



Estrategias de engorde de vacas de descarte en sistemas pastoriles del Uruguay

Finishing strategies for cull cows under grass-based production systems in Uruguay

Lagomarsino, X.^{a*}, Cazzuli, F.^a, Montossi, F.^a

^a Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA) Tacuarembó.
Ruta N°5, km 386. Tacuarembó, Uruguay.

ARTICLE INFO

Article history:

Received 02.07.2020

Accepted 19.10.2020

Keywords:

Supplementation
Annual winter crops
Cull cows
Animal performance

Original Research Article,
Animal Science

*Corresponding author:

Ximena Lagomarsino

E-mail address:

ximena.lagomarsino@gmail.com

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the effect of different levels of forage allowance (FA) of *Avena bizantina* cv. INIA Halley and Rice Bran (RB) supplementation on animal performance and carcass quality (*in vivo*) of cull cows in Uruguay. The experiment was carried out for 130 days (May-September 2013). Forty Hereford cows with a body weight (BW) of 480 ± 48.5 kg were allocated to four treatments (T) combining FA (2 and 4% BW) and RB supplementation rate (0.8 and 1.6% BW) as follows: T1 (FA2), T2 (FA4), T3 (FA2+RB0.8) and T4 (FA2+RB1.6). There were no differences ($p > 0.05$) between treatments in neither average pre-grazing forage mass nor forage height. Average post-grazing forage mass ($p < 0.05$) and height ($p < 0.01$) was greater for T2, while T1 presented the lowest values. The final BW ($p < 0.05$) and average daily gain ($p < 0.01$) was lower in T1 compared to the other treatments. Total BW production per hectare was similar between T3 and T4 and greater ($p < 0.01$) than T1 and T2 (similar between them). Supplemental feed efficiency was greater in T3 than in T4 ($p < 0.01$). The subcutaneous fat level was lowest in T2 when compared with the rest of the treatments, which were similar between them ($p < 0.01$). The strategic use of annual winter forage crops and/or strategic supplementation on pasture-based systems improved the animal performance and carcass quality of Hereford cull cows.

RESUMEN

El objetivo del estudio fue evaluar el efecto de diferentes niveles de oferta de forraje (NOF) de *Avena bizantina* cv. INIA Halley y la suplementación con afrechillo de arroz (AA) sobre el desempeño productivo y la calidad de la canal (*in vivo*) en vacas de descarte en Uruguay. El experimento se realizó durante 130 días (mayo-septiembre de 2013). Cuarenta vacas Hereford con un peso vivo (PV) de $480 \pm 48,5$ kg fueron asignadas a cuatro tratamientos (T) según NOF (2 y 4% PV) y AA (0,8 y 1,6% PV), dónde: T1 (NOF2), T2 (NOF4), T3 (NOF2+AA0,8) y T4 (NOF2+AA1,6). Los tratamientos no se diferenciaron ($p > 0,05$) en disponibilidad ni altura del forraje ofrecido. En el forraje remanente, T2 presentó mayor disponibilidad ($p < 0,05$) y altura ($p < 0,01$) y T1 los menores valores. El PV final ($p < 0,05$) y la ganancia diaria de peso fue inferior ($p < 0,01$) en T1 respecto de los otros tratamientos. La producción de kg PV ha⁻¹ ($p < 0,01$) fue similar entre T3 y T4, superiores a T1 y T2 (similares entre sí). La eficiencia de conversión fue superior en T3 respecto a T4 ($p < 0,01$). El engrasamiento subcutáneo fue inferior en T2 respecto de los otros tratamientos ($p < 0,01$), sin presentar diferencias entre sí. El uso eficiente de cultivos anuales invernales y/o la suplementación estratégica en sistemas pastoriles permite mejorar el desempeño productivo y la calidad de la canal de vacas de descarte de la raza Hereford.

Palabras clave: Suplementación, cultivos anuales invernales, vacas de descarte, respuesta animal.

INTRODUCCIÓN

La ganadería vacuna es una de las actividades que presenta mayor importancia para la economía uruguaya. En las dos últimas décadas, diversos cambios productivos, económicos y sociales determinaron la necesidad de intensificar de forma sostenible los sistemas de producción en el Uruguay (Lagomarsino *et al.*, 2017). La cantidad de animales faenados anualmente

se encuentra en el entorno de los 2 millones de cabezas, siendo - en promedio de los últimos 10 años - la categoría vaca un 49% del total de animales faenados, de los cuales el 38% corresponde a vacas de 6 y 8 dientes (INAC, 2018).

Los factores que afectan la productividad de los sistemas ganaderos y la calidad del producto son diversos. Sin embargo, la nutrición del animal es un factor determinante, que impacta la ganancia diaria de peso,

la edad de faena, el grado de terminación y la composición corporal del animal (Williams y Bennet, 1995). La dieta suministrada durante la terminación es un elemento decisivo en la diferenciación del producto final. Cuando la cantidad o la calidad del forraje aumenta y/o se agrega un suplemento durante el proceso de engorde, las tasas de ganancia de peso incrementan (Poppi et al., 1987), logrando mejores grados de engrasamiento y conformación de las canales dentro del potencial genético de la raza Hereford (Brito et al., 2008).

En las vacas de descarte, gran parte de los tejidos corporales están completamente formados y la terminación de los animales se caracteriza por la recuperación de la masa muscular, la densidad ósea y la deposición del tejido graso (Missio et al., 2013). En esta categoría, a pesar de que los aumentos de peso son favorables para las características deseadas por parte de la industria frigorífica, la mayor proporción de grasa corporal determina que la eficiencia de conversión del alimento sea menos deseable (Kuss et al., 2005).

La mayor parte de los estudios realizados en alimentación de bovinos en engorde se basan en la evaluación de estrategias para mejorar la productividad en la recría de terneros y/o la terminación de novillos, destacándose que los estudios de investigación sobre engorde de vacas de descarte son muy escasos y se concentran en sistemas de producción a corral a nivel internacional (Lagomarsino, 2019). Teniendo en cuenta que los requerimientos nutricionales varían según las diferentes categorías y sistemas productivos, la investigación del efecto de diferentes sistemas de alimentación en esta categoría es de gran importancia, ya que la misma ocupa un lugar de relevancia en la faena nacional y en el ingreso de los productores (Lagomarsino et al., 2017).

El objetivo de este experimento fue determinar el efecto de diferentes niveles de asignación de forraje en una pastura de avena + raigrás y la suplementación con afrechillo de arroz sobre el desempeño productivo y las características de la canal *in vivo* en vacas de descarte de la raza Hereford durante el periodo otoño-invernal.

MATERIALES Y MÉTODOS

Sitio experimental y tratamientos

El experimento se realizó en la Unidad Experimental "Glencoe", Paysandú-Uruguay (32°00'24"S, 57°08'01"O, 124 m sobre el nivel del mar), perteneciente a la Estación Experimental de INIA Tacuarembó, situada en la región Basáltica de Uruguay. La duración del experimento fue de 130 días, desde el 15 de mayo hasta el 23 de septiembre de 2013 (otoño-invierno).

