



Efecto de la inclusión del bagazo cervecero sobre el rendimiento productivo y parámetros económicos de terneras en la Patagonia Chilena

Effects of brewer's spent grain inclusion in the diet on heifer performance and economic indicators in Chilean Patagonia

Jose I. Daza^{1*}, Ignacio E. Beltrán², Verónica González¹, Daniel Estroz¹, Camila Reyes¹, José L. Urrejola³, Rodrigo Moldenhauer³

RESUMEN

Los sistemas ganaderos, en la Patagonia chilena, basan su producción en sistemas pastoriles en donde las praderas no presentan crecimiento durante el invierno. Una forma de suplir las deficiencias es el uso de forrajes conservados, aunque generalmente no cumplen con los requerimientos nutricionales de los animales. Entonces los ganaderos utilizan suplementos que mejoran la calidad nutricional de la dieta y esto eleva el costo de producción. El objetivo fue evaluar el efecto de la inclusión de bagazo cervecero húmedo (BCH) sobre el rendimiento productivo y los parámetros económicos de terneras durante el invierno. Se emplearon dos tipos de alimentación (HB: Heno de alfalfa + BCH; H: solo Heno de alfalfa) durante 78 días con 27 terneras Angus x Hereford. La inclusión de BCH disminuyó el consumo de EM, pero se mantuvieron los valores de PC y FDN, que se tradujo en ganancias diarias de peso superiores (0.2 kg/d) con respecto a H. Además, el costo diario de la dieta disminuyó en un 16%. La inclusión de BCH en un 20% de la dieta se convierte en una alternativa para la alimentación de terneras de carne en la Patagonia, concluyendo que al incluir un 20% de BCH se reduce el costo de la alimentación y se obtienen mejores rendimientos.

Palabras clave: bagazo cervecero húmedo, economía circular, terneras, Patagonia chilena.

*Autor para correspondencia: jose.daza@inia.cl

Fecha de aceptación: 22 de enero de 2025

¹Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA Tamel Aike, PO Box 296, Coyhaique, Región de Aysén, Chile.

²Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA Remehue, PO Box 24-O, Osorno, Región de Los Lagos, Chile.

³Cervecería Belga de la Patagonia (D'OLBEK), Coyhaique, Región de Aysén, Chile.

ABSTRACT

Livestock systems in Chilean Patagonia base their production on pastoral systems, where the pastures do not grow during the winter. Conserved forage is used to supply winter feeding, which generally do not meet animal nutritional requirements. Thus, farmers use supplements that improve the nutritional quality, but raising production cost even more. Our study evaluates the inclusion of fresh brewer's spent grain (BSG) on heifers performance and economic parameters during winter. The study was carried out in two feeding periods (HB: Alfalfa hay + BSG; H: alfalfa hay only) for 78 days with 27 Angus x Hereford calves. The inclusion of BCH decreased ME intake, maintaining intakes of PC and NDF, however, it resulted in higher daily weight gains (0.2 kg/d) than the H period. In addition, daily diet cost decreased by 16%, concluding that including 20% BSG reduces the cost of feeding with better animal performance.

Keywords: brewer's spent grain, Chilean Patagonia, heifers, circular economy.

Fecha de recepción: 21 de octubre de 2024

Fecha de publicación: 31 de enero de 2025

INTRODUCCIÓN

En Chile, la producción de cerveza artesanal se ha incrementado en alrededor de un 30%, desde el 2018 a la fecha. Existen más de 300 cervecerías nacionales que produjeron aproximadamente 8 millones de hectolitros de cerveza para el año 2018 (Galle, 2019). En 2024, tuvieron una producción anual de 11.5 millones de hectolitros (Acechi, 2024). La consecuencia de este aumento en la producción, fue el incremento de los residuos orgánicos asociados. Estos pueden ser considerados como subproductos para la alimentación del ganado, entre ellos, el bagazo cervecero húmedo (BCH). López-Linares et al. (2020) mencionaron que, por cada kilogramo de cerveza producido, se generan alrededor de 0.2 kg de BCH. En este contexto, en la región de Aysén (Patagonia Chilena), existen alrededor de 25 cervecerías que producen más de 550 mil litros de cerveza al año, siendo la Cervecería Belga de la Patagonia (D'OLBEK) la más grande, con aproximadamente el 90% de la producción de cerveza regional. Esto se traduce en 125 t/año de subproducto BCH. Este es un problema ambiental para las cervecerías, al no poseer un valor económico establecido. Su reutilización en la alimentación animal puede incorporar al mercado de ingredientes un alimento de bajo costo para la dieta invernal del ganado. En este periodo es donde la demanda por forrajes y alimentos es elevada (Daza et al., 2022). Además, se da un valor agregado a este residuo de la producción cervecera.

