

Masa y composición de la canal y de los órganos en vacas de carne puras y crucea pastoreando diferentes ofertas de forraje de campo natural

Mass and composition of carcass and organs in pure and cross breed beef cows grazing different forage allowances of native pastures.

Casal A¹, Soca P², Carriquiry M¹

¹Departamento de Producción Animal y Pasturas, Facultad de Agronomía, Universidad de la República, Garzón 780, Montevideo, Uruguay.

²Departamento de Producción Animal y Pasturas, Facultad de Agronomía EEMAC, Universidad de la República, Paysandú, Uruguay.

*Autor para correspondencia: alcas@adinet.com.uy

Veterinaria (Montevideo) Volumen 54
Nº 206 (2017) 25-34

Recibido: 20/12/2016
Aceptado: 5/4/2017

Resumen

El objetivo fue evaluar el efecto de la oferta de forraje y genotipo de los animales sobre la masa y composición de la canal y órganos en vacas de cría pastoreando campo natural. Se utilizaron 32 vacas adultas en un diseño de bloques completamente al azar con un arreglo factorial de oferta de forraje (4 y 2,5 kg MS/kg PV; AOF vs. BOF) y genotipo de las vacas (puras: Hereford y Aberdeen Angus y sus cruces recíprocas F1; PU vs. CR). El experimento se realizó durante tres años; al final del tercer año las vacas fueron sacrificadas a 190 ± 10 días postparto, y la canal y los órganos fueron disecados, pesados y se tomaron muestras que fueron inmediatamente congeladas para análisis de composición química. El peso absoluto y relativo de la canal fue mayor ($P \leq 0.02$) en vacas en AOF que en BOF, y tendió a ser mayor ($P = 0.08$) en vacas CR que PU. Las vacas en AOF presentaron mayor rendimiento ($P \leq 0.05$) y mayor proporción de tejidos blandos ($P = 0.03$) en la canal que las vacas en BOF. Las vacas en AOF presentaron mayor ($P = 0.05$) peso absoluto de la masa total de órganos que las vacas en BOF, mientras que la masa relativa al peso de la canal del total de órganos fue mayor ($P = 0.05$) en las vacas PU que CR. Estos resultados en conjunto indicarían que animales pastoreando AOF y CR serían más eficientes en el uso de la energía para producción de carne, dado un mayor rendimiento carnípero y menor relación entre el peso total de órganos y peso de la canal.

Palabras clave: bovinos de carne, canal, órganos, pastoreo.

Summary

The aim was to evaluate the effect of two herbage allowances of native pastures on the mass and carcass and organs composition. Mature beef cows ($n = 32$) were used in a randomized complete block design with a factorial arrangement of herbage allowance (4 and 2.5 kg DM / kg BW; HI vs. LO) and cow genotype (pure: Hereford and Aberdeen Angus and their reciprocal crosses F1, PU vs. CR). The experiment was conducted during three years; at the end of the third year, cows were slaughtered at 190 ± 10 days postpartum and carcass and organs were dissected, weighed and samples were collected and immediately frozen for chemical composition analysis. The absolute and relative carcass weight was greater ($P \leq 0.02$) for HI than LO cows, and tended to be greater ($P = 0.08$) for CR than PU cows. Cows grazing HI showed greater ($P \leq 0.05$) carcass yield and greater ($P = 0.03$) proportion of soft tissues in the carcass than LO cows. Absolute weight of total organ mass was greater ($P = 0.05$) for HI than LO cows while relative weight of total organ mass (expressed relative to carcass weight) cows was greater ($P = 0.05$) for PU than CR cows. These results would indicate that animals grazing HI and of CR genotype would be more efficient in the use of the energy for beef production, given a greater carcass yield and reduced total organ and carcass weights ratio.

Keywords: beef cattle, carcass, organs, rangelands.

Introducción

Las vacas de carne presentan una importante capacidad de convertir forrajes de baja calidad en proteínas de alta calidad para el consumo humano. No obstante, sólo el 5% del total de energía consumida durante el ciclo de vida es utilizado para la deposición de proteínas (Ritchie, 2000). Las principales razones de la ineficiencia de la producción de carne vacuna, se debería a la relativamente baja y lenta tasa de reproducción y el alto costo energético para su mantenimiento (Ferrell y Jenkins, 1985). Los órganos vinculados al funcionamiento de los sistemas digestivo, respiratorio, circulatorio y actividades de excreción constituyen una menor proporción del peso del cuerpo (15-25%), pero no obstante representan más del 50% de los costos de mantenimiento (Baldwin y col., 2004; Ferrell, 1988; Seal y Reynolds, 1993). Existe considerable evidencia que indica que la masa total de órganos difiere entre genotipos, entre estados fisiológicos y entre planos nutricionales (Baldwin, 1995; Baldwin y col., 2004; Casal y col., 2014; Ferrell, 1988; Jenkins y col., 1986) y que estas diferencias pueden traducirse en variaciones en las necesidades de energía de mantenimiento (Baldwin, 1995; Jenkins y col., 1986).

Considerando el uso global de la energía para los tejidos que la producción ganadera prioriza (ej. canal o músculo esquelético magro) se puede considerar a la energía utilizada por la masa total de los órganos como un “impuesto a la producción” (Reynolds, 2002). El costo de mantenimiento tiene un impacto significativo en la partición de la energía metabolizable entre mantenimiento y producción, por lo tanto puede afectar la eficiencia biológica y económica de la producción de carne

El control de la intensidad de pastoreo a través del cambio en la oferta de forraje y el uso de genotipos cruza ha permitido mejorar la respuesta productiva y reproductiva de las vacas de cría (Carriquiry y col., 2012). Esta mejor respuesta productiva y reproductiva de las vacas se asocia a un mejor balance energético, esta mejora en el balance de energía podría ser el resultado no solo de un mayor consumo sino también de una reducción en los costos energéticos de mantenimiento (metabolismo basal y actividad). Estas respuestas diferenciales probablemente estén asociadas a diferencias en los mecanismos de partición de la energía (Carriquiry y col., 2012; Casal y col., 2014; 2017; Do Carmo y col., 2016; Soca y col., 2013). Es así que, una mejor comprensión de los factores asociados al costo de mantenimiento y balance energético de la vaca de cría pastoreando campo nativo mejoraría la comprensión de la eficiencia global del sistema de producción ganadero.

Este trabajo tiene como hipótesis que el control de la intensidad de pastoreo de campo natural, a través del manejo de la oferta de forraje, afecta la masa y composición de la canal así como de los órganos de vacas de cría puras (Hereford y Angus) y cruza F1. Por lo tanto puede explicar - en parte - las diferencias en el comportamiento productivo-reproductivo entre diferentes ofertas de forraje y genotipos. El objetivo fue evaluar el efecto de

dos ofertas de forraje (alta vs. baja) y el genotipo de los animales sobre el peso y composición de la canal y órganos en vacas de cría pastoreando de campo natural.