Todos los procedimientos llevados a cabo en el experimento se realizaron bajo los protocolos establecidos la Comisión Honoraria de Experimentación Animal

del Uruguay (CHEA), relativos al bienestar animal. Se utilizó un diseño experimental completamente al azar con dos repeticiones por tratamiento (unidad experimental lote de animales, $n = 5$). Se utilizaron un total de 40 vacas de descarte de la raza Hereford, asignadas según su peso vivo (PV) a cuatro tratamientos, siendo las unidades observacionales por tratamiento ($n = 10$). La edad de las vacas utilizadas estuvo en el rango de 6 a 8 dientes. Al inicio del experimento las vacas presentaban en promedio un PV de $480,2 \pm 48,5$ kg. La asignación de dos niveles de ofertas de forraje (NOF; 2 y 4% PV) y dos niveles suplementación (0,8 y 1,6% PV) de afrechillo de arroz (AA), entero sin desgrasar y molido, resultó en cuatro tratamientos: T1 (NOF2), T2 (NOF4), T3 (NOF2+AA0,8) y T4 (NOF2+AA1,6). El área de pastoreo se calculó en función del PV de los animales según tratamiento y la disponibilidad de forraje ofrecido estimada en cada parcela para 14 días, subdividiendo el área de pastoreo en dos-subparcelas para 7 días de ocupación.

Pasturas y suplementación

La superficie utilizada para la realización del experimento fue de 36 ha en un potrero con presencia de raigrás espontáneo proveniente de siembras anteriores. La pastura cultivada fue un verdeo anual invernal de *Avena bizantina* (cv. INIA Halley), sembrada en línea con una pradera de cuarto año como antecesor, el 26 de marzo de 2013. La densidad de siembra de avena fue de 100 kg ha^{-1} , con una fertilización basal de 100 kg ha^{-1} de 25/33/0 (NPK) y una fertilización de mantención de 60 kg ha^{-1} de urea luego de cada periodo de pastoreo.

Previo al comienzo del estudio, los animales tuvieron un período de adaptación al consumo de afrechillo durante 10 días, en donde se incrementaba diariamente el nivel de afrechillo ofrecido hasta llegar al nivel deseado para cada T (0,8 o 1,6% PV). Luego de finalizada esta etapa y comenzado el período de evaluación, la suplementación se realizó en comederos grupales ubicados en cada parcela según tratamiento y repetición ($n = 5$) en una única dosis diaria a primera hora de la mañana. El ajuste de suplemento se realizó cada 14 días según el PV promedio de los animales de cada tratamiento. No se registraron rechazos en el consumo de suplemento. Todos los animales recibieron bloques de sal mineral y agua *ad libitum* en cada parcela.

Previo al inicio del experimento los animales fueron tratados según el plan sanitario recomendado para esta categoría, teniendo en cuenta el control de aftosa (obligatorio a nivel nacional), Fasciola hepática (saguaipé) y garrapata. Para el manejo de parásitos gastrointestinales, se obtuvieron muestras de materia fecal al inicio del experimento y posteriormente cada 28 días para su análisis coprológico, coincidiendo con las fechas de pesadas de los animales. El procedimiento utilizado para estimar la concentración de parásitos gastrointestina-

les fue el conteo de los huevos por gramo de materia fecal (HPG) mediante la técnica McMaster modificada (Roberts y O'Sullivan, 1949).

Mediciones

Para la estimación de disponibilidad de forraje en materia seca (MS; ofrecida y remanente) fueron realizados cortes en la pastura llevados a cabo con tijeras mecánicas a 3 cm del suelo. El forraje ofrecido se determinó previo a la entrada de cada parcela para determinar el área a asignar considerando NOF (2 o 4% PV), realizando 8 cortes por parcela con un rectángulo de 20 x 50 cm, totalizando 64 cortes por ciclo de pastoreo (28 días). Luego de cada período de pastoreo se determinó la MS remanente, realizando 4 cortes por parcela, totalizando 32 cortes por ciclo de pastoreo. Las muestras obtenidas por parcela se pesaron individualmente en verde, luego se juntaron en un único pool de forraje las que se secaron a estufa de aire forzado por 48 horas a 60 °C hasta obtener un peso constante y estimar el porcentaje de MS. Con el peso verde de cada corte individual y el porcentaje de MS promedio, se estimó el forraje disponible (ofrecido y remanente) en kg MS ha⁻¹ para cada tratamiento en cada ciclo de pastoreo.

La altura del forraje ofrecido y remanente se midió utilizando una regla graduada en centímetros. Las medidas se registraban en cada subparcela de ocupación de 7 días, determinando 5 medidas dentro de cada rectángulo, previo al corte y 30 medidas adicionales al azar en el resto de cada subparcela.

Las sub-muestras obtenidas para la determinación de disponibilidad de forraje disponible y remanente de cada ciclo de pastoreo para cada tratamiento, fueron molidas y mezcladas uniformemente para determinar el valor nutritivo del forraje pre y post pastoreo: proteína cruda (PC) según AOAC (1990) (KJELTEC 220 FOSS), fibra detergente neutra (FDN) y fibra detergente ácida (FDA) según Van Soest (1982) (ANKOM A 2000 I) y cenizas (C). La digestibilidad de la materia seca (DMS) fue calculada utilizando la fórmula de Ositis *et al.* (2003): $DMS = 88,9 - (\% FDA \times 0,779)$. La energía metabolizable (ME) fue calculada según: $ME (Mcal kg^{-1}) = [(4,4 \times 0,82 \times DMO)/100]$ (ARC, 1980).

De cada bolsa de AA (40 kg en base fresca) utilizada durante el experimento, se retiró una muestra representativa (50 gramos) a efectos de construir un pool semanal para la determinación de las fracciones de PC, FDN, FDA y C, según los procedimientos analíticos descritos previamente para el forraje.

Los animales fueron pesados (kg PV lleno) al inicio del experimento, cada 14 días y al final del mismo (balanza electrónica, True test modelo 3000). También se registró el PV vacío (PVV) al inicio del estudio, cada 42 días y al final del período experimental, con un período de 16 horas de ayuno aproximadamente.

Según la superficie pastoreada y la ganancia de peso obtenida en el período de engorde, se determinó la producción de PV por unidad de superficie para cada tratamiento (kg PV ha⁻¹). La eficiencia del uso del suplemento (EUS) fue determinada para el período otoñal (15 de mayo – 26 de junio), el invernal (26 de junio – 23 de septiembre) y el total del estudio, de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$EUS = [(\text{consumo total de suplemento (kgMS a}^{-1} \text{ d}^{-1}) / (\text{ganancia de PV de animales suplementados} - \text{ganancia de PV de animales no suplementados (kg a}^{-1} \text{ d}^{-1}))]$$

Al inicio, cada 28 días y al final del experimento, fueron realizadas mediciones *in vivo* de la canal por ultrasonografía (Whittaker *et al.*, 1992): área de ojo de bife (AOB), cobertura de grasa subcutánea (EGS), cobertura de grasa a nivel del cuadril (P8) y engrasamiento intramuscular (GIM), con el equipo Aloka, modelo SSD 500V. Las mediciones fueron realizadas por personal certificado según la Asociación Argentina de Angus (6° Curso Internacional de Certificación y Recertificación de Ecografistas para la Toma de Datos de Rendimiento y Calidad de Carne).