El BCH ha sido descrito como un subproducto de poca materia seca (MS; 26%), alto contenido de proteína, fibra, carbohidratos, vitaminas y minerales (Klopfenstein, 2001; Senthilkumar et al., 2010; Rachwal et al., 2020). Se ha demostrado que su inclusión en la alimentación de ovinos y bovinos genera un efecto positivo en la productividad (Radzik-Rant et al., 2018; Rachwal et al., 2020; Singh et al., 2022).

Manterola et al. (1999) y Cañas (1995) describieron que el BCH tiene buena palatabilidad y se puede incluir entre el 20 y 30% de MS en la dieta. Si bien estos autores reportaron información acerca de la calidad nutricional del BCH, no fue así en el tema de la información económica y productiva sobre el uso en animales.

Por otro lado, los sistemas ganaderos en la Patagonia Chilena (región de Aysén), son extensivos, principalmente asociados a la producción de carne que dependen directamente del crecimiento y calidad de las praderas. Estas son el recurso forrajero más económico (\pm USD \$0.065 kg/MS) de la producción. Sin embargo, tienen crecimientos variables durante el año, siendo el invierno la época donde no existe desarrollo del forraje para suplir los requerimientos animales. En consecuencia, en la época de primavera y verano es donde las praderas expresan su mayor potencial productivo es donde este forraje se puede conservar en forma de ensilaje, henilaje y/o heno para suplementar durante el invierno (Hepp, 2019). Este proceso de conservación provoca que el costo por kg/MS de forraje aumente, disminuyendo la calidad nutricional, en comparación a la pradera para pastoreo. Daza et al. (2021) demostraron que la calidad nutricional de forrajes conservados en forma de heno y ensilaje de pradera, no cumplen con los requerimientos nutricionales de energía metabolizable (EM: 1.66 – 2.31 Mcal/kg MS) y poseen niveles medio-bajos de proteína cruda (PC: 9.7 – 13.2%). En la Patagonia, se vuelve necesaria la incorporación de los suplementos como concentrados comerciales y granos de cereales para balancear las dietas invernales. Si bien, estos suplementos aumentan la calidad nutricional de las dietas, la distancia entre los centros de producción del país y la región de Aysén, además de la poca accesibilidad a estos productos, provoca el incremento del costo económico (\pm USD \$0.55 kg/MS) en los sistemas ganaderos.

El objetivo del presente estudio fue evaluar la inclusión de BCH sobre la productividad y parámetros económicos de terneras.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se desarrolló durante 78 días (15 de junio al 31 de agosto del 2022) en el predio privado “Tres Manantiales”, ubicado en la comuna de Coyhaique, sector La Cordonada (45°45' S, 71°55' W), Región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo, Chile.

Todos los procedimientos animales realizados en el estudio fueron aprobados por el Comité Institucional de Cuidado y Uso de Animales en Investigación (CICUA), del Instituto de Investigaciones Agropecuarias - INIA (Número único de aprobación: 03/2022).

Diseño experimental y dietas

El BCH fue adquirido entre junio y agosto del año 2022, en la Cervecería Belga de la Patagonia, D'OLBEK, localizada en la ciudad de Coyhaique, región de Aysén, Chile. La producción de cerveza disminuye durante el invierno por temas de mercado y, eventualmente, por el congelamiento de los tanques por las bajas temperaturas ($< 0\text{ }^{\circ}\text{C}$) que se presentan en la región. En virtud de lo anterior, el experimento se realizó en dos periodos diferentes pero usando los mismos animales.

Durante 78 días, en la época invernal, el estudio fue conducido con 27 terneras del cruzamiento Angus x Hereford, nacidas a principios del año 2022. Se realizó en un potrero de alrededor de 5 ha que fue pastoreado antes del ingreso de los animales y donde no existió crecimiento de pradera. Las terneras tuvieron libre acceso al agua y a una zona de resguardo de 104 m².

Los periodos diferenciados, por tipo de alimentación, fueron determinados por el porcentaje de inclusión en la dieta de los animales, siendo, HB: 80% de heno de alfalfa + 20% de BCH por 27 días; H: 100% de heno de alfalfa por 34 días. Previo al periodo experimental inicial (HB), los animales pasaron por un periodo de adaptación a la dieta de 17 días. En este periodo el BCH se incluyó de manera paulatina. Se observó el consumo y se incrementó cada tres días, aproximadamente 7.4 kg de BCH (1.75 kg/MS).

