRODUCCIÓN

El raps forrajero (RF) (*Brassica napus* spp biennis) es un cultivo suplementario, usado en sistemas ganaderos en base a pastoreo, en épocas donde el crecimiento de las praderas disminuye. Además, es un cultivo de bajo costo, con altos rendimientos de materia seca y nutricionales. (Hepp, C. y Teuber, O., 2021). En la región de Aysén, el RF se ha utilizado como cultivo suplementario para los meses de verano (diciembre a febrero). Sin embargo, dada su capacidad de rebrotar, permite tener pastoreos en los meses de otoño e invierno. En la zona húmeda de la región, específicamente en la localidad de La Junta, este cultivo ha sido establecido en forma estratégica mediante siembras tardías (enero-febrero), permitiendo suplir el déficit forrajero invernal, aumentando la calidad nutricional de las dietas animales y reduciendo los costos de alimentación. El objetivo de este estudio de caso, fue criar terneras de reemplazo en base a RF para realizar un encaste precoz de la raza overo colorado.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la evaluación se estableció Raps Forrajero de la variedad Titan. La fertilización consistió en: 72 N – 92 P₂O₅ – 60 K₂O – 50 S, además, se incorporaron, al momento de la preparación de suelo, 2000 kg de CaCO₃ (carbonato de calcio), dada la condición de acidez de los suelos de la localidad. La dosis de semilla fue de 5 kg/ha. La superficie del ensayo fue de 1 ha y la siembra se realizó el día 25 de enero 2021. Se evaluó la producción total de materia seca (MS) disponible y el residuo para determinar el porcentaje de utilización. La evaluación se realizó tomando cuatro muestras con cuadrantes metálicos de 0,5 m determinando la producción de materia verde y posteriormente una parte de la muestra, fue secada en un horno de ventilación forzada, a 60°C, por 48 h para determinar la materia seca (MS). Luego de 105 días post siembra se inició el pastoreo con 15 vaquillas overo colorado con un peso promedio de 280 kg de destete. El pastoreo se realizó con cerco eléctrico móvil y franjas diarias por un periodo de 3 hrs/día aproximadamente, aportando un 60% de la ración diaria. El complemento de la ración fue en base a heno (fardo) de cereales y pradera natural, *ad-libitum* como aporte de fibra, sales minerales y con acceso a agua de bebida *ad-libitum*.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El cultivo alcanzó una producción de 8,2 t MS/ha, generando un costo por kilo de MS aproximado de \$103 y un costo total de la ración al día de \$1091. Además, la composición botánica correspondió a 58% de hojas, un 32% a tallos y un 10% a material muerto. Con este manejo se logró un 80% de utilización del cultivo. El pastoreo se realizó desde el 10 de mayo hasta el 5 de septiembre de 2021 y las vaquillas alcanzaron un peso promedio de 320 kg, con una ganancia de peso diaria de 0,339 kg. (Cuadro 1).

Cuadro 1. Efecto del RF sobre la respuesta productiva en terneras de recría.

Variables	Raps cv. Titan
Periodo ensayo, días	118
Peso inicial, kg/animal	280
Peso final, kg/animal	320
Incremento diario, kg/animal	0,339

CONCLUSIÓN

Es posible criar terneras en los meses de invierno con una ganancia aproximada de 340 gr/día, permitiendo un encaste precoz (13-14 meses), a diferencia de la recría tradicional realizada por la mayoría de los productores de la localidad, con lo cual logran encastar con edades que bordean los 24 meses.

AGRADECIMIENTOS

Este resumen hace parte del Grupo de Extensión Tecnológica Ganaderos de La Junta, en el marco del Programa “Gestión Integral Agropecuaria con Enfoque Territorial”, financiado por el Gobierno Regional de Aysén.

REFERENCIAS

HEPP K., CHRISTIAN Y TEUBER W., OSVALDO (eds.) (2021). Brásicas forrajeras en sistemas bovinos de carne y ovinos de la Patagonia (región de Aysén). Boletín técnico N°44. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación INIA Tamel Aike, Coyhaique, Aysén-Patagonia, Chile. 137p.

COLES FORRAJERAS Y USO ESTRATEGICO INVERNAL EN LA LOCALIDAD DE LA JUNTA, REGIÓN DE AYSÉN: ESTUDIO DE CASO

Kales and its winter strategic use in La Junta, Aysen region: Case study

Verónica González¹, Daniel Estroz¹, Jose Daza¹

¹Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA Tamel Aike, Coyhaique, Chile.

E-mail: veronica.gonzalez@inia.cl

INTRODUCCIÓN

Las brásicas forrajeras, son cultivos estratégicos utilizados en sistemas ganaderos pastoriles, en épocas cuando la pradera no cubre las necesidades nutricionales. Su utilización, depende de la especie, variedad y condiciones agroclimáticas, por lo que permite estratégicamente manejarlos dependiendo de cada predio y objetivos productivos. Las Coles Forrajeras (CF) (*Brassica oleracea* (L.) spp. acephala) es un cultivo considerado de ciclo largo, pues su utilización óptima varía entre los 130 a 220 días post siembra. Las CF posee un sistema radicular profundo, lo que le permite una buena tolerancia a la sequía, no obstante, se desarrolla mejor en zonas húmedas. (Hepp, C. y Teuber, O., 2021). El objetivo de este estudio de caso, fue evaluar los costos de alimentación de la CF como alternativa al pastoreo de invierno en vacas lecheras secas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Como alternativa de alimentación invernal en la localidad de La Junta, se realizó un ensayo utilizando CF variedad Sovgold. El ensayo se realizó en un potrero de 1 ha en el que anteriormente fue sembrado con avena, la dosis de siembra fue de 5 kg/ha de col forrajera. La fertilización correspondió a la recomendada por INIA y que es la utilizada por el programa de praderas suplementarias de INDAP, la cual consistió en: 72 N – 92 P₂O₅ – 60 K₂O – 50 S. El establecimiento se realizó el día 14 de enero 2021 y fue pastoreado entre los meses junio - julio con vacas lecheras secas. Previo al pastoreo, las CF fueron evaluadas para determinar la producción total de materia seca (MS) disponible. La evaluación se realizó tomando cuatro muestras al azar mediante cuadrante metálico de 0,5 m². Se determinó la producción de materia verde y posteriormente una parte de la muestra, fue pesada y secada en un horno de ventilación forzada, a 60°C, por 48 h para determinar la materia seca del cultivo. La utilización del cultivo se inició el 18 de junio de 2021 con un lote de 50 vacas secas raza Overo Colorado, con un peso promedio de 550 kg, mediante pastoreo con cerco eléctrico móvil y franjas diarias. El tiempo de pastoreo del cultivo fue de 4 hrs/día aproximadamente, aportando un 40% BMS de la ración diaria, el complemento fibroso fue incluido mediante bolos de ensilaje de pradera premarchito, además se suplementó con sales minerales y agua *ad libitum*.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Previo a ser pastoreado, las CF fueron evaluadas durante la primera semana de junio. El cultivo alcanzó una producción de 9,8 T MS/ha, donde el 68% correspondió a hojas, un 20% a tallos y un 12% a material muerto. El pastoreo se extendió hasta el 27 de julio 2021 y con este manejo se logró un 90% de utilización del cultivo. Al analizar el periodo completo de suplementación invernal (40 días) con las CF, se logró reducir considerablemente el uso de forraje conservado (ensilaje bolo), pues solo se necesitó para cubrir el 60% de la dieta, como complemento a la utilización de las CF, lo que significó el aporte diario de 1,5 bolos, en comparación a los 2,5 bolos diarios que hubieran sido necesarios para suplementar al lote completo, por ejemplo.

Cuadro 1. Costos de alimentación con inclusión de coles forrajeras en la dieta

VARIABLES ECONÓMICAS	COLES	ENSILAJE BOLO
Kg ración/día	5	9
\$ Kg MS	87	104*
\$ ración/vaca/día	\$435	\$939
\$ ración/lote/día	\$21.750	\$46.965
\$ Costo total de la ración, lote/día		\$68.715

*El costo del kg MS de silo bolo en esta tabla se estimó considerando un costo promedio anual de la pradera de \$226.200/ha y con un rendimiento de 6000 kg MS/ha, estimación de costos con valores de insumos en La Junta durante primavera 2020.

*Considera la producción del ensilaje en el predio, con costo de prestación de servicios más insumos de \$20.000 por bolo de 600 Kg MV con un 50% de MS (\$66,7/kg MS ensilado)

Al hacer la comparación de esta estrategia de suplementación invernal con otras 3 alternativas como los son uso de heno tipo bolo, heno tipo fardo y ensilaje tipo bolo, la inclusión de CF en la alimentación diaria permitiría una reducción en los costos de suplementación de hasta un 57% menos respecto, por ejemplo, de una suplementación solo con heno en formato de fardo adquirido en La Junta (cuadro 2).

Cuadro 2. Alternativa de suplementación con distintos tipos de forraje conservado.

	HENO BOLO	HENO FARDO	ENSILAJE EN BOLO
Kg MS (ración/día)	14	14	14
\$ Kg MS	158	227	217
\$ ración/vaca/día	\$2.212	\$3.182	\$3.038
Total ración diaria del lote (\$)	\$110.600	\$159.091	\$151.900

*Los valores de esta tabla son considerando la compra de los forrajes, valores promedios puestos en La Junta durante marzo a mayo de 2021.

CONCLUSIÓN

El uso de la CF permite disponer de un forraje con altos rendimientos y buena calidad nutricional cuando la oferta de forraje de la pradera es muy escasa, por otra parte, el rendimiento logrado con esta siembra tardía, permitió disminuir la necesidad de forraje conservado en 40 bolos de ensilaje premarchito, durante el periodo de utilización de las coles (40 días).

AGRADECIMIENTOS

Este resumen es parte del Programa “Gestión Integral Agropecuaria con Enfoque Territorial”, financiado por el Gobierno Regional de Aysén.

REFERENCIAS

HEPP K., CHRISTIAN Y TEUBER W., OSVALDO (eds.) (2021). Brásicas forrajeras en sistemas bovinos de carne y ovinos de la Patagonia (región de Aysén). Boletín técnico N°44. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación INIA Tamel Aike, Coyhaique, Aysén-Patagonia, Chile. 137p.

EVALUACIÓN PRODUCTIVA DE ALTERNATIVAS FORRAJERAS PARA LA COMUNA DE LONQUIMAY. ESTUDIO DE CASO: PEHUENCO

Productive evaluation of forage alternatives for Lonquimay district. A case study at Pehuenco.

Paulina Etcheverría T¹, Manuel Vial A¹. y Paul Escobar-Bahamondes¹.
paulina.etccheverria@inia.cl
¹INIA Carillanca

INTRODUCCIÓN

El sector de Pehuenco se encuentra en la zona centro de la comuna de Lonquimay. Las terrazas de la zona son de origen fluvio-glaciar y relativamente planas. Se caracterizan por una alta capacidad de retención de humedad y alto contenido de limo, con una fertilidad media de fósforo y potasio, altos niveles de calcio y magnesio, junto a niveles muy bajos de azufre y sodio. La descarga de agua, producto del deshielo o lluvia, origina el surgimiento estacional de praderas naturales hidromórficas, de elevado valor forrajero para el sistema ganadero local, además de permitir el establecimiento de cultivos suplementarios para la conservación de forraje. Es así, que se propuso evaluar la producción de materia seca de especies forrajeras comerciales, en terrazas de secano del sector de Pehuenco, tanto para pastoreo, como para conservación de forraje.

MATERIALES Y MÉTODOS

En mayo de 2019 se estableció un jardín forrajero en el sector de Pehuenco (38°36'4.40"S 71°7'18.89"O), comuna de Lonquimay. El sector presenta una gran oscilación térmica, sin un período libre de heladas. La temperatura media del aire en invierno y verano ha sido de 2,6°C y 13°C respectivamente. Las precipitaciones han ido disminuyendo desde 2019 con 918 mm, al 2021 con 691 mm. De igual forma, las precipitaciones caídas en el período de crecimiento han disminuido desde 2019 (de 105 mm a 51,3 mm).

Se sembraron especies perennes y anuales, en parcelas de 18 m² con 3 repeticiones, en bloques completos al azar. Las especies perennes seleccionadas fueron: *Bromus valdivianus* (var. Poker), *Festulolium* (var. Splice), *Lolium perenne* (var. 24 siete) y *Medicago sativa* (var. WL366 HQ). Especies anuales: triticale (var. Aguacero), *Avena strigosa* (var. Negra), *Avena sativa* (var. Supernova) y *Brassica rapa* spp rapa (var. Barkant y Dynamo). Se realizó una fertilización de corrección a la siembra con 90 u S ha⁻¹ (como fertiyeso), 144 u P₂O₅ ha⁻¹ (como superfosfato triple) y 44 u K₂O ha⁻¹ (como muriato de potasio). A la emergencia se aplicó 60 u N ha⁻¹ (como Can 27). Se determinó la producción de materia seca (MS) mediante el método del cuadrante y secado en horno. En el caso de gramíneas y leguminosas se realizó el corte cuando el cultivo tenía una altura de 15 a 20 cm, dejando un residuo de 5 cm. Se realizó 2 a 3 cortes en la temporada. En el caso de los cultivos suplementarios, la evaluación de la producción de MS se realizó al momento del corte para heno en el mes de enero. En el caso de los nabos forrajeros, estos se evaluaron a fines de verano (inicio de marzo). Se realizó un análisis exploratorio de los datos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La siembra de otoño en 2019 fue una buena alternativa para algunas especies forrajeras como gramíneas y Triticale. No se registró la emergencia de avenaforrajera. En el caso de alfalfa, que se sembró en primavera junto con el nabo, no tuvo un buen establecimiento y fue necesario resembrar la segunda temporada.

Los cultivos suplementarios, triticale y avena var. Supernova, han logrado rendimientos similares a la avena forrajera, dependiendo la temporada, siendo alternativas viables para la conservación de forraje en la zona. El nabo forrajero tuvo un rendimiento homogéneo entre temporadas, en condiciones de secano (Figura 1A). Sin embargo, al tratarse se suelos de terraza, con un mayor nivel de humedad y fertilidad, se esperaba un rendimiento mayor al obtenido, entre 3400 y 3700 kg ha⁻¹ dependiendo la temporada. En la Zona Intermedia y la zona de Estepa de la Región de Aysén, los rendimientos obtenidos fueron superiores, con 8,2 -8,3 t MS ha⁻¹ y 4,6 -7,6 t MS ha⁻¹, respectivamente (Teuber et al., 2021).

