



ATN_RF-16926-RG. Intensificación sostenible de sistemas ganaderos con leguminosas: plataforma de cooperación Latinoamericana y del Caribe

Producto 17.2. Informes técnicos anuales. Desempeño productivo de vacas lecheras alimentadas en base a dietas con gramíneas y leguminosas en el sur de Chile.

**Camila Muñoz, Romina Romaniuk, Mónica G. Pérez, Alejandro Costantini (coord)
2024**



Códigos JEL: Q16
ISBN

FONTAGRO (Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria) es un mecanismo único de cooperación técnica entre países de América Latina, el Caribe y España, que promueve la competitividad y la seguridad alimentaria. Las opiniones expresadas en esta publicación son de los autores y no necesariamente reflejan el punto de vista del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), FONTAGRO, de sus Directorios Ejecutivos ni de los países que representan.

El presente documento ha sido preparado por Romina Romaniuk, Mónica. G. Pérez, y Alejandro Costantini en base a información suministrada por la Dra. Camila Muñoz y su equipo, investigadores del INIA Remehue, Chile.

Copyright © 2024 Banco Interamericano de Desarrollo. Esta obra se encuentra sujeta a una licencia Creative Commons IGO 3.0 Reconocimiento-NoComercial- SinObrasDerivadas (CC-IGO 3.0 BY-NC-ND) (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/igo/legalcode>) y puede ser reproducida para cualquier uso no comercial otorgando el reconocimiento respectivo al BID. No se permiten obras derivadas. Cualquier disputa relacionada con el uso de las obras del BID que no pueda resolverse amistosamente se someterá a arbitraje de conformidad con las reglas de la CNUDMI (UNCITRAL). El uso del nombre del BID para cualquier fin distinto al reconocimiento respectivo y el uso del logotipo del BID no están autorizados por esta licencia CC-IGO y requieren de un acuerdo de licencia adicional. Note que el enlace URL incluye términos y condiciones adicionales de esta licencia.

Esta publicación puede solicitarse a:

FONTAGRO

Correo electrónico: fontagro@fontagro.org

www.fontagro.org



Tabla de Contenidos

Resumen y Palabras Clave:	4
Abstract	5
Introducción	6
Metodología de trabajo	7
Diseño experimental	7
Desempeño animal	8
Resultados de la investigación	8
Referencias Bibliográficas	9
Instituciones participantes	11



Resumen

En Chile en 2020, la producción de leche alcanzó los 2,275 millones de L, siendo las regiones de La Araucanía, Los Ríos y Los Lagos responsables del 85% de lo producido. Los sistemas productivos lecheros en esta región se basan principalmente en la utilización de praderas como base de la alimentación de rumiantes ya sean naturales, mejoradas, o sembradas, e incluyendo cultivos suplementarios. El uso de leguminosas forrajeras ha emergido como una estrategia viable y sostenible para mejorar la alimentación del ganado. Las leguminosas no solo son capaces de fijar nitrógeno atmosférico, enriqueciéndolo en el suelo y reduciendo la necesidad de fertilizantes químicos, sino que también ofrecen un alto valor nutritivo, mejorando la calidad de la dieta animal. Se ha postulado que la integración de leguminosas en los sistemas de pastoreo puede contribuir a la sostenibilidad ambiental al mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero, principalmente el metano entérico. La evaluación de estrategias de mitigación de gases de efecto invernadero debe considerar un enfoque holístico donde no solo se promueven prácticas agrícolas más sostenibles y resilientes sino que también beneficie la productividad ganadera. El presente documento informa los resultados obtenidos en el sur de Chile dentro del Componente 2 del proyecto, actividad 2.5. Se refieren a la cuantificación de la producción lechera y de ganancia de peso de ganado bovino como resultado de la alimentación diferenciada con heno de gramíneas con predominio de *Lolium perenne* (heno de ballica) o heno de la leguminosa *Medicago sativa L.* (heno de alfalfa). Se realizó un estudio comparativo entre diferentes dietas suministradas a vacas lecheras, alimentándolas con heno de gramíneas con predominio de *Lolium perenne* (heno de ballica) o heno de la leguminosa *Medicago sativa L.* (heno de alfalfa). Los resultados de este experimento mostraron que en sistemas productivos de clima templado la inclusión de heno de una leguminosa no tanífera en la dieta de bovinos incrementó la ganancia de peso animal y mostró una tendencia hacia mayor producción de leche, probablemente asociado al mayor consumo, en relación a las vacas alimentadas a base de gramíneas.