La calidad nutricional de las dietas (Tabla 1) se hizo recolectando muestras de heno y BCH. El contenido de materia seca (MS), se estimó secando en un horno de aire forzado a 60 °C por 48 h y posteriormente molidas a 1 mm (Willey Mill, 158 Arthur H, Thomas, Philadelphia, PA, USA). Se determinó el contenido de ceniza usando una mufla a 105 °C, el contenido de proteína cruda (PC) se estimó mediante la determinación del contenido de nitrógeno por combustión (Leco Model FP-428 Nitrogen Determinator; Leco Corporation, St Joseph, MI, USA) usando un factor de 6.25 para PC.

La fibra detergente neutro (FDN) se determinó como aFDN (Van Soest et al., 1991) utilizando amilasa termoestable (Ankom Technology Corp., Macedon, NY, USA). Finalmente, la energía metabolizable (EM) se determinó usando la regresión de valor “D” (digestibilidad de la materia orgánica/MS*100) y de forma in vitro de acuerdo con Tilley y Terry (1963). Todos los análisis de calidad nutricional de los alimentos se realizaron en el Laboratorio de Nutrición Animal de la Universidad Austral de Chile, Valdivia.

■ Tabla 1. Composición química de las dietas experimentales (% en base a MS)

Ítem	Periodos ¹	
	HB	H
Ingredientes		
Heno de alfalfa ² , %	80	100
BCH ³ , %	20	
Composición química		
MS, %	74.0	86.8
PC, %	15.2	13.3
FDN, %	48.0	47.7
Valor "D", %	70.1	70.7
EM, Mcal kg/MS	2.55	2.57
Ceniza total, %	7.0	8.0

¹HB: 80% heno de alfalfa + 20% bagazo cervecero húmedo, H: 100% heno de alfalfa. ²Heno de alfalfa: 86,8% MS, 13,3% PC, 47,7% FDN, 70,7% Valor "D", 2,57 Mcal/kg MS, 8,0% Ceniza total. ³BCH: 23,7% MS, 22,8% PC, 49,4% FDN, 68,0% Valor "D", 2,49 Mcal/kg MS, 3,1% Ceniza total.

Consumo y rendimiento productivo

El consumo de materia seca (CMS) se estimó grupalmente. El heno de alfalfa fue ofertado de manera ad-libitum, realizando un conteo de los días que duraba un bolo de 374 kg/MS. Estos fueron pesados al inicio del ensayo y ofertados en dos anillos. La inclusión de BCH se estimó en un 20% de la dieta, calculado en base al 3% del peso vivo, ajustando la inclusión del BCH en cada cambio de peso de los animales. Durante el periodo HB, el BCH fue suministrado todos los días a las 10:00 horas en tres comederos, pesando los kg diarios a ofertar. No existió rechazo del BCH, por lo tanto, el consumo de los kg ofrecidos fue del 100%. El consumo de nutrientes fue estimado para cada periodo a partir del CMS y la composición nutrimental.

El rendimiento productivo de las terneras se midió con el peso. Fueron pesadas al inicio, mitad y final de cada periodo experimental (HB y H). La ganancia diaria de peso (kg/día) y ganancia total de peso (kg/animal) fue estimada en cada periodo, ajustado a los días de duración. La condición corporal (CC) se evaluó en cada pesaje, usando un intervalo de 1 a 5 (Navarro, 2009). Los animales iniciaron el primer periodo experimental (HB) con un promedio de peso vivo de 278 ± 40.7 kg y una condición corporal de 3.19 ± 0.21 .

Parámetros económicos

El análisis económico de los datos se presenta en dólares americanos (USD). Se determinó el costo de la dieta por cada alimento (Heno de alfalfa y BCH) y periodo experimental (HB y H). Para el heno de alfalfa, se realizó el costo por cada kg/MS considerando los 374 kg MS/bolo, y un costo de compra externa del bolo a \$77.28 USD. En el caso de BCH, se incluyó los trayectos de traslado del producto desde la cervecería al predio (73.4 km), los kg estimados de BCH trasladados (500 a 600 kg/frescos), el contenido de MS del BCH (23.7%), el costo del combustible por cada traslado (\$1.26 USD/km recorrido) y el CMS estimado. Se realizaron ocho trayectos durante todo el estudio para completar alrededor de 1.100 kg MS de BCH. Finalmente, se evaluó el ingreso económico marginal por cada periodo. Se tomó el valor de los animales en la Feria Regional Tattersal para el día 5 de septiembre del 2022 por \$2.46 USD/kg de peso vivo, además de los kg de peso ganados durante cada periodo y el costo total de la dieta.