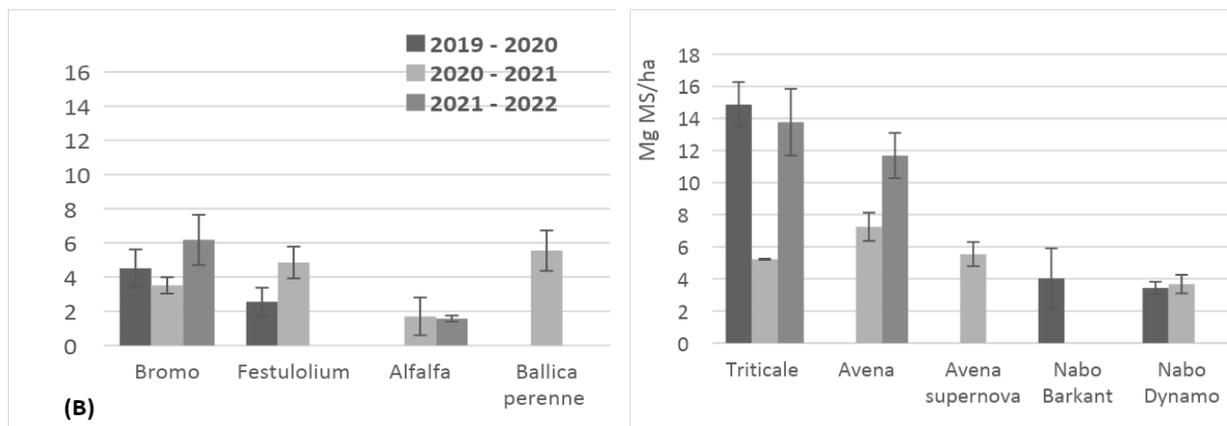


Figura 1. Rendimiento de cultivos suplementarios y especies perennes en tres temporadas, en el sector de Pehuenco, comuna de Lonquimay. (A) Cultivos suplementarios. (B) Forrajeras perennes.

Dentro de las forrajeras perennes ha destacado el bromo, con una producción promedio durante la tercera temporada de 6.172 kg ha⁻¹, festulolium de persistencia similar a una ballica perenne, sólo tuvo duración de 2 años, alfalfa no ha logrado un buen desarrollo, debido principalmente a limitaciones físicas, como una napa freática alta durante 8 meses. Los rendimientos alcanzados en dos temporadas fueron inferiores a 2.000 kg ha⁻¹ (Figura 1B). Al igual que festulolium, ballica perenne tuvo una corta persistencia de sólo dos temporadas y sin alcanzar una altura de corte mínima (12 cm) en la primera temporada.

CONCLUSIONES

Bajo las condiciones climáticas de la comuna de Lonquimay, sector de Pehuenco, las especies perennes como *Lolium perenne* y *festulolium* se comportan como bianuales.

La especie perenne de mejor adaptación y rendimiento es el bromo, la que se adapta muy bien a sistemas de pastoreo.

En cuanto a los cultivos suplementarios para conservación de forraje, además de la avena forrajera, el triticale tiene un buen comportamiento bajo las diferentes condiciones de humedad y temperatura imperantes en las distintas temporadas.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece el financiamiento del Proyecto FIA PYT-2018-0158.

REFERENCIAS

TEUBER, O., NAGUIL, A. Y DAZA, J. 2021. Establecimiento de brásicas forrajeras por medios convencionales y cero labranza. *In*: Brásicas forrajeras en sistemas de bovinos de carne y ovinos de la Patagonia (región de Aysén). Hepp, C y Teuber, O. Boletín INIA N° 441. Pag. 32-50.g

RESPUESTA PRODUCTIVA Y RETORNO ECONÓMICO MARGINAL DE NOVILLOS FINALIZADOS EN PRADERA EN EL SECANO INTERIOR DE ÑUBLE, CHILE, CON UNA ESTRATEGIA DE REIMPLANTE ANABOLICO DIFERIDO

Productive response and marginal economic return in grass-finished steers in the dry Mediterranean, with a delayed strategy of growth-promoting implant the Ñuble region, Chile

Matías Vega^a, Jorge Ávila^c, Rodrigo Arias^{ab}

^aEscuela de Graduados, Facultad de Ciencias Agrarias y Alimentarias, Universidad Austral de Chile, Valdivia.

^bInstituto de Producción Animal, Facultad de Ciencias Agrarias y Alimentarias, Universidad Austral de Chile, Valdivia. E-mail: rodrigo.arias@uach.cl

^cDepartamento de Ciencia Animal, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad de Concepción, Chillán.

INTRODUCCIÓN

La ganadería bovina de carne se enfrenta a múltiples desafíos de sostenibilidad y de mitigación ante el cambio climático. La incorporación de tecnologías mejoradoras de crecimiento como implantes anabólicos promotores del crecimiento (IAPC) permiten producir carne segura, asequible y nutritiva de manera sostenible (Capper y Hayes, 2012) y han sido ampliamente evaluados en feedlots pero no en praderas. El secano interior (mediterráneo sub-húmedo) es una zona agroecológica caracterizada por una baja y variable producción anual en praderas naturales. Existe pocos trabajos que comparen el efecto de diferentes estrategias de anabólicos de forma diferida, incluyendo dosis, tipo de anabólico y hormona. El objetivo del estudio fue evaluar el efecto del IAPC sobre la ganancia diaria de peso, las concentraciones de IGF-I (insulin growth factor type I) y al mismo tiempo cuantificar el retorno a la inversión al incorporar el uso de IAPC.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se ejecutó en el Fundo Porvenir, ubicado a 34 km al noroeste de la ciudad de Chillán en la comuna de Ninhue, región de Ñuble. Un total de 33 novillos de 0 dientes (menor a 1,5 años) (híbridos británicos (Hereford x Angus), Overo Colorado, Overo Negro y Pardo Suizo), fueron adquiridos a fines del mes de mayo del 2021 y luego engordados exclusivamente en base a pradera (*Trifolium subterraneum*, *Medicago polymorpha*, *Lolium multiflorum*, *Phalaris aquatica*) por 170 días. Todos los novillos fueron pesados e implantados el mismo día (D0) con Synovex Plus® (200 mg de TBA y 28 mg BE). Simultáneamente, se conformaron de forma aleatoria dos grupos de 17 y 16 novillos para aplicar la estrategia de reimplante. En el día 58 el grupo A (D58) recibió el reimplante, mientras que el grupo B fue reimplantado al día 83 (D83) ambos con el mismo IAPC. Los pesajes se realizaron a intervalos de 30 días usando una balanza electrónica modelo EziWeight 7i True-Test. Asimismo, se colectaron muestras de sangre para cuantificar la concentración de IGF-I. Para la ganancia de peso diaria se utilizó un diseño completamente al azar usando como covariable el peso inicial $ij = \mu + i + \beta X_{ij} + X + I_j$, donde μ : es la media del tratamiento reimplante, τ_i efecto tratamiento (D58 y D83), β es el coeficiente para la regresión lineal de y_i sobre x_{ij} , donde e_{ij} corresponde al error experimental. Asimismo, el IGF-I fue evaluado mediante el modelo $ij = \mu + i + j + ij$ donde, Y_{ij} es la respuesta del i-novillo bajo la j-tiempo del tratamiento, μ la media global, ρ_i = el efecto asociado al i-ésimo novillo, τ_j = el efecto del j-ésimo nivel del tratamiento, ε_{ij} = el error experimental asociado al i-novillo bajo el j-tiempo. La tasa de retorno marginal, se estimó a través del ingreso y costo marginal por novillo asociado a al uso del IAPC, asumiendo una diferencia de un 7,46 % para el peso de la canal caliente (Duckett y Pratt. 2014). Estudio que fue

similar al que se presenta pues evaluó a novillos tratados dos veces con implantes hormonales con combinación andrógeno (TBA) y estrógeno (E2).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

No se observó un efecto del retraso en el reimplante sobre la ganancia media diaria de peso (Cuadro 1). Al respecto, Griffin et al. (2009) tampoco encontraron diferencias en novillos híbridos británico x continental al evaluar un retraso de 30 días en el implante después de ingresar al feedlot. Por el contrario, se observó diferencias en las concentraciones séricas de IGF-I, pero esto no se reflejó en una diferencia en la ganancia media diaria de peso. Las diferencias en IGF-I entre ambos grupos se mantuvo a lo largo del tiempo, lo cual coincide con lo reportado por Smith et al. (2019), quienes compararon un IAPC de alta potencia con el grupo control, observando que en el día 14 post implante existió una diferencia significativa en concentración sérica de IGF-I.

Cuadro 1. Concentración media (ng/mL) y ganancia media diaria de peso (kg/día) durante el ensayo (d0-d170) según los tratamientos.

Variable	Tratamiento		Valor p
	D58	D83	
Concentración media IGF-I (ng/mL)	166 ± 8,95 ^a	135 ± 8,42 ^b	0.003
Ganancia media diaria de peso (kg/día)	1,32 ± 0,11	1,35 ± 0,01	0.692

Letras distintas en la fila indican diferencia significativa según prueba de Tukey (P<0,05)

Valores se indican como media ± EEM

Cuadro 2. Tasa de retorno marginal(T.M.R) entre tecnologías

Tecnología	Costo/novillo	Costo/cambio de tecnología	Beneficio/novillo	Beneficio/cambio de tecnología	T.R.M (%)
Sin IAPC	\$479.275	0	\$553.025	0	-
Con IAPC	\$483.275	\$4.000	\$630.425	\$77.400	19,35

La tasa de retorno marginal fue de un 19,35 veces la inversión (Cuadro 2). La cifra anterior, es muy similar a lo reportado por Arias et al. (2019). Además, el ingreso marginal por novillo fue 99,5% superior al compararlo con novillos sin IAPC.

CONCLUSIONES

La estrategia de retardar en 25 días el reimplante no tuvo un efecto sobre la ganancia diaria de peso en novillos engordados bajo condiciones de pastoreo. Además, la inversión del uso de IAPC, genera un impacto positivo en el retorno económico.

REFERENCIAS

- ARIAS, R., SANTA-CRUZ, C., & VELASQUEZ, A. (2019). Effect of High Potency Growth Implants on Average Daily Gain of Grass-Fattened Steers. *Animals (Basel)*, 9(9). doi:10.3390/ani9090587
- DUCKETT, S. K., & PRATT, S. L. (2014). MEAT SCIENCE AND MUSCLE BIOLOGY SYMPOSIUM--anabolic implants and meat quality. *J Anim Sci*, 92(1), 3-9. doi:10.2527/jas.2013-7088
- GRIFFIN, W., ADAMS, D., & FUNSTON, R. (2009). The effect of delaying initial feedlot implant on body weight, average daily gain, and carcass characteristics of calf-fed steers. *The Professional Animal Scientist*, 25(2), 145-149.
- CAPPER, J. L., & HAYES, D. J. (2012). *Journal of Animal Science*, 90(10), 3527-3537. doi:10.2527/jas.2011-4870

ESTUDIO DE CASO: ORUJO DE CEBADA CERVECERO EN ALIMENTACIÓN DE TERNERAS Y SU EFECTO TÉCNICO-ECONÓMICO

Case study: Barley brewer's spent grain in heifers feeding and its technical-economic effect

José Daza¹, Ignacio Beltrán², Camila Reyes¹, Verónica González¹ y Dagoberto Villarroel¹, José L. Urrejola³, Rodrigo Moldenhauer³, Fabián Barrientos⁴.

¹Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA Tamei Aike, Coyhaique, Chile. ²Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA Remehue, Osorno, Chile. ³Cervecería D'OLBEK, Coyhaique, Chile. ⁴Ganadería Tres Manantiales, La Cordonada, Coyhaique, Chile.

E-mail: jose.daza@inia.cl

INTRODUCCIÓN

Durante el invierno los sistemas ganaderos de la región de Aysén basan su alimentación en la suplementación con forrajes conservados, los cuales generalmente no satisfacen los requerimientos nutricionales de los animales. Por ende, la dieta se debe acompañar con suplementos como concentrados comerciales, los cuales son escasos y de muy alto costo. Para disminuir la brecha de disponibilidad, calidad y costo de suplementos, una alternativa para el periodo invernal, podría ser el orujo de cebada cervecero, alimento con buena calidad nutricional y de bajo costo (Manterola et.al, 1999). Por ello, se realizó un estudio para validar la inclusión de orujo de cebada cervecero en alimentación de terneras y su efecto técnico-económico.

MATERIALES Y MÉTODOS

Durante 77 días en la temporada invierno-primavera (15 de junio al 31 de agosto del 2022), se realizó un ensayo con 27 terneras Angus x Hereford para recría nacidas a inicio del 2022. Los animales iniciaron con un peso vivo promedio de 263 kg y condición corporal 3,15. El ensayo se dividió en 2 periodos diferenciados por el manejo de alimentación: 1. Bolo de henilaje de alfalfa + Orujo de cebada; 2. Bolo de henilaje de alfalfa. Previo al primer periodo, los animales pasaron por un periodo de 14 días de acostumbamiento a la dieta. Cada bolo de henilaje de alfalfa pesó 374 kg/MS y fue suministrado *ad-libitum*, la inclusión de orujo se estimó en un 20 % del consumo diario de los animales. Cabe destacar que esta inclusión fue calculada en base al 3% del peso vivo y la cantidad suministrada fue ajustada a medida que los animales aumentaron su peso. El henilaje de alfalfa utilizado en el ensayo contenía un 13,3% de proteína cruda y 2,57 Mcal/kg MS de energía metabolizable. Las variables evaluadas fueron el consumo de materia seca aparente (CMS) del orujo, peso vivo (PV) y condición corporal (CC), además, se evaluó el efecto económico de la inclusión del orujo en la dieta. Los resultados se analizaron mediante estadística descriptiva para cada uno de los periodos evaluados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La calidad nutricional de las dietas en los diferentes periodos se diferencia en el contenido de proteína cruda, siendo la dieta con orujo mayor en alrededor de un 2 % con respecto a la dieta de solo henilaje. El CMS aparente de orujo de cebada permitió una disminución en el consumo de henilaje de alfalfa, lo anterior atribuido a la tasa de reemplazo que genera la inclusión de suplementos. En cuanto a la ganancia de peso vivo por periodo, se pudo observar que la inclusión de orujo de cebada cervecero obtuvo una mejor respuesta productiva. Generando ganancias diarias de peso en 0,85 kg/día, a diferencia del periodo donde tuvieron solo henilaje con 0,62 kg/día. Esta diferencia en ± 200 g entre los periodos se atribuye a un mayor contenido de proteína cruda en la

dieta con orujo. Finalmente, se observó un mayor retorno económico por kg ganado de peso vivo (PV) cuando las terneras recibieron orujo (precio kg PV: \$ 1.300), efecto de la reducción en el costo de alimentación y mayor ganancia de peso de los animales.

Cuadro 1. Respuesta técnico-económica de terneras suplementadas con orujo de cebada cervecero.