Materiales y métodos

El protocolo experimental fue aprobado y realizado de acuerdo con las normas de experimentación animal de la Comisión Honoraria de Experimentación Animal (CHEA) de la Universidad de la República.

Diseño experimental

El experimento se llevó a cabo sobre 95 ha de campo natural (bioma Campos) en la Estación Experimental Bernardo Rosengurt (Facultad de Agronomía, Universidad de la República, Uruguay, 32° S 54° W) desde junio 2007 hasta mayo 2010. Se utilizaron 32 vacas adultas (múltiparas, 4 a 5 años) en un diseño de bloques completamente al azar con dos repeticiones en el espacio (según tipo de suelo: bloque 1: 60 ha suelo franco arenoso y bloque 2: 35 ha suelo franco arcilloso; cuatro parcelas en cada bloque) y un arreglo factorial 2 x 2 de oferta de forraje (OF) y genotipo de la vaca [GV, razas puras: Hereford (H) y Aberdeen Angus(A) y sus cruza recíprocas F1 (HA y AH); PU vs. CR].

La OF, se estimó como la relación entre la masa de forraje y la carga animal (kg de materia seca (MS) por kg de peso vivo (PV); Sollenberger y col., 2005) y representó en el promedio anual 4 y 2,5 kg MS/kg PV (alta y baja oferta respectivamente, AOF vs. BOF) aunque fue variable a lo largo del año (5, 3, 4 y 4 kg MS/kg PV y 3, 3, 2 y 2 kg MS/kg PV para AOF y BOF en otoño, invierno, primavera y verano, respectivamente). La OF se ajustó mensualmente después de medir la disponibilidad de forraje en cada parcela (Haydock y Shaw, 1975) por el método de “put-and-take” (Mott, 1960). Las vacas experimentales se mantuvieron a lo largo del experimento en la misma parcela y en caso de ser necesario se añadieron o eliminaron vacas de similar genotipo y estado fisiológico (“animales volantes”) basado en la disponibilidad de forraje. Los tratamientos de OF difirieron en masa de forraje y altura a lo largo del año (2072 vs. 1338 ± 160 kg MS/ha y 5.2 vs. 3.5 ± 0.3 cm de promedio anual para AOF vs. BOF, respectivamente), pero no difirieron ($P \geq 0.27$) en su composición química [7.3, 8.6, 10.5 y 8.6 ± 0.5% PC y 42.6, 41.1, 36.2 y 40.2 ± 1.6 % FDA (base seca) en otoño, invierno, primavera y verano, respectivamente].

Las vacas pertenecían a un grupo de animales experimentales generados como parte de un experimento dialéctico de cruzamiento que se llevó a cabo durante 10 años en la Estación Experimental (Espasandin y col., 2010). Fueron evaluadas 8 vacas por tratamiento (AOF-CR, AOF-PU, BOF-CR, y BOF-PU; n = 4 para cada genotipo individual: H y A para PU o HA y AH para CR). Al comienzo del experimento (junio 2007) el PV y condición corporal (CC; escala de 1 a 8; Vizcarra y col., 1986) no difirieron ($P > 0.20$) entre los grupos (447 ± 58 kg y 4,1 ± 0.5 unidades, respectivamente). Las vacas pastorearon en la misma OF (AOF o BOF) y gestaron y lactaron un ternero cada año desde 2007 a 2010.

Muestreo y colecta de datos

Al final del tercer año experimental (mayo 2010), a los 192 ± 10 días postparto (45 días post destete) las vacas fueron sacrificadas en un matadero comercial (PUL SA; Cerro Largo, Uruguay, 40 km de la Estación Experimental). Previo al transporte, se registró el PV y la CC de todas las vacas.

Las vacas fueron aturdidas con una pistola de bala cautiva y luego fueron desangradas. El volumen de sangre se estimó de acuerdo a Hansard y col. (1953). Los animales desangrados se dividieron en cuero, extremidades, cabeza, tracto gastrointestinal (TGI), menudencias (tráquea, pulmones, corazón, diafragma, hígado, riñones), y canal. Los órganos de TGI y las menudencias fueron disecados y pesados individualmente. El peso de cada componente u órgano individual fue registrado y se recogieron muestras representativas que se almacenaron a -20°C para los análisis de composición química. Las muestras (100 a 200 g) fueron colectadas del TGI [retículo-rumen (~20 cm del esfínter pilórico, saco dorsal), omaso y abomaso (~20 cm del esfínter pilórico, curvatura menor), intestino delgado (~5 m unión ileocecal, yeyuno), intestino grueso (~2.5 m unión ileocecal, colon)], vísceras rojas [pulmones (lóbulo apical), tráquea (~20 cm de la laringe), corazón (ventrículo izquierdo), diafragma (zona muscular y fibrosa), riñones (lóbulos caudales)] e hígado (lóbulo dorsal). El peso de algunos órganos abdominales y pélvicos (bazo, páncreas, útero, vejiga) no se obtuvieron en su totalidad. El peso de la canal se registró antes y después del procedimiento de dressing. Se colectaron muestras de una sección representativa de la canal (media canal derecha) ubicada entre la 11ª y 13ª costilla (Hedrick, 1983). Esta sección se disecó en los tejidos blandos (tejido muscular, adiposo y conectivo) y el hueso, que se pesaron por separado y una muestra de los mismos se congeló a -20°C para la determinación de su composición química.

Análisis de composición química

Las muestras de todos los órganos/tejidos se molieron en nitrógeno líquido y se analizó el contenido de agua (secado a 105°C en un horno de aire forzado durante 48h), proteína (método Kjeldahl; proteína=nitrógeno $\times 6,25$), lípidos totales (extracto etéreo; en extractor Soxhlet durante 20 h) y minerales (cenizas; incineración en horno mufla a 550°C durante 16h) según normas de la AOAC (2000). La relación proteína:grasa se calculó dividiendo la cantidad de proteína por la cantidad de grasa de los diferentes tejidos.

Cálculos y análisis estadísticos

Luego del sacrificio, se estimó el peso corporal vacío (PCV) como el peso de la canal más el peso total de extremidades, cabeza, cuero, sangre, órganos y vísceras (Hersom y col., 2004b). Los datos fueron analizados utilizando el paquete estadístico SAS Systems Program (SAS 9.0V; SAS Inst, Cary, NC, USA). Se utilizó el procedimiento UNIVARIATE para identificar valores atípicos e inconsistencias y para verificarla normalidad de los residuales. El análisis de los datos se realizó mediante el procedimiento MIXED, usando un modelo mixto que consideraba la OF, el GV y su interacción como efectos fijos y el bloque como un efecto aleatorio. La separación de medias se realizó mediante la prueba de Tukey. Se considera-

ron diferencias significativas, valores de $P \leq 0.05$ y tendencias cuando $0.05 < P \leq 0.10$. Los resultados se presentan como medias de cuadrados mínimos \pm error estándar.