Condiciones ambientales

Se colectaron datos de las condiciones ambientales en ambos periodos para realizar asociaciones con los resultados obtenidos. Los datos fueron adquiridos mediante la Red Nacional Agrometeorológica del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA - <https://agrometeorologia.cl/>), de la estación “Tamel Aike – Coyhaique” ubicada a 21.6 km del predio de estudio.

Se tomaron datos diarios de temperatura (°C), humedad relativa (%), precipitación (mm), días de precipitación (+2 mm) y velocidad del viento (km/h) por cada periodo experimental (HB y H; Tabla 2).

■ Tabla 2. Composición química de las dietas experimentales (% en base a MS)

Ítem	Periodos ¹	
	HB	H
Días del periodo	27	34
Temperatura, °C	-0.40 ± 1.99	3.59 ± 2.15
Humedad relativa, %	85.98 ± 8.64	78.46 ± 7.33
Precipitación acumulada, mm	84.10 ± 6.68	60.20 ± 3.38
Precipitación diaria promedio, mm	3.11	1.72
Días de precipitación (+2 mm)	10	7
Velocidad del viento, km/h	12.36 ± 10.11	20.81 ± 9.62

¹HB: 80% heno de alfalfa + 20% bagazo cervecero húmedo, H: 100% heno de alfalfa.

Análisis estadístico

Los datos obtenidos fueron presentados como el promedio de cada una de las variables. En el caso del consumo animal y rendimiento productivo, los resultados fueron analizados mediante un análisis de varianza (ANOVA) por cada periodo experimental.

RESULTADOS

Consumo de forraje y nutrientes

El consumo de forraje y nutrientes se muestran en la Tabla 3. Durante el periodo HB, el CMS fue menor, reduciendo el consumo heno de alfalfa en más de 2 kg, en comparación al periodo H. La inclusión de BCH mantuvo el consumo de PC y FDN, pero redujo el consumo de EM, comparado con el periodo en donde solo se incluyó el heno de alfalfa (H).

Rendimiento productivo

Los resultados relacionados con el rendimiento productivo se muestran en la Tabla 4. Para el periodo HB, las vaquillas obtuvieron una mayor ganancia diaria de peso (GDP) en comparación con el periodo H (aproximadamente 0.2 kg/día). La condición corporal no tuvo diferencias durante los dos periodos experimentales.

La evolución de la GDP, durante todo el experimento, se presenta en la Figura 1. Se observó que el segundo pesaje en cada periodo (HB y H) fue similar y superior al primer pesaje. Por otro lado, se observó que la falta de BCH ocasionó la disminución en el rendimiento productivo de los animales ($p < 0.01$). Este peso se recuperó en el segundo pesaje de H.

■ Tabla 3. Efecto del bagazo cervecero húmedo sobre el consumo de terneras.

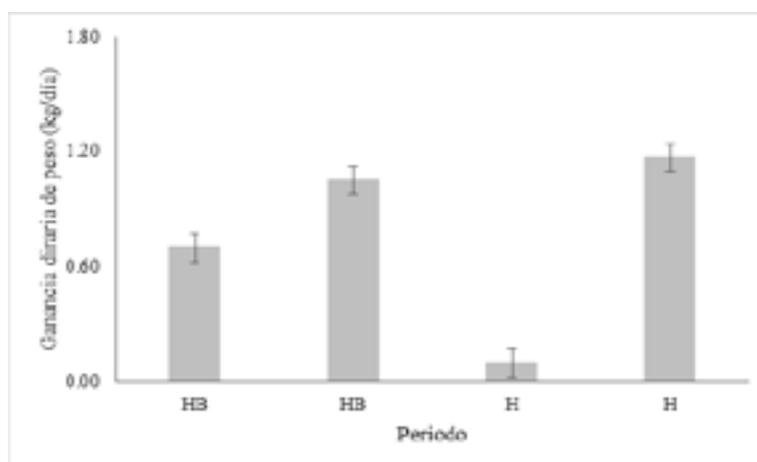
Ítem	Periodos ¹		EE	p Valor
	HB	H		
Días del periodo	27	34		
CMS (kg MS/día) ²				
Heno de alfalfa	6.67	9.03	0.22	<0.01
BCH	1.66	0	0.03	<0.01
Total	8.34	9.03	0.24	0.05
Consumo de nutrientes ³				
PC, kg/día	1.26	1.20	0.03	0.19
FDN, kg/día	4.00	4.31	0.11	0.07
EM, Mcal kg/día	21.31	23.22	0.63	0.03

¹HB: 80% heno de alfalfa + 20% bagazo cervecero húmedo, H: 100% heno de alfalfa. ²CMS: Consumo de materia seca, BCH: Bagazo Cervecero Húmedo. ³PC: Proteína Cruda, FDN: Fibra Detergente Neutro, EM: Energía Metabolizable. EE: Error estándar; p Valor: diferencias significativas entre los periodos menores a < 0,05.

