

EVALUACIÓN PRODUCTIVA Y ECONÓMICA DEL USO DE PAJA DE AVENA (*Avena sativa* L.) Y ENSILAJE DE PRADERA EN LA ENGORDA INVERNAL DE NOVILLOS A CORRAL

PRODUCTIVE AND ECONOMIC EVALUATION OF THE INCLUSION OF OAT (*Avena sativa* L.) STRAW AND PASTURE SILAGE IN THE DIET OF FINISHING STEERS

Claudio Rojas G.^{1*}, Adrián Catrileo S.¹ y Milton Fernández C.²

¹ Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación Carillanca, Correo 58-D, Temuco, Chile.

² Universidad Mayor.

* Autor para correspondencia E-mail: cbrojas@inia.cl.

RESUMEN

Las pajas, subproductos de la cosecha de los cereales, son abundantes en el país y normalmente son usadas como alimento de mantención de peso de vacas de crianza durante algunos meses del otoño e invierno. El objetivo del presente estudio fue evaluar la respuesta productiva de la engorda invernal estabulada de novillos alimentados con dietas de engorda basadas en paja de avena como alternativa al ensilaje de pradera. En un diseño de bloques completos al azar, se utilizaron 28 novillos Hereford × A. Angus de 22 a 23 meses de edad y 398 ± 6 kg de peso inicial para evaluar los siguientes tratamientos: T1: ensilaje de pradera y granos de avena y lupino; T2: paja de avena y granos de avena y lupino; T3: paja de avena y granos de cebada y lupino; y T4: paja de avena y granos de triticale y lupino. Las dietas se formularon aproximadamente isoproteicas e isoenergéticas para ganancias mínimas de $1,0 \text{ kg d}^{-1}$ y se entregaron diariamente durante 70 días. Los incrementos diarios de peso vivo (PV) fueron 1,320 a; 1,059 b; 1,276 a y 1,102 b kg animal^{-1} ($P \leq 0,05$); los consumos diarios de alimentos fueron de 8,72; 8,61; 8,53; y 8,07 kg MS animal^{-1} , y la conversión de alimentos fue de 6,60; 8,13; 6,68; y 7,32 $\text{kg MS consumida kg}^{-1}$ de incremento de PV, para los tratamientos T1 a T4, respectivamente. El rendimiento centesimal y el área del ojo del lomo no presentaron diferencias significativas ($P \geq 0,05$). Se concluyó que la dieta de engorda formulada con paja de avena no afectó el incremento de peso cuando el grano de cereal correspondió a cebada, y que la dieta de menor costo por kg de alimento y por incremento de PV fue la que utilizó ensilaje de pradera.

Palabras clave: novillos, incremento de peso, conversión de alimentos.

ABSTRACT

Cereal straw is a feed alternative for cattle used to maintain animal weight during the winter and fall period. The objective of this study was to evaluate animal response of finishing steers to a winter feeding system using oats straw or pasture silage. Twenty-eight Hereford × A. Angus steers of 22-23 months of age and 328 ± 6 kg initial live weight were used in the following treatments: T1: pasture silage plus lupine and oat grains; T2: oat straw plus lupine and oat grains; T3: oat straw plus lupine and barley grains; and T4: oat straw plus lupine and triticale grains. Isoproteic and isoenergetic diets were formulated for a minimal liveweight gain of 1.0 kg d^{-1} and the experimental period lasted 70 days. Daily live weight gains were 1.320 a; 1.059 b; 1.276 a and 1.102 b kg head^{-1} ($P \leq 0.05$); daily intake was 8.72; 8.61; 8.53; and 8.07 kg DM head^{-1} , while feed conversion ratio was 6.60; 8.13; 6.68; and 7.32 $\text{kg DM consumption per kg of live weight gain for treatments 1, 2, 3 and 4, respectively}$. Dressing percentage and ribeye area did not present significant differences ($P \geq 0.05$). It was concluded that finishing diets

Recibido: 14 mayo 2013. Aceptado: 11 junio 2013.

with oat straw did not affect the productive response of steers when barley was the grain used. It was also determined that the diet with the lowest cost per kg consumed and kg of live weight gain was pasture silage.

Key words: steers, rate of gain, feed conversion.