Sobre la base de los resultados obtenidos en la disponibilidad y calidad del forraje ofrecido, de asumir una tasa de crecimiento del cultivo de avena de 10 kg MS ha⁻¹ d⁻¹ (Millot, 1981), el consumo observado de afrechillo y las características de los animales utilizados, se estimó para cada tratamiento: i) el consumo total, ii) los requerimientos nutricionales (PC y energía neta; EN), y iii) el balance de nutrientes entre requerimientos y consumo estimado de las vacas. Se estimaron los requerimientos de PC para bovinos en terminación en base al NRC (2001). Para la determinación de los requerimientos de EN (NRC, 1996), se utilizaron las siguientes fórmulas:

- EN mantenimiento basal (ENmb) (Mcal d⁻¹) = $(0,53 \times (PV/1,08)0,67)/4,184$.
- EN ganancia de peso (ENg) = Valor energético de ganancia de peso (VEg, Mcal kg⁻¹) x ganancia media diaria (GMD; kg⁻¹ d⁻¹), donde:
 - o VEg = $C2 (4,1 + 0,0332PV - 0,000009PV^2) / (1 - C3 \times 0,1475GMD)$; siendo el factor C2 corregido por tamaño adulto de la raza y sexo = 1, mientras que C3 = 1 (GMD > 0).
- EN de pastoreo (ENp) (Mcal d⁻¹) = $0,006 \times CMS \times (0,9-D) + 0,05 T / (DMSV + 3)$ x PV/4,184; donde:
 - o CMS = consumo de materia seca, D = digestibilidad de la pastura, y T = topografía del terreno (1, plano).

Análisis estadísticos

Los análisis estadísticos fueron analizados con el paquete estadístico SAS (SAS, 2010).

Las variables de pasturas que no presentaron distribución normal fueron corregidas por diferentes opciones de transformación, eligiendo las que se adaptaran en forma más ajustada al test de normalidad para su posterior análisis (disponibilidad ofrecida de forraje logaritmo neperiano y forraje remanente raíz cuadrada).

Los datos de disponibilidad y altura del forraje fueron analizados con el procedimiento GLM (SAS, 2010). Los resultados de PV lleno y vacío, ganancia de peso vivo y medidas realizadas por ultrasonografía fueron analizados a través del procedimiento MIXED (SAS, 2010) como medidas repetidas en el tiempo, tomando como efecto fijo el tratamiento, el tiempo y la interacción entre ambos y como efecto aleatorio el animal. La estructura de las covarianzas evaluadas fueron UN (no estructurada), AR (1) (autoregresivo de orden 1) y CS (simetría compuesta), seleccionando según el criterio de Akaike (AIC) y Bayesiano (BIC) (Núñez-Antón y Zimerman, 2001).

Se utilizaron covariables que pudieran estar influyendo (PVV, AOB, EGS, P8, y GIM).

Las medidas se contrastaron con el test de Tukey ($P < 0,05$ o $P < 0,01$). Los resultados se presentan como media \pm desvío estándar (DE).

RESULTADOS

Disponibilidad y altura del forraje

La pastura ofrecida a los animales durante el período de estudio no presentó diferencias significativas entre T ($p > 0,05$), teniendo en promedio una disponibilidad de $1607,9 \pm 1108,2$ kg MS ha⁻¹ y una altura de $19,8 \pm 12,2$ cm. En cambio, dependiendo de los T aplicados, la disponibilidad de forraje ($p < 0,05$) y la altura remanente ($p < 0,01$), presentaron diferencias entre T (Cuadro 1).

Luego de cada periodo de pastoreo, el T con mayor disponibilidad y altura de forraje fue el de mayor NOF

ofrecido (NOF4), correspondiendo a $1009,7 \pm 415,0$ kg MS ha⁻¹ y $8,1 \pm 4,8$ cm, respectivamente, mientras que el de menor disponibilidad y altura fue NOF2 con $821,0 \pm 435,5$ kg MS ha⁻¹ y $6,2 \pm 3,4$ cm, respectivamente. La disponibilidad de los restantes T fue similar a NOF2 y NOF4, con promedios de $964,2 \pm 412,0$ y $924,3 \pm 411,4$ kg MS ha⁻¹, para NOF2+AA0,8 y NOF2+AA1,6, respectivamente. La altura remanente de NOF2+AA0,8 y NOF2+AA1,6, se ubicó en posición intermedia entre NOF2 y NOF4, sin encontrar diferencias significativas entre sí, siendo sus promedios de $6,9 \pm 3,8$ y $6,7 \pm 3,3$ cm, respectivamente.

Valor nutricional del forraje y suplemento

En las variables estudiadas del valor nutritivo del forraje (ofrecido y remanente) no se encontraron diferencias significativas entre T (Cuadro 2).

En general, se observaron diferencias en los resultados obtenidos del valor nutritivo entre el forraje ofrecido y el forraje remanente (Figura 1).

El promedio de las variables del valor nutricional evaluadas en el afrechillo de arroz fue $69,5 \pm 5,8\%$ de DMO, $17,3 \pm 3,4\%$ de PC, $11,1 \pm 3,4\%$ de FDA, $30,3 \pm 6,0\%$ de FDN y $11,6 \pm 2,7\%$ de C.

Evolución del peso vivo

El PV promedio al inicio del experimento para todas las vacas fue de $480,2 \pm 48,5$ kg. Los T evaluados generaron diferencias en la evolución de PV durante el estudio (desde el 15 de mayo hasta el 23 de septiembre de 2013) (Figura 2), siendo la principal diferencia ($p < 0,05$) entre el T NOF2 sin suplementación con menor PV y los T restantes, que no presentaron diferencias entre sí.

El PV lleno y vacío fueron superiores ($p < 0,05$) en los T que recibieron suplemento o mayor NOF, en relación al NOF2. A su vez, las ganancias de PV de los animales de NOF2 fueron inferiores ($p < 0,01$) al resto de

Cuadro 1. Características del forraje ofrecido y remanente según tratamientos.

Table 1. Characteristics of offered and remaining forage according to treatments.

Tratamiento	NOF2	NOF4	NOF2+AA0,8	NOF2+AA1,6	P valor
Forraje ofrecido					
Disponibilidad (Kg MS ha ⁻¹)	1626 \pm 1148	1604 \pm 959	1549 \pm 950	1653 \pm 1344	ns
Altura (cm)	20 \pm 13	20 \pm 11	19 \pm 12	19 \pm 13	ns
Forraje remanente					
Disponibilidad (Kg MS ha ⁻¹)	821 \pm 436 b	1010 \pm 415 a	964 \pm 412 ab	924 \pm 411 ab	< 0,05
Altura (cm)	6 \pm 3 c	8 \pm 5 a	7 \pm 4 b	7 \pm 3 b	< 0,01

Promedio \pm desvío estándar. NOF, nivel de oferta de forraje. AA, afrechillo de arroz. 2%, 4%, 0,8% y 1,6% PV. Letras diferentes entre columnas, medias significativamente diferentes entre sí; ns, no significativo.

los T, presentando entre éstos ganancias de PV similares (Cuadro 3).

Producción de peso vivo y eficiencia de uso del suplemento

En el Cuadro 4 se presentan los resultados obtenidos en la producción de PV por unidad de superficie y la eficiencia de uso del suplemento total y estacional.

Cuando la oferta de forraje fue del 2% (NOF2, NOF2+AA0,8 y NOF2+AA1,6), la superficie ocupada por los T fue similar entre ellos, siendo superior en el T con mayor asignación de forraje (NOF4), determinando que la carga animal fuera inferior en este último con respecto a los restantes T.

El consumo de AA fue superior en NOF2+AA1,6 con relación a NOF2+AA0,8. La producción de PV fue superior ($p < 0,01$) en los sistemas con agregado de suplemento, en comparación a los sistemas exclusivamente pastoriles, en un 93% aproximadamente. En éstos últimos, el NOF4 incrementó la producción (28%) con respecto a NOF2.