Variables	Periodo de evaluación		
	A	H+O	H
Días del periodo	15	27	34
Calidad de las dietas			
PC, %	13,37	15,28	13,37
EM, Mcal kg/MS	2,58	2,54	2,58
Variables productivas			
Duración del bolo de henilaje, días	2	2	1,5
CMS Orujo, kg/día	-	1,75	0
Peso Vivo, kg	278	301	322
GP Total, kg	-	23	21
GDP, kg/día	-	0,85	0,62
Condición corporal	3,19	3,56	3,56
Variables económicas			
Costo kg/MS henilaje		\$	200
Costo kg/MS orujo		\$	93
Costo dieta/día/animal	\$ 1.328	\$ 1.563	\$ 1.840
Costo kg/día ganado	-	\$ 1.839	\$ 2.968
Retorno económico kg PV	-	\$ 461	\$ -668

A: acostumbramiento; H+O: henilaje + orujo; H: henilaje; PC: proteína cruda; EM: energía metabolizable; CMS: consumo de materia seca; GP: ganancia de peso; GDP: ganancia diaria de peso; PV: peso vivo.

CONCLUSIÓN

Durante la temporada invierno el orujo de cebada cervecero se convierte en una buena alternativa para la alimentación de terneras para recría. Ofreciendo un 20 % de la dieta total de acuerdo al peso vivo de los animales es posible reducir los costos de alimentación de los animales y conseguir mejores ganancias de peso. Lo anterior permite obtener una mayor ganancia neta por kg de peso vivo vendido.

AGRADECIMIENTOS

Este resumen hace parte del Estudio FIA con código EST-2021-0566.

REFERENCIAS

MANTEROLA, H., CERDA, D., & MIRA, J. (1999). Los residuos agroindustriales y su uso en la alimentación de rumiantes. En H. Manterola, D. Cerda, & j. Mira, Los residuos agrícolas y su uso en la alimentación de rumiantes (págs. 121-125). Santiago de Chile: Fundación para la Innovación Agraria.

PERCEPCIÓN DE PEQUEÑOS PRODUCTORES DE HUEVOS DE LA REGIÓN DE O'HIGGINS DEL ESCENARIO PRODUCTIVO Y COMERCIAL NACIONAL

Perception of small egg producers of the O'Higgins region of the national productive and commercial scenario

Paula Toro-Mujica*¹, Patricio Lisboa¹, Omar Abarca² y Cristina Díaz²

¹Instituto de Ciencias Agroalimentarias, Animales y Ambientales. Universidad de O'Higgins, San Fernando, Chile. ²Sociedad Comercial La Campestre spa, San Vicente, Chile. *paula.toro@uoh.cl

INTRODUCCION

El Censo Agropecuario 2021 señala que en Chile existió un total de 59,4 millones de aves de las cuales un 26,7% correspondió a gallinas para la producción de huevos para consumo (INE, 2022). Según ODEPA (ODEPA, 2022) la producción de huevos en Chile está en mano de 300 productores de los cuales 57 aportan con más del 90% de la producción. No obstante, existe un elevado número de pequeños productores, en los cuales la producción de huevos cumple un rol fundamental en la economía y alimentación familiar. Estos pequeños productores poseen escasas barreras de entrada y salida, lo que genera que su continuidad sea altamente dependiente de las condiciones de mercado. De este modo, el propósito de este trabajo fue conocer como perciben escenario productivo y comercial los pequeños productores de la región de O'Higgins.

MATERIALES Y MÉTODOS

Durante Julio de 2022 se realizaron dos *focus groups* en las comunas de Rancagua y Marchigüe, a los cuales fueron invitados pequeños productores de huevos pertenecientes a las comunas de la región de O'Higgins. Dos instrumentos de evaluación fueron diseñados para conocer su percepción del escenario productivo y comercial nacional del huevo. El primero de ellos correspondió a una versión simplificada de un análisis de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas (FODA). Este consistió en un esquema de preguntas el cual fue explicado detalladamente, previo a su realización (Figura 1).

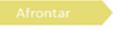
 Fortalezas	 Debilidades
¿Qué destaco de mi explotación/empresa? ¿Qué ventaja tengo? ¿Qué hago bien?  Mantener	¿Qué puedo mejorar en mi empresa/explotación? ¿Qué recursos me hacen falta para mejorar ? ¿Qué no funciona bien en mi empresa/negocio ?  Corregir
 Oportunidades	 Amenazas
¿Qué características de los consumidores favorecen mi negocio? ¿Hay aumento en el precio de productos ?  Explotar	¿Qué características de los consumidores limitan mi negocio? ¿Qué ventaja poseen otras empresas que yo no? ¿Hay aumentos en el precio de los insumos?  Afrontar

Figura 1. Análisis FODA simplificado

A1. Volúmenes y meses de venta

A2. Dificultad de realización o acceso a actividades relacionadas con producción y venta

A3. Grado de importancia de actividades asociadas a la venta.

El análisis de los datos consideró el uso de tablas de frecuencias y pruebas de Chi². En el segundo instrumento para medir la fiabilidad de la escala de medición utilizada se obtuvo el coeficiente Alfa de Cronbach (George and Mallery, 2003).

El segundo instrumento, correspondió a una encuesta estructurada en tres apartados:

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Un total de 40 productores respondieron ambos instrumentos de evaluación, de ellos un 80% correspondió a mujeres. La edad promedio fue de 55.3±11.9 años, con edades promedio de 57.9±10.4 años en mujeres y 45.1±12.9 años en hombres, existiendo dependencia entre género y edad ($p < 0.01$). El 73% de los productores tuvo postura durante todo el año, en tanto en el 12% la postura está presente por menos de 9 meses. Sólo el 35% de los productores produce más de 100 huevos diarios, produciendo el 35% menos de 50 huevos/día. En el Cuadro 1 se resumen los

aspectos que fueron mencionados con mayor frecuencia ($\Rightarrow 20\%$) como fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas por los productores.

Cuadro 1. Resultados de FODA simplificado

Fortalezas	%	Debilidades	%
La calidad del huevo	62.5	Infraestructura de gallineros	50
Buen manejo del plantel	45	Falta de conocimiento de producción	47.5
Manejo alimenticio (calidad, cantidad y frecuencia)	27.5	Manejos sanitarios	37.5
Infraestructura adecuada	20		
Oportunidades	%	Amenazas	%
Tendencia de consumo de productos más sanos	35	Precio de insumos	87.5
Asesoría en los procesos de negociación ventas	20	Competencia con industria	42.5
Ventas en mercados, ferias y mercados campesino	20	Costo de mano de obra	32.5

Los coeficientes Alfa de Cronbach para A2 y A3 fueron de 0.827 y 0.925, valores considerados como bueno y excelente, respectivamente (George and Mallery, 2003). Las actividades asociadas a la producción y venta, que fueron percibidas con mayor dificultad de realización correspondieron a la obtención de certificaciones y resolución sanitaria, la formación de alianzas con supermercados y la formación de alianzas con restaurantes; siendo consideradas como muy difíciles o difíciles por el 87.5, 82.5, 82.1 y 75% de los productores, respectivamente. El acceso a capacitaciones sobre manejos de producción avícola y el acceso a alimento etiquetado fueron las actividades con menor percepción de dificultad de acceso, siendo consideradas como muy fáciles o fáciles por el 39.5 y el 45,9% de los productores respectivamente. No obstante, en ambos casos el porcentaje de productores que percibe como muy difícil o difícil estas actividades bordea el 45%. Entre los aspectos/actividades que fueron percibidos con mayor importancia comercial destacan la frescura, la dureza de la cáscara, la cantidad de bacterias/microorganismos, el proceso de conservación, el color de la yema y el aporte de nutrientes del huevo. La prueba de Chi² mostró un efecto del género sobre la percepción de dificultad de acceso a subsidios para la mejora de infraestructura y sobre la importancia asignada al color de la y presencia de sala de ventas en terreno ($p < 0.01$).

CONCLUSIONES

Los pequeños productores de huevos de la región de O'Higgins fueron capaces de identificar las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas que perciben enfrenta su sistema productivo. El rubro está dominado por mujeres mayores, con bandadas de gallinas de escaso tamaño, que realizan una labor meticulosa en el cuidado de sus aves. Las principales amenazas percibidas se relacionan con el precio insumos y mano de obra, así como el bajo precio de los huevos provenientes de la producción industrial de huevos, que dificultan la venta a consumidores que no valoran el sistema de producción y la calidad asociada a éste. No obstante, la tendencia del consumo de productos más sanos provenientes de sistemas más amigables con los animales y el medioambiente es considerado como una oportunidad que debe ser aprovechada.

REFERENCIAS

- INE, 2022. VIII Censo nacional agropecuario y forestal. Resultados preliminares enero 2022. URL: <https://www.ine.cl/censoagropecuario>.
- GEORGE, D., & MALLERY, P. (2003). SPSS for Windows step by step: A simple guide and reference. 11.0 update (4th ed.). Boston: Allyn & Bacon.
- ODEPA, 2022. Huevos. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias. URL: <https://www.odepa.gob.cl>

PERFIL DE ACIDOS GRASOS, COLESTEROL Y GRASA TOTAL EN HUEVOS DE GALLINA KOLLONKA Y CRIOLLA

Profile Of Fatty Acids, Cholesterol and Total Fat in Kollonka And Criolla Hen Eggs

Daniela Tapia H¹, Gastón Sepúlveda^{1,2}, Carla Velásquez^{1,2}, Rodrigo Huaquipan¹, John Quiñones¹, Rommy Díaz¹, and Néstor Sepúlveda¹. daniela.tapia@ufrontera.cl

¹ Centro de Tecnología e Innovación de la Carne (CTI-Carne), Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales, Universidad de La Frontera, Temuco 4780000, Chile

² Programa de Doctorado en Ciencias Agroalimentarias y Medioambiente, Universidad de La Frontera, Temuco 4780000, Chile

INTRODUCCIÓN

El huevo de gallina es uno de los principales alimentos consumidos en Chile, debido a su alto valor nutricional. Actualmente el color de la cáscara del huevo ha cobrado particular interés entre los consumidores, debido a que se tiende a creer que los huevos azules o verde-azulados de las gallinas de campo son más sanos, con menos contenido de colesterol y menor cantidad de grasa. Hoy en día existe información sobre el contenido nutricional de huevos de razas comerciales. Sin embargo, más investigación es necesaria para el estudio de huevos de razas autóctonas chilenas. El objetivo de este estudio fue determinar si existen diferencias en los parámetros de grasa total, porcentaje de colesterol y ácidos grasos entre los huevos azules de gallinas Kollonkas y huevos cafés de gallinas criollas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este trabajo fue realizado durante el primer semestre de 2022 en el Campo Experimental Maquehue de la Universidad de La Frontera, Chile. Se trabajó con 30 gallinas, 15 de raza criolla y 15 gallinas de raza kollonka chilena, las cuales fueron alimentadas con raciones isolipoproteicas (concentrado comercial) para postura en piso, por un periodo de 20 semanas. Se consideraron dos grupos: huevos azules de gallinas kollonkas (HA) y huevos cafés de gallinas criollas (HC). Los análisis se llevaron a cabo en el Centro de Tecnología e Innovación de la Carne (CTI-Carne) de la Universidad de La Frontera, Temuco. Los lípidos se extrajeron según la metodología de Folch *et al.*, (1957) y se identificaron mediante cromatografía de gases (con detector FID) y se usó FAME Mix C4-C24 como estándar. El colesterol de los huevos se extrajo por el procedimiento descrito por Fletouris *et al.*, (1998) y se analizó por cromatografía de gases. El colesterol se identificó y cuantificó utilizando 5- α -colestano como patrón interno. El contenido de grasa total se determinó mediante el procedimiento I-CTS-LAB-202 descrito en método AOAC 920.39. El análisis estadístico se llevó a cabo utilizando la prueba de U de Mann Whitney, previo análisis de homocedasticidad mediante la prueba de Levene en el software IBM SPSS Statistics 29.0.0.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El contenido de grasa para ambos grupos no mostró diferencias significativas, mientras que en huevos azules se observa una menor concentración de colesterol (Cuadro 1).

Cuadro 1. Contenido de grasa total y colesterol de huevos azules (HA) y huevos cafés (HC)

	HA	HC	<i>p value</i>
Grasa (%)	0,31 \pm 0,07	0,28 \pm 0,10	0,394
Colesterol (mg/100mg)	198,04 \pm 4,55	233,16 \pm 2,94	0,002

Todos los valores de los parámetros son presentados como media \pm desviación estándar.

En tanto en la concentración de ácidos grasos (AG) se encontraron diferencias significativas ($p < 0,05$) para C14:0, C16:1, C18:3n6, C20:2, C20:4n6, observando una menor cantidad de estos AG en huevos de color azul. Sin embargo, no hubo diferencias significativas ($p < 0,05$) para PUFA's, MUFA's y SFA's (Cuadro 2).

Cuadro 2. Proporciones de ácidos grasos (%) en huevos azules (HA) y huevos cafés (HC).

AG %	HA	HC	<i>p-value</i>	Σ	HA	HC	<i>p-value</i>
C14:0	1,01 ± 0,07	1,33 ± 0,10	0,002	SFA	37,45 ± 0,83	36,685 ± 0,81	0,132
C16:1	1,91 ± 0,17	2,18 ± 0,08	0,009	MUFA	38,83 ± 2,09	39,48 ± 1,79	0,589
C18:3n6	0,94 ± 0,22	1,48 ± 0,29	0,015	PUFA	23,73 ± 2,16	23,84 ± 2,46	1,000
C20:2	0,82 ± 0,08	1,13 ± 0,10	0,002				
C20:4n6	2,96 ± 0,20	3,30 ± 0,14	0,015				

Todos los valores de los parámetros son presentados como media ± desviación estándar

La protoporfirina da lugar a huevos marrones, mientras que el pigmento biliar biliverdina da lugar a huevos azules o verdes en presencia de protoporfirina; mientras que los huevos blancos, pueden contener bajas concentraciones de uno o ambos pigmentos detectables, o carecer de ellos (Kennedy, 1976). Por otra parte, es bien conocido que la composición nutricional del huevo está directamente relacionada con la alimentación de las gallinas. Sin embargo, existen otras variables que afectan la composición del huevo resultante, como la tasa metabólica, niveles o simplemente un factor genético. Los valores obtenidos concuerdan con otros estudios, donde se informan valores similares de ácidos grasos y colesterol, siendo menores en huevos azules de gallinas araucanas que en gallinas comerciales. (Millet *et al.*, 2006; Wang *et al.*, 2009), no hay estudios similares en huevos de la raza kollonka chilena en específico para ser comparados.

CONCLUSIÓN

Los resultados preliminares obtenidos, no son del todo concluyentes, es necesario estudiar otros parámetros, como el aporte de carotenoides, tocoferoles, carbohidratos, proteínas, entre otros, para poder catalogar de manera integral si los huevos azules de raza kollonka son más saludables que otras razas criollas. Sin embargo, todo parece indicar que el metabolismo de las gallinas kollonkas, puede metabolizar de mejor manera el colesterol, de tal manera que el excretado en el huevo es menor que el reportado en huevos de gallinas criollas.