INTRODUCCIÓN

La alimentación tradicional en la engorda invernal estabulada del ganado bovino de carne en Chile contempla el uso de forraje conservado y una suplementación con granos y subproductos, con el fin de aportar los nutrientes necesarios para una respuesta productiva y económica. El aumento de los costos de las materias primas para alimentación de ganado y producción pecuaria hacen necesaria la evaluación permanente de alternativas para poder seguir desarrollando esta actividad. En la actualidad se dispone de información de la cantidad adecuada y forma de inclusión en las dietas de engorda de prácticamente todos los cereales de grano pequeño y lupinos que se cultivan en el sur del país (Rojas y Catrileo, 2005). También se tiene bastante información del uso de ensilaje de pradera en la engorda de bovinos estabulados, no así del uso de las pajas de cereales como alternativa al forraje conservado.

Por otra parte, la Región de La Araucanía se caracteriza por una actividad agropecuaria en que los cultivos tradicionales y la ganadería de carne bovina representan los principales rubros que definen su base económica. Según el VII Censo Nacional Agropecuario y Forestal (INE, 2007) en esta región existe una superficie de 169.610 ha que corresponden a cultivos de cereales; la superficie sembrada de avena en la Región de La Araucanía alcanzó el 59% del total nacional. Catrileo y Rojas (1994) señalan que la superficie sembrada de cereales y leguminosas de grano produce un volumen aproximado de 550.000 toneladas de paja sobre la base de un índice de cosecha (relación rendimiento de grano y producción de paja) de 1,0 para cereales, lo cual podría generar una disponibilidad global de 1.780 kg por unidad animal (UA) de 500 kg de peso vivo en la Araucanía. Para los datos actualizados del Censo 2007, aplicando este índice de cosecha, potencialmente habría un volumen de producción de 783.000 toneladas de paja de cereales.

Además, cada vez hay una mayor preocupación por el destino que se da a los rastrojos de los cereales, siendo importante buscar opciones de uso diferentes a la quema, contribuyendo a la sustentabilidad ambiental y menores emisiones de carbono a la atmósfera.

La hipótesis del estudio es que la paja de avena y el ensilaje de pradera en mezcla con granos tienen igual respuesta animal. El objetivo del pre-

sente estudio fue comparar la paja de avena como alternativa al ensilaje de pradera en engorda invernal estabulada de novillos.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó durante la temporada invernal del año 2011 en el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Centro Regional de Investigación Carillanca (38°41'S, 72°25'O, 200 m.s.n.m), comuna de Vilcún, Región de La Araucanía, Chile.

Se utilizaron 28 novillos Hereford × Aberdeen Angus de 22 a 23 meses de edad, nacidos en primavera, con 398 ± 6 kg de peso vivo (PV) inicial promedio, para probar cuatro tratamientos correspondientes a dietas de engorda en base a ensilaje de pradera, paja de avena y granos: T1: Ensilaje pradera y granos de avena y lupino (*Lupinus angustifolius* L.); T2: Paja de avena y granos de avena y lupino; T3: Paja de avena y granos de cebada (*Hordeum vulgare* L.) y lupino; y T4: Paja de avena y granos de triticale (*X Triticosecale* Wittmack) y lupino. En forma adicional a los granos se consideró urea en todos los tratamientos.

El ensilaje utilizado fue de una pradera de ballica perenne (*Lolium perenne* L.) y trébol blanco (*Trifolium repens* L.). La cosecha de forrajes fue realizada a fines de noviembre de 2010 al estado de emisión de espiga de la ballica, correspondiente al grado 55 de la escala de Zadoks et al. (1974), con una cosechadora de forrajes (New Holland, modelo 16A, USA). El material se depositó sobre un piso de cemento, y se cubrió con plástico y neumáticos de vehículos para sellarlo. La paja de avena correspondió al subproducto de la cosecha del grano, que elimina la máquina cosechadora de cereales, y que se enfardó en unidades convencionales de 1 x 0,3 x 0,5 m durante febrero del 2011.

El ensilaje y la paja se utilizaron tal como se conservaron, la urea en su forma comercial, y los granos fueron procesados en un molino de martillo con un tamiz de 10 mm de diámetro. Se determinó la composición química de granos, paja y ensilaje en el Laboratorio de Bromatología del INIA. Las determinaciones de materia seca (MS), proteína cruda (PC), fibra cruda (FC), nitrógeno amoniacal (N-NH₃) y pH se realizaron según los métodos de la AOAC (1996). La energía metabolizable (EM) se estimó a través de valor "D" usando la ecuación de Garrido y Mann (1981). Los valores obtenidos (Tabla 1) indican que los granos y las

pajas están dentro de lo señalado por Anrique et al. (2008); el ensilaje muestra un mayor porcentaje de MS de alrededor de 13%, respecto de los tabulares, lo cual es el reflejo de su estado fenológico al corte.