La EUS total mostró diferencias entre los T suplementados ($p < 0,01$), siendo mayor el valor de EUS (menos eficiente) cuando se suministró el mayor nivel de suplementación (NOF2+AA1,6). Los resultados de EUS en cada una de las estaciones evaluadas (otoño e invierno), muestran una clara diferencia entre las mismas. En promedio para ambos niveles de suplementación, la EUS determinó mejores resultados durante el

Cuadro 2. Valor nutritivo del forraje ofrecido y remanente según tratamientos.

Table 2. Nutritive value of offered and remaining forage according to treatments.

Tratamiento	NOF2	NOF4	NOF2+AA0,8	NOF2+AA1,6	P valor
Forraje ofrecido (%)					
Proteína cruda	12,3 ± 2,6	12,6 ± 2,7	13,4 ± 2,1	13,0 ± 2,1	ns
Fibra detergente ácida	25,0 ± 3,5	25,1 ± 3,8	25,5 ± 4,4	25,5 ± 2,9	ns
Fibra detergente neutra	44,7 ± 4,3	45,0 ± 5,0	45,9 ± 5,3	44,9 ± 3,8	ns
Cenizas	10,5 ± 1,4	11,0 ± 1,1	11,1 ± 1,0	10,6 ± 0,8	ns
Forraje remanente (%)					
Proteína cruda	11,7 ± 3,8	12,3 ± 4,4	10,7 ± 1,8	11,5 ± 4,4	ns
Fibra detergente ácida	32,5 ± 7,0	31,9 ± 3,2	33,2 ± 3,9	32,7 ± 3,8	ns
Fibra detergente neutra	56,6 ± 8,3	56,5 ± 4,2	58,1 ± 5,5	59,1 ± 4,0	ns
Cenizas	14,4 ± 3,5	13,6 ± 2,8	13,2 ± 1,8	13,5 ± 1,9	ns

Promedio ± desvío estándar. NOF, nivel de oferta de forraje. AA, afrechillo de arroz. 2%, 4%, 0,8% y 1,6% PV. ns, no significativo.

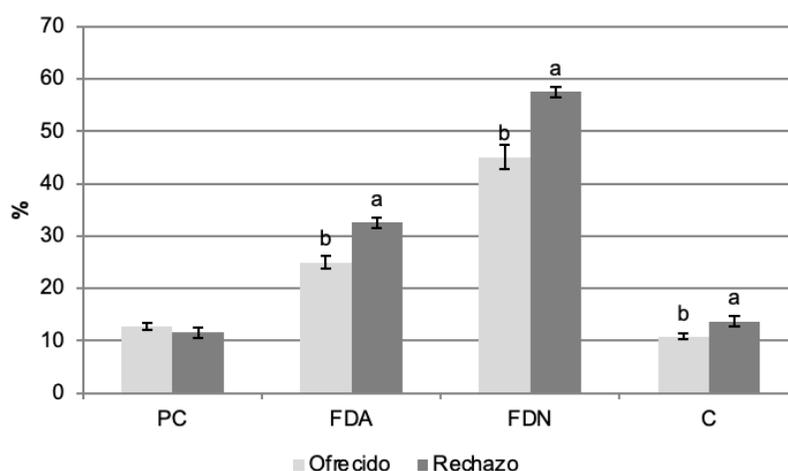


Figura 1. Valor nutritivo del forraje ofrecido y remanente.

Figure 1. Nutritive value of the offered and remaining forage.

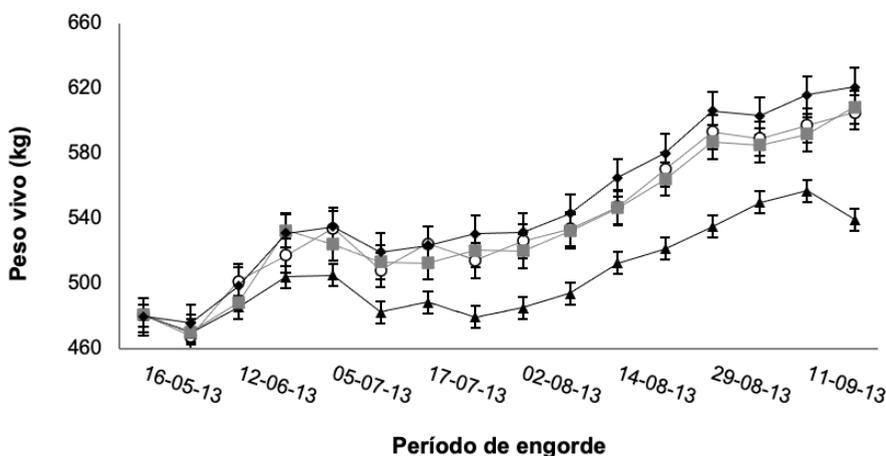


Figura 2. Evolución del peso vivo de vacas de descarte alimentadas a un nivel de oferta de forraje (NOF) de 2% PV (▲), a un NOF de 4% PV (○), a NOF de 2% PV y suplementación de 0,8% de PV de afrechillo de arroz (AA) (■) y a NOF de 2% PV y 1,6% PV de AA (◆)
Figure 2. Live weight (LW) evolution in cull cows fed forage allowances (FA) of 2% LW (▲), FA 4% LW (○), FA 2% LW and supplementation of 0.8% rice bran (RB) (■), FA 2% LW, and RB 1.6% LW (◆)

Cuadro 3. Características productivas de vacas de descarte alimentadas a diferentes niveles de oferta de forraje (NOF 2% y NOF 4%) y niveles de afrechillo de arroz (AA: 0,8% y 1,6% del peso vivo).

Table 3. Production characteristics of cull cows fed different levels of forage allowance (FA 2% and FA 4%) and rice bran levels (RB: 0.8% and 1.6% of live weight).

Tratamiento	NOF2	NOF4	NOF2+AA0,8	NOF2+AA1,6	P valor
PV lleno inicial (kg)	480,2 ± 61,9	480,6 ± 35,5	480,5 ± 48,2	479,5 ± 52,9	ns
PV lleno final (kg)	539,3 ± 70,1 b	605,2 ± 32,7 a	608,4 ± 43,6 a	620,8 ± 70,0 a	< 0,05
PV vacío inicial (kg)	451,4 ± 58,1	451,8 ± 33,4	451,7 ± 45,3	450,7 ± 49,7	ns
PV vacío final (kg)	519,4 ± 65,2 b	575,6 ± 30,6 a	583,1 ± 41,7 a	598,4 ± 65,4 a	< 0,05
GPV (kg a ⁻¹ d ⁻¹)	0,46 ± 0,33 b	0,96 ± 0,15 a	0,98 ± 0,19 a	1,09 ± 0,24 a	< 0,01

Promedio ± desvío estándar. PV, peso vivo; GPV, ganancia de peso vivo. NOF, nivel de oferta de forraje. AA, afrechillo de arroz. 2%, 4%, 0,8% y 1,6% PV. Letras diferentes entre columnas, medias significativamente diferentes entre sí; ns, no significativo.

Cuadro 4. Superficie pastoreada, carga animal, producción de peso vivo por unidad de superficie y eficiencia de uso del suplemento en vacas de descarte alimentadas a diferentes niveles de oferta de forraje (NOF 2% y NOF 4%) y niveles de afrechillo de arroz (AA: 0,8% y 1,6% del peso vivo).

Table 4. Grazed area, stocking rate, body weight production per surface and supplemental feed efficiency of cull cows fed at different levels of forage allowance (FA 2% and FA 4%) and rice bran levels (RB: 0.8% and 1.6% of live weight).