REFERENCIAS

- KENNEDY GY, VEVERS HG. 1976. A survey of avian eggshell pigments. *Comp Biochem Physiol B* 55: 117–123.
- MILLET, S., DE CEULAER, K., PAEMEL, M. V., RAES, K., DE SMET, S., & JANSSENS, G. P. J. 2006. Lipid profile in eggs of Araucana hens compared with Lohmann Selected Leghorn and ISA Brown hens given diets with different fat sources. *British poultry science*, 47(3), 294-300.
- WANG, X. L., ZHENG, J. X., NING, Z. H., QU, L. J., XU, G. Y., & YANG, N. 2009. Laying performance and egg quality of blue-shelled layers as affected by different housing systems. *Poultry science*, 88(7), 1485-1492.

BALANCE DE CARBONO EN PREDIOS DE PRODUCCIÓN DE CARNE DEL SUR DE CHILE

Carbon balance on beef production systems of southern Chile

Francisco Salazar¹, Ignacio Beltrán¹, Marta Alfaro¹, Yasna Rojas², Sergio Iraira¹, Carlos Bahamondez², y Eduardo Molina²

¹Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA-Remehue, Chile. fsalazar@inia.cl

²Instituto Forestal (INFOR), Valdivia, Chile.

INTRODUCCIÓN

El país tiene compromisos en la reducción de emisiones de gases efecto invernadero (GEI), y ha manifestado ser carbono (C) neutral al año 2050. En Chile, el sector Agricultura es la segunda fuente de emisión de GEI y el sector Forestal representa una fuente para la captura de C. Dentro del sector Agricultura, los sistemas de producción animal son la mayor fuente de emisión de GEI, representando entre el 7-18% del total de CO_{2-eq} de origen antropogénico a nivel global, siendo el metano entérico el principal gas emitido (Grossi et al., 2018). A la fecha, las emisiones y absorciones de GEI son contabilizados por el Inventario Nacional de GEI a nivel nacional y regional, no existiendo estimaciones a nivel predial. El objetivo de este estudio fue determinar el balance de C en predios de producción de carne a pastoreo en el Sur de Chile, identificando las principales fuentes de emisión y captura a nivel predial.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las evaluaciones fueron realizadas en cuatro predios de producción de carne bovina representativos de la Región de los Lagos (Chile): recría y engorda, engorda, ciclo completo. Se realizó una encuesta predial en forma presencial, colectando información productiva y de manejo de los distintos predios con base en los años 2019 y 2020. La estimación de las emisiones de GEI se llevó a cabo usando las directrices del Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (IPCC, 2006), en una herramienta de cálculos desarrollada en Excel®. Las emisiones provenientes de la fermentación entérica, fertilización nitrogenada y sistema de manejo del estiércol se realizaron usando nivel Tier 2, mientras que las emisiones desde las excretas y uso de energía se realizaron usando una metodología Tier 1. Las emisiones de CH₄ y N₂O fueron convertidas a CO_{2-eq}, usando su poder de calentamiento global (IPCC, 2006). Para la estimación de la captura de C de bosques, se utilizó cartografía predial, definiendo el uso del suelo y se validó la información en terreno de estimaciones del modelo ecofisiológico ModiVe (Bahamondez, 2020). Para la estimación de la captura de C desde la pradera, se utilizaron valores potenciales reportados para Chile (FAO, 2022). Finalmente, el balance de C fue estimado de acuerdo a: Balance C = emisiones de C - capturas de C.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las emisiones estimadas a nivel predial fueron equivalentes a 1.959 (t CO_{2-eq}) con un rango entre 100 y 4.573 (t CO_{2-eq}), lo que está directamente relacionado al tamaño del predio y número de cabezas. Las principales fuentes de emisión fueron el metano entérico (64%), en concordancia con (Grossi et al., 2018), y el óxido nitroso desde el N depositado en la pradera por animales a pastoreo (31%), representando ambos el 95% del total emitido. El uso de la energía representó un porcentaje muy bajo de las emisiones prediales (<2%). La contribución de bosques manejados y de praderas permanentes representó una importante fuente de captura de C, siendo uno de los cuatro predios evaluados C neutral, es decir, en este caso las capturas fueron mayores a las emisiones.

Futuras estrategias de mitigación deberían reducir las emisiones provenientes de la fermentación entérica de los animales, y de la excreción de N urinario y fecal en la pradera. Junto con ello el manejo y recuperación del bosque, junto con medidas de manejo que permitan contar con praderas permanentes de calidad permitirán tener fuentes de captura de C, contribuyendo con ello a la C neutralidad de los pedios de producción de carne y el país.

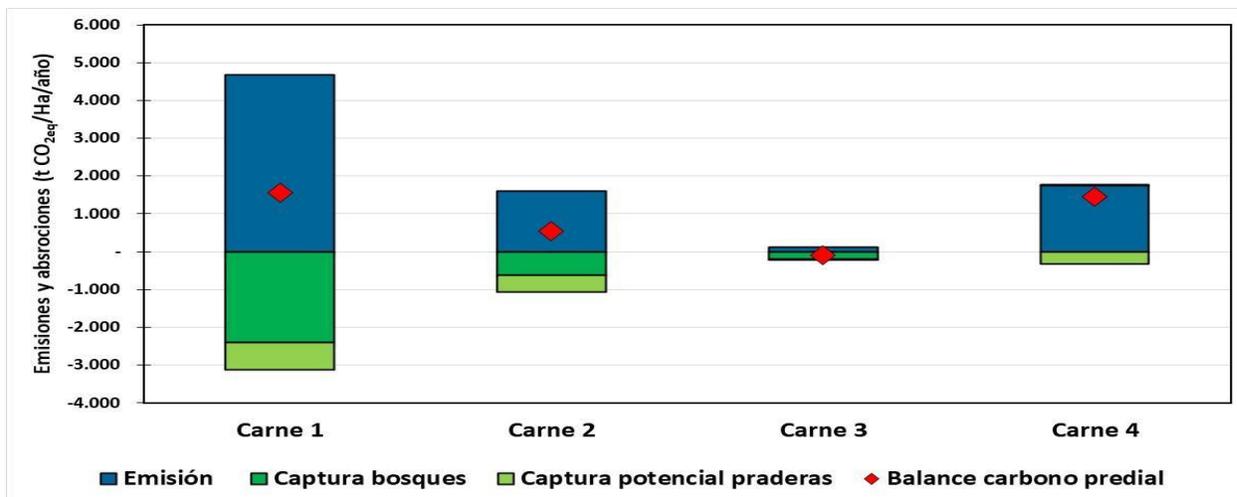


Figura 1. Balance de C en predios de producción de carne a pastoreo en el sur de Chile.

CONCLUSIONES

Las principales fuentes de emisión de GEI fueron la fermentación entérica y excreción de N por animales a pastoreo. En los sistemas evaluados existen fuentes de absorción de C, por la presencia de bosques manejados y praderas permanentes, permitiendo compensar parcialmente los GEI emitidos, siendo uno de los predios C neutral. Se requiere implementar medidas de mitigación e incentivar la captura, y así avanzar hacia la meta de C neutralidad del país.

REFERENCIAS

- BAHAMONDEZ, C. 2020. Modelo dinámico de vegetación (MoDive). Informe final, convenio MInagri. 21 p. Disponible en: <https://ifn.infor.cl/index.php/descargas-recursos/descargas/category/13-modive>
- FAO. 2022. Global Soil Organic Carbon Sequestration Potential Map – GSOCseq v.1.1. Technical report. Rome. <https://doi.org/10.4060/cb9002en>
- IPCC. 2006. Guidelines for national greenhouse gas inventories. ed. H.S. Eggleston, L. Buendia, K. Miwa, T. Ngara and K. Tanabe. IGES, Japan.
- GROSSI, G., G. GOGLIO, A. VITALI, A. WILLIAMS. 2018. Livestock and climate change: Impact of livestock on climate and mitigation strategies. *Animal Frontiers*, 9: 69-76.

AGRADECIMIENTOS

Fundación para la Innovación Agraria (FIA), PYT-2020-1421 y productores e instituciones asociadas al proyecto.

EFFECTO DE LA INCLUSIÓN DE RESIDUOS DE LEVADURAS CERVECERAS SOBRE LA CALIDAD DE ENSILAJES DE PRADERA

Effect of the inclusion of spent brewer's yeasts on the quality of grass silages

José Daza¹, Verónica González¹, Camila Reyes¹, Jorge Rivas¹, Carolina Solís¹, Francisca Muñoz¹, Adriana Carvajal¹, Viola Saldivia¹, José L. Urrejola³ y Rodrigo Moldenhauer³.

¹Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA Tamel Aike, Coyhaique, Chile. ²Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA Remehue, Osorno, Chile. ³Cervecería D'OLBEK, Coyhaique, Chile. E-mail: jose.daza@inia.cl

INTRODUCCIÓN

Los sistemas ganaderos en la región de Aysén dependen de praderas que varían en su crecimiento durante el año. Durante primavera-verano la pradera expresa el mayor crecimiento, siendo conservado como heno, henilaje o ensilaje, para ser usados durante el invierno. Sin embargo, se ha mencionado que la calidad nutritiva de los ensilajes en la región es baja (Daza et.al, 2021). Para disminuir la pérdida de nutrientes, los aditivos biológicos son una alternativa, entre ellos podrían estar las levaduras de cerveza, de tipo *Saccharomyces cerevisiae* (Ale) y *Saccharomyces carlsbergensis* (Lager). Estas favorecen fermentaciones ácido lácticas (Puligundla et.al, 2020) y contienen altos carbohidratos solubles (CHOs), favoreciendo la fermentación del forraje. Por lo anterior, se realizó un ensayo en la inclusión del residuo de levaduras de cerveza como aditivo de microsilos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Previo a la ejecución del ensayo, se tomaron 4 muestras de cada tipo de levadura (Lager y Ale) para obtener el nivel de CHOs. Durante el 8 de marzo del 2022 se recolectaron 100 kg de forraje fresco (FF) de una pradera con 15,25 % MS y 9,0 % CHOs, compuesta por trébol rosado (53%) y ballica (37%). La cantidad de FF se dividió en 5 partes de 20 kg FF para originar cinco tratamientos, uno sin aditivo, dos con aditivos comerciales (Silosolve® y Josilac®) y dos con levaduras (Lager y Ale). Las dosis de aplicación se realizaron de acuerdo a las instrucciones de los fabricantes para 20 kg de (FF), para el caso de Silosolve®: 40 mg y Josilac®: 60 mg. Así mismo, las dosis de aplicación de los residuos de levaduras se ajustaron al contenido de CHOs de las levaduras, siendo relevante para el estudio nivelar ambas dosis de aplicación en conjunto con dosis iguales a aditivos comerciales. Para cada tratamiento se realizaron 12 microsilos de 830 g aproximadamente (Li et.al, 2016). Los microsilos se reservaron a temperatura controlada (22°C + 1). Con 3 muestras aleatorias de pradera y por cada tratamiento se evaluó la calidad nutricional y pH a los 30, 60, 90 y 120 días de conservación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de calidad nutricional se muestran en el Cuadro 1. Se observó un aumento en la materia seca (MS) y fibras (FDN y FDA) de los tratamientos, en comparación a la pradera cosechada. La proteína cruda (PC) para Control, Lager y Josilac®, aumentó con respecto a la pradera, no así Ale y Silosolve®. Lo anterior, se puede atribuir a los cambios en MS, FDN y FDA, y las posibles pérdidas de efluentes al momento del prensado. En cuando a la calidad entre los tratamientos ensilados, se observaron diferencias significativas en la PC, siendo el tratamiento control con el mayor valor, diferenciándose del resto de los tratamientos. Similar efecto con la energía metabolizable (EM), donde el control obtuvo la mayor concentración y Josilac® con valores similares. Contrario a lo ocurrido con la fibra (FDN y FDA), donde el control disminuye y

Ale aumentó las concentraciones. En cuanto a la calidad fermentativa (pH), el tratamiento Ale redujo en mayor medida el pH, siendo esto atribuido a que las levaduras del género *Saccharomyces cerevisiae* son de fermentaciones altas y ácido lácticas.

Cuadro 1. Calidad nutricional y fermentativa a los 120 días de conservación de ensilajes tratados con distintos aditivos.

Calidad nutricional	Pradera	Tratamientos					EE	P Valor
		Control	Lager	Ale	Silosolve®	Josilac®		
MS, %	15,25	17,98	18,96	18,72	18,32	17,98	0,77	0,85
CT, %	7,77	8,48	7,91	7,86	7,80	8,19	0,23	0,27
PC, %	12,64	16,33 ^a	14,43 ^b	11,25 ^c	12,16 ^c	14,72 ^b	0,46	<0,01
FDN, %	46,99	49,00 ^c	51,65 ^{abc}	54,69 ^a	53,94 ^{ab}	51,15 ^{bc}	1,02	0,01
FDA, %	28,44	35,02 ^c	37,26 ^{ab}	38,66 ^a	38,84 ^a	36,50 ^{bc}	0,55	<0,01
EM, Mcal kg/MS	2,42	2,31 ^a	2,22 ^b	2,17 ^{bc}	2,13 ^c	2,25 ^{ab}	0,02	<0,01
pH	5,49	4,11 ^b	4,14 ^{ab}	4,02 ^c	4,11 ^b	4,16 ^a	0,01	<0,01

MS: materia seca; CT: ceniza total; PC: proteína cruda; FDN: fibra detergente neutro; FDA: fibra detergente ácido; EM: energía metabolizable; EE: error estándar. *Resultados con distinta letra difieren estadísticamente ($p < 0,05$).

CONCLUSIÓN

Los residuos de levaduras cerveceras no favorecen la calidad nutricional de ensilajes, es importante resaltar que la levadura del tipo Ale disminuyó de manera más rápida y mantuvo bajos niveles de pH, lo que haría que el forraje se conserve de mejor manera. Además, este es una primera evaluación del uso de los residuos de levaduras cerveceras en fermentación de microsilos. Por lo tanto, aún faltan ensayos dentro de este mismo ámbito siendo aplicados en ensilajes para consumo animal.

AGRADECIMIENTOS

Este resumen hace parte del Estudio FIA con código EST-2021-0566.

REFERENCIAS

- DAZA, J., MONSALVE, M., NAGUIL, A., & MONSALVE, E. (2021). GTT Zona Húmeda de Aysén- Estudio de caso: Características físicas y nutricionales de forrajes conservados. Ficha Técnica N°131 - INIA Tamel Aike.
- LI, P., JI, S., HOU, C., TANG, H., WANG, Q., AND SHEN, Y. (2016) Effects of chemical additives on the fermentation quality and N distribution of alfalfa silage in south of China. *Anim Sci J*, 87: 1472– 1479
- PULIGUNDLA, P., MOK, C., & PARK, S. (2020). Advances in the valorization of spent brewer's yeast. *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 62 (2020) 102350, 62:102350.

EVALUACIÓN DEL IMPACTO DEL ESTRÉS CALÓRICO EN VACAS PREPARTO

Heat stress effects during late gestation of dry cows

Sergio Iraira H., Ignacio Beltrán y Carlos Uribe. Siraira@inia.cl, ignacio.beltran@inia.cl
Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA Remehue, Osorno.