Resultados

Peso vivo, peso corporal vacío y condición corporal

En promedio, durante los tres años de experimentación, el PV y CC fueron mayores ($P \leq 0.05$) para vacas que pastorearon AOF vs. BOF y en las vacas CR vs. PU, siendo éstas diferencias más evidentes durante el último ciclo de gestación-lactancia (2009 – 2010, Figura 1).

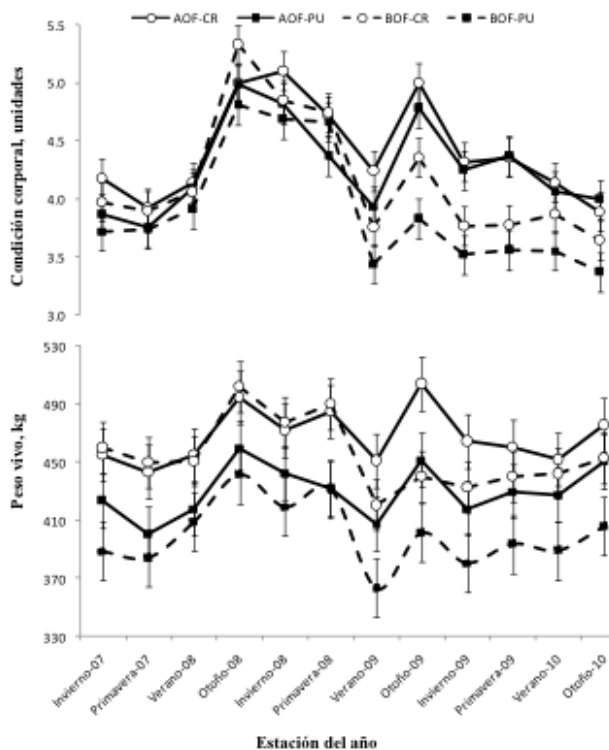


Figura 1: Peso vivo (A) y condición corporal (B) a lo largo de los tres años experimentales (2007-2010) de vacas puras (PU; Hereford y Aberdeen Angus; ■) y cruce recíprocas F1 (CR; ○), pastoreando alta (AOF; —) o baja (BOF; ---) oferta de forraje de campo natural (4 vs. 2.5 kg MS/kg PV, promedio anual). [n=32, 8 vacas por tratamiento]. Los datos se presentan como medias de cuadrados mínimos \pm error estándar.

El PV de las vacas al momento de la faena tendió a ser mayor ($P = 0.08$) en las vacas CR que en las vacas PU, mientras que el PCV tendió a ser mayor ($P = 0.07$) en las vacas en AOF que en las de BOF y en las vacas CR que PU. Sin embargo, la CC de las vacas al momento del sacrificio no fue afectada ($P \geq 0.17$) por la OF, el GV o su interacción (Cuadro I).

Canal y su composición.

El peso absoluto y relativo de la canal, los tejidos blandos (kg) y rendimiento pre y pos-dressing fueron mayores ($P \leq 0.05$) en las vacas de AOF que en BOF (Cuadro I). El peso de la canal tendió a ser mayor ($P = 0.08$), presentado mayor ($P = 0.04$) proporción de hueso y menor ($P = 0.04$) relación tejidos

Cuadro I: Peso vivo y peso y composición de la canal de vacas puras y crucea pastoreando diferentes ofertas de forraje sobre campo natural.

Item	Tratamientos ¹				ES	Valor-P ²		
	AOF-CR	AOF-PU	BOF-CR	BOF-PU		OF	GV	OFxGV
Peso vivo, kg	446.9	419.3	426.2	387.3	20.1	0.17	0.08	0.76
Peso corporal vacío (PCV), kg ³	362.4	349.5	349.6	319.7	13.1	0.07	0.07	0.44
Peso canal, kg	190.5	182.9	179.2	160.4	7.2	0.01	0.08	0.24
Peso relativo canal, g/kg PCV	534.9	529.3	522.3	509.2	7.3	0.02	0.19	0.58
<i>Composición de la canal</i>								
Huesos, kg	57.8	53.5	58.4	44.7	4.8	0.28	0.04	0.19
Tejidos blandos, kg ⁴	133.0	125.6	121.3	110.9	7.4	0.03	0.15	0.80
Rendimiento pre-dressing, %	51.7	52.3	51.2	50.6	0.5	0.04	0.63	0.18
Rendimiento pos-dressing, %	42.7	43.8	42.3	41.7	0.5	0.05	0.64	0.19
Relación tejidos blandos/hueso	2.3 ^{ab}	2.3 ^{ab}	2.0 ^b	2.8 ^a	0.2	0.55	0.04	0.05
<i>Composición química de la canal, kg</i>								
Agua	111.2	105.8	104.1	95.7	3.7	0.05	0.12	0.72
Proteína	40.2	38.1	37.3	31.5	2.3	0.01	0.02	0.31
Grasa	21.7	22.1	20.9	18.5	2.0	0.17	0.52	0.38
Relación proteína:grasa	2.4	2.3	2.4	1.9	0.30	0.56	0.21	0.55
Cenizas	18.9	17.4	18.7	16.2	0.91	0.58	0.10	0.68
<i>Composición del tejido blando, g/kg</i>								
Agua	698.4	693.4	692.5	700.8	8.0	0.87	0.96	0.39
Proteína	212.0	199.6	203.0	195.7	5.1	0.22	0.06	0.62
Grasa	80.3	95.0	89.4	98.3	11.2	0.45	0.20	0.88
Relación proteína:grasa	2.3	2.1	2.3	2.0	0.28	0.55	0.21	0.97
Cenizas	12.1	10.8	14.5	12.3	0.06	<0.01	<0.01	0.42

¹Tratamiento: Vacas de carne puras (Hereford y Aberdeen Angus; PU) o cruza F1 (CR) pastoreando alta (AOF) o baja (BOF) oferta de forraje (4 vs 2,5 kg MS/kg PV, promedio anual) de campo natural.

²OF: Oferta de forraje, GV: Genotipo de la vaca.

³Peso corporal vacío: peso de la canal más el peso total de extremidades, cabeza, cuero, sangre, órganos y vísceras (Hersom y col., 2004).

⁴Tejidos blandos de la canal como la sumatoria de tejido muscular, adiposo y conectivo.

^{ab} Diferencia de medias cuando $P \leq 0.05$.

