

ANÁLISIS PRODUCTIVO Y ECONÓMICO DE LA PRODUCCIÓN DE MACHOS ENTEROS DE LECHERÍA BAJO DOS SISTEMAS DE ALIMENTACIÓN

PRODUCTIVE AND ECONOMIC RESPONSE OF DAIRY BULL PRODUCTION UNDER TWO FEEDING SYSTEMS.

Adrián Catrileo S.¹, Claudio Rojas G.¹, y David Cancino B.²

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

² Escuela de Medicina Veterinaria, Universidad Mayor, Av. Alemania 0281, Temuco, Chile.

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

RESUMEN

Se realizó un estudio para evaluar la respuesta productiva y económica de la producción de machos enteros de lechería bajo dos sistemas de alimentación. Se utilizaron 16 toritos Holstein Friesian nacidos en otoño de 2011, provenientes de un sistema común de pastoreo, con 14 meses de edad y un peso inicial promedio de 340 ± 20 kg. Se asignaron 8 toritos al tratamiento T1: ensilaje de pradera *ad libitum* y concentrado al 2% del peso vivo diario, a galpón; y ocho toritos al tratamiento T2: ensilaje de pradera *ad libitum* más concentrado al 1% del peso vivo, y acceso a col forrajera (*Brassica oleracea*) a pradera. Los tratamientos fueron formulados isoproteicos (14% CP) e isoenergéticos (2,6 Mcal EM kg⁻¹) base materia seca. El estudio finalizó cuando los animales alcanzaron 21 meses de edad y obtuvieron en promedio 550 kg peso vivo. No hubo diferencias estadísticas ($P > 0,05$) en la ganancia de peso diaria, rendimiento centesimal y peso de la canal ($P > 0,05$). Sin embargo se observaron diferencias significativas ($P < 0,05$) para la grasa del riñón (4,44 versus 2,61 kg an⁻¹, para T1 y T2, respectivamente), para el pH muscular (5,72 versus 5,46, respectivamente), y para marmoleo (1,94 versus 0,90, para T1 y T2, respectivamente). Se concluyó que es posible obtener machos enteros de origen lechero terminados a los 21 meses de edad, con una adecuada cobertura de grasa, calidad de canal; el margen bruto final de la engorda fue mejor para los animales terminados a pradera.

Palabras clave: producción de machos enteros de lechería, alimentación con grano, praderas

ABSTRACT

In order to evaluate the productive and economic response of dairy bull production under two feeding systems, 16 Holstein-Friesian young bulls, born in Autumn of 2011 were evaluated. After a rearing period under pasture as a unique group, the animals with 14 months of age and on average 340 ± 20 kg LW were assigned to two feeding treatments, T1: pasture silage and 2% LW concentrate per animal per day, in confinement; T2: pasture silage and 1% LW concentrate and access to kale, on pasture. Eight bulls were assigned to each treatment. Treatments were isoproteic (14% CP) and isoenergetic (2.6 Mcal ME kg⁻¹), dry matter basis. The study finished at 21 months of age, when the bulls reached an average of 550 kg LW. No statistical differences ($P > 0.05$) were found between treatment in daily liveweight gain, dressing percentage and carcass weight. However, significant differences ($P < 0.05$) were found in kidney fat with 4.44 kg an⁻¹ (T1) and 2.61 kg an⁻¹ (T2) and pH of 5.72 and 5.46, respectively. Intramuscular fat content of 1.94 and 0.90 ($P < 0.05$) were determined for T1 and T2, respectively. It was concluded that it is possible to finish dairy bulls at 21 months of age with adequate fat cover, and carcass quality; gross income was better from animals finished on pasture.

Key words: dairy bull beef production, intensive systems, pasture

INTRODUCCIÓN

La producción de carne bovina en vara en el país la constituye la producción de novillos, vacas y vaquillas, dentro de los cuales los primeros aportan, aproximadamente, la mitad de la faena total ofrecida al mercado interno (ODEPA, 2013). Por otro lado, la producción de carne con machos enteros (toritos) de lechería puede complementar la oferta de carne destinada a consumo, y generar ingresos adicionales al sector lechero. En general, el torito ofrece ventajas sobre el novillo en cuanto a que es un 15% más eficiente, es más magro y puede ser faenado alcanzando la gordura requerida (Seideman et al., 1982). La producción de toritos de lechería es una actividad económicamente atractiva en Nueva Zelanda, donde los animales son comprados con 10 a 12 semanas de edad y 120 kg, y terminados a los 18 meses de edad, con pesos de la vara entre 260 y 320 kg, destinados tanto para el mercado interno como también para la exportación (Smeaton, 2003).