Palabras Clave: Leguminosa; *Medicago sativa L.*; *Lolium perenne*; producción de leche; ganancia de peso; ganadería



Abstract

In Chile in 2020, milk production reached 2,275 million L, with the regions of La Araucanía, Los Ríos and Los Lagos responsible for 85% of what was produced. Dairy production systems in this region are mainly based on the use of pastures as a basis for feeding ruminants, whether natural, improved, or planted, and including supplementary crops. The use of forage legumes has emerged as a viable and sustainable strategy to improve livestock feeding. Legumes are not only capable of fixing atmospheric nitrogen, enriching it in the soil and reducing the need for chemical fertilizers, but they also offer high nutritional value, improving the quality of animal diet. It has been postulated that the integration of legumes into grazing systems can contribute to environmental sustainability by mitigating greenhouse gas emissions, primarily enteric methane. The evaluation of greenhouse gas mitigation strategies must consider a holistic approach where more sustainable and resilient agricultural practices are not only promoted but also benefit livestock productivity. This document reports the results obtained in southern Chile within Component 2 of the project, activity 2.5. They refer to the quantification of milk production and weight gain of cattle as a result of differentiated feeding with grass hay with a predominance of *Lolium perenne* (ryegrass hay) or hay from the legume *Medicago sativa* L. (alfalfa hay). A comparative study was carried out between different diets supplied to dairy cows, feeding them with grass hay with a predominance of *Lolium perenne* (ryegrass hay) or hay from the legume *Medicago sativa* L. (alfalfa hay). The results of this experiment showed that in productive systems with a temperate climate, the inclusion of hay from a non-tanniferous legume in the diet of cattle increased animal weight gain and showed a trend towards greater milk production, probably associated with greater consumption, in relation to cows fed grasses.

Keywords: Legume; *Medicago sativa* L.; *Lolium perenne*; milk production; weight gain; cattle raising



Introducción

La zona sur de Chile se caracteriza por su clima templado húmedo, con precipitaciones que aumentan en dirección sur desde aproximadamente los 1,400 a más de 2,000 mm, con el 70% de las temperaturas medias anuales oscilando entre 10,6 y 12,4 °C (Chuma-Álvarez et al., 2021). Estas condiciones climáticas son favorables para la agricultura y la ganadería. En Chile en 2020, la producción de leche alcanzó los 2,275 millones de L, siendo las regiones de La Araucanía, Los Ríos y Los Lagos responsables del 85% de lo producido (ODEPA, 2021). Los sistemas productivos lecheros en esta región se basan principalmente en la utilización de praderas como base de la alimentación de rumiantes ya sean naturales, mejoradas, o sembradas, e incluyendo cultivos suplementarios (Toro-Mujica et al., 2020).

En este contexto, el uso de leguminosas forrajeras ha emergido como una estrategia viable y sostenible para mejorar la alimentación del ganado. Las leguminosas no solo son capaces de fijar nitrógeno atmosférico, enriqueciéndolo en el suelo y reduciendo la necesidad de fertilizantes químicos, sino que también ofrecen un alto valor nutritivo, mejorando la calidad de la dieta animal. Se ha postulado que la integración de leguminosas en los sistemas de pastoreo puede contribuir a la sostenibilidad ambiental al mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero, principalmente el metano entérico (Archimede et al., 2011). Cualquier estrategia de mitigación de metano considerada, no puede repercutir negativamente sobre la productividad animal. Consecuentemente, la evaluación de estrategias de mitigación de gases de efecto invernadero debe considerar un enfoque holístico donde no solo se promueven prácticas agrícolas más sostenibles y resilientes sino que también beneficie la productividad ganadera.

El presente documento informa los resultados obtenidos en el sur de Chile dentro del Componente 2 del proyecto, actividad 2.5. Se refieren a la cuantificación de la producción lechera y de ganancia de peso de ganado bovino como resultado de la alimentación diferenciada con heno de gramíneas con predominio de *Lolium perenne* (heno de ballica) o heno de la leguminosa *Medicago sativa* L. (heno de alfalfa).