La composición de las dietas correspondientes a cada tratamiento se muestra en la Tabla 2. Cada una de ellas se formuló aproximadamente isoproteicas para 14,32% de PC e isoenergéticas para 2,61 Mcal EM kg⁻¹, que permitiría incrementos de peso diario sobre 1,25 kg día⁻¹ (AFRC, 1995; ARC, 1980).

Las dietas se entregaron diariamente, dos veces al día, alrededor de las 10 y 14 horas. En cada ocasión se entregaron primero los granos y una vez consumidos se entregó el forraje conservado. Se consideró un período preexperimental de acostumbamiento de los animales a la estabulación y manejo de alimentación, que se inició el 11 de julio de 2011 y que tuvo una duración de 15 días. En este período, al momento de ingresar los animales a los corrales para iniciar el sistema de engorda, se trataron contra parásitos hepáticos, gastrointestinales y pulmonares. No se usaron

Tabla 1. Composición química de los alimentos (BMS) usados en experimento de engorda de novillos con paja de avena y ensilaje de pradera mas grano.

Table 1. Chemical composition of feeds (DM basis) consisting of oat straw and pasture silage plus grains used for finishing steers.

Alimentos	Materia seca	PC	EM	Fibra cruda	N-NH3 (% del N total)	pH (1-7)	Digestibilidad MS
	%	%	Mcal kg ⁻¹	%	%		%
Urea	99,0	288*	na	na	na	na	na
Grano lupino	88,8	30,1	3,28	17,2	na	na	91,1
Grano avena	89,6	10,8	2,61	12,3	na	na	72,5
Grano cebada	88,3	11,6	3,12	5,5	na	na	86,7
Grano triticale	88,4	11,0	3,24	3,2	na	na	90,0
Ensilaje pradera	23,7	10,4	2,4	29,9	8,3	4,0	66,7
Paja de avena	92,7	2	2,0	51,7	na	na	55,6

PC: proteína cruda; EM: energía metabolizable.

*N total multiplicado por 6,25; BMS: base materia seca; DM: drymatter; na: no analizado.

Tabla 2. Composición porcentual y composición química de las dietas (BMS) en experimento de engorda de novillos con paja de avena y ensilaje de pradera más grano.

Table 2. Percent composition and chemical composition of feeds (DM basis) consisting of oat straw and pasture silage plus grains used for finishing steers.

	T1	T2	T3	T4
Grano lupino, %	4	36,4	24	25
Grano de avena, %	43	23,5	-	-
Grano de cebada, %	-	-	26	-
Grano triticale, %	-	-	-	34
Urea, %	1	0,1	1	1
Ensilaje de praderas	52	-	-	-
Paja avena	-	40	49	40
Materia seca, %	53,78	92,28	92,78	92,05
Fibra cruda, %	21,53	29,83	30,89	26,07
Proteína cruda, %	13,82	14,45	14,04	14,95
Energía Metabolizable, Mcal kg ⁻¹	2,56	2,60	2,56	2,70
Digestibilidad de la MS, %	71,1	72,2	71,1	74,0

T1: Ensilaje y granos de avena y lupino; T2: Paja de avena y granos de avena y lupino; T3: Paja de avena y granos de cebada y lupino; T4: Paja de avena y granos de triticale y lupino.

anabólicos. El período experimental se inició el 26 de julio y tuvo una duración de 70 días.

Se utilizó un galpón techado con cuatro corrales de 60 m² cada uno, de los cuales 25 m² del fondo del corral tenían piso de tierra y 35 m² del frente tenían piso de cemento y los comederos y bebederos. El sector con piso de tierra fue habilitado para cama caliente constituida por paja de trigo que se agregó diariamente para evitar la humedad excesiva.