En un estudio previo Catrileo y Rojas (2012) concluyeron que es posible la engorda de machos de lechería a los 21 meses, con un sistema preferentemente pastoril que, aunque competitivo con la producción de novillos de similar edad y origen, tuvo ingresos económicos inferiores debido a la menor conformación y cobertura de grasa de los machos enteros, obtenida a partir de un sistema basado en praderas.

El objetivo del presente estudio fue evaluar la respuesta productiva y económica de un sistema forrajero en pradera y un sistema intensivo en confinamiento para la obtención de machos enteros de lechería destinados a faena.

MATERIALES Y METODOS

El estudio fue realizado en el invierno de la temporada 2012, en el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Centro Regional de Investigación Carillanca, Temuco (38°41'S, 72°25'O, 200 m.s.n.m.), comuna de Vilcún, Región de La Araucanía, Chile.

En el estudio se utilizaron 16 machos Holstein Friesian, de aproximadamente 14 meses de edad y 340 ± 20 kg de peso vivo inicial, de partos de otoño, que fueron mantenidos como un solo grupo en pradera hasta el inicio del estudio. A los 14 meses de edad, los 16 toritos fueron asignados aleatoriamente a dos tratamientos de 8 animales cada uno: Tratamiento 1 (T1), alimentado en confinamiento con un concentrado de elaboración propia fabricado en base a un 80% de triticale (*Triticosecale* Wittmack) y 20% de lupino australiano (*Lupinus angustifolius*) entregado molido a un nivel del 2,0% del peso vivo por animal;

además recibieron ensilaje de pradera *ad libitum*; y Tratamiento 2 (T2), permaneció en pradera, compuesta por ballica perenne (*Lolium perenne*) y trébol blanco (*Trifolium repens*) de más de 3 años, tradicional de la zona y bajo crecimiento invernal suplementados con el mismo concentrado del T1, a nivel del 1,0% del PV más ensilaje de pradera *ad libitum* y col forrajera (*Brassica oleracea*) en un máximo de 30% del consumo de la MS diaria. Para esto último, previo al pastoreo, se pesó una superficie conocida de la col y se determinó su peso seco, posteriormente, en base al peso de los animales se determinó la superficie diaria, para que el consumo no superara el 30% de la materia seca requerida por animal. A fines del invierno, los animales de este tratamiento se terminaron en pradera sin suplementación.

Los granos y el ensilaje se analizaron en el Laboratorio de Bromatología del INIA; las determinaciones de MS, PC, FC, nitrógeno amoniacal (N-NH₃) y pH se realizaron según los métodos de la AOAC (1990). La energía metabolizable (EM) se estimó en base a la digestibilidad *in vitro* (Tilley y Terry, 1963).

El incremento de PV se determinó a través del pesaje individual de los animales, desde el inicio del estudio y cada 14 días en promedio, sin destare, realizado entre las 9:00 y las 10:00 hrs. antes de la entrega del alimento.

Al finalizar el experimento los animales se faenaron en el Frigorífico Temuco, determinando el rendimiento centesimal en caliente, mediante la relación porcentual del peso de la canal recién faenada con el peso del animal vivo en el frigorífico. Posteriormente, con 24 horas en cámara a 2°C una media canal se cortó entre la 12° y 13° costilla para medir el área del ojo del lomo (AOL). Para esto se trazó en mica transparente el perímetro del ojo del lomo (POL) de las medias canales, y posteriormente se determinó el área mediante planimetría. 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 midió el pH entre la 12° y 13° costilla utilizando potenciómetro digital.

Una semana antes de la faena se analizaron por ultrasonido (Esaote Pie Medical modelo Aquila, con transductor de 3,5 MHz, Génova, Italia) los parámetros de calidad de carne, tales como cobertura de grasa, área de ojo del lomo y grasa intramuscular a nivel de la 12^a-13^a costilla.

Independiente del tratamiento, los animales fueron faenados una vez que el grupo alcanzó en promedio 550 kg de peso vivo y estado de gordura suficiente. El estado de gordura fue calificado por un corredor de animales, proveniente del Frigorífico Temuco, quien determinó si los animales cumplían con las características físicas necesarias

para ser comprados e ingresar a faena.

El consumo se determinó en forma grupal, aún cuando para incluir el consumo de la pradera de los animales del T2, se estimó el consumo individual de materia seca (CMS) para cada periodo inter-pesaje (14 días) mediante la ecuación (AFRC, 1993):

$$CMS = REMT / CEMR$$

donde REMT es el requerimiento de energía metabolizable total y CEMR es el contenido de energía metabolizable de la ración.

El REMT fue determinado para cada animal y para cada intervalo entre pesajes, donde la diferencia entre el peso inicial y final de cada periodo, o ganancia de peso del periodo, se relacionó con el requerimiento energético específico de dicha ganancia (AFRC, 1993).