Metodología de trabajo

Para cuantificar el impacto de la incorporación de leguminosas en la dieta a base de gramíneas sobre la productividad animal, se trabajó sobre un experimento con alimentación diferenciada entre vacas alimentadas con heno de gramíneas, y aquellas alimentadas con heno de alfalfa. Se cuantificaron para estos dos tratamientos la ganancia de peso y la producción de leche, como parámetros indicadores de la productividad animal.

Diseño experimental

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; $19,2 \pm 2,3$ 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).

Desempeño animal

En los días de medición, las vacas fueron estabuladas individualmente para determinar consumo de MS (diferencia entre dieta ofrecida y rechazada). La producción de leche se registró en cada ordeño, y la composición de la leche se determinó diariamente durante los días 23 a 27 de cada período a partir de muestras de leche tomadas en cada ordeño con un medidor de leche en línea, agrupadas por vaca/día y ponderadas según la cantidad de leche producida, y preservadas con bronopol. Las muestras de leche se analizaron para contenido de grasa, proteína y urea utilizando espectroscopía infrarroja (MilkoScan FT 6000, Foss Electric, Hillerød, Dinamarca). Las vacas se pesaron usando una báscula digital al salir de la sala de ordeño en las semanas 1, 2, 4, 6 y 8 del estudio y el cambio de peso fue calculado por periodo de medición. La condición corporal se evaluó por dos individuos usando una escala de 5 puntos (Edmonson et al., 1989).

Los métodos para los análisis químicos de muestras de alimentos, heces y orina se realizaron siguiendo los métodos descritos por AOAC International (2016) e incluyeron la determinación de materia seca (método 934.01), cenizas (método 942.05), proteína cruda (método 2001.11), fibra detergente neutra (método 2002.04) y fibra detergente ácida (método 973.18). La digestibilidad in vitro del alimento se determinó utilizando las técnicas de Goering y



Van Soest (1970). La concentración de energía bruta se determinó mediante calorimetría de bomba de oxígeno (Bateman, 1970). 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 de la investigación

Como puede observarse en la Tabla 1, el heno de alfalfa tuvo mayor contenido de proteína cruda ($P < 0,001$) y menor contenido de fibra detergente neutra ($P < 0,001$) que el heno de ballica, lo que probablemente explica el mayor consumo de materia seca y nitrógeno alcanzado por la dieta con alfalfa ($P = 0,03$). Es sabido que a medida que aumenta el contenido de fibra detergente neutra en la dieta, el consumo de materia seca disminuye, asociado a que altos niveles de fibra detergente neutra aumentan la distensión ruminal, limitando la capacidad de ingesta (Huhtanen et al., 2016). La digestibilidad de la materia seca entre tratamientos dietarios no fue diferente ($P = 0,61$).

Tabla 1. Efectos del tipo de heno (ballica o alfalfa) sobre el consumo de materia seca (MS) y nitrógeno (N), y el desempeño productivo de vacas lecheras. EEM: error estándar de medida. Valores de $P < 0.05$ se consideran como diferencias significativas entre tratamientos.

	Tratamiento		EEM	Valor P
	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/día)	15,6	17,1	0,63	0,03
Consumo de N (g/día)	435	573	20,1	<0,001
Digestibilidad de la MS (%)	62,9	64,3	0,96	0,61
Leche (kg/día)	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/día)	49,9	55,4	0,68	0,006
Cambio en masa corporal (kg/día)	-0,39	0,23	0,15	0,02

Hubo una tendencia hacia mayor producción de leche con la dieta con alfalfa ($P = 0,10$). Esto no es sorprendente dada la fuerte asociación positiva entre consumo de materia seca y



producción de leche en vacas lecheras (Hristov et al., 2005). El contenido de grasa ($P = 0,26$) y proteína láctea ($P = 0,31$) no fueron afectados por los tratamientos. El N ureico lácteo fue mayor en dietas con alfalfa ($P = 0,006$) muy probablemente explicado por el mayor consumo de nitrógeno (Broderick y Clayton, 1997). Con el heno de alfalfa las vacas recuperaron masa corporal comparado al heno de ballica ($P = 0,02$).


Nuestro trabajo está en acuerdo con la investigación de Zhu et al., 2013, quienes evaluaron diferentes fuentes de forraje en la dieta de vacas lecheras reportando mayor producción de leche con alfalfa que con rastrojo de maíz o heno de centeno. En contraste, Trautwein et al., 2021 reportaron una menor producción de leche al incluir en dietas mixtas ensilaje de alfalfa comparado a ensilaje de pradera con maíz. Estas diferencias pueden deberse a diferencias en las dietas basales.