En el período experimental se determinó para cada tratamiento el incremento de PV mediante el pesaje individual de los animales al inicio del estudio y cada 14 días en promedio, sin destare, realizado entre las 09:00 y las 10:00 h (AM). El consumo de alimentos se determinó diariamente en forma grupal, por diferencia entre la cantidad que se ofrecía y la sobrante, que se retiró una vez al día a primera hora de la mañana. La conversión de alimentos se determinó dividiendo el consumo grupal de alimentos por el incremento de peso grupal de cada tratamiento.

Al finalizar la engorda, los animales se faenaron en el Frigorífico Temuco S.A., para determinar el rendimiento centesimal en caliente, mediante la relación porcentual del peso de la canal recién faenada con el PV del animal en el predio, antes de subir los animales al camión que los transportó a la faena. Posteriormente, con 24 horas en cámara a 2°C, se cuarteó una media canal entre la novena y la décima costilla para medir el área del ojo del lomo mediante planimetría, para lo cual se dibujó el perímetro de este músculo en una lámina plástica con un lápiz de tinta indeleble. En forma adicional el personal del frigorífico determinó la cobertura de grasa de las canales, de acuerdo a la norma chilena de tipificación (INN, 1993) y el pH utilizando potenciómetro digital.

Se determinaron los costos de las raciones y del incremento de peso en función de los precios de compra de los alimentos y de su procesamiento el 30 de junio del 2011 (1 US\$ = 473 \$ chilenos).

El diseño experimental utilizado fue de bloques completos al azar con siete repeticiones animales por tratamiento.

El modelo estadístico correspondió a

$$\gamma_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

donde: $i = 1, \dots, 4$ $j = 1, \dots, 7$

μ es la media general; τ_i es el efecto del tratamiento i ; β_j es el efecto del Bloque j ; ε_{ij} es el término de error aleatorio asociado a la observación i, j .

Los animales o unidades experimentales se asignaron aleatoriamente a los tratamientos y el factor bloque se usó para peso inicial de los animales. Los resultados para incrementos de peso y características de las canales se analizaron a través de un análisis de varianza y las diferencias entre las medias se determinaron mediante la prueba de Duncan (5%). Para esto se usó el programa Statistical Analysis System (SAS, 2003) versión 9.1.3.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Consumo de alimentos

El consumo diario de las dietas, base MS fue de 8,72; 8,61; 8,53 y 8,07 kg animal⁻¹, para los tratamientos T1 al T4, respectivamente (Tabla 3). En general, no se observaron diferencias importantes en el consumo de los animales en los tratamientos 1, 2 y 3, pero sí entre estos y el T4, que se debió al uso de grano de triticale, que presentó problemas de rechazo por mal olor, al inicio de la engorda. Este se reemplazó a partir del segundo control de peso del período experimental. El consumo promedio de los tratamientos son aproximadamente 13,5% más bajos que lo señalado por la AFRC (1995) para novillos en crecimiento y engorda. Al expresar el consumo de MS como porcentaje del peso vivo de los animales empleados, se obtiene un promedio de 1,97% para los primeros tres tratamientos y de 1,87% para el T4, ambas cifras inferiores al 2,5% señalado en las tablas de ali-

Tabla 3. Consumo diario de alimentos base fresca y de nutrientes base materia seca (kg animal⁻¹).
Table 3. Daily food intake as fed and and nutritional value of feeds dry matter basis (kg animal⁻¹).

	T1	T2	T3	T4
Alimentos				
Base fresca	15,74	9,33	9,19	8,77
Base materia seca	8,72	8,61	8,53	8,07
Nutricional				
Proteína cruda	1,233	1,244	1,197	1,206
Energía metabolizable (Mcal)	21,80	22,39	21,84	21,79
Fibra cruda	1,877	2,57	2,64	2,104

T1: Ensilaje y granos de avena y lupino; T2: Paja de avena y granos de avena y lupino; T3: Paja de avena y granos de cebada y lupino; T4: Paja de avena y granos de triticale y lupino

mentación de la ARC (1980), para la proporción de concentrado a forraje conservado usado en la ración, y tipo de animal empleado en la engorda invernal. De acuerdo a la misma fuente, el consumo diario de PC por animal que se obtuvo en este estudio fue 1,220 kg, lo cual es aproximadamente 16% más alto de lo recomendado para novillos en engorda, sin embargo, ello estuvo de acuerdo a lo programado, ya que experiencias anteriores señalaron limitaciones en el consumo voluntario e incrementos de pesos al emplear raciones con valores tabulares en este nutriente (Barker et al., 1985; Rojas y Manríquez, 2007).