INTRODUCCIÓN

En base a la información climatológica analizada por Iraira y Peñaloza (2016) entre el año 2011 y 2018, en el país se ha registrado un constante incremento en la cantidad de horas de estrés calórico. En la región de Los Ríos y de Los Lagos determinaron un 70% de incremento para el llano central, 166% para secano costero y 1191% para precordillera andina. Cabe señalar que parte importante de estas zonas geográfica son utilizadas para la producción leche a través de sistemas pastoriles, los que han ido implementando sistemas de enfriamiento en patios de espera de salas de ordeña y patios de alimentación para evitar pérdida de producción por efecto del estrés calórico (Flamenbaum, 2016; Tao et al., 2020). Sin embargo, este manejo sólo considera las vacas en ordeña dado que se tiene claro su impacto negativo sobre la producción, por lo cual el presente estudio tuvo como objetivo evaluar el impacto de la aplicación de manejo de estrés calórico en vacas en su último mes de parto.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se llevó a cabo en la lechería de INIA Remehue, Osorno, durante el mes de febrero del año 2022. Los tratamientos fueron: T0= vacas sin sombra (VSS) y T1= vacas con sombra en el potrero parto (VCS). Cada tratamiento incluyó 12 vacas con ocho meses de gestación, siendo estos grupos similares en número de partos y producción de leche. La superficie de sombra asignada por vaca para el tratamiento VCS fue de 4 m² mientras que el grupo VSS se mantuvieron expuestas permanentemente al sol. Ambos grupos recibieron similar alimentación, la cual consistió en: ensilaje de pradera (oferta estimada en 17 kg MS/vaca/día), concentrado parto (2 kg /vaca/d, heno (oferta estimada en 1 kg MS/vaca/día) y agua. Para determinar los días y horas con estrés calórico (Índice de Temperatura y Humedad, ITH, mayor o igual a 72) se utilizó la base de datos de la estación meteorológica ubicada en INIA Remehue. Post parto, las vacas se mantuvieron en un solo grupo sin sombra, manteniendo similar alimentación de ensilaje y pradera, la oferta de concentrado fue en relación a su producción (0,280 kg/l. En el ensayo se evaluó: peso del ternero al nacimiento, producción de leche durante 165 días. La producción de leche se evaluó por periodos de 15 días. El análisis estadístico utilizado para la producción de leche fue de medida repetida en el tiempo, donde se consideró el tratamiento como efecto fijo, el tiempo como medida repetida, la interacción tratamiento * tiempo y como variable aleatoria las vacas. El peso de terneros y la producción total de leche fue evaluada utilizando un modelo mixto usando tratamiento como factor fijo y vaca como factor aleatorio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante el mes de febrero se registraron 9 días con eventos de estrés calórico, los que tuvieron una duración promedio de 4 ± 1 h. Durante estos días se registró el ITH > 72 entre las 14:00 y 17:00 h, sin embargo, el valor ITH en ellos fue superior desde las 10:00 hasta las 23:00 h. En cuanto a los resultados, se obtuvo que el peso de terneros al nacer y la producción de leche total a los 165 días y diaria fue superior en las vacas que tuvieron acceso a sombra durante el parto: 30.7b y 35.3a kg (P value=0.03); producción total de leche 2.838 y 3.044 (P value=0.25), 18,5b y 19,7a (P value < 0.01), para vacas sin y con sombra respectivamente. La curva de producción diaria de leche se

presenta en la Figura 1. Los resultados obtenidos coinciden con lo señalado por Thompson y Dahl (2012) y Tao et al (2013), quienes determinaron que vacas secas sometidas a estrés calórico durante el último periodo de su gestación generan un impacto negativo en la producción de leche futura. Esta disminución de leche, según Tao y Dehl (2013), se comienza a manifestar a partir de la mitad de la lactancia. Respecto del eso de los terneros, la diferencia registrada en este ensayo coincide con lo obtenido por Tao et al. (2011), quien obtuvo un 11% menos de peso al nacer en terneros provenientes de vacas sometidas a estrés durante su periodo seco.

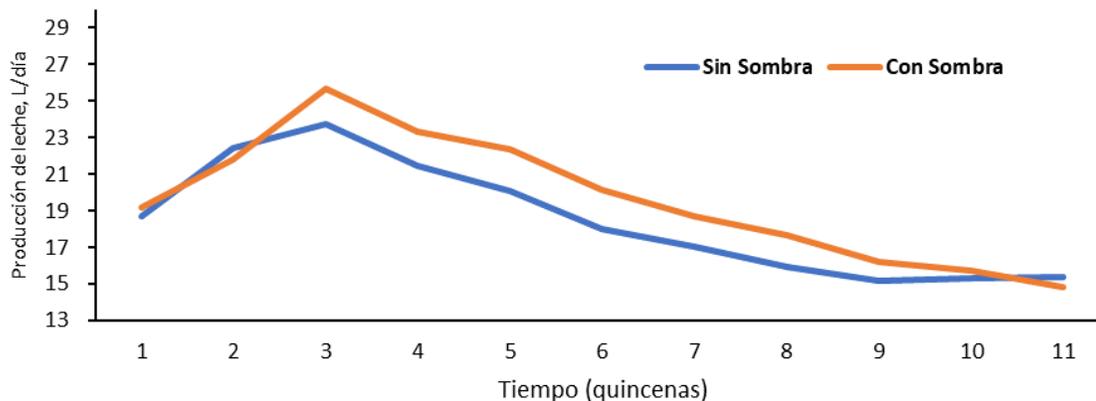


Figura 1. Curva de producción de leche de vacas con y sin acceso a sombra durante el periodo pre-parto.

CONCLUSIÓN

En base a los resultados obtenidos bajo las condiciones ambientales actuales en la región de los Lagos, es necesario implementar en vacas con parto de otoño, medidas de mitigación de estrés calórico en su periodo preparto para evitar pérdidas de producción de leche en su próxima lactancia.

REFERENCIAS

- FLAMENBAUM, I. 2016. Visión internacional de efecto de los sistemas de enfriamiento de vacas sobre la eficiencia de producción de leche, bienestar animal, rentabilidad y sustentabilidad de la lechería. Estrés calórico en Chile y opciones de mitigación. Consorcio Lechero. 15 – 33 pp.
- IRAIRA, S.; PEÑALOZA, T. 2016. Condición de estrés calórico en macrozonas lecheras de Chile. Estrés calórico en Chile y opciones de mitigación. Consorcio Lechero. 6-14 pp.
- TAO, S; ORELLANA, R.; M, T.; CHEN, Y.; GAO, J.; BERNARD, J. 2011. Impact of heat stress on lactational performance of dairy cows. S.Tao G.E.Dahl. 2013. Heat stress effects during late gestation on dry cows and their calves. J. Dairy Science. 96 : 4079-4093.
- TAO, S., BUBOLZ, J.; DO AMARAL, B.; THOMPSON, M.; HAYEN, J.; JOHNSON, S.; DAHL, G. 2011. Effect of heat stress during the dry period on mammary gland development. J. Dairy Sci. 94:5976–5986
- THOMPSON, I. AND DAHL, G. 2012. Dry-period seasonal effects on the subsequent lactation. The Professional Animal Scientist.28 :628-631

USO DE LA INSEMINACIÓN ARTIFICIAL EN USUARIOS DEL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO BOVINO REGIONAL 2020-22 INDAP ARAUCANÍA

Use of artificial insemination in users of the regional bovine genetic improvement program 2020-22 INDAP Araucania

Javier Santana y Luis Carter Instituto de Ciencia Animal, Universidad Austral de Chile. E-mail: javier.santana@alumnos.uach.cl

INTRODUCCIÓN

Este estudio entrega antecedentes, hasta ahora desconocidos, del uso de la inseminación artificial (IA) en Pequeños Productores Agrícolas del Programa de Mejoramiento Genético Regional (PMGR) 2020-22 INDAP en la región de La Araucanía como herramienta para mejorar la toma de decisiones en esta materia. El objetivo general fue generar información actualizada sobre el uso de material genético en usuarios del PMGR 2020-22 INDAP Araucanía. Se distinguió la orientación productiva y su zonificación, razas más utilizadas en IA y el nivel de utilización de DIIO.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los datos para este estudio se generaron en la región de La Araucanía y provienen de 21 agencias de área participantes del PMGR 2020-22 INDAP Araucanía, obteniéndose la información desde Boletas de Inseminación Artificial (BIA) suministradas por los inseminadores en las temporadas 2020-21 (I) y 2021-22 (II). Éstas contenían información del predio, propietario, vientre a inseminar y dosis seminal utilizada. El método utilizado incluyó un análisis descriptivo y temporal de las orientaciones productivas, razas utilizadas, y utilización de DIIOs en los usuarios del programa, se utilizó la distribución de Chi² para establecer la significancia estadística de la variación intertemporadas ($p < 0,05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tal como se muestra en la figura 1, la orientación productiva predominante en la Araucanía es la cárnica, seguido por la doble propósito y en tercer lugar por la lechera, obteniendo una variación positiva estadísticamente significativa en las orientaciones cárnicas y lechera intertemporadas y una variación negativa estadísticamente significativa ($p < 0,005$) en la doble propósito. Situación contraria a lo planteado por González y Tapia (2017) e INE (2019), puesto que indican que los bovinos del sur de Chile se componen mayoritariamente por animales doble propósito. La explicación podría estar vinculada a la transición hacia razas especializadas, con el objetivo de adquirir un mayor beneficio económico. Por su parte, la figura 1 registra también que las razas mayormente utilizadas son la Angus Rojo para la orientación productiva cárnica, las Frisonas para doble propósito, y la Holstein para lechera. Lo anterior se condice con lo expuesto por Alvear en AFECH (2011) puesto que menciona que la raza Angus, por sus características de facilidad de parto es ideal para pequeños productores, sin embargo la percepción del productor podría intervenir sobre qué tipo de animal se quiere criar, factores como el color de la capa, referencias del comprador, moda o influencia cultural pueden ser factores no cuantificables. Por otro lado, el uso de la raza Holstein como especialista lechera para pequeños productores según Tsuruta y col (2005) puede ser contraproducente, puesto que esta raza necesita recursos monetarios altos para poder ser rentabilizado de manera adecuada. La zonificación cárnica abarca la totalidad de la región, la doble propósito el 85,7% y la lechera el 42,9% durante la temporada II, esta última ubicándose en la provincia de Cautín principalmente (figura 2), lo cual podría estar influenciado por la ubicación de las plantas recolectoras de leche y el clima. En cuanto al uso de DIIO y tal como se muestra en el cuadro 1, no existe identificación de la totalidad de animales llevados a IA, lo cual contraviene lo

que la Ley N° 20.358 estipula en su resolución N° 1526, sobre la obligación al registro de bovinos con DIIO. La falta de podría deberse a distintos factores, como lo son la falta de conocimiento de las leyes, la escasez de recursos monetarios, o a la venta de animales en ferias ganaderas o a productores con mayores recursos quienes asumirían el costo del dispositivo, lo cual puede producir una confusión o equivocación al momento de registrarlos y, por ende, perder la trazabilidad, que según Sim y col (2021), tiene un impacto directo sobre la genealogía de la hembra a inseminar, lo que incluye problemas de consanguinidad y sanitarios. En este programa se inseminaron todos los vientres de los usuarios, poseyesen DIIO o no, debido a que la no IA hubiese afectado a más de 200 usuarios de los aproximadamente 750 solo durante la temporada II, i.e. 30%, de las IA, aproximadamente.

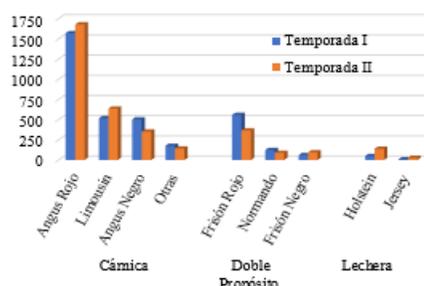


Figura 1. N° de IA por raza en la región de la Araucanía según BIA por temporadas.

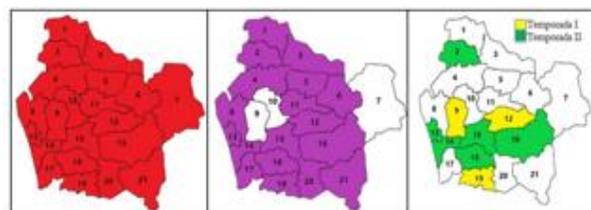


Figura 2. Zonificación ganadera de la orientación productiva cárnica (Rojo), doble propósito (Morado) y lechera (Temporada I-Amarillo; Temporada II-Verde), según BIA, PMGR 2020-22 INDAP Araucanía.

Cuadro 1. Uso de DIIO en el PMGR 2020-22 INDAP Araucanía y su variación intertemporadas.

Provincia	Temporada I			Temporada II			Variación Temporal de DIIO (%)	Chi² p
	Vientres	DIIOs	% DIIOs	Vientres	DIIOs	% DIIOs		
Malleco	1.153	1.061	92,0	1.094	966	88,3	-4,0	0,0534
Cautín	2.147	1.636	76,2	1.855	1.330	71,7	-5,9	0,0534
Total	3.300	2.697	81,7	2.949	2.296	77,9	-4,8	

CONCLUSIONES

La principal orientación productiva es la cárnica, teniendo como raza principal el Angus Rojo, seguido por la doble propósito con el Frisón rojo, y en tercer lugar por la lechera con la Holstein. La zonificación de la orientación productiva cárnica y doble propósito abarca aproximadamente toda la región y la lechera abarca principalmente la provincia de Cautín. La identificación mediante DIIOs no abarca la totalidad de los animales de los usuarios.

AGRADECIMIENTOS: Programa Académico CIA-CENEREMA e INDAP Araucanía.

REFERENCIAS

- AFECH, ASOCIACIÓN GREMIAL DE FERIAS GANADERAS DE CHILE. 2011. ¿Cuáles son las razas ideales para Chile?. Revista del Campo. Chile.
- GONZÁLEZ V, TAPIA M. 2017. Boletín N°369. Instituto de investigaciones Agropecuarias (INIA). Santiago, Chile.
- INE, INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA. 2019. Encuestas intercensales agropecuarias 2017-2018: Síntesis de Resultados. Santiago, Chile.
- SIMM G, POLLOT G, MRODE R, HOUSTON R, MARSHALL K. 2021. Genetic Improvement of Farmed Animals, CABI, Wallingford, Reino Unido. Pp 484.
- TSURUTA S, MISZTAL I, LAWLOR T. 2005. Changing definition of productive life in US Holsteins: Effect on genetic correlations. JDS 88, 1156-1165.

ESTUDIO DE CASO: BALANCE FORRAJERO EN OVINOS EN LA AGRICULTURA FAMILIAR CAMPESINA (AFC) ICALMA-LONQUIMAY, 2021-2022

A study case: Ovine feed budget of a smallholder in the Icalma-Lonquimay district. 2021-2022 season

Paul Escobar-Bahamondes¹, Paulina Etcheverría T, Emilio M Ungerfeld y Manuel Vial A.