Para calcular el CEMR de la ración del T2 e incluir el consumo de pradera, se estimó una conversión alimenticia para el concentrado de 7:1 con un porcentaje de pérdida del 20% (Allen and Kilkenny, 1984). La diferencia de acuerdo a los requerimientos de energía metabolizable para aumentar de peso de cada uno de los animales fue atribuida al consumo de pradera, asignándole una conversión alimenticia de 10:1 de acuerdo a lo planteado por Catrileo y Rojas (2012).

El diseño experimental consideró un diseño completamente al azar con dos tratamientos y 8 repeticiones; los resultados se analizaron a través de la prueba F del ANDEVA al 5% de significancia (SAS, 2003). La estructura del diseño y de los tratamientos correspondió a un diseño completamente al azar univariado con dos niveles y 8 repeticiones. Las variables fueron analizadas mediante el siguiente modelo estadístico:

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

donde: γ_{ij} = variable respuesta en la j-ésima repetición del i-ésimo tratamiento, μ = media general, τ_i = efecto del tratamiento i, y ϵ_{ij} = error aleatorio.

Para efectos de determinar los costos y el margen bruto de ambos sistemas, se utilizaron los precios reales en pesos (\$) de los animales a su ingreso, como de los demás costos directos de producción (alimentación, mano de obra, sanidad, fletes, comisiones, etc.) y el precio de venta al momento de alcanzar el peso de faena en cada sistema. Así se estableció el ingreso bruto por animal y por grupo, al considerar los kilogramos vendidos multiplicados por su precio. Posteriormente, se determinó el Margen Bruto por cabeza en cada sistema.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del análisis químico de los alimentos utilizados en el estudio indican valores esperados para granos, forraje suplementario y ensilaje premarchito de la pradera del área de trabajo (Tabla 1).

Una vez conformados los dos tratamientos e iniciado el estudio, la meta fue llevar los animales desde los 340 kg de peso vivo (PV) promedio inicial, hasta alcanzar los 550 kg de PV en promedio, o estados de gordura suficientes para la faena. Para el T1 se requirieron 147 días para llegar a dicho peso y estado, en tanto para el T2 se necesitaron 175 días (Tabla 2), con una diferencia de 28 días a favor del T1, lo que era esperable por la mayor concentración energética de la dieta suministrada.

Tasa de incremento de peso

No se observaron diferencias ($P > 0,05$) en la tasa de incremento de peso durante los primeros 147 días de estudio para T1 y T2 (1,56 vs. 1,44 kg día⁻¹, respectivamente). Posteriormente, la tasa de incremento de peso diario de T2 disminuyó a 1,31 kg día⁻¹, considerando los 175 días totales de duración de este tratamiento. En teoría se hubiese esperado que el T1 tuviese una mayor TII dada la mayor cantidad de energía consumida en relación a T2. En efecto el consumo de EM de T1 fue

Tabla 1. Análisis bromatológico de los alimentos utilizados en el estudio.
Table 1. Chemical analysis of the feeds used in the study.

	MS	PC	EM
	----- % -----	-----	Mcal kg ⁻¹
Triticale	88,1	9,9	3,29
Lupino	88,1	30,8	3,35
Concentrado	87,5	20,2	3,32
Pradera	31,5	11,2	2,36
Col forrajera	12,0	19,8	3,09
Ensilaje pradera	34,2	20,1	1,83

Fuente: Laboratorio de Bromatología, INIA.

Tabla 2. Incremento de peso y aporte de alimento de toritos H. Friesian sometidos a dos sistemas de alimentación (T1 = grano y T2 = forraje).**Table 2. Daily liveweight gain and feed supply to H. Friesian young bulls under two feeding systems (T1 = grain and T2 = forage)**

Global	T1	T2	e. e. ¹	Valor P
N° días		147	175	
Peso inicial, kg	341,30	338,60	9,21	0,843
Peso final, kg	549,00	552,00	15,18	0,864
Tasa incremento peso ² , kg día ⁻¹	1,56	1,44	0,08	0,294
Aporte fresco al día				
Ensilaje pradera, kg animal ⁻¹	12,97	2,02		
Concentrado, kg animal ⁻¹	7,68	3,24		
Col forrajera, kg animal ⁻¹	--	2,30		
Heno, kg animal ⁻¹	--	0,40		
Pradera, kg animal ⁻¹	--	6,95		
Aporte MS total, kg animal ⁻¹	11,7	12,16		

¹ e.e.: error estándar.² Tasas de incremento de peso comparadas hasta los 147 días.

de 49,09 Mcal/día, en tanto los animales en el T2 consumieron 37,91 Mcal/día, es decir 11,18 Mcal diarias más en T1.