^{xy} Diferencia de media cuando $0.05 < P \leq 0.10$

blandos/hueso de la canal en las vacas CR que PU (Cuadro I). Sin embargo, la relación tejidos blandos/hueso de la canal fue afectada por la interacción entre la OF y el GV ya que las vacas BOF-PU presentaron un mayor relación que las vacas BOF-CR, siendo intermedia en las vacas CR y PU que pastorearon AOF (Cuadro I).

La cantidad de agua (kg) de la canal fue mayor ($P = 0.05$) en vacas que pastorearon AOF que en las que pastorearon BOF, pero la proporción (g/kg) de agua en los tejidos blandos no se vió afectada por la OF, el GV o su interacción (Cuadro I). La cantidad de proteína (kg) de la canal fue mayor ($P \leq 0.02$) en vacas de AOF que en BOF y en vacas CR respecto a PU, pero en proporción (g/kg) en los tejidos blandos tendió ($P = 0.06$) a ser mayor en las vacas CR en comparación con las PU (Cuadro I). La cantidad de grasa en la canal o su proporción en los tejidos blandos, la relación proteína:grasa y la cantidad de ceniza en la canal no fueron afectados ($P > 0.10$) por la OF, el GV o su

interacción (Cuadro I). La cantidad de cenizas (kg) en la canal tendió a ser mayor ($P = 0.10$) en las vacas CR que en las PU. Las vacas que pastorearon en BOF y CR presentaron mayor proporción ($P \leq 0.01$) de cenizas en los tejidos blandos (g/kg) que las vacas que pastorearon en AOF y PU respectivamente (Cuadro I).

Peso absoluto y relativo a la canal de órganos y/o sección corporal

El peso absoluto (kg) del cuero tendió a ser mayor ($P = 0.08$) en las vacas que pastorearon en BOF que en las que pastorearon en AOF. En contraste, el peso del TGI+hígado fue mayor ($P = 0.02$), mientras que los pesos del diafragma y los pulmones tendieron a ser mayores ($P \leq 0.09$) en vacas que pastorearon en AOF que en BOF (Cuadro II). El peso de la masa total de órganos (kg) fue mayor ($P = 0.05$) en las vacas que pastorearon AOF que en las que pastorearon BOF. El peso absoluto del corazón fue mayor ($P = 0.01$) en vacas CR que en vacas PU. El peso absoluto de extremidades, cabeza, total de vísceras rojas y los

Cuadro II: Peso absoluto (kg) y relativo a la canal (g/kg canal) de órganos y secciones corporales de vacas de cría puras y cruza pastoreando distintas ofertas sobre campo natural

Item	Tratamientos ¹				EE	Valor-P ²		
	AOF-CR	AOF-PU	BOF-CR	BOF-PU		OF	GV	OF*GV
<i>Peso absoluto de órganos/sección, kg</i>								
Cuero	30.1	30.5	34.3	32.1	1.60	0.08	0.54	0.42
Extremidades	6.3	6.5	6.3	6.9	0.30	0.36	0.11	0.44
Cabeza	14.7	14.1	14.7	13.7	0.50	0.74	0.12	0.68
Tracto gastrointestinal+hígado ³	34.5	33.5	31.8	31.1	1.06	0.02	0.44	0.93
Visceras rojas ⁴	16.3	16.4	16.1	15.6	0.40	0.24	0.61	0.47
Diafragma	2.3	2.5	2.3	2.1	0.11	0.09	0.86	0.12
Pulmones	4.9	4.7	4.6	4.3	0.18	0.06	0.19	0.59
Corazón	1.6	1.5	1.6	1.4	0.06	0.55	0.01	0.84
Riñones	1.5	1.5	1.6	1.5	0.08	0.90	0.88	0.42
Masa total de los órganos ⁵	47.1	46.6	44.6	44.1	1.41	0.05	0.67	0.97
<i>Peso relativo de órganos/sección por kg de canal, g/kg</i>								
Cuero	168.8	169.9	188.8	200.9	11.30	0.01	0.30	0.96
Extremidades	33.0	35.8	35.1	43.8	2.40	0.02	0.01	0.17
Cabeza	78.5	78.4	81.5	81.6	5.60	0.41	0.99	0.98
Tracto gastrointestinal+hígado ³	175.9	183.7	177.4	191.9	5.65	0.39	0.05	0.53
Visceras rojas ⁴	85.7	89.3	89.6	97.0	3.52	0.06	0.07	0.52
Diafragma	12.1	13.7	12.8	12.8	0.40	0.80	0.04	0.11
Pulmones	25.8	26.2	26.1	25.7	1.20	0.93	0.94	0.69
Corazón	8.3	8.1	8.8	8.9	0.40	0.05	0.90	0.66
Riñones	7.8	8.5	8.7	9.3	0.38	0.02	0.05	0.99
Masa total de órganos ⁵	241.1	256.1	249.6	260.7	6.24	0.33	0.05	0.74

¹Tratamiento: Vacas de carne puras (Hereford y Aberdeen Angus; PU) o cruza F1 (CR) pastoreando alta (AOF) o baja (BOF) oferta de forraje (4 vs 2,5 kg MS/kg PV, promedio anual) de campo natural

²OF: Oferta de forraje, GV: Genotipo de la vaca.

³Tracto gastrointestinal+hígado como la sumatoria de Rumen, Omaso, Abomaso, Intestinos e Hígado.

⁴Visceras rojas como la sumatoria de Corazón, Riñón, Pulmón, Diafragma. ⁵Total de órganos como la sumatoria de Tracto gastrointestinal, Visceras rojas e Hígado.

^{a,b} Diferencia de medias cuando $P \leq 0.05$.

^{x,y} Diferencia de media cuando $0.05 < P \leq 0.10$.

riñones no se vieron afectados ($P > 0.10$) por la OF, el GV o su interacción (Cuadro II).

Los pesos relativos (g/kg respecto a la canal) del cuero, extremidades, corazón y riñones fueron mayores ($P \leq 0.05$) en las vacas en BOF que en AOF. El peso relativo del total de las vísceras rojas tendió a ser mayor ($P = 0.06$) en las vacas en BOF que AOF, y tendió a ser mayor ($P = 0.07$) en vacas PU que en CR (Cuadro II). A su vez, el peso relativo de las extremidades, TGI+hígado, diafragma y riñones fue mayor ($P \leq 0.05$) en las vacas PU que CR (Cuadro II). El peso relativo de la masa total de órganos fue mayor ($P = 0.05$) en vacas PU que CR. El peso relativo de la cabeza y los pulmones no se vio afectado por la OF, el GV ni su interacción (Cuadro II).