De acuerdo a Galyean (1996) en la mayoría de los trabajos de engorda intensiva con buenas respuestas productivas los niveles de PC se encuentran en el rango entre 12,5 y 14,4%. En este estudio el porcentaje promedio de proteína en las raciones fue de 14,3% lo que permitió un consumo de 55,6 gramos de PC por unidad de EM, que es mayor en 30% a lo recomendada por AFRC (1995).

Incrementos de peso diario y conversión de alimento

Los incrementos diarios de peso de los novillos (Tabla 4) indican que no fueron diferentes entre los tratamientos 1 y 3, y tampoco entre los tratamientos 2 y 4 ($P \geq 0,05$). Sin embargo, los incrementos fueron superiores ($P \leq 0,05$) en los tratamientos T1 y T3 respecto de T2 y T4. Los incrementos diarios de peso de los T1 y T3, cercanos a 1,3 kg, son similares a lo obtenido en otros estudios de engorda invernal con dietas balanceadas que usaron ensilajes de pradera, de cebada o trigo y niveles similares de PC y EM (Rojas y Manríquez, 2007; Rojas, 2009; Rojas et al., 2011a; Rojas et al., 2011). La similitud en los incrementos de peso y consumo entre los tratamientos 1 y 3 indica las

buenas expectativas de uso que tiene la paja de avena, bajo las condiciones de este estudio, para reemplazar al ensilaje de pradera.

Los incrementos diarios de peso de los tratamientos 2 y 4 (mayores a 1 kg) que usaron paja de avena como forraje conservado y grano de avena y triticale, respectivamente, también se consideraron una buena respuesta animal, si se les compara con similar incremento de peso alcanzado en otros estudios de engorda invernal de novillos que usaron ensilaje como forraje conservado y contenidos de PC y EM similares (Rojas y Manríquez, 2001; Rojas y Catrileo, 2006).

La conversión de alimentos (Tabla 4.) siguió la misma tendencia de los incrementos de peso, donde el promedio en los tratamientos 1 y 3 fue de 6,6 kg de alimento consumido por unidad de incremento de peso (kg kg^{-1}), que es menor al 8,2 kg kg^{-1} que se desprende de las relaciones señalado en las tablas de la AFRC (1995), y similar a lo obtenido en estudios de engorda que han usado forrajes conservados de calidad (Rojas et al., 2011a; Rojas et al., 2011b). En este mismo análisis, la conversión de alimentos de los tratamientos 2 y 4, que fue de 7,7 kg kg^{-1} , aunque más alta que los otros dos tratamientos, siguen estando más bajas que lo indicado por la AFRC (1995), lo que señala que todas las dietas permitieron una adecuada utilización del alimento en PV.

Características de las canales

Todas las canales obtuvieron cobertura grado 1, de acuerdo a la tipificación realizada por el frigorífico (INN, 1993). El área del lomo y rendimiento centesimal no fueron influenciados por los tratamientos ($P \geq 0,05$) a diferencias del pH (Tabla 4). Las diferencias en el pH se debieron a que un animal del T1, otro del T2 y tres animales del T4, presentaron corte oscuro, que se manifiesta

Tabla 4. Respuesta productiva de novillos estabulados con diferentes dietas de engorda

Table 4. Productive response of confined steers with different finishing diets.

	T1	T2	T3	T4	P-value
Peso inicial, kg animal ⁻¹	412	399	387	393	0,6252
Peso final, kg animal ⁻¹	504	473	477	469	0,1156
Incremento diario, kg animal ⁻¹	1,320 a	1,059 b	1,276 a	1,102 b	0,1539
Consumo diario, kg MS animal ⁻¹	8,72	8,61	8,53	8,07	na
Conversión alimentos, kg kg ⁻¹	6,60	8,13	6,68	7,32	na
Rendimiento centesimal en caliente, %	52,2 a	51,7 a	52,0 a	51,0 a	0,5190
Área de ojo del lomo, cm ²	54,3 a	55,2 a	53,5 a	52,9 a	0,9476
pH 1 - 7	5,58 c	5,75 ab	5,65 bc	5,81 a	0,0357

T1: Ensilaje y granos de avena y lupino; T2: Paja de avena y granos de avena y lupino; T3: Paja de avena y granos de cebada y lupino; y T4: Paja de avena y granos de triticale y lupino.

na: no analizado

ta por un valor superior a 6,8, y cuya manifestación se podría atribuir al estrés del transporte y espera en el frigorífico (Hargreaves et al., 2004), aunque todos los animales fueron manejados de igual forma.