Los resultados obtenidos son comparables a lo obtenido por O'Riordan y Keane (2010), quienes indican que para llevar animales de un peso de 300 a 550 kg de PV alimentados con ensilaje *ad libitum* y 6 kg de concentrado, obtuvieron una tasa de incremento de peso de 1,4 kg día⁻¹ y el tiempo requerido para alcanzar los 550 kg de PV fue de 180 días aproximadamente. En el caso del T1, la tasa de incremento de peso diario fue 11,4% superior a la informada por estos autores, lo que se podría explicar porque los animales de T1 recibieron en promedio 7,68 kg diarios de concentrado, correspondiendo en promedio a un consumo de concentrado de 2% del PV.

Para el T2, la tasa de incremento de peso de 1,44 kg día⁻¹ es comparable al estudio de Catrileo y Rojas (2012), quienes obtuvieron 1,32 kg día⁻¹ en toritos de origen lechero que fueron llevados de 278 a 508 kg de peso en un periodo de 174 días, sometidos a similar alimentación. La mayor tasa de incremento de peso diaria alcanzada en el T2 (9%) permitió alcanzar peso y estado de gordura suficientes para la faena, hecho que no fue obtenido por Catrileo y Rojas (2012) donde los toritos no alcanzaron suficientes niveles de gordura y fueron faenados un mes más tarde.

Consumo de materia seca

Todos los animales fueron pesados al inicio del estudio y posteriormente a intervalos de 14 días, reformulando la ración de acuerdo con la evolución del peso de los animales y determinar así el

consumo de materia seca (Tablas 3).

Los datos de consumo fueron analizados de acuerdo a lo sugerido por AFRC (1993), para lo cual se utilizó el análisis de los alimentos y el contenido de energía metabolizable de la ración (CEMR). Por otro lado, se estimó el requerimiento individual de energía metabolizable tanto de mantención, como para el aumento del peso de cada uno de los animales (REMT).

La Tablas 3 muestra el consumo promedio diario de materia seca para cada animal y para cada tratamiento. El promedio total para el CMS de T1 y T2 fue de 10,45 y 9,96 kg de materia seca por día, respectivamente, en tanto que los kilogramos de materia seca necesarios para ganar un kg de peso vivo fueron de 7,52 y 8,14 para T1 y T2, respectivamente.

De los valores de consumo y respuesta animal se puede desprender que los animales de T1 fueron más eficientes en convertir el alimento en peso vivo que los de T2, lo que concuerda con el menor tiempo requerido para alcanzar el peso final establecido para el sacrificio de 550 kg. Si bien la dieta de los animales de T2 fue ligeramente más rica en energía que la de T1, los animales del T1 se encontraban estabulados, por lo que los requerimientos de EM total fueron menores debido a un menor gasto energético.

Los resultados son coincidentes con lo presentado por Kavanagh (2010), quien indicó que toritos de lechería alimentados con dietas ricas en concentrados, con un peso inicial de 300 kg y un peso final de 550 kg, consumieron 9,35 kg de MS por día, lo que sería equivalente al 2,2% del PV del animal; valor menor que lo observado para T1

Tabla 3. Consumo de materia seca (CMS) individual de T1 y T2, promedio diario, total y relación kg MS : kg PV.**Table 3. Individual dry matter intake (DMI) of T1 and T2, daily average, total and kg DM : kg LW rate.**

Animal	Tratamiento 1			Tratamiento 2		
	CMS promedio día	MS Total	kg MS : kg PV	CMS promedio día	CMS Total	kg MS : kg PV
1	8,73	1283,60	8,07	9,58	1677,28	7,14
2	9,03	1327,33	7,85	9,22	1613,72	7,99
3	13,41	1971,32	7,47	10,34	1808,65	8,11
4	12,15	1786,16	7,54	9,02	1577,77	8,53
5	10,12	1487,36	7,26	9,20	1610,38	8,61
6	8,76	1287,08	6,50	11,18	1956,24	8,25
7	9,83	1445,41	8,45	9,16	1602,71	7,97
8	11,63	1709,93	7,07	12,04	2107,57	8,53
Promedio	10,46*	1537,27	7,53	9,97*	1744,29	8,14

CMS = Consumo Materia Seca

Dietas con un promedio global de EM de 2,7 Mcal kg⁻¹ MS.

y T2. Sin embargo, Kavanagh (2010) no indica la cantidad de EM de la ración empleada, por lo que la comparación sería incompleta.

Características de la canal

Alcanzado el peso estimado de sacrificio de 550 kg de PV, los animales fueron presentados a un comprador del Frigorífico Temuco, quien determinó la factibilidad de compra de aquellos animales con gordura necesaria para ser faenados.

De acuerdo con la apreciación anterior, los animales del T1 fueron sacrificados el 06 de noviembre de 2012 y los del T2, 28 días después, el 04 de diciembre de 2012, ambos bajo condiciones idénticas y en la misma línea procesadora. Los resultados de las características de la canal de ambos tratamientos se presentan en la Tabla 4.