■ Tabla 4. Efecto del bagazo cervecero húmedo sobre el rendimiento productivo de terneras.

Ítem	Periodos ¹		EE	p Valor
	HB	H		
Días del periodo	27	34		
Rendimiento productivo performance ²				
Peso vivo inicial, kg	278	301	8.25	0.05
Peso vivo final, kg	301	322	8.26	0.08
GDP, kg/día	0,85	0,62	0.05	0.01
Condición Corporal	3,56	3,56	0.04	1.00

¹HB: 80% heno de alfalfa + 20% bagazo cervecero húmedo, H: 100% heno de alfalfa. ²GDP: Ganancia Diaria de Peso. EE: Error estándar; p Valor: diferencias significativas entre los periodos menores a < 0,05.



■ Figura 1. Evolución de la GDP durante el experimento.

Parámetros económicos

Los resultados de los parámetros económicos se muestran en la Tabla 5. Se observó que el incluir BCH en la dieta de las terneras disminuyó el costo de la dieta diaria en un 16%, teniendo un efecto directo en el costo total de la dieta por periodo. Lo anterior, junto a la mejor ganancia de peso total (GPT) en el periodo HB, significó un ingreso marginal de \$10.75 USD/animal, en comparación al periodo H con un valor negativo de \$-17.38 USD/animal.

■ Tabla 5. Efecto del bagazo cervecero húmedo sobre parámetro económicos de terneras.

Ítem	Periodos ¹	
	HB	H
Días del periodo	27	34
Costo del heno de alfalfa, kg/MS	0.22	0.22
Costo del BCH, kg/MS	0.10	0
Costo diario de la dieta	1.70	2.03
Costo total de la dieta	45.83	69.04
GP Total, kg/periodo/animal	23	21
Ingreso marginal USD/animal ²	10.75	-17.38

¹HB: 80% heno de alfalfa + 20% bagazo cervecero húmedo, H: 100% heno de alfalfa. ²Ingreso marginal USD/animal = (GP Total * precio pagado kg)/Costo total de la dieta

DISCUSIÓN

Si bien, a nivel internacional existe importante información sobre el efecto de la inclusión de BCH en sistemas productivos de animales de carne, en Chile no existen en la actualidad estudios relacionados. Nuestros resultados aportan evidencia e información acerca de la primera evaluación que incluye el BCH sobre parámetros productivos y económicos en animales de carne.

Consumo de forraje y nutrientes

El CMS y la ingesta de nutrientes fue diferente entre los períodos. Esto se debe a que el peso inicial de los animales fue menor en el período HB (Tabla 3). A pesar de lo anterior, durante los dos periodos de evaluación, el consumo de PC y FDN no fue estadísticamente diferente ($p > 0.05$), contrario a los ocurrido para el consumo EM. Esto se puede atribuir al peso inicial de los animales en ambos periodos, pues los animales iniciaron el periodo HB con 23 kg menos de peso en comparación al periodo H. Además, el contenido de EM en el BCH fue menor en comparación al henilaje de alfalfa. Por otro lado, a pesar del mayor contenido de PC en la dieta, durante el periodo HB, el consumo fue similar en ambos periodos por el peso vivo de los animales. Otros investigadores reportaron niveles de PC similares a este estudio, 22.8% (Radzik-Rant et al., 2018; Singh et al., 2022). Otros estudios han evaluado sustituciones de alimentos proteicos por BCH en diferentes niveles de inclusión en terneras y vacas. Por ejemplo, Hatungimana et al. (2020) reportaron contenidos de PC por encima del 30% en el BCH, además, cuando se incluyó el 20% en la dieta de terneras lecheras, el consumo total de nutrientes fue similar al estudio actual. Faccenda et al. (2018) reportaron contenidos similares de PC en BCH, reemplazando la harina de soya en 33, 66 y 100% en la dieta de vacas lecheras, aunque no reportaron diferencias significativas en el consumo de PC. Sin embargo, informaron diferencias significativas ($p < 0.05$) en el consumo de FDN debido al mayor contenido de fibra del BCH en comparación con la harina de soya, grano de maíz y ensilaje de maíz.