¹Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA Carillanca, Temuco, Chile.

E-mail: paul.escobar@inia.cl

INTRODUCCIÓN

En primavera ocurre la mayor producción de forraje dentro del sistema ganadero ovino en la localidad cordillerana de Icalma-Lonquimay. Durante esos meses, las praderas deben producir forraje destinado para pastoreo y conservación (heno, principalmente), este último para ser usado durante el periodo invernal (mayo a octubre), sin embargo y habitualmente desconocen la magnitud del déficit de forraje. El objetivo de este trabajo fue realizar un balance forrajero anual para un rebaño ovino de un agricultor de AFC de manera de cuantificar las necesidades de un rebaño tipo del sector.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para el cálculo del aporte de forraje y distribución se utilizó como referencia la información obtenida por el proyecto “Desarrollo de una nueva estrategia de alimentación animal en sistemas frágiles de la AFC para adaptación al cambio climático en la Comuna Cordillerana de Lonquimay” a través de un ensayo de fertilización (2019-2021) en praderas naturales de la zona, en donde se determinó producción de materia seca (MS) y distribución mensual mediante corte usando el método del cuadrante (Cuadro 1). Se realizó un seguimiento de un sistema productivo de ovinos designado por los cooperadores del proyecto. La superficie total corresponde a 5 ha de praderas naturalizadas. Se utilizó una eficiencia de cosecha de la pradera de 65%. Adicionalmente, se determinó que el peso promedio de fardos de heno comprados en el comercio local fue de 21 kg MS. A partir de julio-21, periódicamente se realizó un inventario animal que inicialmente fue de 9 ovejas adultas preñadas y un carnero, adicionalmente, se pesó el rebaño para estimar promedio de cada categoría animal y se estimó el requerimiento de MS mediante NRC (2007) (Cuadro 2). Los bovinos existentes no se consideraron, debido a que pasaron tiempo del año en internada.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La producción de forraje utilizada aparece en el cuadro 1. La época de mayor producción se concentra en el periodo de primavera con un aporte de 60% del rendimiento anual, y los menores son en verano (15%). Durante el invierno por cobertura de nieve, no hay forraje.

Cuadro 1. Distribución y rendimiento promedio (kg MS ha⁻¹) de praderas naturalizadas fertilizadas en sector Icalma comuna de Lonquimay.

Rendimiento kg MS/ha año	2.000		Superficie (ha) 5.0								Eficiencia de cosecha (%) 65	
	jul	ago	sep	oct	nov	dic	ene	feb	mar	abr	may	jun
Distribución mensual de MS	0%	0%	0%	5%	15%	40%	10%	5%	15%	10%	0%	0%
Rendimiento mensual kg MS total has x eficiencia pastoreo				325	975	2.600	650	325	975	650		

Cuadro 2. Requerimientos y balance de un rebaño ovino en sector Icalma comuna de Lonquimay.

consumo de MS kg diarios	jul	ago	sep	oct	nov	dic	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul
Ovejas último mes gestación	1,6		440										
Ovejas recién paridas	1,7			494									
Ovejas en lactancia	1,4				378	391	391						
Ovejas en mantención	1,1							265	293	284			
Ovejas en flushing	1,2										321	311	
Ovejas en gestación	1,3	365	365										447
Borregas	0,9										53	51	
Corderos	0,9			26	191	185	164	109	74	55	53		
Carneros	1,7	53	53	51	53	51	53	53	48	53	51	53	53
MS mensual requerida por el rebaño (kg)	418	418	518	737	614	607	552	386	400	387	426	413	499
Balance	-418	-418	-518	-412	361	1.993	98	-61	575	263	-426	-413	-499
Balance expresado en fardos mensuales	-20	-20	-24	-19	17	94	5	-3	27	12	-20	-19	-24

La mayor demanda de alimento fue en primavera (sep-oct), durante el último tercio de gestación e inicio de lactancia de las ovejas y los menores en época de ovejas secas e inicio de gestación. Existió un déficit de forraje invernal equivalente a casi 83 fardos que puede ser cubierto por el aporte de las praderas en la primavera, que en este caso fue equivalente a 152 fardos. Sin embargo, la diferencia de 69 fardos se torna difícil de almacenar dada la inexistencia de servicios de henificación en el sector, cosechándose un forraje a mano, en época tardía y con altas pérdidas de campo y guardándose a granel, lo que dificulta saber la cantidad real. En el periodo, la carga ovina en promedio fue de 12 cabezas, lo cual se considera muy baja para el total de hectáreas del sistema. Esto se debe por la competencia por el forraje almacenado al mantener bovinos en el sistema de producción y al tener muy poca producción de MS por hectárea.

CONCLUSIÓN

Siempre hay déficit invernal de forraje que podría satisfacerse con la cosecha del excedente de primavera. El déficit de forraje puede ser corregido con aumento de mayor productividad de la pradera, uso de cultivos suplementarios, corregir fertilidad del suelo, aumento de superficie de pastoreo, establecimiento de cultivos suplementarios que se adapten a la zona y/o el uso estratégico de la veranada y disminución de carga animal.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece el financiamiento del Proyecto FIA PYT-2018-0158.

REFERENCIAS

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). 2007. Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids, and New World camelids. Committee on Nutrient Requirements of Small Ruminants. Washington, DC 20055. USA. 889p.

ESTIMACIÓN DE PÉRDIDAS DE GESTACIÓN TEMPRANA EN UN SISTEMA DE PRODUCCIÓN OVINA EXTENSIVO DE MAGALLANES.

Determination of early gestation pregnancy losses in a Magellan extensive sheep production system.

Francisco Sales¹; Camila Sandoval¹
¹INIA Kampenaike, Punta Arenas fsales@inia.cl

INTRODUCCIÓN

Las pérdidas de gestación se traducen en una reducción en las variables reproductivas de ovinos y, en consecuencia, en una menor productividad y rentabilidad del sistema (Dixon *et al.*, 2007). En general, las mayores pérdidas se producen durante la etapa embrionaria, tendiendo estas a disminuir, en la medida que avanza la gestación (Wilkins y Croker, 1990). Sin embargo, en sistemas extensivos, donde los periodos de encaste son relativamente largos, no existe claridad de cuál podría ser la tasa de pérdidas en las etapas tempranas de gestación. Lo anterior es fundamental para establecer el comportamiento reproductivo de hembras bajo estas condiciones de manejo. El objetivo del estudio fue determinar la tasa de pérdidas de gestación temprana post IA laparoscópica, en un sistema de producción ovina extensivo de Magallanes.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en la Estación Experimental de INIA Kampenaike, ubicada a 60 km al norte de la ciudad de P. Arenas, Magallanes (52 °41 Latitud Sur y 70°54 Longitud Oeste). Se utilizaron un total de 390 hembras Corriedale de entre 4 y 6 años de edad, con una condición corporal de 2,25 promedio y un peso promedio de 51,29 kg. Las hembras fueron sincronizadas con dos dosis de un análogo de prostaglandina F_{2α} (Pg; Cloprostenol, Ciclase®, Drag Pharma, Chile) con 12 días de separación. Luego de la segunda dosis de Pg, entre los días 23 y 29 de mayo, se detectó la presentación de celos con machos vasectomizados con el pecho marcado con aceite comestible y tierra de color. Se procedió a la inseminación artificial (IA) por vía laparoscópica. Para la IA se utilizó un solo carnero de fertilidad probada para eliminar el posible efecto macho y se utilizó semen fresco diluido obtenido mediante vagina artificial. El celo en las hembras fue observado en la mañana y en la tarde y se utilizó el método AM/PM de IA. Luego de la IA, los animales se mantuvieron en un mismo potrero, con acceso a agua y alimento. En los días gestacionales 29±3 y 49±3 se realizó diagnóstico de gestación por vía ultrasonográfica transrectal (Pie Medical Aquila, transductor lineal de 5 MHz) y abdominal (Oviscan 4, BCF, transductor sectorial de 3,5 MHz) respectivamente, que se ajustan a la edad gestacional del diagnóstico. Para el análisis de los datos se utilizó estadística descriptiva.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El Cuadro 1 resume el número de hembras preñadas y secas, para el primer y segundo diagnóstico de gestación. Se eliminó del análisis un total de 36 hembras que, a la primera ecografía, fueron diagnosticadas como dudosas, lo que se tradujo en un total de 354 hembras que fueron utilizadas para el análisis. Un total de 185 hembras fueron diagnosticadas como preñadas a la primera ecografía a los 29 días de edad gestacional promedio. A los 49 días de gestación, un total de 158 hembras fueron confirmadas como preñadas, lo que corresponde a una pérdida de gestación en 27 hembras. Lo anterior se traduce en un 14,6% de pérdidas entre los 29 y 49 días de gestación.

Cuadro 1. Datos de preñez obtenidos a la primera (Eco1) y segunda (Eco2) ecografía.

	Eco1	Eco2
Secas (n)	169	196
Preñadas (n)	185	158
Total	354	354
Preñez (%)	52,3	44,6
Pérdidas de gestación (n)		27
Pérdida de gestación (%)		14,6

Se describe una mayor mortalidad o pérdida embrionaria en ovinos antes de los 20 días de gestación (Wilkins y Croker, 1990). Si bien el presente estudio no identificó las pérdidas en este periodo, la mortalidad embrionaria entre el día 29 y 49 observada, resulta superior a lo señalado por otros autores para esta etapa (Dixon et al, 2007). Sin embargo, un estudio comparando tres razas (Trakia merino; Plevén blackhead e Ile de France) indicó pérdidas de entre 14 y 20% entre los 30 y 50 días de gestación de animales inseminados (Yotov, 2012), lo que concordaría, parcialmente, con los datos observados para la raza Corriedale en el presente estudio. Lo anterior indicaría que el periodo de pérdida de gestación en ovinos en Magallanes se extendería más allá del señalado como el periodo de mayor mortalidad. Diferentes factores se han asociado a la ocurrencia de pérdidas gestacionales, entre los que se mencionan la desnutrición. Los sistemas extensivos de Magallanes, se caracterizan por entregar, de manera natural, limitaciones nutricionales a los animales (Sales et al., 2018). Restricciones nutricionales se han asociado a pérdidas embrionarias (Robinson, 1986), lo que es un factor que probablemente ocurra en Magallanes y que se traduzca en el alto valor de pérdida encontrado.

CONCLUSIONES

La mortalidad embrionaria observada entre la 4 a 7 semana gestacional en ovejas Corriedale en Magallanes, fue similar a reportes entre el 10-20% de las gestaciones diagnosticadas, lo que debe considerarse en manejos que puedan alterar la eficiencia productiva del sistema.

AGRADECIMIENTOS

Proyectos FONDECYT 11220188 y 1221042.

REFERENCIAS

- DIXON, A.B., KNIGHTS, M., WINKLER, J.L., MARSH, D.J., PATE, J.L., WILSON, M.E., DAILEY, R.A., SEIDEL, G. AND INSKEEP, E.K., 2007. Patterns of late embryonic and fetal mortality and association with several factors in sheep. *Journal of Animal Science*, 85(5), pp.1274-1284.
- ROBINSON, J.J. 1986. Nutrition and Embryo Loss in Farm Animals. In: Sreenan, J.M., Diskin, M.G. (eds) *Embryonic Mortality in Farm Animals. Current Topics in Veterinary Medicine and Animal Science*, vol 34. Springer, Dordrecht.
- SALES, F., PERALTA, O.A., NARBONA, E., MCCOARD, S., DE LOS REYES, M., GONZÁLEZ-BULNES, A. AND PARRAGUEZ, V.H., 2018. Hypoxia and oxidative stress are associated with reduced fetal growth in twin and undernourished sheep pregnancies. *Animals*, 8(11), p.217.
- WILKINS, J. F., y CROKER, K. P. 1990. Embryonic wastage in ewes. *Reproductive physiology of Merino sheep*. School of Agriculture, University of Western Australia, 169-177.
- YOTOV, S., 2012. Ultrasound diagnostics of late embryonic and foetal death in three sheep breeds. *Journal of Veterinary Advances*, 2(3), pp.120-125.

EVALUACIÓN DE LA EFICACIA DE CUATRO ANTIHELMÍNTICOS EN SISTEMAS OVINOS DE LAS DIFERENTES ZONAS AGROCLIMÁTICAS DE MAGALLANES

Efficacy evaluation of four anthelmintic drugs in ovine herds from different agroclimatic zones of Magallanes

Camila Sandoval*¹; Francisco Sales*²; Pamela Muñoz³

*INIA Kampenaike, Punta Arenas, camila.sandoval.torres@inia.cl ; ² fsales@inia.cl ; ³ Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Austral de Chile, Valdivia, pamela.munoz@uach.cl

INTRODUCCIÓN

La ganadería ovina en Magallanes presenta condiciones agroclimáticas y de manejo idóneas para reducir naturalmente las cargas parasitarias en campos y animales. Sin embargo, los endoparasitismos se presentan regularmente, principalmente en épocas de alta humedad y/o mayores temperaturas, y podrían incluso incrementarse dado los cambios climáticos proyectados para la región, lo que afectaría a las diferentes zonas agroclimáticas en las que se desarrolla la producción ovina en Magallanes, que de acuerdo a sus niveles actuales de pluviometría se clasifican en zonas húmeda, intermedia y de estepa. Adicionalmente, una práctica común en la región es utilizar el mismo antihelmíntico reiteradamente sin evaluar su eficacia, lo que puede llevar al desarrollo de resistencia parasitaria. Por ello, el objetivo de este trabajo fue evaluar la eficacia de cuatro antihelmínticos considerando en forma integrada a sistemas ovinos ubicados en las diferentes zonas agroclimáticas de Magallanes para proveer estimaciones de resistencia a antiparasitarios representativas para la región.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en 6 estancias ovinas de la región de Magallanes (2 por cada zona agroclimática). En cada establecimiento se trabajó con un total de 50 corderas Corriedale de 6 meses de edad, sin tratamiento antiparasitario previo, distribuidas en 5 grupos experimentales: control (CTRL, n=10) que no recibió tratamiento, y cuatro grupos tratados en dosis única (de acuerdo al prospecto) con los siguientes fármacos: Doramectina (DORA, n=10); Eprinomectina (EPRI, n=10); Fenbendazol (FENB, n=10); y Albendazol+Closantel (ALB+C, n=10). En el día 0, se realizó muestreo fecal inicial, asignación de los animales a su grupo experimental de acuerdo a su peso, evitando diferencias de peso vivo entre los grupos y se aplicó el tratamiento antihelmíntico correspondiente. Al día 14 post tratamiento se colectó una segunda muestra fecal, ambas muestras se procesaron y analizaron mediante la técnica cuantitativa de McMaster, para obtener recuentos de huevos tipo estrombilideos (HTS) y huevos de *Nematodirus* spp. (NEM) por gramo de materia fecal. El establecimiento de resistencia parasitaria para cada fármaco se realizó en forma conjunta para las 6 estancias. Para ello, y de acuerdo a lo indicado por la Asociación Mundial para el Avance de la Parasitología Veterinaria (WAAVP), se calculó porcentaje de reducción de huevos (FECR) y su respectivo intervalo de confianza (IC) al 95% y de acuerdo a criterios de ésta, se consideró 1. Resistencia demostrada para FECR<95% con límite inferior (LI) del IC < 90%, 2. Riesgo de Resistencia para FECR>95% y LI del IC <90%, y 3. Sin Resistencia para FECR>95% y LI del IC>90% (Holsback et al., 2016).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo a lo indicado en el cuadro 1, no existe presentación de resistencia demostrada en ninguno de los fármacos evaluados. Sin embargo, el grupo DORA queda clasificado en riesgo de resistencia tanto para HTS como para NEM. Similarmente, el grupo EPRI clasifica en riesgo de

resistencia para NEM. Esto es concordante con resultados previos obtenidos para estudios dentro del centro experimental INIA Kampenaike en Magallanes, donde se encontró evidencia inicial de resistencia ante los mismos principios activos (Sandoval y Sales, 2020), y es concordante con reportes a nivel mundial que indican una alta generación de resistencia a causa de la utilización masiva de lactonas macrocíclicas, grupo al cual pertenecen tanto Doramectina como Eprinomectina, lo que además se ha vinculado al tiempo de permanencia de estos fármacos en el organismo del animal por su carácter liposoluble (Geary et al., 2012).