Composición química de los órganos

El contenido de agua del cuero fue mayor ($P = 0.01$) en las vacas que pastorearon en BOF que en las que pastorearon en AOF,

mientras que en los riñones tendió ($P = 0.07$) a ser mayor en vacas pastorearon en AOF que en las que pastorearon en BOF. El contenido de agua en la canal, diafragma, TGI+hígado, corazón y pulmones no fue afectada ($P > 0.10$) por la OF, el GV o su interacción (Cuadro III).

La relación proteína:grasa del TGI+hígado tendió ($P = 0.10$) a ser mayor en las vacas que pastorearon en AOF que en vacas que pastorearon en BOF. La relación proteína:grasa del resto de órganos, vísceras y la canal no fue afectada por la OF, el GV o su interacción (Cuadro III).

Discusión

El presente trabajo identificó cambios en el peso y composición de la canal, así como en la masa de varios órganos debido a

Cuadro III: Composición química tisular de vacas de cría puras y cruza pastoreando distintas ofertas sobre campo natural.

Ítem	Tratamientos ¹				EE	Valor-P ²		
	AOF-CR	AOF-PU	BOF-CR	BOF-PU		OF	GV	OF*GV
<i>Agua, g/kg</i>								
Canal	584.5	578.1	578.8	594.5	7.51	0.57	0.63	0.23
Cuero	704.8	706.6	727.4	719.7	5.75	0.01	0.62	0.43
Tracto gastrointestinal+hígado ³	824.3	823.3	822.8	820.8	2.12	0.35	0.44	0.82
Diafragma	765.9	704.2	739.2	742.4	8.22	0.19	0.71	0.42
Corazón	770.4	755.2	771.6	771.5	10.71	0.20	0.27	0.28
Pulmones	803.8	795.1	798.5	797.9	4.72	0.78	0.25	0.32
Riñones	803.2	806.9	797.6	796.6	6.15	0.07	0.73	0.56
<i>Relación proteína:grasa</i>								
Canal	2.4	2.3	2.4	1.9	0.30	0.56	0.21	0.55
Cuero	4.7	4.7	5.2	6.4	0.90	0.19	0.50	0.49
Tracto gastrointestinal+hígado ³	6.3	6.7	5.9	5.2	0.49	0.10	0.71	0.27
Diafragma	3.0	2.1	1.9	2.6	0.60	0.62	0.92	0.19
Corazón	5.2	3.3	4.4	4.2	1.10	0.95	0.12	0.22
Pulmones	2.2	2.1	2.1	2.2	0.20	0.84	0.81	0.60
Riñones	1.8	1.8	1.7	1.7	0.10	0.41	0.75	0.76

¹Tratamiento: Vacas de carne puras (Hereford y Aberdeen Angus; PU) o cruza F1 (CR) pastoreando alta (AOF) o baja (BOF) oferta de forraje (4 vs 2,5 kg MS/kg PV, promedio anual) de campo natural.

²OF: Oferta de forraje, GV: Genotipo de la vaca.

³Tracto gastrointestinal+hígado como la sumatoria de Rumen, Omaso, Abomaso, Intestinos e Hígado.

^{a,b} Diferencia de medias cuando $P \leq 0.05$.

^{x,y} Diferencia de media cuando $0.05 < P \leq 0.10$.

cambios en la OF del campo natural o al GV que sugerirían una mayor eficiencia en el uso de la energía en vacas pastoreando en AOF que en BOF y para vacas CR respecto a PU. Estas diferencias podrían traducirse en variaciones en las necesidades de energía de mantenimiento, lo cual impactaría en la partición de la energía metabolizable entre pérdidas de calor y energía neta de producción y por lo tanto, en la eficiencia biológica y económica de la producción de carne (Reynolds, 2002; Solis y col., 1988).

Efecto de la oferta de forraje

Los menores PCV y peso absoluto y relativo de la canal de vacas que pastorearon en BOF se asociarían a una menor ingesta de energía (o menor ingesta de forraje). Do Carmo y col. (2016) estimaron el consumo de energía utilizando ecuaciones del NRC, donde reportaron un consumo de energía entre 10-12% más bajo en vacas que pastorearon en BOF que en AOF como consecuencia de una inferior masa de forraje. Dicha información resultó coincidente con lo reportado en bovinos para carne por Hersom y col. (2004a) donde los animales mejor alimentados presentaron un peso de canal mayor que los animales más restringidos. Además del mayor peso de la canal (+10%, AOF vs. BOF), los animales que pastorearon en AOF presentaron un mayor rendimiento de faena, mayor peso de tejidos blandos y

mayor contenido proteico en la canal. Sin embargo, no se observaron diferencias en el contenido de grasa. Esto difiere con estudios previos (Houghton y col., 1990a; 1990b; NRC, 1996) donde una mejora en la alimentación y/o en nivel de energía en la dieta de vacas para carne incrementó el contenido de grasa corporal. En el presente trabajo, probablemente no se registraron diferencias en el contenido de grasa debido a que los animales pasaron a lo largo del experimento (3 años) por periodos de restricción y realimentación como se observa en la evolución de PV y CC (Figura 1), y los mismos fueron sacrificados sin un periodo de terminación en un momento de baja acumulación de grasa (Casal y col., 2017).

El mayor PCV al sacrificio de las vacas en AOF se vio asociado, además de un mayor peso de la canal, a que las mismas presentaron o tendieron a presentar un mayor peso absoluto de la masa total de órganos. Investigaciones previas en novillos (McLeod y col., 2007; Wang y col., 2009) y vacas para carne (Meyer y col., 2012) reportan un aumento del tamaño del TGI con el aumento de la ingesta de alimento. En el mismo sentido, Jorge y col. (1997) observaron una reducción del peso de TGI e hígado en bovinos con restricción alimentaria. Las vísceras tienen altas tasas metabólicas (especialmente el hígado) y los órganos del TGI responden a cambios en la ingesta de alimentos. Kozloski y col. (2001) sugiere que el aumento de la ingesta conduce a un

aumento de la actividad metabólica de las células epiteliales y de la actividad contráctil de las células musculares, determinando un aumento de la masa del TGI.

A pesar que el TGI e hígado constituyen solo el 10-13% del peso del cuerpo, estos tejidos representan más del 50% de los costos energéticos de mantenimiento, y por tanto contribuyen de manera significativa a la variación en la productividad de los animales tanto dentro de un rodeo, así como entre diferentes razas (DiConstanzo y col., 1991; Ferrell y Jenkins, 1985; Jenkins y col., 1991). Las vacas en AOF tendieron a presentar mayor peso de los pulmones y el diafragma, esto podría estar asociado a una mayor demanda de oxígeno a fin de metabolizar (oxidar) la mayor cantidad de nutrientes consumidos. Hentz y col. (2016) reportan en ovinos que a medida que se incrementa el nivel de ingesta de alimento, también aumenta el consumo de oxígeno por parte de la masa total de órganos.