Peso vara caliente y rendimiento centesimal

No hubo diferencia significativa entre los tratamientos ($P > 0,05$) con respecto al peso en vara caliente y el rendimiento centesimal. Este último promedió entre ambos grupos un 53,49%, valor inferior al informado por Catrileo y Rojas (2012), quienes obtuvieron un promedio de 57% para toritos sometidos a similares condiciones de alimentación. Sin embargo, el rendimiento centesimal concuerda con lo obtenido por Zaujec et al. (2009), quienes presentan un valor de 54,56% para toros Holstein de entre 400 a 550 kg.

A la faena, los 16 animales fueron calificados en el frigorífico como animales de dientes de leche (DL), con cobertura grasa 1, y correspondientes a la categoría "V", que incluye novillitos, novillos, vaquillas y vaca joven.

Tabla 4. Características de la canal de toritos H. Friesian bajo dos sistemas de alimentación (T1 = grano y T2 = forraje).**Table 4. Carcass characteristics of H. Friesian young bulls under two feeding systems (T1 = grain and T2 = forage).**

	T1	T2	e. e.	Valor P
Peso vara caliente, kg	293,25	295,88	10,11	0,857
Rendimiento, %	53,37	53,62	0,67	0,795
AOL canal, cm ²	76,74	75,74	3,00	0,816
POL canal, cm	37,42	38,02	0,86	0,635
Cobertura grasa, mm	1,44	1,19	0,26	0,514
Grasa riñón, kg animal ⁻¹	4,44 a	2,61 b	0,33	0,0013
pH	5,72 a	5,46 b	0,07	0,0156

e.e: error standard; AOL: área del ojo del lomo; POL: perímetro del ojo del lomo.

Área del ojo del lomo

No se observaron diferencias significativas ($P > 0,05$) para el AOL medida entre la 12^a y 13^a costilla, obteniéndose valores de 76,74 y 75,74 cm² para T1 y T2, respectivamente; estos valores son similares a los obtenidos por Catrileo y Rojas (2012). Una semana previa al sacrificio de cada grupo, se realizaron las mediciones de ultrasonografía para determinar y/o predecir *in vivo* el AOL, el POL, la infiltración grasa y la cobertura grasa, obteniéndose valores para AOL de 67,67 y 65,90 cm² para T1 y T2, respectivamente, no encontrándose diferencias significativas ($P > 0,05$) entre ambos tratamientos.

Se determinó mediante regresión lineal la correlación entre el AOL *in vivo* obtenida mediante ecografía una semana previo al sacrificio y el AOL real obtenida 24 horas post mortem mediante planimetría sobre la canal, la cual fue significativa con un r^2 de 0,903. Dicha correlación se expresa en la fórmula:

$$\text{AOL Real} = 12.654904 + (0.9521048 * \text{AOL Ecografía})$$

Se observó que los valores obtenidos mediante ecografía subestimaron los valores reales obtenidos por planimetría directa sobre el lomo, desestimando la diferencia de una semana entre ambas mediciones. No obstante lo anterior, el coeficiente de determinación entre los valores reales y los obtenidos mediante ecografía fue de 0,903, muy superior a la publicada por Smith et al. (1992) de 0,43, y la de Waldener et al. (1992) de 0,85, y similar a la publicada por Perkins et al. (1997) de 0,95, esta última considerada como alta. Al respecto, la variación entre los valores reales y los obtenidos por ultrasonografía podría deberse a varios factores. Según Williams (2002) la precisión técnica y la experiencia del operador son críticos a la hora de realizar las mediciones, para poder obtener una alta correlación y permitir que estas puedan ser replicables, y por lo tanto, el error humano no sería despreciable. Por otro lado, Herring et al. (1994) indicaron que otras dos fuentes de error serían la adquisición de las imágenes ecográficas y luego su interpretación. En el presente estudio, aunque los valores fueron obtenidos por un único ecografista y no obstante haber realizado varias mediciones en cada punto de toma de muestra, pudo haber influido la menor experiencia en el uso del equipo empleado; a pesar de ello la alta correlación encontrada se consideró satisfactoria.

Marmoleo

La determinación del marmoleo del músculo *Longissimus* se realizó mediante la comparación directa de cada uno de los cortes de la canal derecha de cada animal, con las planillas establecidas

por el Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA). Dichas planillas le otorgan una graduación, en el rango de 1 a 12 (menor = 1, mayor = 12) y que en las muestras del estudio fueron desde el grado 1, considerado como leve, el grado 2 considerado como pequeño, y el grado 3, considerado como moderado, que fue alcanzado solo por un animal (Tabla 5).