Rendimiento productivo

El rendimiento productivo de las terneras fue diferente entre los períodos evaluados, esto resultó ser favorable para la GDP durante el periodo HB, donde se incluyó el BCH. Estos resultados son similares a los reportados por Singh et al. (2022), quienes observaron diferencias significativas incluyendo un 20% de BCH en la dieta de animales en crecimiento. En estudios con corderos suplementados con un 35% de inclusión de BCH, se encontraron diferencias de aproximadamente 100 g/día en el aumento de peso (Radzik-Rant et al., 2018). Otros autores como Moriel et al. (2015), en su estudio sobre la sustitución del maíz molido por BCH, en la dieta de terneras de carne, reportaron aumentos en la productividad animal y la eficiencia alimenticia similares a los observados en el presente estudio. Esto se atribuye al aumento de la calidad nutricional en la dieta con BCH ofrecida a los animales en un periodo de tiempo con menores requerimientos nutricionales en función de su peso vivo. Resultados contrastantes se encontraron de otros autores, quienes no tuvieron diferencias significativas en el aumento de peso al incluir el BCH en 7.2% y 20%, respectivamente. Ellos concluyeron que este subproducto de la industria cervecera permite que otros alimentos de la dieta puedan ser reemplazados sin comprometer el rendimiento de los animales (Parmenter et al., 2018; Hatungimana et al., 2020).

En cuanto a la evolución de la GDP durante el experimento, al inicio del período H, disminuyó en más de un 90%, en comparación con el período anterior (HB), con un crecimiento compensatorio hasta el final del período H. Esto se atribuyó principalmente a la restricción instantánea de la oferta de BCH y PC, que disminuyó aproximadamente un 12% entre períodos. Estos resultados contrastan con los reportados por Moriel et al. (2016), quienes observaron que la disminución de la frecuencia de suplementación tres veces por semana con BCH, no afectó el crecimiento en terneras de carne. Sin embargo, otros autores que realizaron estudios en la Patagonia Chilena con corderos y otros productos proteicos, concluyen que las dietas de mayor PC mejoran la productividad animal (Lira et al., 2020; Elizalde et al., 2020). Estos efectos son similares a los reportados por Sales et al. (2020), quienes concluyeron que la suplementación de terneros con granos puede reducir el período de engorda.

Parámetros económicos

En los parámetros económicos, se ha mencionado anteriormente que el BCH es un subproducto económico que puede incluirse en los sistemas ganaderos (Lynn et al., 2009; Robertson et al., 2010; Getu et al., 2020). Sin embargo, pocos autores mencionan el costo real de esta inclusión en base a materia húmeda y seca. En el presente estudio, el costo de BCH por kg MS fue significativamente menor (USD \$0.10 vs \$0.22, respectivamente) que el costo del heno de alfalfa. El resultado fue que durante el período con la inclusión de BCH (HB), el costo de la dieta diaria por animal disminuyó en un 16%. Estudios en India (Singh et al., 2022) y Estados Unidos (Hatungimana et al., 2020) reportaron costos por kg de BCH entre USD \$0.14 y \$0.19 USD, respectivamente, los que resultan superiores a los presentados en el presente estudio en donde se consideró solo el costo del combustible, sin mano de obra para suministrar el BCH. Otros autores como Segers et al. (2013), demostraron que la inclusión de BCH con ensilaje de maíz reduce el costo de los insumos sin afectar negativamente los parámetros económicos, incluyendo el crecimiento y la composición estimada de la canal.

De la misma forma, Singh et al. (2022) reportaron un costo de \$0.93 USD/kg PC y, dado que el PC es el nutriente más caro en la producción animal, el BCH se convierte en una alternativa de menor costo a otros alimentos proteicos de subproductos agroindustriales comunes. En el presente

estudio, el costo por kg de PC fue cercano a \$0.43 USD. Esto convierte al BCH en un suplemento invernal de bajo costo para los sistemas ganaderos de la Patagonia.

Condiciones ambientales

En las condiciones climáticas, se encontraron diferencias en la temperatura (°C) y precipitación acumulada (mm) entre los periodos experimentales, siendo HB el periodo con temperaturas promedio de -0.40 °C y con 20 mm por encima del periodo H. Sin embargo, a pesar de las condiciones ambientales desfavorables, la suplementación con BCH logró mantener ganancias de peso positivas en las terneras.