En un estudio realizado por Jenkins y col. (1986) utilizando vacas de diferentes razas y con distintos niveles de alimentación concluyeron que los animales mejor alimentados y con mayor potencial de producción de leche presentaban mayor peso de los órganos del sistema respiratorio y circulatorio (corazón, pulmones y riñones) directamente relacionados a la mayor exigencia metabólica. En términos absolutos, la masa total de órganos acompañó con las variaciones de PV de los animales y fue mayor en vacas que pastorearon AOF. Estos resultados concuerdan con los resultados reportados por Burrin y col. (1992) donde expresan que la masa total de órganos es proporcional al nivel de consumo de alimento y al tamaño corporal de los animales. Contrariamente a lo que se esperaría, las vacas en BOF tendieron a presentar mayor peso del cuero, a pesar de que presentaban un menor tamaño corporal. Estas diferencias en el peso de este tejido estarían asociadas a un mayor contenido de agua en el mismo en vacas en BOF en comparación a las vacas en AOF.

Sin embargo, las vacas en AOF presentaron menor peso relativo a la canal del cuero y extremidades que las que pastorearon en BOF. Ya que no se observaron diferencias en el peso absoluto, el menor peso relativo a la canal del cuero y extremidades estaría relacionado con el mayor peso de canal de las vacas en AOF; una menor proporción de despojos representa un aumento en el rendimiento de la canal. Vacas que pastorearon en BOF tendieron a presentar mayor peso relativo de las vísceras rojas (corazón y riñones principalmente), esto podría estar asociado a la mayor eliminación de urea y otros productos de desecho dado que éstas presentarían una mayor movilización de reservas (grasa y proteínas; Casal y col., 2017). A su vez, los riñones (además del hígado) son tejidos que realizan neoglucogénesis, por lo tanto un aumento de la masa renal podría permitir una mayor suministro de glucosa (Reynolds y col., 2004). Contrariamente a nuestros resultados Wood y col. (2013) no encontraron diferencia en el peso de los órganos expresados como peso relativo a la canal entre vacas bajo distintos niveles de alimentación. Posiblemente, las diferencias en el tipo de dieta y al largo del experimento donde los animales pasaron por periodos de restricción y realimentación podrían estar explicando estas diferencias entre nuestro

trabajo y lo reportado por Wood y col., 2013.

Efecto del genotipo de la vaca

El PV, el PCV y el peso de la canal tendieron a ser mayores en vacas CR que en vacas PU, lo cual concuerda con lo reportado por Cundiff y col. (1974) y Morris y col. (1987), quienes atribuyeron la superioridad en PV de las vacas cruza a diferencias en el tamaño corporal o frame (tamaño del esqueleto). Esta diferencia en tamaño de la canal a favor de las vacas CR se acompañó de una, mayor contenido proteico en la misma y en los tejidos blandos y presentaron mayor proporción de huesos. De manera similar, se han reportado efectos de la heterosis sobre el peso de la canal (Long, 1980). Gaines y col. (1967) evaluaron el uso de cruzamientos de razas británicas y reportaron valores de heterosis de 4% para el peso de la canal y para el área del músculo *longissimus dorsi*, pero no observaron diferencias significativas en el contenido de grasa de la canal. Contrariamente a nuestros resultados, Long y Gregory (1975) reportaron efecto de la heterosis no solamente sobre la cantidad de proteína (área del músculo *longissimus dorsi*) sino también sobre la cantidad de grasa en la canal.

Si bien las vacas CR presentaron un mayor peso de canal y contenido proteico en la misma, las vacas PU presentaron mayor relación tejidos blandos/huesos, específicamente las vacas BOF-PU presentaron una mayor proporción de dicha relación que las vacas BOF-CR. Estos resultados podrían ser debido a un mayor tamaño corporal, mayor frame, mayor estructura ósea y por lo tanto, mayor proporción de huesos en relación a la canal en las vacas CR. Esta mayor proporción de huesos se vio reflejado en una tendencia a un mayor contenido de cenizas (minerales) en la canal de las vacas CR. Wheeler y col. (1997) comparando diferentes cruzamientos reportaron valores superiores en el peso de los huesos en cruza Salers (mayor frame) en comparación con cruza Angus/Hereford (menor frame).

Los tejidos blandos de la canal de las vacas CR tendieron a presentar mayor contenido de proteínas y presentaron, al igual que las vacas en AOF, mayor contenido de cenizas en los mismos. Williams y col. (1983) reportaron mayor contenido de cenizas en los tejidos blandos de la canal y dentro de estas mayor contenido de zinc, fósforo, magnesio y potasio en estos tejidos en novillos terminados a forraje en comparación a los que fueron terminados con granos. Estos autores sugieren que este mayor contenido de minerales sumado a un mayor porcentaje de tejido magro (proteína) podría tener efectos beneficiosos en las características nutricionales de la carne.

Una mayor carga metabólica asociada a un mayor potencial de producción de leche podría haber llevado a un incremento en las necesidades de transportar nutrientes y en la masa de órganos del sistema circulatorio, lo cual podría explicar el mayor peso absoluto de corazón en vacas CR que en vacas PU. En el presente estudio, la producción de leche durante la última lactancia (2009-2010; 140 d) fue mayor en las vacas de CR que en las de PU (Gutiérrez y col., 2013), asociadas con una mayor ingesta estimada de energía metabolizable (Do Carmo y col. 2016; Laporta y col., 2014). Solís y col. (1988) reportan mayores re-

querimientos de energía para mantenimiento en razas lecheras y sus cruza vs razas carniceras, esto sería atribuido principalmente a un mayor tamaño de los órganos mas metabólicamente activos (TGI e hígado).

Ferrell y Jenkins (1985) informaron que las diferencias en las necesidades energéticas de mantenimiento entre los genotipos de vacas para carne se asociaron con el potencial de la producción de leche, que determinó las diferencias en la masa del hígado y de los órganos del TGI. Las vacas CR presentaron menor peso relativo a la canal del TGI+hígado lo cual estaría asociado a que estas tendieron a presentar un mayor peso de canal, una menor proporción TGI representaría un aumento en el rendimiento de la canal. Además las vacas CR tendieron a presentar menor peso relativo de las vísceras rojas (especialmente riñones), diafragma y particularmente de la masa total de órganos que las vacas PU. Particularmente, los costos de mantenimiento varían entre vacas de diferentes genotipos. Estudios realizados por Solís y col. (1988) reportan que a pesar que animales *Bos indicus* y *Bos taurus* presenten un peso de canal y tasa de crecimiento similares, los animales *Bos indicus* y sus cruza presentaron menores requerimientos energéticos para el mantenimiento, asociado a un menor tamaño del TGI, hígado y corazón y menor cantidad de grasa visceral. Varios trabajos coinciden en que el peso de los órganos difiere entre genotipos, entre estados fisiológicos y entre planos nutricionales (Baldwin, 1995; Jenkins y col., 1986; Solís y col., 1988; Smith y Baldwin, 1974) y que estas diferencias pueden traducirse en variaciones en las necesidades de energía de mantenimiento (Baldwin, 1995; Jenkins y col., 1986; Solís y col., 1988). Por lo tanto, nuestros resultados podrían sugerir que las vacas CR tendrían un menor costo de mantenimiento por unidad de producto que las vacas PU, dado fundamentalmente porque el peso relativo de la masa total de órganos respecto a la canal fue un 9.5% menor en vacas CR. Además, las vacas CR presentaron mayor proporción de grasa corporal, menor deposición de grasa visceral (omental/mesentérica) y mayor movilización de grasa y proteína en periodo de balance energético negativo que las vacas PU (Casal y col., 2014; 2017).