Cuadro 1. Resultados de FECR y 95% IC para las variables HTS y NEM de seis estancias ovinas en la Región de Magallanes, Chile.

	HTS		NEM	
	FECR	IC	FECR	IC
DORA	1	0,87-1	0,96	0,65-1
EPRI	1	0,9-1	0,97	0,78-1
FENB	1	0,99-1	1	0,99-1
ALB+C	0,99	0,96-1	0,97	0,81-1

Por otro lado, los resultados indican que de todos los principios activos evaluados en estos grupos de animales, el grupo FENB, es el único que clasifica como sin resistencia para HTS y NEM, siendo su eficacia antihelmíntica 1, es decir, eliminó un 100% de los huevos encontrados en heces, pero además el límite inferior de su IC es 0,99, lo que indica una alta confianza para la estimación del porcentaje de reducción de huevos. Finalmente, el grupo ALB+C clasifica como sin riesgo de resistencia para HTS, pero está en riesgo de resistencia para NEM, dado que el límite inferior de su IC es inferior a 0,9.

CONCLUSIONES

Este estudio sugiere que, en base a las estancias analizadas, para evitar el establecimiento de resistencia demostrada hacia aquellos fármacos clasificados en riesgo de resistencia, una alternativa sería rotar hacia el uso de fármacos que usen Fenbendazol como principio activo dada la eficacia observada tanto para HTS como NEM. Cabe destacar que este es un primer avance a levantar datos de resistencia parasitaria a nivel regional, y que es necesario ampliar el rango de cobertura y número de estancias evaluadas para robustecer futuras evaluaciones.

REFERENCIAS

- HOLSBACK L., RAMSEY P., SANCHES C., KREMER G., CONDE G., GABRIEL H., BALESTRANI J., TOMAZELLA L. 2016. Anthelmintic efficiency of doramectin, fenbendazole, and nitroxinil, in combination or individually, in sheep worm control. *Rev.Bras.Parasitol.Vet.* 25, 1-9.
- SANDOVAL, C., SALES, F. 2020. Evaluación de la eficacia de tres antihelmínticos en ovinos de Magallanes: Primera aproximación al estudio de resistencia parasitaria regional. Libro de Resúmenes XLV Congreso Sociedad Chilena de Producción Animal, SOCHIPA A.G., on line, pp 168-169.
- GEARY, T., HOSKING, B., SKUCE, P., VON SAMSON-HIMMELSTJERNA, G., MAEDER, S., HOLDSWORTH, P., POMROY, W., VERCRUYSSSE, J. 2012. World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology (W.A.A.V.P.) Guideline: Anthelmintic combination products targeting nematode infections of ruminants and horses. *Veterinary Parasitology* 190(2012) 306-316.

MANEJO DE PASTOREO OVINO EN DIFERENTES PRADERAS EN EL SECANO INTERIOR DE LA REGIÓN DEL MAULE

Management of sheep grazing in different grasslands in the interior dryland of the Maule Region.

Soledad Espinoza

Instituto de Investigaciones Agropecuaria, Centro Experimental Cauquenes, Cauquenes, Chile. soledad.espinoza@inia.cl

INTRODUCCIÓN

La base de ganadera en los sistemas pastoriles con rumiantes en zonas de secano mediterráneo central de Chile, lo constituyen los pastizales naturales degradados de clima mediterráneo. Estos sistemas de producción son predominantemente de tipo extensivo. El manejo eficiente en la utilización de los escasos recursos prateros existentes. El manejo deficiente de cercos eléctricos, no permite que exista un consumo adecuado de las praderas y/o cultivos suplementarios, lo que acelera a la degradación de la pradera, con la consecuente disminución de la productividad y longevidad de la pradera. El objetivo de este estudio es evaluar el manejo óptimo de pastoreo en sistemas ganaderos ovinos en el secano interior de la región del Maule.

MATERIALES Y MÉTODOS

En el secano interior de la Provincia de Cauquenes (35 ° 57 'S, 72 ° 17' W; 159 m.s.n.m) en un suelo Orden Alfisol (Ultic Palexeralfs), con un promedio de pluviometría anual en el año 2021 de 397 mm. Se realizó tres tratamientos de manejo pastoreo en pradera natural fertilizada, alfalfa (*Medicago sativa* var. WL 903 HQ, 4 años de producción) y cultivo suplementario de avena como verdeo (*Avena sativa* var. Supernova-INIA, 120 kg/ha de semilla). Cada ensayo se fertilizó según el análisis de suelos. Se realizó pastoreo con carnerillos de 1-2 años raza Suffolk Down (peso promedio de 60 kg), donde se determinó la carga de acuerdo a la productividad de cada ensayo y se realizó mediante cerco eléctrico. Las evaluaciones en la pradera consistieron en: **a)** producción de materia seca (MS, kg/ha) mediante cuadrantes de 1 m² y secada a horno por 48 horas a 70°C. **b)** altura de la pradera (cm), **c)** Composición botánica de la pradera, **d)** porcentaje de cobertura mediante aplicación canopeo, y, **e)** análisis bromatológico: proteína cruda (%) y energía metabolizable (Mcal/kg). Los resultados fueron sometidos a análisis de varianza ($P \leq 0,05$), para determinar la diferencia entre tratamientos de acuerdo a un diseño de bloques completamente al azar con cuatro repeticiones. La separación de medias se realizó mediante el test de Rango Múltiple de Duncan. Todos los análisis estadísticos se realizaron con el Sistema SAS para Windows V8 (1999).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La producción de MS presentó diferencias estadísticas entre los diferentes ensayos ($P \leq 0,05$) (Tabla 1), observándose mayor disponibilidad de forraje el cultivo suplementario (avena) con 4.956 kg MS/ha, seguido sin diferencia ($P \leq 0,05$) entre los tratamientos de la pradera natural fertilizada y alfalfa con 2.984 y 2450 kg MS/ha, respectivamente. La MS post-pastoreo, la avena presentó un valor intermedio, lo que estaría indicando que hubo mayor aceptación de los ovinos, lo cual está indicado por el mayor consumo aparente con un valor promedio de 4.307 kg MS/ha. Seguido por la pradera natural en el primer consumo de forraje (Cuadro 1). Posteriormente la falta de humedad en el suelo, no permitió un crecimiento adecuado post pastoreo, lo que dificultó otras mediciones de las praderas. En cambio, alfalfa si permitió un segundo pastoreo con un excelente consumo por

parte de los ovinos. Este año 2021, las praderas (natural y alfalfa) como el cultivo suplementario en el año 2021, estuvieron expuestas a déficit hídrico (397 mm) y donde las bajas temperaturas afectaron el crecimiento de éstas, lo que concuerda con (Castellaro y S Squella, 2006).

Cuadro 1. Disponibilidad de forraje (kg MS/ha), cobertura (%), alturas (cm), residuo, consumo aparente, proteína cruda (%) y Energía metabolizable, en los distintos ensayos pastoreados en dos fechas, Temporada 2021, Cauquenes.

Ensayos	Cobertura (%) antes pastoreo	Altura (cm) antes pastoreo	Disponibilidad de Forraje (kg MS/ha)	Altura (cm) post pastoreo	Residuo post pastoreo (kg MS/ha)	Consumo aparente (kg MS/ha)	Proteína cruda (%)	Energía metabolizable (Mcal/Kg)
Primer pastoreo (22-10-2021)								
Pradera natural fertilizada	36,2 c*	28,5 d	2.984 c	5,4 c	847 c	2.419 b	8,3 b	1,7 b
Alfalfa (4 años) WL 903 HQ	85,5 a	46,3 a	2.450 c	9,4 a	723 b	1.727 c	15,9 a	2,2 a
Avena var. Supernova-INIA	69,3 b	44,1 b	4.956 a	5,8 b	973 b	4.307 a	16,7 a	2,6 a
Segundo pastoreo (30-11-2021)								
Alfalfa (4 años) WL 903 HQ	84,8 a	40,0 c	3.538 b	9,1 a	1015 a	2.523 b	15,2 a	2,1 a

*Valores con igual letra entre columnas no presentan diferencias significativas entre sí ($P \leq 0,05$) según prueba de Duncan.

La mayor diversidad de especies fue en la pradera natural fertilizada, donde las gramíneas poseen el mayor porcentaje (45%), seguido por otras especies también consumidas por los animales y por último las leguminosas con un 25%. Cabe mencionar que los ovinos, mostraron preferencia de consumo por las leguminosas, alfilerillo (*Erodiun cicutarium*) y luego las gramíneas. En el caso de alfalfa, aparecen especie como *Lolium multiflorum* (12%), *Erodiun cicutarium* y *Taraxacum officinale* (ambas con 8%).

CONCLUSIONES

Los ganaderos ovinos del secano interior de la región del Maule, deben poseer diferentes alternativas forrajeras en sus predios y utilizar cercos eléctricos, para mejorar la eficiencia de utilización, vida útil de sus praderas y obtener con ello un sistema ganadero más sustentable en el tiempo. A su vez, la altura para retirar los animales del potrero en zonas de secano, especialmente para praderas naturales y suplementario (verdeo) es de mínimo 5 cm de altura y en el caso de alfalfa WL 903 HQ de 9 cm. En la pradera perenne (alfalfa), permitió dos pastoreos con escasa pluviometría anual de 397 mm, siendo una importante alternativa a considerar de 6 toneladas en promedio de MS/ha, en el secano interior del Maule.

REFERENCIAS

CASTELLARO, G., SQUELLA, F. 2006. Modelo Simple de Simulación Para la Estimación Del Crecimiento, Fenología y Balance Hídrico de Praderas Anuales de Clima Mediterráneo. Agricultura Técnica. 66:271-282.

CRECIMIENTO DE CORDEROS CORRIEDALE Y MERINO DOHNE EN LA PATAGONIA OCCIDENTAL

Lamb growth performance of Corriedale and Dohne Merino in Western Patagonia.

Hernán Felipe Elizalde V., Marilyn Tapia M., Dagoberto Villarroel y Magdalena Silva J.
Centro Regional de Investigación Tamel Aike (INIA). Casilla 296, Coyhaique. helizald@inia.cl
Proyecto INNOVA Corfo

INTRODUCCIÓN

La introducción masiva de la raza Dohne Merino en Aysén data del año 2011 (Elizalde y otros, 2019) cuando se introdujo sobre majadas Corriedale de la comuna de Cochrane, con el objeto de aumentar la finura de la lana sin afectar mayormente el componente carne (Montossi y otros, 2007). Sin embargo, hasta la fecha no se ha realizado una comparación controlada del crecimiento de ambas razas en cuanto a su prolificidad, peso al destete, velocidad de crecimiento y kilos de cordero por oveja parida. El presente trabajo tiene por objeto evaluar a nivel de campo, ambos genotipos, en cuanto a variables productivas en la Región de Aysén.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron cinco carneros no consanguíneos, tres Corriedale y dos Merino Dohne, sobre ovejas adultas de más de dos partos, de cuatro rebaños de la raza Corriedale y dos rebaños de la raza Dohne, distribuidos en cinco predios de estepa y transición a estepa de la Región de Aysén. Las ovejas se seleccionaron en base a condición corporal (entre 2,75 y 3,0). Se utilizó inseminación artificial intra -cervical con semen fresco, durante el mes de mayo 2018, mediante el uso de postas móviles. Para el caso de los Corriedale, los tres carneros fueron utilizados en los cuatro rebaños, asimismo, para el caso de los Dohne, los dos carneros fueron usados en los dos rebaños.

Se implementó un sistema de recolección de datos en terreno y al momento del parto, las variables incluidas fueron: tipo de parto, peso y fecha de nacimiento. Además, se registró fecha y peso al destete ajustado a 100 días y ganancia media diaria entre nacimiento y destete. Se registró información de campo completa de 140 corderos (49 Dohne y 91 Corriedale). Los datos respecto número de corderos destetados por oveja parida, ganancia media diaria, peso al destete ajustado a 100 días y kilos destetados por oveja parida fueron corregidos por covarianza al peso de nacimiento, procediendo a realizar un ANDEVA, con un diseño completamente al azar, donde se comparó variables de peso ajustado al destete, incremento diario de peso (g/día) y kilos destetados por oveja parida durante el periodo, para ello se utilizó el software estadístico Minitab 19, las diferencias encontradas se analizaron mediante la prueba de significancia de Tukey.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos se presentan en el Cuadro 1. Se registra una mayor cantidad de corderos destetados por oveja parida para el caso del genotipo Dohne, respecto a los Corriedale. Por otro lado, se observa una superioridad ($P < 0,05$) en cuanto a incremento de peso entre nacimiento y destete de los corderos Corriedale respecto a los corderos Dohne, sin embargo, no se observaron diferencias significativas entre los corderos de ambas razas en cuanto a su peso ajustado a los 100 días.

Cuadro 1. Crecimiento de corderos Corriedale, Merino Dohne bajo condiciones de campo en Aysén

	N° de corderos destetados por oveja parida	Peso ajustado a los 100 días	Incremento de Peso Vivo (g/día)	Kg destetados/oveja parida
Corriedale	1,27 ^b	29,9 ^a	287,6 ^a	34,7 ^b
Merino Dohne	1,50 ^a	30,1 ^a	252,6 ^b	38,8 ^a

Las medias que no comparten una letra, son significativamente diferentes ($P < 0,05$), Tukey.

El mejor comportamiento reproductivo de las ovejas Dohne al momento del destete respecto a las Corriedale, afecta la cantidad de kilos destetados por oveja parida, a pesar del mejor comportamiento individual en cuanto a ganancia media diaria de los corderos Corriedale. Es así como se observa una registran 4,1 kilos a favor de los vientres Dohne, respecto a los Corriedale en cuanto a kilos destetados de cordero por oveja parida, lo que sería atribuible a una mayor prolificidad de las ovejas Dohne merino, en combinación a una adecuada aptitud materna.