Las muestras analizadas en laboratorio presentaron una tendencia similar, con el T1 presentando mayor marmoleo, significativamente diferente ($P < 0,05$) en comparación a T2. Al respecto, Albrecht et al. (2006), estudiaron los cambios que se producían durante el crecimiento de machos enteros de distintas razas en las características del marmoleo del músculo *Longissimus*, concluyendo que específicamente para la raza Holstein Friesian, los valores obtenidos dependen netamente de la edad. A los 12 meses de edad, el marmoleo promedio fue de 1,8 y para los animales de 24 meses de edad de 2,7, superior en ambas edades a lo obtenido para T2; sin embargo, los animales del T1 superaron a los animales de 12 meses de edad, pero no a los de 24 meses. El dato más representativo sobre el marmoleo del músculo *Longissimus*, es el porcentaje de grasa intramuscular que se obtuvo de las muestras analizadas en el laboratorio de calidad de carne del INIA Remehue.

Los valores obtenidos de acuerdo al análisis macroscópico de la carne y de la grasa intramuscular de las muestras tomadas del músculo *Longissimus* de cada uno de los animales se presentan en la Tabla 5. En ella se muestra el porcentaje de grasa intramuscular, el pH final, el brillo (L), el enrojecimiento o verdor (a) y el color amarillo o azulado (b). Sin lugar a dudas, T1 obtuvo una mejor puntuación para marmoleo que T2, como era de esperar, debido a la mayor energía consumida y los menores requerimientos de mantención. Al encontrarse en confinamiento.

Cobertura grasa y grasa del riñón

No se observaron diferencias significativas ($P > 0,05$) en la cobertura grasa para ambos tratamientos, pero sí se encontraron diferencias para el contenido de grasa de riñón entre ambos tratamientos, con 4,44 kg para el T1 y 2,61 kg en el T2. En relación a este parámetro, Pethick y Dunshea (1996) explican que el orden en el que se deposita el tejido adiposo en el organismo animal comienza en la cavidad abdominal, las zonas intermusculares, tejido subcutáneo y finalmente, el espacio intramuscular.

Por otro lado, la mayor proporción de grasa perirenal alcanzada por el T1 estaría relacionada con el mayor volumen de carbohidratos y energía disponibles en la dieta de los animales, y la escasa necesidad de utilizarlos para cubrir necesidades

Tabla 5. Porcentaje de grasa intramuscular, pH y color de las muestras de Longissimus dorsi para ambos tratamientos (T1 = grano; T2 = forraje).**Table 5. Marbling percentage, pH and color of samples of Longissimus dorsi of both treatments (T1 = grain and T2 = forage).**

Parámetro	T1	T2	ECM
Grasa intramuscular	1,94 a	0,90 b	0,903
pH	5,98 a	5,52 b	0,39
L*	39,90 a	35,93 b	3,506
a*	19,97	21,28	2,533
b*	10,3	10,34	2,288

ECM: error cuadrático medio.

Letras diferentes en sentido horizontal indican diferencia significativa ($P < 0.05$).

biológicas de mayor actividad, ausentes en un sistema estabulado. La reducción de carbohidratos a glucosa, según Pethick et al. (1997) proveería un sustrato para la formación de lípidos, mediante la actividad enzimática de la ATP citrato liasa, asociada a la lipogénesis a partir de glucosa. Esto influiría directamente en el desarrollo de diferentes depósitos grasos.

pH de la canal

Si bien existieron diferencias significativas ($P < 0,05$) en el pH final de ambos tratamientos ($P < 0,05$; Tabla 5), los resultados obtenidos para los dos grupos están dentro del rango óptimo de 5,5 a 5,7 (Pethick et al., 1995). Estos valores fueron obtenidos a las 24 horas post mortem, sin embargo, al momento de analizar las muestras en laboratorio los valores obtenidos fueron de 5,98 y 5,52, para T1 y T2, respectivamente.

Una alta cantidad de glucógeno disponible a nivel muscular al momento del sacrificio asegura una buena producción de ácido láctico en el post mortem y un pH final cercano a 5,5. Así mismo, la obtención de un pH final bajo es un indicador de producción de carne tierna, de buen sabor, calidad y color (Adzitey y Nurul, 2011). Por el contrario, un pH final elevado es una consecuencia del agotamiento ante mortem de las reservas de glucógeno muscular debido a estrés de tipo físico, psicológico y/o alimentario (Moreno Grande et al., 1999; Hargreaves et al., 2004). En tanto Adzitey y Nurul (2011) señalaron que si el pH final de la carne se eleva por sobre 5,7, el color del músculo *Longissimus dorsi* se volvería más oscuro, situación que se observó en dos animales del T1 en el presente estudio.