CONCLUSIONES

Los resultados sugieren que el bagazo cervecero húmedo es una alternativa para la alimentación de terneras de carne durante la temporada invernal en la Patagonia chilena, cuando existe una oferta de 20% del total de la dieta ajustada al peso vivo. La inclusión del BCH en la dieta hace posible la reducción de los costos de alimentación en los sistemas ganaderos. Hubo aumento de los ingresos marginales por animal por peso vivo vendido con condiciones ambientales adversas. Sin embargo, es importante evaluar la conservación del BCH durante la temporada de verano, aprovechando el aumento en la producción por la industria cervecera.

AGRADECIMIENTOS

Esta publicación es parte del estudio ejecutado por el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA Tamel Aike) y la Cervecería Belga de la Patagonia (D'OLBEK) con apoyo de la Fundación para la Innovación Agraria (FIA), código de proyecto: EST-2021-0566. Además, se agradece la disponibilidad de tiempo y espacio del productor Fabián Barrientos Araneda, propietario del predio donde se realizó el estudio.

REFERENCIAS

- Acechi (2024). Asociación de Productores de Cerveza de Chile A.G. <https://acechi.cl/>
- Cañas, R. (1995). *Alimentación y nutrición animal*. Colección en Agricultura. Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía.
- Daza, C. J., Reyes, S. C., González, M. V., Moldenhauer, R., & Urrejola, J. (2022). *Residuos de cervecería: Una oportunidad de uso en alimentación ganadera*. Ficha Técnica INIA Tamel Aike 193. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. <https://biblioteca.inia.cl/items/22bb7147-decb-46e8-9892-6591f540f48b>
- Daza, J., Monsalve, R., M., Naguil, T. A., & Monsalve, E. (2021). *GTT Zona Húmeda de Aysén- Estudio de caso: Características físicas y nutricionales de forrajes conservados*. Ficha Técnica INIA Tamel Aike 131. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. <https://hdl.handle.net/20.500.14001/67573>
- Elizalde, F., Hepp, C., Reyes, C., Tapia, M., Lira, R., Morales, R., Sales, F., Catrileo, A., & Silva, M. (2020). Growth, carcass and meat characteristics of grass-fed lambs weaned from extensive rangeland and grazed on permanent pastures or alfalfa. *Animals*, 11(1), 52. <https://doi.org/10.3390/ani11010052>