Costos de alimentación

Para efectos de determinar los costos de las dietas se utilizaron los precios reales en pesos (\$) por kg de los alimentos al natural al 30 de junio de 2011, y que correspondieron a \$ 90 el grano de avena, \$ 140 los granos de triticale y cebada, \$ 165 el grano de lupino, \$ 18 la paja de avena, \$ 17,3 el ensilaje de pradera, y \$ 328 la urea. El costo de la molienda fue de \$ 32 por kg de grano. (A la fecha 1 US\$ = 473 \$ Chilenos)

Los costos de cada kg de la dieta correspondiente a los tratamientos se presentan en la Tabla 5 y el costo de alimentación por kg de incremento de peso en la Tabla 6. De acuerdo a los precios de los insumos utilizados, el menor costo por kg de la dieta y por incremento de peso correspondió al T1 que incluyó ensilaje de praderas. En las dietas que se usó paja de avena el tratamiento de menor costo fue el que incluyó grano de cebada (T3) y los de mayor costo las con avena (T2) y con triticale (T4). Se desprende que la paja como forraje conservado puede ser alternativa al uso de ensilaje, en la medida que no cambien las relaciones de precio entre ambos insumos, lo que dependerá de

la realidad de cada predio.

Al relacionar estos tratamientos por su costo de incremento de PV (Tabla 6) se observa que aquellos que usaron paja tuvieron un mayor costo porcentual respecto del que usó ensilaje, de 30,7; 3,7 y 28,9, para T2, T3 y T4, respectivamente.

Al relacionar el costo de alimentación del kg de PV con el ingreso por venta de estos animales, que fue de \$1.232 el kg de PV, se puede señalar que el promedio de todos los tratamientos alcanzó una relación de 63,1%; por tratamiento las relaciones fueron de 54,5; 71,2; 56,5 y 70,2%, para los tratamientos 1 al 4, respectivamente. De esto se desprende que los T1 y T3 alcanzaron costos de alimentación que se ubican en el rango de las engordas estabuladas y que corresponde entre 50 y 60% (Rojas et al., 2011a). En la medida que este costo aumenta se limita la rentabilidad del negocio. También se debe señalar que en el año del estudio los precios de los insumos estuvieron más altos que el año anterior, y que el precio del ganado al momento de la venta, según datos de Ferias Araucanía, Región de La Araucanía, estaba en el nivel promedio de los dos últimos años.

CONCLUSIONES

El uso de paja de avena y grano de cebada en las dietas de alimentación invernal de novillos bajo estabulación, no afectó las ganancias de peso

Tabla 5. Costos de dietas para novillos de engorda (\$ kg⁻¹ de MS).

Table 5. Diet cost for finishing steers (\$ kg⁻¹ DM basis).

Tratamientos	Granos	Ensilaje o	Molienda	Costo total
	A	paja B	granos C	
T1: Ensilaje y granos de avena y lupino	48,6	38,0	15,0	101,6
T2: Paja de avena y granos de avena y lupino	81,5	7,2	19,2	107,9
T3: Paja de avena y granos de cebada y lupino	79,3	8,8	16,0	104,1
T4: Paja de avena y granos de triticale y lupino.	92,1	7,2	18,9	118,2

Valores al 30 junio 2011: 1 US\$ = 473 \$ chilenos.

Tabla 6. Costos de alimentación por kg de incremento de peso vivo, para cada dieta.

Table 6. Feed costs by kg live weight gain for each diet.

Tratamientos	Consumo	Incremento	Costo de 1	Costo de 1 kg
	diario MS (A)	diario de PV (B)	kg de dieta (C)	incremento PV (A×C)/B
T1: Ensilaje y granos de avena y lupino	8,72	1,320	101,6	671
T2: Paja de avena y granos de avena y lupino	8,61	1,059	107,9	877
T3: Paja de avena y granos de cebada y lupino	8,53	1,276	104,1	696
T4: Paja de avena y granos de triticale y lupino.	8,07	1,102	118,2	865

vivo, pero si al utilizar otros granos como la avena y el triticale.