Tratamiento	NOF2	NOF4	NOF2+AA0,8	NOF2+AA1,6	P valor
Superficie ocupada (ha)	7,4	12,1	7,9	7,4	
N° Vacas ha ⁻¹	1,4	0,8	1,3	1,4	
Consumo de afrechillo (kg d ⁻¹)	-	-	4,2	8,6	
Producción de PV (kg ha ⁻¹)	80,2 ± 58,5 b	103,3 ± 16,5 b	162,4 ± 31,5 a	191,1 ± 4,6 a	< 0,01
Eficiencia de uso de suplemento (EUS) (kg PV kg MS ⁻¹)	-	-	9,0 ± 2,9 b	13,9 ± 3,6 a	< 0,01
EUS otoño			4,1	7,9	
EUS invierno			10,0	15,0	

Promedio ± desvío estándar. PV, peso vivo. NOF, nivel de oferta de forraje. AA, afrechillo de arroz. 2%, 4%, 0,8% y 1,6% PV. Letras diferentes entre columnas, medias significativamente diferentes entre sí; ns, no significativo.

periodo otoñal (6,0 kg AA consumido/kg PV ganado) que durante el periodo invernal (12,5 kg AA consumido/kg PV ganado).

Consumo estimado, requerimientos y balance nutricional (proteína cruda y energía neta)

El consumo estimado, los requerimientos y el balance en términos de PC y EN de las vacas de cada T se presentan en el Cuadro 5.

Los consumos estimados de PC y EN presentaron diferencias significativas entre T ($p < 0,01$), siendo mayor en NOF2+AA1,6, seguido por NOF4, NOF2+AA0,8 y por último NOF2. Los requerimientos de PC presentaron diferencias ($p < 0,01$), siendo superior en NOF4, seguido por NOF2 y por último en los T suplementados, independiente del nivel de suplementación. Los requerimientos de EN presentaron diferencias entre tratamientos ($p < 0,01$), siendo superiores en los tratamientos con mayor nivel de suministro de nutrientes (NOF4, NOF2+AA0,8 y NOF2+AA1,6) y menor en NOF2. Por su parte, el balance de EN y PC fue positivo en todos los T, indicando que el consumo estimado estuvo por encima de los requerimientos de PC y EN. Sin embargo, se observaron diferencias significativas entre tratamientos, en donde NOF2 presentó los menores valores.

Calidad de la canal *in vivo*

Las variables estudiadas de calidad de la canal *in vivo*, como área de ojo de bife y grado de marmoleado, no presentaron diferencias entre T. Sin embargo, el engrasamiento de la canal presentó diferencias, tanto para el espesor de grasa subcutánea ($p < 0,01$) como

para el espesor de grasa a nivel del cuadril ($p < 0,05$), siendo superior ambas variables cuando a los animales se les ofrecía mayor disponibilidad de forraje (NOF4) o algún nivel de suplementación (NOF2+AA0,8 y NOF2+AA1,6), en comparación con NOF2 (Cuadro 6).

DISCUSIÓN

El consumo de forraje es uno de los principales factores que afectan el desempeño productivo de los animales, estando íntimamente relacionado con la asignación de alimento ofrecida (Da Silva *et al.*, 2013). El ofrecimiento de mayores disponibilidades de forraje, incrementan el consumo de materia seca y a su vez el consumo de pasturas de mayor calidad (Poppi *et al.*, 1987), lo que determina una mayor cantidad de nutrientes disponibles para el animal (CSIRO, 2007). Por su parte, el uso de la suplementación permite el incremento de la carga en el sistema productivo y por lo tanto mayores productividades por unidad de superficie (Lazzarotto *et al.*, 2019). Las mayores disponibilidades de MS y altura del forraje remanente en el T NOF4 y de los T suplementados se deben al mayor suministro de nutrientes provenientes de la mayor cantidad de forraje ofrecida y al agregado del suplemento en la dieta. Estos sistemas, permitirían un mayor consumo de energía (Machado *et al.*, 2006), lo que a su vez determinaría mayores potenciales de producción a nivel individual y por unidad de superficie (Poppi *et al.* 1987, Lazzarotto *et al.*, 2019).

Los mayores contenidos de FDA, FDN y C en el forraje remanente (Cuadro 2), con relación al ofrecido, evidencian un proceso de selección por parte de los animales hacia componentes de mayor calidad. Gene-

Cuadro 5. Consumo estimado, requerimientos y balance nutricional según contenido de proteína cruda (PC) y energía neta (EN) según tratamiento.

Table 5. Estimated consumption, requirements, and nutritional balance of content crude protein (CP) and net energy (NE) according to treatment.

Tratamiento		NOF2	NOF4	NOF2+AA0,8	NOF2+AA1,6	P valor
Consumo estimado	PC	1387,9 ± 0,0 d	2267,9 ± 0,0 b	1974,1 ± 51,5 c	2643,3 ± 137,3 a	< 0,01
	EN	27,8 ± 0,0 d	43,8 ± 0,0 b	38,4 ± 0,1 c	50,6 ± 2,6 a	< 0,01
Requerimientos	PC	941,4 ± 34,1 b	1457,3 ± 0,0 a	900,1 ± 24,7 c	899,6 ± 24,7 c	< 0,01
	EN	23,1 ± 7,0 b	36,9 ± 3,3 a	35,4 ± 4,4 a	39,5 ± 7,9 a	< 0,01
	EN MB	7,6 ± 0,6	7,9 ± 0,3	7,9 ± 0,9	8,0 ± 0,6	0,2903
	EN GP	10,6 ± 6,5 c	20,8 ± 3,1 b	22,5 ± 4,3 ab	26,4 ± 7,0 a	< 0,01
	EN pastoreo	4,9 ± 0,6 b	8,2 ± 0,5 a	5,1 ± 0,4 b	5,1 ± 0,6 b	< 0,01
Balance	PC	446,4 ± 34,1 d	810,6 ± 0,0 c	1074,0 ± 69,8 b	1743,7 ± 151,4 a	< 0,01
	EN	4,6 ± 7,0 b	6,9 ± 3,3 ab	3,0 ± 4,3 b	11,2 ± 6,0 a	0,0092

NOF: nivel de oferta de forraje; AA: afrechillo de arroz; 2%, 4%, 0,8% y 1,6% PV. PC: proteína cruda ($\text{g a}^{-1} \text{d}^{-1}$); EN: energía neta ($\text{Mcal a}^{-1} \text{d}^{-1}$); MB: Metabolismo basal; GP: ganancia de peso.

Cuadro 6. Características de la canal evaluadas *in vivo* en vacas de descarte alimentadas a diferentes niveles de oferta de forraje (NOF 2% y NOF 4%) y niveles de afrechillo de arroz (AA: 0,8% y 1,6% del peso vivo).

Table 6. Carcass characteristics evaluated *in vivo* in cull cows fed different levels of forage allowance (FA 2% and FA 4%) and rice bran (RB: 0.8% and 1.6% of live weight).