Diversos factores afectan directa o indirectamente el pH final de la canal. Algunos son inherentes al animal, como la raza, edad, sexo, peso y tipo de músculo; otros factores no menos importantes y posiblemente manejables son externos al organismo animal, pero influyen en los resul-

tados finales, entre ellos, la alimentación, el ejercicio, el manejo, la velocidad de enfriamiento de la canal y el estrés (Moreno Grande et al., 1999). Cabe señalar que todos los animales del estudio provenían de un mismo grupo etario, y habían permanecido unidos desde muy temprana edad, lo que descartaría las posibilidades de encontrar alteraciones en el comportamiento debido a este aspecto.

Por otra parte, en diversos estudios se ha observado que en animales de raza Holstein o Frisones, el pH final de la canal es superior al de otras razas (Mariño et al., 2005; Nuernberg et al., 2005; 2006); en general se concluyó que la alimentación tuvo una correlación directa con los valores finales de pH, siendo mayores para los animales terminados a pradera con respecto a los terminados con concentrado. Los resultados de este estudio no coinciden con lo anterior, probablemente en el T1 el ejercicio y actividad realizados a la salida del galpón previo a la faena, así como el transporte y espera, pudieron afectar el glucógeno muscular influyendo en la magnitud del pH en relación al T2 cuyos animales se mantuvieron en potrero todo el tiempo.

Costos, ingresos y margen bruto

El análisis comparativo de costos e ingresos se presenta en la Tabla 6. Para efectos de determinar los costos y el margen bruto del sistema se utilizaron los precios reales en pesos chilenos (\$), por kilogramo de los animales a su ingreso, como de los demás costos directos de producción (alimentación, mano de obra, sanidad, fletes, comisiones, etc.). De igual forma, se estableció el ingreso bruto por animal y por hectárea al considerar los kilogramos vendidos por su precio. Los precios correspondieron a diciembre de 2012.

El Margen Bruto por cabeza (Tabla 7) fue más favorable al T2, cuando el sistema tuvo una base forrajera y alcanzó a \$53.701 por cabeza. En efecto, los menores costos alcanzados, a pesar de un

Tabla 6. Costos, ingresos y Margen Bruto (\$ an⁻¹) de dos sistemas de engorda de machos enteros de lechería (T1 = grano; T2 = forraje).**Table 6. Costs, income and gross margin (\$ an⁻¹) of two finishing systems of young dairy bulls (T1 = grain and T2 = forage).**

Item	T1	T2
Días en engorda	147	175
Peso inicio, kg an ⁻¹	341	338
Peso final, kg an ⁻¹	549	552
Costo reposición (850 \$ kg ⁻¹)	289.850	287.300
Costo operacional ¹	271.092	187.281
Costo directo total	588.989	498.299
Ingreso total, \$ an ^{-1 2}	631.350	552.000
Margen Bruto \$ an ⁻¹	42.361	53.701
Costo por kg, \$	1.438	986

¹ Considera alimentación, mano de obra y medicamentos.

² Considera \$1.150 por kilogramo vivo en T1 y \$1.000 por kilogramo en T2.

(1 US\$ = 560 \$ chilenos)

mayor período del sistema, determinaron una diferencia positiva a favor del T2, con un costo unitario de \$986. No obstante lo anterior, el precio unitario de los toritos de este grupo fue inferior en \$150 por kg en relación al T1, los que que terminaron un mes antes, y en momentos en que la curva estacional de precios todavía seguía atractiva para animales gordos. Los precios obtenidos para cada tratamiento siguieron la curva de precios estacional, siendo mayor para T1 que el T2, aun así, el margen bruto por animal fue mayor para el T2.

CONCLUSIONES

El rendimiento centesimal, la cobertura grasa y el área del ojo del lomo fue similar para ambos sistemas, sin embargo el pH de la carne de los animales terminados con la dieta basada en grano fue significativamente superior.

No obstante haber presentado un mayor pH, los toritos alimentados en un sistema intensivo, basado en grano, presentaron cobertura de grasa 2 y un mayor ingreso por cabeza al terminarse más temprano.

Independientemente de la duración de ambos tratamientos, el margen bruto final de la engorda fue mejor para los animales terminados a pradera.

LITERATURA CITADA

Adzitey, F., and H. Nurul. 2011. Pale soft exudative (PSE) and dark firm dry (DFD) meats: causes and measures to reduce these incidences – a mini review. *Int. Food Res. Journal* 18:11-20

AFRC. 1993. Energy and protein requirements of ruminants: an advisory manual. Agricultural and Food Research Council (AFRC), Technical Committee on Responses to Nutrients. CAB International, Wallingford, UK.

Albrecht, E., F. Teuscher, K. Ender, and J. Wegner. 2006. Growth- and breed- related changes of marbling characteristics in cattle. *J. Anim. Sci.* 84:1067-1075.

