

CAPÍTULO 4

ESTUDIO DE CASOS: EVALUACIÓN DE PARÁMETROS PRODUCTIVOS Y DE CALIDAD DE CARNE EN HÍBRIDO SIMMENTAL X ABERDEEN ANGUS

Data de aceite: 02/05/2024

Jorge Campos Parra

Doctorado en Ingeniería Agraria,
Alimentaria, Forestal y del Desarrollo
Rural Sostenible
Departamento de Producción Animal,
Facultad de Agronomía
Universidad de Concepción
Chillán, Chile

Guillermo Wells Moncada

Magister en Ciencias mención Producción
Animal
Departamento de Producción Animal,
Facultad de Agronomía
Universidad de Concepción
Chillán, Chile

Mario Briones Luengo

Magister en Ciencias
Departamento de Ciencia Animal, Facultad
de Ciencias Veterinarias
Universidad de Concepción
Chillán, Chile

Rita Astudillo-Neira

Doctorado en Ciencias Veterinarias
Departamento de Producción Animal,
Facultad de Agronomía
Universidad de Concepción
Chillán, Chile

Francisca Migryk-Esparza

Ingeniero Agrónomo
Departamento de Producción Animal,
Facultad de Agronomía
Universidad de Concepción
Chillán, Chile

RESUMEN: El objetivo de la nutrición en ganado de carne, es el crecimiento y desarrollo para obtener un máximo retorno en producto animal. El objetivo del presente estudio fue evaluar el comportamiento productivo y parámetros de calidad de carne en bovinos híbridos Simmental x Aberdeen Angus (SxA). 35 vaquillas Aberdeen Angus (AA) y 27 vaquillas híbridas SxA destetadas, estas fueron sometidas a un sistema de engorda de edad de 12-14 meses a faena. Los parámetros productivos evaluados fueron peso inicial, de salida de engorda y ganancia diaria. Los parámetros de calidad de carne *in vivo*, desarrollo muscular y grasa de infiltración (%) fueron estimados por la metodología desarrollada previamente en Campos *et al* 2009, 2015 y 2016. Los parámetros de calidad *post mortem* fueron peso faena, canal caliente, canal fría y los cortes: lomo liso, lomo vetado, posta negra, filete y posta rosada; rendimiento de canal, área del ojo del lomo total (AOLT) y espesor

de grasa dorsal (EGD). La ganancia de peso promedio total fue 41,16 kg para AA y 44,58 kg para SxA. Las evaluaciones de AOLT sólo tuvieron diferencias estadísticamente significativas en las dos últimas evaluaciones *in vivo*. Marmoleo estimado no tuvo diferencias estadísticamente significativas así como los parámetros *post mortem* al igual que en el desposte. En conclusión el sistema de engorda mostró diferencias entre grupos raciales en parámetros productivos y el uso del híbrido SxA permitió obtener mayor cantidad de kilos vivos

PALABRAS-CLAVE: estimación de cortes, área ojo de lomo, espesor de grasa dorsal, porcentaje de infiltración

CASE STUDY: EVALUATION OF PRODUCTIVE PARAMETERS AND MEAT QUALITY IN HYBRID SIMMENTAL X ABERDEEN ANGUS

ABSTRACT: The objective of nutrition in beef cattle is the growth and development to obtain a maximum return on animal product. This case study had for purpose to evaluate the productive parameters and meat quality cattle in hybrid Simmental x Aberdeen Angus (SxA). 35 heifers Aberdeen Angus (AA) and 27 heifers hybrid SxA calves were subjected to a 12-14-month old fattening system. The evaluated productive parameters were initial weight, fattening output and daily gain. The parameters of meat quality *in vivo*, muscle development and infiltration fat (%) were estimated by previously developed methodology Campos *et al* 2009, 2015 y 2016 and the *post mortem* quality parameters were slaughter weight and carcass yield, area of eye total and thickness of the dorsal fat. The total average weight gain was 41,16 kg for AA and 44,58 kg for SxA. The AOLT evaluations had only statistical significant differences in the last two *in vivo* evaluations. Estimated marbling did not have statistically significant differences as well as the *post mortem* parameters and as in the deboning. In conclusion, the fattening system showed differences between the racial groups in productive parameters and the use of the hybrid SxA allowed obtaining more live kilos.

KEYWORDS: cut estimate, back eye area, back fat thickness, infiltration percentage.