- Faccenda, A., Zambom, M. A., Avila, A. S., Fernandes, T., Stum, M. M., Garcias, J., Tinini, R. C. R., & Dias, A. L. G. (2018). Dried brewers' grain as a replacement for soybean meal on nutrient digestibility and rumen parameters of cattle. *South African Journal of Animal Science*, 48(6), 1093-1098. <https://doi.org/10.4314/sajas.v48i6.12>
- Galle, F. J. (2019). *Evaluación económica de una planta para elaboración de cerveza artesanal en la comuna de Los Lagos, Región de Los Ríos* [Memoria para optar al título de Ingeniero Agrónomo, Universidad Austral de Chile]. Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela de Agronomía.
- Getu, K., Getachew, A., Berhan, T., & Getnet, A. (2020). Supplementary value of ensiled brewers spent grain used as replacement to cotton seed cake in the concentrate diet of lactating crossbred dairy cows. *Tropical Animal Health and Production*, 52(6), 3675-3683. <https://doi.org/10.1007/s11250-020-02404-5>
- Hatungimana, E., Stahl, T., & Erickson, P. (2020). Growth performance and apparent total tract nutrient digestibility of limit-fed diets containing wet brewer's grains to Holstein heifers. *Translational Animal Science*, 4(3), txaa079. <https://doi.org/10.1093/tas/txaa079>
- Hepp, C. (Ed.) (2019). *Sistemas de producción de bovino de carne en la Patagonia Húmeda*. Boletín INIA403. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. <https://hdl.handle.net/20.500.14001/6797>
- Klopfenstein, T. (2001). Distillers grains for beef cattle. In *Proceedings National Corn Growers Association Ethanol Co-Products Workshop*. DDGS: Issues to Opportunities, 1-9.
- Lira, R., MacAdam, J., Sales, F., & Villalba, J. (2020). Supplemental levels of protein and energy influence ingestion of Romerillo (*Chilotrimum diffusum*) by sheep in southern Patagonia. *Small Ruminant Research*, 191, 106160. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2020.106160>
- López-Linares, J. C., Lucas, S., García-Cubero, M. T., Jiménez, J. J., & Coca, M. (2020). A biorefinery based on brewer's spent grains: Arabinoxylans recovery by microwave assisted pretreatment integrated with butanol production. *Industrial Crops and Products*, 158, 113044. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2020.113044>
- Lynn, B., Wohlt, J., Schoknecht, P., & Westendorf, M. (2009). Variation in nutrient content of microbrewers grains and effect on performance and carcass composition when fed wet to growing finishing swine. *The Professional Animal Scientist*, 25(4), 426-433. [https://doi.org/10.15232/S1080-7446\(15\)30734-8](https://doi.org/10.15232/S1080-7446(15)30734-8)
- 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 (Eds.), *Los residuos agrícolas y su uso en la alimentación de rumiantes* (pp. 121-125). Fundación para la Innovación Agraria, Chile.
- Moriel, P., Artioli, L., Poore, M., & Fellner, V. (2015). Effects of replacing ground corn with wet brewers grains on growth performance and concentrations of liver trace minerals and plasma fatty acids of preconditioning beef heifers fed medium-quality fescue hay. *The Professional Animal Scientist*, 31(5), 425-433. <https://doi.org/10.15232/pas.2015-01421>
- Moriel, P., Piccolo, M., Artioli, L., Poore, M., Marques, R., & Cooke, R. (2016). Decreasing the frequency and rate of wet brewers grains supplementation did not impact growth but reduced humoral immune response of preconditioning beef heifers. *Journal of Animal Science*, 94(7), 3030-3041. <https://doi.org/10.2527/jas2015-0250>
- Navarro, M. (2009). *Condición corporal en la ganadería de cría*. Cuadernillo Técnico N°8, Instituto de Promoción de la Carne Vacuna Argentina, IPCVA.
- Parmenter, R., Rickard, J., & James, D. (2018). Case Study: Effects of inclusion of wet brewers grains on the growth performance, carcass characteristics, and meat quality of finishing cattle. *The Professional Animal Scientist*, 34(5), 505-512. <https://doi.org/10.15232/pas.2018-01725>
- Rachwal, K., Wasko, A., Gustaw, K., & Polak-Berecka, M. (2020). Utilization of brewery wastes in food industry. *PeerJ*, 8, e9427. <https://doi.org/10.7717/peerj.9427>

- Radzik-Rant, A., Rant, W., Niz'nikowski, R., Swiatek, M., Szymaska, Z., Slezak, M., & Niemiec, T. (2018). The effect of the addition of wet brewers grain to the diet of lambs on body weight gain, slaughter value and meat quality. *Archives Animal Breeding*, 61(2), 245-251. <https://doi.org/10.5194/aab-61-245-2018>
- Robertson, J., l'Anson, K., Treimo, J., Faulds, C., Brocklehurst, T., Eijnsink, V., & Waldron, K. (2010). Profiling brewers' spent grain for composition and microbial ecology at the site of production. *Food Science and Technology*, 43(6), 890-896. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2010.01.019>
- Sales, F., Bravo-Lamas, L., Realini, C., Lira, R., Aldai, N., & Morales, R. (2020). Grain supplementation of calves as an alternative beef production system to pasture-finished steers in Chilean Patagonia: meat quality and fatty acid composition. *Translational Animal Science*, 4(1), 352-362. <https://doi.org/10.1093/tas/txz188>
- Segers, J., Stelzleni, A., Pringle, T., Froetschel, M., Ross, C., & Stewart, Jr., R. (2013). Use of corn gluten feed and dried distillers grains plus solubles as a replacement for soybean meal and corn for supplementation in a corn silage-based stocker system. *Journal of Animal Science*, 91(2), 950-956. <https://doi.org/10.2527/jas.2011-4392>
- Senthilkumar, S., Viswanathan, T., Mercy, A., Gangadevi, P., Ally, K., & Shyama, K. (2010). Chemical composition of brewery waste. *Tamil Nadu Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 6(1), 49-51.
- Singh, P., Ghosh, M., Mahesh, M., & Chatterjee, A. (2022). Zoo-technical responses of growing cattle fed sun-dried brewers' spent grain at 20% of dietary inclusion. *Bulletin of the National Research Centre*, 46, 126. <https://doi.org/10.1186/s42269-022-00806-z>
- Tilley, J. M., & Terry, R. A. (1963). A two-stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. *Grass and Forage Science*, 18(2), 104-111. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2494.1963.tb00335.x>
- Van Soest, P., Robertson, J., & Lewis, B. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74(10), 3583-3597. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78551-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2)