Conclusión

El control de la intensidad de pastoreo de campo natural, a través del manejo de la oferta de forraje y genotipo de los animales afectaron la masa y composición de la canal y órganos. Las vacas en AOF y CR presentaron mayor peso de canal y mayor rendimiento carnicero y un menor peso relativo de los órganos respecto al peso de la canal. Estos resultados contribuyen a explicar las mejoras en la eficiencia en el uso de la energía para producción, dado la menor relación entre masa total de órganos y canal.

Agradecimientos

Los autores agradecen al personal de la Estación Experimental Bernardo Rosengurt (O. Cáceres, M. Cáceres, J. Cáceres, y V. Cal) por el cuidado y asistencia de los animales a lo largo del estudio de campo. A los compañeros de trabajo AL. Astessiano, M.

Claramunt, AC Espasandin, D. Giggeri, C. Viñoles por su ayuda durante el sacrificio de los animales y X. Gómez, AI. Trujillo y A. Kaitazoff por su ayuda durante el trabajo de laboratorio. Los autores también agradecen al Frigorífico PUL S.A por el uso de sus instalaciones y ayuda durante el sacrificio de animales. Este estudio fue parcialmente apoyado por el proyecto de investigación INIA-FPTA 2007 #262 M. Carriquiry y beca ANII # POS_2011_1_3328 A. Casal.

Bibliografía

1. AOAC (2000). 'Official methods of analysis'. 17th ed. Association of Official Analytical Chemists: Gaithersburg, MD, USA
2. Baldwin RL, McLeod KR, Capuco AV. (2004). Visceral Tissue Growth and Proliferation During the Bovine Lactation Cycle. *J Dairy Sci* 87:2977–2986.
3. Baldwin RL. (1995). Modeling Ruminant Digestion and Metabolism. London, UK. Chapman and Hall, p. 585.
4. Burrin DG, Britton RA, Ferrell CL, Bauer ML. (1992). Level of nutrition and visceral organ protein synthetic capacity and nucleic acid content in sheep. *J Anim Sci* 70:1137–1145.
5. Carriquiry M, Espasandin AC, Astessiano AL, Casal A, Claramunt M, DoCarmo M, Genro C, Gutiérrez V, Laporta J, Lopez-Mazz C, Meikle A, Olmos F, Perez-Clariget R, Scarlato S, Trujillo AI, Viñoles C, Soca P. (2012). La cría vacuna sobre campo nativo: Un enfoque de investigación jerárquico para mejorar su productividad y sostenibilidad. *Veterinaria (Montevideo)* 48:41 - 48
6. Casal A, Astessiano AL, Espasandin AC, Trujillo AI, Soca P, Carriquiry M. (2017). Changes in body composition during the winter gestation period in mature beef cows grazing different herbage allowances of native grasslands. *Anim Prod Sci* 57 (3): 520-529.
7. Casal A, Veyga M, Astessiano AL, Espasandin AC, Trujillo AI, Soca P, Carriquiry M. (2014). Visceral organ mass, cellularity indexes and expression of genes encoding for mitochondrial respiratory chain proteins in pure and cross-bred mature beef cows grazing different forage allowances of native pastures. *Livest Sci* 167:195-205.
8. Cundiff LV, Gregory KE, Koch RM. (1974). Effects of heterosis on reproduction in Hereford, Angus and Shorthorn cattle. *J Anim Sci* 38:711-727.
9. DiCostanzo A, Meiske JC, Plegge SD. (1991). Characterization of energetically efficient and inefficient beef cows. *J Anim Sci* 69:1337-1348
10. Do Carmo M, Claramunt M, Carriquiry M, Soca P. (2016). Animal energetics in extensive grazing systems: Rationality and results of research models to improve energy efficiency of beef cow-calf grazing Campos systems. *J Anim Sci* 94(6):84-92.
11. Espasandin AC, Ciria M, Franco JB, Pereyra F, Gimeno D. (2010). Heterosis and productive and reproductive performance in Angus, Hereford and F1 reciprocal crossed cows