El uso de paja de avena combinada con granos no afectó las características de la canal.

A los costos de los insumos utilizados en el presente estudio, el uso de ensilaje de pradera disminuye los costos por kilogramo de alimento y por incremento de peso vivo, comparado con el uso de paja de avena

LITERATURA CITADA

- AFRC. 1995. Energy and protein requirements of ruminants. AFRC Technical Committee on Response to Nutrients. 159 p. CAB International, Wallingford, Oxon, UK.
- Anrique, R., R. Fuchslocher, S. Iraira y R. Saldaña. 2008. Composición de alimentos para el ganado bovino. 87 p. 3^{er} edición. U. Austral de Chile, Valdivia, Chile.
- ARC. 1980. The nutrient requirements of ruminants livestock. 351 p. Agricultural Research Council (ARC), Commonwealth Agricultural Bureau, Farnham Royal, England.
- AOAC. 1996. Association of Official Analytical Chemists. 1.015 p. 18th ed. William Horwitz (ed). Washington D.C., USA.
- Barker, D.J., P.J. May, and P.E. Ridley. 1985. Urea, meat meal or lupine as nitrogen supplements to barley and hay diets for yearling cattle at two levels of body condition. *Aust. J. Exp. Agric.* 25:257-262.
- Catrileo, A., y C. Rojas. 1994. Pajas de cereales y leguminosas en bovinos de carne. *Investigación y Progreso Agropecuario IPA Carillanca (Chile)* 13(1):6-8.
- Galyean, M.L. 1996. Protein levels in beef cattle finishing diets: Industry application, university research and systems results. *J. Anim. Sci.* 74:2860-2870.
- Garrido, O., y E. Mann. 1981. Composición química, digestibilidad y valor energético de una pradera permanente a través del año. 63 p. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Valdivia, Chile.
- Hargreaves, A., L. Barrales, I. Peña, R. Larraín, y L. Zamorano. 2004. Factores que influyen en el pH *último* e incidencia de corte oscuro en canales bovinas. *Cien. Inv. Agr.* 31(3):155-166.
- INE. 2007. VII Censo Nacional Agropecuario y Forestal 2006. Resultados preliminares. Instituto Nacional de Estadísticas (INE), Santiago, Chile.
- INN. 1993. Canales de bovinos. Definiciones y tipificación. Norma Chilena Oficial. NCH 1306 Of. 93. Instituto Nacional de Normalización (INN), Santiago, Chile.
- Rojas, C. 2009. Cama de broiler y grano de maíz entero o molido en raciones de engorda invernal de novillos. *Agro Sur* 37(1):52-59.
- Rojas, C., y A. Catrileo. 2005. Engorda a corral en la zona sur. p. 295-322. En A. Catrileo (ed). *Producción y manejo de carne bovina en Chile*. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA, Temuco, Chile.
- Rojas, C. y A. Catrileo. 2006. Reemplazo de la cama de broiler por granos de cereales y leguminosas en raciones de engorda invernal de novillos. *Agricultura Técnica (Chile)* 66(3):318-323.
- Rojas, C., A. Catrileo, y W. Hormazabal. 2011a. Evaluación productiva y económica de urea, grano de lupino, expeller de maní y afrocho de soya en raciones de engorda de vaquillas. *Agro Sur* 39(1):57-67.
- Rojas, C., A. Catrileo, y T. Grez. 2011b. Evaluación productiva y económica del uso de grano entero de avena (*Avena sativa* L.) y lupino australiano (*Lupinus angustifolius* L.) en raciones de engorda de vaquillas. *Agro-Ciencia, Rev. Chil. Cs. Agropec.* 27(1):41-48.
- Rojas, C., y M. Manríquez. 2001. Comparación de ensilaje de trigo y de maíz en la engorda invernal de novillos. *Agricultura Técnica (Chile)* 61(4):444-451.
- Rojas, C., y M. Manríquez. 2007. Cama de broiler y grano de cebada entero o molido en raciones de engorda invernal de novillos. *Agricultura Técnica (Chile)* 67(1):94-99.
- SAS. 2003. The SAS system for Windows. Release 9.1.3. SAS Institute, Cary, North Carolina, USA.
- Zadoks, J.C., T.T. Chang, and C.F. Konzak. 1974. A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed Research* 14:415-421.