Allen, D., y B. Kilkenny. 1984. Producción planificada de vacuno de carne. p. 60-94. Ed. Acribia, Zaragoza, España.

AOAC. 1990. Official Methods of Analysis. 15^a ed. Vol. II. p. 1298. Association of Official Analytical Chemists (AOAC) Inc., Arlington, Virginia, USA.

Catrileo, A., y C. Rojas. 2012. Sistema de producción de carne con machos de lechería en base a praderas del sur de Chile. *Agro-Ciencia, Chilean J. Agric. & Anim. Sci.* 28:41-50.

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 de bovinos. *Cien. Inv. Agr.* 31:155-166.

Herring, W.O., D.C. Miller, J.K. Bertrand, and L.L. Benyshek. 1994. Evaluation of machine, technician, and interpreter effects on ultrasonic measures of backfat and *longissimus* muscle area in beef cattle. *J. Anim. Sci.* 72:2216-2226.

INN. 1993. Canales de bovinos. Definiciones y tipificación. Norma Chilena Oficial. NCH 1306 Of. 93. Instituto Nacional de Normalización (INN), Santiago, Chile.

Kavanagh S. 2010. High concentrate diets for

- dairy bulls. p 44-50. In Dairy calf to beef Conference Teagasc. Johnstown Castle Research Centre. Oak Park, Carlow, Ireland.
- Mariño, G., M. Vilca, D. Ramos. 2005. Evaluación del pH en canales de toros Holstein (*Bos taurus*) y Nelore (*Bos indicus*). Rev. Inv. Vet. Perú 16:90-95.
- Moreno Grande A, V. Rueda Nuñez, y A.L. Ceular Villacé. 1999. Análisis cuantitativo del pH de canales de vacuno en matadero. Arch. Zootec. 48:33-42.
- Nuernberg K., D Dannenberger, G. Nuernberg, K. Ender, J. Voigt, N.D. Scollan, J.D. Wood, G.R. Nute, and R.I. Richardson. 2005. Effect of a grass-based and a concentrate feeding system on meat quality characteristics and fatty acid composition of *Longissimus* muscle in different cattle breeds. Liv. Prod. Sci. 94:137-147.
- ODEPA. 2013. Boletín carne bovina: tendencias de producción, precios y comercio exterior. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA), Ministerio de Agricultura, Chile.
- O'Riordan E.G., and M.G. Keane. 2010. Bull Beef Production from Holstein/Friesian Male Calves. p 14-26. In Profitable beef production from the dairy herd. Dairy calf to beef Conference Teagasc, Johnstown Castle Research Centre. Oak Park, Carlow, Ireland.
- Perkins T.L., J.C. Paschal, N.C. Tipton, and M.J. De La Zerda. 1997. Ultrasonic prediction of quality grade and percent retail cuts in beef cattle. J. Anim. Sci. 75:178.
- Pethick D.W., and F.R. Dunshea. 1996. The partitioning of fat in farm animals. Proc. Nutr. Soc. Aus. 20:3-13.
- Pethick D.W., L. McIntyre, G. Tudor, and J.B. Rowe 1997. The partitioning of fat in ruminants. Can nutrition be used as a tool to regulate marbling? Recent advances in animal nutrition in Australia: July 1997. University of New England, Armidale NSW 2351, Australia.
- SAS. 2003. SAS system for Windows. SAS Institute, Cary, North Carolina, USA.
- Seideman S.C., H.R. Cross, R.R. Oltjen, and B.D. Schanbacher. 1982. Utilization of the intact male for red meat production: A review. J. Anim. Sci. 55:826-840.
- Smeaton, D.C. 2003. Profitable beef production. A guide to beef production in New Zealand. Beef Council, Hamilton, New Zealand
- Smith MT, J.W. Oltjen, H.G. Dolezal, D.R. Gill, and B.D. Behrens 1992. Evaluation of ultrasound for prediction of carcass fat thickness and *longissimus* muscle area in feedlot steers. J. Anim. Sci. 70:29-37.
- Tilley, J.M., and R.A. Terry. 1963. A two stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. J. of the British Gr. Soc. 18:104-111.
- Waldener D.N., M.E. Dikeman, R.R. Schalles, W.G. Olson, P.L. Houghton, J.A. Unruh, and L.R. Corah 1992. Validation of real-time ultrasound technology for predicting fat thickness, *Longissimus* muscle area, and composition of Brangus bulls from 4 months to 2 years of age. J. Anim. Sci. 70:3044-3054.
- Williams, A.R. 2002. Ultrasound applications in beef cattle carcass research and management. J. Anim. Sci. 80:183-188.
- Zaujec K., J. Mojto, and M. Gondekova 2009. Comparison of carcass quality of Slovak Pied and Holstein bulls by Seurop system. Slovak J. Anim. Sci. 42:38-43.