- on grazing systems of Uruguay Internacional , XXVI World Buiatrics Congress 2010 , Santiago de Chile.
12. Ferrell CL. (1988). Contribution of visceral organs to animal energy expenditures. *J Anim Sci* 66 (3):23-34.
 13. Ferrell CL, Jenkins TG. (1985). Cow type and the nutritional environment: nutritional aspects. *J Anim Sci* 61:725-741.
 14. Gaines JA, Richardson GV, McClure WH, Vogt DW, Carter, RC. (1967). Heterosis from crosses among British breeds of beef cattle: carcass characteristics. *J Anim Sci* 26:1217-1225.
 15. Gutiérrez V, Espasandin AC, Astessiano AL, Casal A, López-Mazz C, Carriquiry M. (2013). Calf foetal and early life nutrition on grazing conditions: metabolic and endocrine profiles and body composition during the growing phase. *J Anim Physiol An N* 97:720-731.
 16. Hansard SL, Butler W O, Comar CL. (1953). Blood volume of farm animals. *J Anim Sci* 12:402-413.
 17. Haydock K, Shaw N. (1975). The comparative yield method for estimating dry matter yield of pasture. *Aust J Exp Agr Anim Husb* 15:663-670.
 18. Hedrick, H. (1983). Methods of estimating live animal and carcass composition. *J Anim Sci* 57:1316-1327.
 19. Hentz, F., Kozloski, G. V., Zeni, D., Brun, M. V., & Stefanello, S. (2016). Relationship between level of forage intake, blood flow and oxygen consumption by splanchnic tissues of sheep fed a tropical grass forage. *J Anim Physiol An N* 101:121-126
 20. Hersom MJ, Horn GW, Krehbiel CR, Phillips WA. (2004a). Effect of live weight gain of steers during winter grazing: I. Feedlot performance, carcass characteristics, and body composition of beef steers. *JAnimSci* 82(1): 262-272.
 21. Hersom MJ, Krehbiel CR, Horn GW. (2004b). Effect of live weight gain of steers during winter grazing: II. Visceral organ mass, cellularity, and oxygen consumption. *J Anim Sci* 82:184-197.
 22. Houghton PL, Lemenager RP, Horstman LA, Hendrix KS, Moss G. (1990a). Effects of body composition, pre- and postpartum energy level and early weaning on reproductive performance of beef cows and preweaning calf gain. *J Anim Sci* 68:1438-1446.
 23. Houghton PL, Lemenager RP, Hendrix KS, Moss GE, Stewart TS. (1990b). Effects of body composition, pre- and postpartum energy intake and stage of production of energy utilization by beef cows. *J Anim Sci* 68:1447-1456.
 24. Jenkins TG, Cundiff LV, Ferrell CL. (1991). Differences among breed crosses of cattle in the conversion of food energy to calf weight during the pre-weaning interval. *J Anim Sci* 69:2762-2769.
 25. Jenkins TG, Ferrell CL, Cundiff LV. (1986). Relationship of components of the body among mature cows as related to size, lactation potential and possible effects on productivity. *Anim Prod* 43:245-254.
 26. Johnson DE, Ferrell CL, Jenkins TG. (2003). The history of energetic efficiency research: Where have we been and where are we going? *J Anim Sci* 81:(1)E27-E38.
 27. Jorge A, Fontes C, Paulino M. (1997). Efeito da raça e do nível nutricional sobre o tamanho de órgãos internos em ze-
buínos. *Anais da XXXIV Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia* 34:466-468.
 28. Kozloski GV, Rocha JBT, Ciocca MLS. (2001). Visceral metabolism and efficiency of energy use by ruminants. *Ciencia Rural* 31:903-908.
 29. Laporta J, Rosa GJ, Naya H, Carriquiry M. (2014). Liver functional genomics in beef cows on grazing systems: novel genes and pathways revealed. *Physiol Genomics* 46:138-147.
 30. Long CR. (1980). Crossbreeding for beef production: Experimental results. *J Anim Sci* 51:1197-1223.
 31. Long CR, Gregory KE. (1975). Heterosis and management effects in carcass characters of Angus, Hereford and reciprocal cross cattle. *J Anim Sci* 41:1572-1580.
 32. McLeod KR, Baldwin RL, Solomon MB, Baumann RG. (2007). Influence of ruminal and postruminal carbohydrate infusion on visceral organ mass and adipose tissue accretion in growing beef steers. *J Anim Sci* 85:2256-2270.
 33. Meyer AM, Reed JJ, Neville TL, Taylor JB, Reynolds LP, Redmer DA, Vonnahme KA, Caton JS. (2012). Effects of nutritional plane and selenium supply during gestation on visceral organ mass and indices of intestinal growth and vascularity in primiparous ewes at parturition and during early lactation. *J Anim Sci* 90:2733-2749.
 34. Montañó-Bermudez M, Nielsen MK, Deutscher GH. (1990). Energy requirements for maintenance of crossbred beef cattle with different genetic potential for milk. *J AnimSci* 68:2279-2288.
 35. Morris CA, Baker RL, Johnson DL, Carter AH, Hunter JC. (1987). Reciprocal crossbreeding of Angus and Hereford cattle. 3. Cow weight, reproduction, maternal performance, and lifetime production. *N Z J Agric Res* 30:453-467.
 36. Mott GO. (1960). Grazing pressure and the measurement of pasture production. In "Proceedings 8th International Grassland Congress".pp 606-611. Reading, UK.
 37. NRC. National Research Council. (1996). Nutrient Requirements of Beef Cattle. 6th rev National Academy Press, Washington, D.C.
 38. Reynolds C K, Dürst B, Lupoli B, Humphries DJ, Beever DE. (2004). Visceral tissue mass and rumen volume in dairy cows during the transition from late gestation to early lactation. *J Dairy Sci* 87:961-971.
 39. Reynolds CK. (2002). Economics of visceral energy metabolism in ruminants: Toll keeping or internal revenue service? *J Anim Sci* 80(2):E74-E84.
 40. Ritchie HD. (2000). Why is efficiency so important to the beef industry? *Feedstuffs* February 21:12-27
 41. Soca P, Carriquiry M, Keisler DH, Claramunt M, Do Carmo M, Olivera-Muzante J, Rodríguez M, Meikle A. (2013). Reproductive and productive response to suckling restriction and dietary flushing in primiparous grazing beef cows. *Anim Prod Sci* 53:283-291.
 42. Seal CJ, Reynolds CK. (1993). Nutritional implications of gastrointestinal and liver metabolism in ruminants. *Nutr Res Rev* 6:185-208.
 43. Smith NE, Baldwin RL. (1974). Effects of breed pregnan-

-
- cy, and lactation, on weight of organs and tissues in dairy cattle *J Dairy Sci* 57:1055–1060.
44. Solis, J. C., Byers, F. M., Schelling, G. T., Long, C. R., & Greene, L. W. (1988). Maintenance requirements and energetic efficiency of cows of different breed types. *J Anim Sci* 66(3), 764-773.
 45. Sollenberger LE, Moore JE, Allen VG, Pedreira CGS. (2005). Reporting Forage Allowance in Grazing Experiments. *Crop Sci* 45:896-900.
 46. Vizcarra JA, Ibañez W, Orcasberro R. (1986). Repetibilidad y reproductibilidad de dos escalas para estimar la condición corporal de vacas Hereford. *Inv. Agron.* 7:45-47.
 47. Wang YJ, Wood KM, Martin L, Holligan S, Kelly N, McBride BW, Fan MZ, Swanson KC. (2009). Effect of dietary corn silage inclusion on visceral organ mass, cellularity, and the protein expression of ATP synthase, Na⁺/K⁺-ATPase, proliferating cell nuclear antigen and ubiquitin in feedlot steers. *Can J Anim Sci* 89:503–512.
 48. Wheeler TL, Cundiff LV, Koch RM, Dikeman ME, Crouse JD. (1997). Characterization of different biological types of steers (cycle IV): wholesale, subprimal, and retail product yields. *J Anim Sci* 75:2389-2403.
 49. Williams JE, Wagner DG, Walters LE, Horn GW, Waller GR, Sims PL, Guenther JJ. (1983). Effect of production systems on performance, body composition and lipid and mineral profiles of soft tissue in cattle. *J AnimSci* 57:1020-1028.
 50. Wood KM, Awda BJ, Fitzsimmons C, Miller SP, McBride BW, Swanson KC. (2013). Effect of moderate dietary restriction on visceral organ weight, hepatic oxygen consumption, and metabolic proteins associated with energy balance in mature pregnant beef cows. *J Anim Sci* 91:4245-4255.