Al respecto, cabe destacar que, bajo condiciones de Sud África, Webb y otros (2010), registran en ovejas Dohne adultas, entre segundo y sexto parto, en promedio, una prolificidad de 1,6 corderos nacidos por oveja parida, lo que demuestra el potencial que se podría alcanzar con este genotipo.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos a la fecha sugieren, en forma preliminar, que existe un comportamiento individual similar de los corderos Corriedale versus Merino Dohne en cuanto a pesos al destete, aun cuando se registró una mayor ganancia media diaria de los corderos Corriedale respecto a los Dohne. Al considerar la productividad en términos de kilos de corderos destetados por oveja parida, se observa una ventaja al utilizar vientres Dohne bajo condiciones de manejo extensivo en Aysén.

REFERENCIAS

- ELIZALDE, H.F.; TAPIA, M. Y SILVA, M. 2019. Influencia de la raza Merino Dohne en cruzamientos sobre vientres Corriedale sobre disminución del diámetro de la fibra de la lana de ovinos en la comuna de Cochrane. XLIV Reunión de la Sociedad Chilena de Producción Animal (SOCHIPA A.G.), 6 – 8 de Noviembre 2019, U. Concepción Campus Chillan, P.217.
- MONTOSSI, F; DE BARBIERI, I.; CIAPPESONI, G.; SAN JULIÁN, R.; LUZARDO, S.; MARTINEZ, H.; FRUGONI, J. Y LEVRATTO, J. 2007. Nuevas opciones genéticas para el sector ovino del Uruguay: Evaluación de cruzamientos con Merino Dohne. En: Revista INIA Uruguay. 10: 6 – 9.
- WEBB, E.C.; VAN NIEKERK, W.A.; LEE, K. AND MARAIS, W.J. 2010. Reproductive performance of semi-intensively kept Döhne Merino ewes fed with different protein supplements. *South African Journal of Animal Science* 40, 451-454.

EVALUACIÓN DE VARIABLES DE INTERES LANERO EN BORREGAS CORRIEDALE, MERINO DOHNE Y SUS CRUZAS EN LA PATAGONIA OCCIDENTAL

Assessment of wool traits in ewe lambs Corriedale, Merino Dohne and their crosses in Western Patagonia

Marilyn Tapia M., Hernán Felipe Elizalde V., Dagoberto Villarroel T. y Magdalena Silva J.
Centro Regional de Investigación Tamel Aike (INIA). Casilla 296, Coyhaique. Email:
mtapia@inia.cl

INTRODUCCIÓN

Los sistemas extensivos ovinos de la región de Aysén son principalmente doble propósito, la introducción del genotipo Merino Dohne, se ha ido posicionando en las majadas de acuerdo con los objetivos de cada productor, raza que al ser cruzada sobre ovejas Corriedale, ha registrado una disminución del diámetro de fibra de las crías, sin afectar el componente cárnico respecto a la raza Corriedale (Montossi et al., 2007). El diámetro de la fibra es considerado la característica más importante en la determinación del precio de la lana, de ella depende su uso, calidad y tipo de producto final. Por otra parte, el largo de mecha es otra característica de valor, ya que incide directamente en el largo medio de la lana peinada y es usado normalmente en las apreciaciones comerciales para establecer su destino industrial. Durante una temporada, en los meses de septiembre a octubre, se procedió a realizar la esquila de un grupo de borregas de 12 meses de los genotipos Corriedale, Merino Dohne e híbridas, con ello, el registro de peso vellón y análisis de variables de interés lanero.

MATERIALES Y MÉTODOS

Durante la temporada 2017 se utilizaron quince reproductores de las razas Corriedale y Merino Dohne, 5 y 10 respectivamente, en un programa de inseminación artificial con semen fresco y congelado, sobre rebaños de ambas razas en cuatro predios de la Región de Aysén. Se tomaron registros productivos y muestras de lana de los productos, sobre una muestra al azar de 55 borregas de primera esquila, (15 Corriedale, 15 híbridas y 25 Merino Dohne). Los datos fueron corregidos por covarianza al peso ajustado a los 365 días, procediendo a realizar un ANDEVA, con un diseño completamente al azar, donde se comparó variables de peso vellón sucio, diámetro de fibra, largo de fibra, factor confort y altura media del top (Hauteur), para ello se utilizó el software estadístico Minitab 19, las diferencias encontradas se analizaron mediante la prueba de significancia de Tukey ($P < 0,05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los datos obtenidos del análisis de la producción de lanas indican que en borregas de primera esquila Corriedale, Merino Dohne y su cruce, no existe diferencia significativa, en cuanto a peso de vellón sucio (kg). Misma, tendencia observada para largo de fibra (mm), donde las tres propuestas no presentan diferencias ($P > 0,05$). En cuanto al diámetro de la fibra, se registra una diferencia ($P < 0,05$) de 3,5 micras a favor del genotipo Merino Dohne, respecto de Corriedale y de 3 micras respecto de su cruce. Para la variable Factor confort, la propuesta Merino Dohne, se presenta superior ($P < 0,05$), respecto de Corriedale y su cruce. Por último, en cuanto a la altura media del top (Hateur), Corriedale se presenta superior en 9,1 mm sobre Merino Dohne y 8,4 mm respecto de su cruce.

La recolección de información y resultados de la intervención realizada, se presentan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Variables de interés lanero para borregas Corriedale, Merino Dohne y su cruce bajo condiciones de campo en Aysén.

	Peso vellón sucio (kg)	Diámetro de fibra (micras)	Largo de fibra (mm)	Factor de confort	Hauteur
Corriedale	3,3 ^a	22,1 ^a	103,4 ^a	93,6 ^b	79,3 ^a
Corriedale x Dohne	2,9 ^a	21,6 ^a	83,0 ^a	96,8 ^{ab}	70,9 ^{ab}
Merino Dohne	2,7 ^a	18,6 ^b	91,3 ^a	99,5 ^a	68,4 ^b

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes ($P < 0,05$), Tukey.

CONCLUSIONES

Dada la realidad de los mercados, en cuanto a oferta de precios solo para lanas finas y superfinas, se corrobora continuar incentivando la adopción de medidas que favorecen la disminución del diámetro, sin desmejorar el componente carnicero, como lo es, continuar trabajando con la raza Merino Dohne. Dada la naturaleza de este estudio, en cuanto a su duración y número reducido de individuos, se hace recomendable seguir evaluando ambos genotipos en calidad de animales adultos.

REFERENCIAS

- MONTOSSI, F.; DE BARBIERI, I.; CIAPPESONI, G.; SAN JULIÁN, R.; LUZARDO, S.; MARTINEZ, H.; FRUGONI, J. Y LEVRATTO, J., 2007. Nuevas opciones genéticas para el sector ovino del Uruguay: Evaluación de cruzamientos con Merino Dohne. En: Revista INIA Uruguay. 10: 6 – 9.
- MONTOSSI, F., I. DE BARBIERI, G. CIAPPESONI, J. SOARES DE LIMA, S. LUZARDO, G. BRITO, C. VIÑOLES, R. SAN JULIAN, C. SILVEIRA, AND A. MEDEROS. 2011b. Merino Superfino y Merino Dohne: Innovaciones tecnológicas para mejorar la competitividad del rubro ovino en sistemas ganaderos extensivos mixtos del Uruguay. Médico Veterinario de Paysandú. Paysandú, Uruguay. Proceedings XXIX Jornadas Uruguayas de Buiatría, p. 164–175.

ÍNDICE DE AUTORES

A		Cisterna, Claudia	66
Abarca, Omar	167	Correa, Lina María	72
Alcalde, José Antonio	130	Cox, José	144,146,148, 150, 152
Alfaro, Marta		123, 171	
Allende, Rodrigo	74		
Almonacid, Tomás	89		
Alonso, Máximo	81, 83, 85, 125		
Arias, F.	146		
Arias, Rodrigo	40, 113, 163		
Ávila, Jorge		40, 54, 74, 138, 163	
B			
Bahamondez, Carlos	171		
Balocchi, Oscar		81, 83, 85, 87, 113	
Barahona, Viviana	95, 97, 99, 101, 103		
Barattini, Pier	121		
Barbosa, Alexandro	125		
Barría, Homero	121		
Barrientos, Fabián	165		
Beltrán, Ignacio	24, 26, 165, 171, 175		
Bravo, Silvana	128, 130, 155		
Bravo-Linares, Claudio		125	
Briones, Mario	138		
Bruna, Gonzalo		70	
Buschmann, Alejandro	24, 26		
C			
Cabanilla, Jaime		87, 113	
Calvache, Iván	83, 85, 87		
Campos, Jorge	117		
Cancino-Padilla, Nathaly	20, 28, 32		
Carrasco, Albert		144, 146, 150	
Carter, Luis	177		
Caruffo, Mario	140		
Carvajal, Adriana	173		
Carvajal, Andrés	134		
Casas, M.	50		
Castromonte, Mary	42		
Catenacci, Giordano	72		
Cerda, Cristián	32		
Cisterna, Claudia		66	
Correa, Lina María		72	
Cox, José		144,146,148, 150, 152	
D			
Daza, José		157, 159, 165, 173	
De la Barra, Rodrigo		134	
Dec, Dorota		85	
Del Pozo, Alejandro		95, 97, 99, 101, 103	
Díaz, Cristina		167	
Díaz, Mario		130	
Díaz, Rommy		169	
Dorado, Jesús		144, 146, 148, 150, 152	
Doussoulin, Marcelo		117	
Duranovich, Federico		83, 85	
E			
Elizalde, Hernán Felipe		187, 189	
Escobar-Bahamondes, Paul		105, 107, 161, 179	
Espindola, S.		50	
Espinoza, Soledad		95, 97, 99, 101, 103, 185	
Estroz, Daniel		157, 159	
Etcheverría, Paulina		20, 99, 105, 107, 161, 179	
F			
Ferrada, Álvaro		138	
Figuroa, Jorge		44, 46, 48, 56, 62, 64	
G			
Gebauer, Francisco		132	
Gerding, Macaren		95, 97, 99, 101, 103	
Gómez-Ceruti, Marcela		72	
González, Romina		52	
González, Verónica		157, 159, 165, 173	
Guajardo, Christian		117	
H			
Hanigan, M.D.		34, 50	
Hepp, Christian		115, 121	
Hernández, Joyce		78	

Herrera, Diego	101	N	
Huaquipan, Rodrigo	169	Naguil, Andrés	119
Hube, Sara	123	Navarrete, Felipe	144, 146
Huenupil, Nicol	24	Navarrete, Felipe	150
I		Navarro, Alvaro	34
Inostroza, Juan	105, 107	Neira, Roberto	38
Inostroza, Karla	128, 130, 155	Nieto, Boris	123
Inostroza, Luis	95, 97, 99, 101, 103	O	
Iraira, Sergio	171, 175	Ordóñez, Iván	89, 109
Ivelic-Sáez, Jorge	101, 109	Ortega, Fernando	20, 111
J		Ortiz, Daniela	42
Jara, Roberto	89	Ovalle, Carlos	95, 97, 99, 101, 103
Jiménez, Alejandra	123	Oyaneder, Paula	109
Jullian, Jaime	36	P	
K		Pacheco, Matías	142
Keim, Juan Pablo	24, 26, 52, 87, 113	Panichini, Marcelo	125
L		Peña, Cristian	136
Larama, Giovanni	155	Pereda, Sandra	24
Leiva, Daniela	72	Pinochet, Dante	89
Levicoy, Daniela	134	Piñeira, Jaime	132, 134
Liles, Garrett	125	Pulgar, Rodrigo	76, 78, 140
Lisboa, Patricio	36, 167	Pulido, Rubén	24, 34, 50
López, Luz	128	Q	
Lozano, Ivonne	38	Quezada, Marcelo	134
Luna, Jorge	81	Quezada, Tamara	101
M		Quiñones, John	169
Marín, María Paz	72	R	
Martínez, Emilio	32	Radic-Schilling, Sergio	109
Martínez, Oscar	81, 125	Ramírez, Luis	123
Mejías, Jaime	123	Ramírez, Magdalena	123
Melo, Muriel	111	Ramírez, Paolo	76
Mercado, Pablo	70	Reyes, Camila	115, 121, 165, 173
Moldenhauer, Rodrigo	165, 173	Rivas, Jorge	173
Molina, Eduardo	171	Rodríguez, Alfredo	142
Monsalve, Elda	115, 121	Rodríguez, Romina	60, 66
Monsalve, Margot	115, 121	Rojas, Yasna	171
Morales, Alvaro	34, 50	Ruiz, Carlos	103
Morales, María Sol	66	Ruiz-Tagle, Isidora	26
Moscoso, Cristian	91, 93	S	
Muñoz, Camila	30, 32, 58, 60, 66	Sáenz, Camila	111
Muñoz, Francisca	173	Salazar, Francisco	24, 123, 171
Muñoz, Isadora	30, 58, 60, 66	Saldívia, Marcelo	32
Muñoz, Pamela	183	Saldívia, Viola	173

Sales, Francisco	68, 181, 183	Vera, N.	54, 74
Salfate, Soledad	58	Vera, Rubén	76, 78
Salgado, Pablo	42, 140	Vera-Aguilera, Nelson	20,22, 28, 32
Sánchez, Felipe	38	Vial, Manuel	105, 107, 161, 179
Sandaña, Patricio	91	Villagra, Marcelo	93
Sandoval, Camila	68, 181, 183	Villarroel, Dagoberto	165, 187, 189
Santana, Javier	177		
	144, 146, 148, 150,	W	
Saravia, Fernando	152	Wacyk, Jurij	38, 42, 140
Sepúlveda, Gastón	169	Williams, Pamela	54, 74
Sepúlveda, Néstor	169		
Silva, Magdalena	187, 189		
Silva, Matías	117		
Silva, Sergio	42		
Smulders, Juan Pablo	136		
Solís, Carolina	119, 173		
Sorto, Onyx	155		
Soto, Karla	83		
Stolzenbach, Nicole	26		
Straussmann, Kevin	155		
Suescun-Ospina, S.	54, 74		
T			
Tapia, Daniela	169		
Tapia, Marilyn	187, 189		
Tapia, Mirta	70		
Teuber, Osvaldo	119		
Toro-Mujica, Paula	36, 167		
Torres, Alfredo	91, 93		
Trincado, Lina	42		
Turra, Paula	85		
U			
Ungerfeld, Emilio	18, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32, 58, 60, 66, 179		
Uribe, Carlos	175		
Uribe, Héctor	52		
Urrejola, José L.	165, 173		
Urrutia, Natalie	30, 32, 58, 60, 66		
V			
Valenzuela, Carolina	42		
Valle, Susana	125		
Vega, Matías	40, 163		
Velásquez, Alejandro	70		
Velásquez, Carla	169		
Venegas, Carlos	117		

PATROCINADORES SOCHIPA