Tratamiento	NOF2	NOF4	NOF2+AA0,8	NOF2+AA1,6	P valor
AOB inicial (cm ²)	54,1 ± 7,3	53,4 ± 8,7	53,5 ± 4,8	50,8 ± 9,7	ns
AOB final (cm ²)	66,5 ± 6,5	68,2 ± 7,2	70,0 ± 4,5	68,2 ± 9,7	ns
EGS inicial (mm)	2,6 ± 0,6	2,4 ± 0,6	2,9 ± 1,2	2,6 ± 0,8	ns
EGS final (mm)	6,1 ± 4,1 b	10,0 ± 4,1 a	10,3 ± 4,5 a	10,3 ± 3,2 a	< 0,01
P8 inicial (mm)	4,9 ± 2,7	4,5 ± 2,6	5,3 ± 2,8	4,5 ± 2,3	ns
P8 final (mm)	10,6 ± 4,6 b	16,1 ± 5,8 a	14,9 ± 6,4 a	16,6 ± 7,4 a	< 0,01
GIM inicial (%)	2,8 ± 0,3	3,0 ± 0,3	2,8 ± 0,2	2,8 ± 0,3	ns
GIM final (%)	3,2 ± 0,4	3,3 ± 0,4	3,4 ± 0,4	3,4 ± 0,5	ns

Promedio ± desvío estándar. NOF, nivel de oferta de forraje. AA, afrechillo de arroz. AOB, área de ojo de bife; EGS, espesor de grasa subcutánea; P8, espesor de grasa a nivel del cuadril; GIM, contenido de grasa intramuscular. Letras diferentes entre columnas, medias significativamente diferentes entre sí; ns, no significativo.

ralmente, estos resultados son más notorios en animales jóvenes con menor costo metabólico por unidad de rumen (Demment y Van Soest, 1985) y sobre pasturas naturales las cuales presentan mayor heterogeneidad de especies que determina que los animales seleccionen materiales de mayor calidad (Jamieson y Hodgson, 1979). La magnitud de este proceso de selección sobre diferentes tipos de pasturas ha sido estudiada en el Uruguay (Montossi *et al.*, 2000). Estos autores observaron que sobre pasturas mejoradas el proceso de selectividad resulta en una dieta de un alto valor nutricional (proteína cruda y energía) con respecto al forraje ofrecido, siendo explicado por una mayor proporción de hojas de gramíneas y leguminosas en la extrusa esofágica. En el presente estudio se aprecia que en categorías adultas sobre verdeos invernales se obtienen comportamientos similares, pudiendo deberse a la proporción de hojas y tallos que componen el forraje, ya que los animales realizarán su selección a favor de las hojas y tallos tiernos por su mayor digestibilidad y nivel de proteína (Chacon y Stobbs, 1976; Gordon, 2000; Montossi *et al.*, 2000) y/o accesibilidad (Montossi, 1996). Las ganancias medias diarias y el peso vivo final se vieron afectados por la cantidad y/o calidad de la dieta consumida y la carga animal utilizada según tratamiento. El incremento de la asignación de forraje y/o el agregado de suplemento en la dieta de los tratamientos NOF4, NOF2+AA0,8 y NOF2+AA1,6 determinaron mayores ganancias medias diarias, con respecto al tratamiento de menor ofrecimiento de forraje sin agregado de suplemento (NOF2).

Aranha *et al.* (2018) observaron que el incremento de la oferta de forraje determinaba mayor ganancia de peso tanto en novillos como en vaquillonas por un

aumento del consumo y mayor selectividad del forraje consumido. En estudios en vacas de descarte sobre verdeos invernales con suplementación energética se observaron ganancias de PV en el rango de los 0,920 y 1,510 kg a⁻¹ d⁻¹ (Restle *et al.*, 2000; 2001), similares a las obtenidas en los NOF4, NOF2+AA0,8 y NOF2+AA1,6. Sin embargo, en los trabajos mencionados no se observaron diferencias entre grupos de animales suplementados con un alimento energético y los alimentados exclusivamente a pastoreo. Otros estudios con vacas de descarte de biotipos cruza indica por británica pastoreando campo natural a una carga de 0,6 animales ha⁻¹ (Coppo *et al.*, 2002), mostraron que el agregado de suplemento energético en la dieta permitía mayores ganancias diarias que vacas alimentadas únicamente a pastoreo. Sin embargo, las ganancias obtenidas (0,098 y 0,304 kg a⁻¹ d⁻¹ en vacas solamente a pastoreo y entre 0,352 y 0,492 kg a⁻¹ d⁻¹ en vacas suplementadas) fueron menores a las de esta experiencia, asemejándose al T NOF2, pudiendo deberse a la menor calidad del campo natural en comparación con los verdeos invernales que aportan mayor cantidad de nutrientes a los animales. Por su parte, Peralta *et al.* (2013) trabajando con vacas de descarte del biotipo cebuino de 8–10 años pastoreando praderas permanentes obtuvieron ganancias de 0,467 kg a⁻¹ d⁻¹ y de 0,673 kg a⁻¹ d⁻¹, cuando se les agrego un suplemento energético, siendo intermedios estos valores a los logrados sobre verdeos invernales y campo natural.

Las diferencias en la carga animal utilizada entre los sistemas pastoriles (NOF2 y NOF4) determinaron que a pesar del aumento en el consumo de forraje que llevo a mayores ganancias de peso individual en los animales del NOF4, los incrementos por unidad de superficie fueran menores debido a la mayor área de pastoreo

ocupada (Mott, 1960). A su vez, en los tratamientos suplementados (NOF2+AA0,8 y NOF2+AA1,6) la producción de PV por unidad de superficie fue superior (93%; $p < 0,01$), en comparación con los sistemas exclusivamente pastoriles (NOF2 y NOF4). En éstos últimos, el mayor NOF (del 2 al 4%) incrementó la misma en un 28%.

Algunos estudios sugieren que la suplementación energética en animales pastoreando forrajes de alta calidad determina sustitución en el consumo de forraje (Moore *et al.*, 1999). Sin embargo, cuando los niveles de consumo de forraje son bajos (menores a 1,5% del PV) el efecto de sustitución es menor (Grainger y Mathews, 1989). El presente estudio mostró diferencias entre los tratamientos suplementados ($p < 0,01$), siendo más eficiente el uso del suplemento cuando se suministran niveles de afrechillo de arroz del orden del 0,8% PV, en comparación a mayores niveles de 1,6% PV. A este nivel, se obtuvieron resultados muy buenos en la eficiencia del uso este suplemento a pesar de tratarse de vacas adultas, siendo similares a los obtenidos en novillos jóvenes a nivel nacional (Beretta *et al.*, 2006). Por su parte, estudios llevados a cabo por Beck *et al.* (2008) trabajando con novillos sobre pasturas de menor calidad a las utilizadas en el presente trabajo (*Cynodon dactylon*) y suplementados con cascara de soja, obtuvieron ganancias de peso vivo promedio de 0,97 kg día⁻¹ con eficiencias de uso del suplemento de 5:1. Los resultados de EUS en cada una de las estaciones evaluadas (otoño e invierno), muestran una clara diferencia entre las mismas, presentando mejores resultados la suplementación otoñal. Las mejores EUS otoñales se deben principalmente a la calidad de la pastura, que presenta mayor contenido de agua y un desbalance de energía proteína, con mayores niveles de nitrógeno no proteico y baja concentración de carbohidratos solubles (Van Vuuren *et al.*, 1990), en comparación con las invernales con un mejor balance nutricional. Estos resultados determinan que la utilización de vacas de descarte de la raza Hereford bajo pastoreos con pasturas de calidad y niveles de suplementación en el entorno del 0,8% PV permiten obtener muy buenas ganancias (cercasas a 1 kg a⁻¹ d⁻¹) de peso durante su terminación de forma eficiente.