Conclusiones

En sistemas productivos de clima templado la inclusión de heno de una leguminosa no tanífera en la dieta de bovinos incrementó la ganancia de peso animal y mostró una tendencia hacia mayor producción de leche, probablemente asociado al mayor consumo, en relación a las vacas alimentadas a base de heno de gramíneas.

Referencias Bibliográficas

- AOAC International. 2016. Official Methods of Analysis of AOAC International. 20th ed. Association of Official Analytical Chemist. Washington, DC, USA.
- Archimède, H., Eugène, M., Marie Magdeleine, C., Boval, M., Martin, C., Morgavi, D.P., Lecomte, P., Doreau, M., 2011. Comparison of methane production between C3 and C4 grasses and legumes. *Animal Feed Science and Technology* 166-167, 59-64. doi:<https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2011.04.003>.
- Bateman, J. V. 1970. *Nutrición animal: Manual de métodos analíticos*. Herrero Hermanos Sucesores S. A., México.
- Broderick GA, Clayton MK. A statistical evaluation of animal and nutritional factors influencing concentrations of milk urea nitrogen. *J Dairy Sci.* 1997 Nov;80(11):2964-71. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(97\)76262-3](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(97)76262-3)
- Chuma-Alvarez, J. L., Montaldo, H. H., Lizana, C., Olivares, M. E., & Ruiz-López, F. J. (2021). Genotypex region and genotypex production level interactions in Holstein cows. *Animal*, 15(9), 100320.

- 
- Edmonson, A. J., I. J. Lean, L. D. Weaver, T. Farver, and G. Webster. 1989. A body condition scoring chart for Holstein dairy cows. *Journal of Dairy Science* 72:68-78.
- Goering, H. K. and P. J. Van Soest. 1970. Forage Fiber Analyses (Apparatus, Reagents, Procedures, and Some Applications). Agriculture Handbook No. 379. ARS-USDA, Washington, DC, USA.
- Hristov, A. N., Price, W. J., & Shafii, B. (2005). A meta-analysis on the relationship between intake of nutrients and body weight with milk volume and milk protein yield in dairy cows. *Journal of dairy science*, 88(8), 2860-2869.
- Huhtanen, P., Detmann, E., & Krizsan, S. J. (2016). Prediction of rumen fiber pool in cattle from dietary, fecal, and animal variables. *Journal of dairy science*, 99(7), 5345-5357.
- National Research Council (NRC). 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7th ed. The National Academies Press, Washington, DC.
- Odepa (2021). Boletín de la leche: avance de recepción y elaboración de la industria láctea. <https://www.odepa.gob.cl/publicaciones/boletin-de-la-leche-avance-de-recepcion-y-elaboracion-de-la-industria-lactea>
- Santibáñez Q., Fernando (2017) Atlas agroclimático de Chile. Estado actual y tendencias del clima. Tomo V: Regiones de Los Ríos y Los Lagos [en línea]. Santiago: Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14001/62384> (Consultado: 4 junio 2024).
- Toro-Mujica, P., Vera, R., Pinedo, P., Bas, F., Enríquez-Hidalgo, D., & Vargas-Bello-Perez, E. (2020). Adaptation strategies based on the historical evolution for dairy production systems in temperate areas: A case study approach. *Agricultural Systems*, 182, 102841. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2020.102841>
- Trautwein, J., Südekum, K. H., Dusel, G., Steingass, H., Romberg, F. J., Koch, C., & Landfried, K. (2021). Comparative evaluation of lucerne, grass and maize silage-based diets for lactating dairy cows: Feed intake, milk yield and milk composition. *Züchtungskunde*, 93(1).
- Zhu, W., Fu, Y., Wang, B., Wang, C., Ye, J. A., Wu, Y. M., & Liu, J. X. (2013). Effects of dietary forage sources on rumen microbial protein synthesis and milk performance in early lactating dairy cows. *Journal of dairy science*, 96(3), 1727-1734.

Instituciones participantes



Secretaría Técnica Administrativa



Con el apoyo de:



www.fontagro.org

Correo electrónico: fontagro@fontagro.org