El uso de dietas con mayor contenido de energía influyó positivamente en las ganancias de peso y el PV final. La planificación de la alimentación, según los objetivos del sistema de engorde, determina las combinaciones (pasturas y/o suplementos) que mejor se adapte a las condiciones de cada sistema productivo y el objetivo económico buscado. En sistemas de alta carga animal sin suplementación (NOF2), se logran ganancias diarias cercanas a 0,5 kg a⁻¹ d⁻¹, con mayor productividad por unidad de superficie. Este sistema, realiza la máxima utilización de la pastura durante su periodo de crecimiento. Con sistemas de mayor asigna-

ción de forraje (NOF4) o con agregado de suplementos (NOF2+AA) las ganancias aumentan, permitiendo una terminación más temprana de las vacas. Esto permite liberar antes la base forrajera (verde de invierno), la cual a su vez puede ser utilizada para otros fines productivos (ej., engorde, recría, conservación de forraje). Sin embargo, en todos los escenarios productivos planteados, los resultados son positivos permitiendo alcanzar un producto de calidad en términos del peso final (mayor a 500 kg PV).

En el presente estudio los resultados obtenidos en el AOB no presentaron diferencias significativas entre los tratamientos, determinando que los niveles diferenciales de energía y proteína consumidos en los distintos tratamientos no fueron lo suficientemente contrastantes como para influir en el desarrollo muscular de una categoría adulta como es la vaca de descarte. Sin embargo, en estudios llevados a cabo en novillos jóvenes (Realini *et al.*, 2004) -en donde existe una mayor tasa de síntesis y degradación proteica que en adultos (Lobley, 1993)- y en vacas a corral (Miller *et al.*, 1987) -con dietas muy contrastantes en el consumo de energía-, se observaron diferencias en el AOB cuando la concentración proteica de la dieta era mayor. En lo referente al engrasamiento de la canal *in vivo*, tanto a nivel subcutáneo como a nivel del cuadril, el mayor consumo de energía de las vacas alimentadas con concentrado (NOF2+AA0,8 y NOF2+AA1,6) y/o con mayor asignación de forraje (NOF4) determinó los mayores niveles de engrasamiento. A su vez, la edad del animal ejerce influencia en la cantidad de grasa depositada, incrementando a medida que avanza la edad. Esto concuerda con estudios en donde evaluaron el engrasamiento de la canal en vacas mayores a 5 años (Price y Berg, 1981; Whythes y Shorthose, 1991; Galli *et al.*, 2008).

CONCLUSIONES

Este estudio permite concluir que a través del uso eficiente de la pastura y/o a través de la inclusión de una suplementación restringida (< 1,6% PV) en sistemas pastoriles del Uruguay, es posible obtener mejoras en el desempeño productivo y/o en el uso eficiente del suplemento de una categoría adulta como la vaca de descarte. Esta información se destaca en un contexto donde esta temática a pesar de su relevancia económica para la cadena cárnica, ha recibido una escasa atención por parte de la investigación, en particular a nivel de los sistemas productivos. A su vez, a través del uso de diferentes combinaciones de asignaciones de forraje y suplementos, se plantean diferentes sistemas de terminación de vacas de descarte para cumplir con los objetivos del mercado (peso y grado de terminación), los permiten ampliar las opciones tecnológicas a implementar de acuerdo a las situaciones productivas y económicas de cada empresa.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a los Tec. Agrop. Yovana Martínez y Sergio Bottero, por los trabajos realizados a nivel de campo. Al Tec. Agrop. Julio Frugoni por la coordinación de todas las actividades realizadas. A la Méd. Vet. América Mederos y la Lic en Biología Beatriz Carracelas por la coordinación en el manejo sanitario. A los Tec. Agrop. Wilfredo Zamit y Mauro Bentancur por las mediciones de ultrasonografía. Por su parte, los autores agradecen a INIA por el apoyo financiero de este estudio.

REFERENCIAS

- Agricultural Research Council (ARC), 1980. The nutrient requirements of ruminant livestock: technical review by an Agricultural Research Council working party. CAB, Farnham Royal, UK.
- Aranha, A.S., Andrighetto, C., Lupatini, G.C., Mateus, G.P., Duccati, C., Roça, R.O., Martins, M.B., Santos, J.A.A., Luz, P.A.C., Utsunomiya, A.T.H., Athayde, N.B., 2018. Performance, carcass and meat characteristics of two cattle categories finished on pasture during the dry season with supplementation in different forage allowance. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia* 70 (2), 517–524. <http://dx.doi.org/10.1590/1678-4162-9576>
- Association of Official Analytical Chemists (AOAC), 1990. Official Methods of Analysis, 15th ed. AOAC, Inc., Arlington, Virginia, USA.
- Beck, P., Pas, D., Hubbell, T., Gunter, S., 2008. Stocking rate and supplementation of stocker cattle grazing wheat pasture interseeded into bermudagrass in Northern Arkansas. *The Professional Animal Scientist* 24, 95–99. [https://doi.org/10.15232/S1080-7446\(15\)30815-9](https://doi.org/10.15232/S1080-7446(15)30815-9)
- Beretta, V., Simeone, A., Elizalde, J.C., Baldi, F., 2006. Performance of growing cattle grazing moderate quality legume-grass temperate pastures when offered varying forage allowance with or without grain supplementation. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 46, 793–797. <https://doi.org/10.1071/EA05331>
- Brito, G., Lagomarsino, X., Olivera, J., Trindade, G., Arrieta, G., Pittaluga, O., del Campo, M., Soares de Lima, J., San Julián, R., Luzardo, S., Montossi, F., 2008. Effect of different feeding systems (pasture and supplementation) on carcass and meat quality of Hereford and Braford steers in Uruguay. 54th International Congress of Meat Science and Technology (ICoMST). Ciudad del Cabo, Sudáfrica.
- Chacon, E., Stobbs, T.H., 1976. Influence of progressive defoliation of a grass sward on the eating behaviour of cattle. *Australian Journal of Agricultural Research* 27, 709–727. <https://doi.org/10.1071/AR9760709>
- Coppo, J., Coppo, N., Revidatti, M., Capellari, A., Navamuel, J., Fioranelli, S., 2002. Fresh citrus pulp supplementation effects on weight gain and plasma protein of wintering cows. *Analecta Veterinaria* 22 (2), 15–21.
- Da Silva, S.C., Gimenes, F.M.A., Sarmiento, D.O.L., Sbrissia, A.F., Oliveira, D.E., Hernadez-Garay, A., Pires, A.V., 2013. Grazing behaviour, herbage intake and animal performance of beef cattle heifers on marandu palisade grass subjected to intensities of continuous stocking management. *The Journal of Agricultural Science* 151, 727–739. <https://doi.org/10.1017/S0021859612000858>
- Demment, M.W., Van Soest, P.J., 1985. A nutritional explanation for body-size patterns of ruminant and non-ruminant herbivores. *The American Naturalist* 125 (5), 641–672. <https://doi.org/10.1086/284369>
- Galli, I., Teira, G., Perlo, F., Bonato P, Tisocco, O., Monje, A., Vittoni S., 2008. Animal performance and meat quality in cull cows with early weaned calves in Argentina. *Meat Science* 79 (3), 521–528. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2007.10.007>
- Gordon, I.J., 2000. Plant–Animal Interactions in Complex Plant Communities: from Mechanism to Modelling, in: Lemaire G, Hodgson J, Moraes de A, Nabinger C, Carvalho PC de F (Eds.), *Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology*, Wallingford UK: CABI Publishing, pp. 191–207.
- Grainger, C., Mathews, G.L., 1989. Positive relation between substitution rate and pasture allowance for cows receiving concentrates. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 29, 355–360. <https://doi.org/10.1071/ea9890355>
- Instituto Nacional de Carnes (INAC), 2018. Informe estadístico. Montevideo, Uruguay.
- Jamieson, W.S., Hodgson, J., 1979. The effects of variation in sward characteristics upon the ingestive behaviour and herbage intake of calves and lambs under a continuous stocking management. *Grass Forage Science* 34, 273282. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2494.1979.tb01479.x>
- Kuss, F., Restle, J., Brondani, I., Alves, D., Perotoni, J., Missio, R., do Amaral, G., 2005. Características da carcaça de vacas de descarte de diferentes grupos genéticos terminadas em confinamento com distintos pesos. *Revista Brasileira de Zootecnia* 34 (4), 1285–1296. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982005000300025>
- Lagomarsino, X., 2019. Engorde de vacas de descarte en regiones ganaderas extensivas: Producción, Calidad de canal y carne. MSc. Tesis, Facultad de Agronomía, Universidad de la República. Montevideo, Uruguay. 149 p.
- Lagomarsino, X., Cazzuli, F., Montossi, F., 2017. Introducción, in: Montossi, F. (Ed.), *Propuestas tecnológicas para el engorde de vacas de descarte en las regiones ganaderas de Areniscas y Basalto de Uruguay*. Serie Técnica INIA 236, pp. 2–8.
- Lazzarotto, E., Menezes, L., Paris, W., Molinete, M.L., Schmitz, G.R., Baraviera, J., Paula, A.L., 2019. Backgrounding steers on temperate grasses mixed with vetch and/or using energy supplementation. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* 32 (6), 800–807. <https://doi.org/10.5713/ajas.18.0603>
- Lobley, G.E., 1993. Species comparisons of tissue protein metabolism: effects of age of hormones. *Journal of Nutrition* 123, 337–343. https://doi.org/10.1093/jn/123.suppl_2.337
- Machado, C.F., Morris, S.T., Hodgson, J., Berger, H., Auza, J., 2006. Effect of maize gran and herbage allowance on estimated metabolizable energy intake and animal performance in geef cattle finishing systems. *Grass and Forage Science* 61, 385–397. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2494.2006.00545.x>
- Miller, M., Cross, H., Crouse, J., Jenkins, T., 1987. Effect of feed

- energy intake on collagen characteristics and muscle quality of mature cows. *Meat Science* 21 (4), 287–294.
- Millot J., 1981. Avena. Ministerio de Agricultura y Pesca. Centro de Investigaciones agrícolas "Alberto Boerger" (CIA-AB), Miscelánea 36.
- Missio, R.L., Restle, J., Moletta, J.L., Kuss, F., Neiva, J.N.M., Moura, I.C.F., 2013. Características da carcaça de vacas de descarte abatidas com diferentes pesos. *Revista Ciência Agronômica Fortaleza* 44 (3), 644–651.
- Moore, J.E., Brant, M.H., Kunkle, W.E., Hopkins, D.I., 1999. Effects of supplementation on voluntary forage intake, diet digestibility and animal performance. *Journal Animal Science* 77, 122–135. https://doi.org/10.2527/1999.77suppl_2122x
- Montossi, F., 1996. Comparatives studies on the implications of condensed tannins in the evaluation of *Holcus lanatus* and *Lolium* spp. swards for sheep production. PhD Thesis. Massey University, New Zealand. 288 pp.
- Montossi, F., Pigurina, G., Santamarina, I., Berretta, E.J., 2000. Selectividad animal y valor nutritivo de la dieta de ovinos y vacunos en sistemas ganaderos: Teoría y Práctica. Serie Técnica N° 113. INIA Tacuarembó. Tacuarembó, Uruguay.
- Mott, G.O., 1960. Grazing pressure and the measurement of pasture production. *Proceedings of the 8th International Grassland Congress Reading*, pp. 606–11.
- National Research Council (NRC), 1996. Nutrient requirement of beef cattle (Seventh Revised Edition). National Academic Press, Washinton, D.C.
- National Research Council (NRC), 2001. Nutrient requirements of beef cattle. Seventh revised edition, 2001. Washington, D.C. National Academy Press.
- Núñez-Antón, V., Zimmerman, D., 2001. Modelización de datos longitudinales con estructuras de covarianza no estacionarias: modelos de coeficientes aleatorios frente a modelos alternativos. *Questiio* 25, 225–262.
- Osītis, U., Strikauska, S., Grundmane, A., 2003. Lopbarības Analīžu Rezultātu Apkopojuoms. LLU, SIA Jelgavas tipogrāfija (62), 1.
- Peralta, J., Feltes, F., Branda, L., 2013. Ganancia de peso en vacas de descarte suplementadas con expeller de pulpa de coco (*Acrocomia totai* Mart) sobre pastura cultivada. *Compendio de Ciencias Veterinarias* 3 (1), 11–14.
- Poppi, D., Hughes, T., L'Hullier, P., 1987. Intake of pasture by grazing ruminants. *Livestock Feeding on Pasture*. New Zealand Society of Animal Production Occasional Publications 10, 55–63.
- Price, M., Berg, R., 1981. On the consequences and economics of feeding grain ad libitum to culled beef cows. *Canadian Journal of Animal Science* 61 (1), 105–111. <https://doi.org/10.4141/cjas81-015>
- Realini, C., Duckett, S., Brito, G., Dalla Rizza, M., De Mattos, D., 2004. Effect of pasture vs. concentrate feeding with or without antioxidants on carcass characteristics, fatty acid composition, and quality of Uruguayan beef. *Meat Science* 66, 657–577.
- Restle, J., Roso, C., Oliveira, A., Alves, D., Pascoal, L., Rosa, J., 2000. Suplementação energética para vacas de descarte de diferentes idades em terminação em pastagem cultivada de estação fria sob pastejo horário. *Revista Brasileira de Zootecnia* 29 (4), 1216–1222. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982000000400036>
- Restle, J., Vaz, F., Celestino, D., Filho, A., Pascoal, L., Oliveira, A., Arboitte, M., 2001. Efeito da Suplementação energética sobre a carcaça de vacas de diferentes idades, terminadas em pastagem cultivada de estação fria sob pastejo horário. *Revista Brasileira de Zootecnia* 30 (3), 1076–1083. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982001000400023>
- Roberts, F., O'Sullivan, P., 1949. Methods for egg counts and larval culture for strongyles infesting gastrointestinal tract of cattle. *Australian Journal Agricultural Research* 1, 99–102.
- SAS Institute., 2010. SAS (Statistical Analysis System): versión 9.2. Cary, USA. SAS
- The Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO), 2007. Nutrient Requirements of Domesticated Ruminants. Collingwood, Australia. CSIRO Publishing.
- Van Soest, P., 1982. Nutritional Ecology of the Ruminant. New York: Cornell University.
- Van Vuuren, A.M., Tamminga, S., Ketelaar, R.S., 1990. Ruminant availability of nitrogen and carbohydrates from fresh and preserved herbage in dairy cows. *Netherlands Journal of Agricultural Science* 38, 499–512. <https://doi.org/10.18174/njas.v38i3B.16574>
- Whittaker, A.D., Park, B., Thane, B.R., Miller, R.K., Savell, J.W., 1992. Principles of ultrasound and measurement of intramuscular fat. *Journal of Animal Science* 70 (3), 942952. <https://doi.org/10.2527/1992.703942x>
- Whythes, J., Shorthose, W., 1991. Chronological age and dentition effects on carcass and meat quality of cattle in northern Australia. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 31 (2), 139–283.
- Williams, C., Bennett, G., 1995. Application of a computer model to predict optimum slaughter end points for different biological types of feeder cattle. *Journal Animal Science* 73, 2903–2915.