INTRODUCCIÓN

De acuerdo al Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA), el término magro (*lean*) en carne, puede ser usado en la etiqueta del producto si éste contiene menos de 10 g de grasa por 100 g de producto total. En el Reglamento Sanitario de los Alimentos de Chile, no existe la categoría de carne magra, pero si existe la categoría extra magra. Esta última se define de igual forma a lo que el USDA define como extra lean: carne en donde por cada 100 g contiene como máximo 5 g de grasa total. (Larraín y Vargas, 2013). Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), para mitigar de manera eficiente la malnutrición y subnutrición, determina el consumo de 20 g de proteína animal per cápita al día, lo que se traduce a un consumo anual de 33 kg de carne magra (FAO, 2017). Así mismo, define “calidad de carne” en función del estado composicional (coeficiente de músculo-grasa) y de los factores de palatabilidad tales como su aspecto, olor, firmeza, jugosidad, ternura y sabor (FAO, 2017). La carne ultra magra producida en Chile, nutricionalmente aporta un 24% de proteína de alta calidad, como también vitaminas, minerales y ácidos grasos esenciales.

El objetivo de la nutrición animal en ganado de carne, es el crecimiento y aumento de peso, para obtener un máximo retorno en producto animal, en este caso, el producto final es kilos de carne (Ramírez, 1994).

Los sistemas de engorda se pueden clasificar bajo diversos parámetros, tales como edad a faena y sistema de alojamiento; este último a su vez puede implicar uso de pradera (libre), corral (confinado) y mixto (pradera y confinado) (Porte, 1994). En Chile, el sistema de producción de carne en pastoreo con animales de 19 a 20 meses de edad a faena, se caracteriza por iniciarse luego del destete (6 a 8 meses de vida) (Balbuena, 2010); entre otoño e inicio de primavera en pastoreo junto a una mínima suplementación alimentaria durante el invierno si ello es necesario, para lograr ganancias en promedio de 0,45 kg día⁻¹ en la zona central. Esta ganancia de peso es factible de obtener en pastoreo continuo con cargas moderadas a bajas, durante todo el invierno, lo que implica animales con un peso de término de 450 kg en el mes de marzo del año siguiente (Goic e Iraira, 2005).

Goic e Iraira, (2005) describen el sistema de recría – engorda con animales a faena de los 12 a 14 meses de edad, este sistema se inicia con el traslado de los terneros después del destete con un peso superior a los 200 kg peso vivo (PV) a corrales de engorda, con dietas en base a granos y concentrados energéticos o proteicos, lo que implica la producción de animales adecuados para la obtención de carne entre los 4 y 6 meses posteriores.

Los progenitores de los animales que se utilizan en una engorda pueden ser de razas distintas, dando origen al hibridaje (Anrique, 1993), el productor realiza la selección de machos y hembras progenitores, con rasgos genotípicos que se expresan de mayor o menor aptitud para la engorda, tales como mayor precocidad, mayor desarrollo de músculo, mayor eficiencia en la conversión de alimento, mayor libido, mejores características anatómicas, entre otras (Legates y Warwick, 1992). Las características mencionadas anteriormente, tienen como objetivo la transferencia del vigor híbrido a una descendencia, con características cárnicas deseadas por el productor y por consiguiente obtener una mayor rentabilidad (Nieblas, 2005). Así, los híbridos son usados para mantener ciertas características y mejorar otras (Uribe, 2006). Con el hibridaje es posible obtener mayores tasas de crecimientos en las crías desde el nacimiento hasta el destete, el mejoramiento estimado es entre un 3 a 4% (Rojas, 2005).

Las características o parámetros productivos que tienen mayor incidencia en un sistema ganadero son: la eficiencia reproductiva de la vaca, que se mide según el porcentaje de crías destetadas y el comportamiento productivo de la cría (ganancia de peso) (Dickerson, 1978). Por lo tanto, si hay un enfoque en este último, el peso de los terneros al destete es uno de los comportamientos productivos que inciden en el retorno neto de la explotación, debido a que su maximización está asociada al incremento en el volumen de producción, el tamaño corporal (maduro), la tasa de crecimiento de la progenie (Magofke, 1991) y la estrecha relación que existe entre la demanda de nutrientes y la disponibilidad de los recursos del predio (Cienfuegos *et al.*, 2006).

En base a lo anterior se plantea como hipótesis que es posible producir carne de calidad de la raza Aberdeen Angus (AA) y con animales híbridos Simmental x Aberdeen Angus (SxA) bajo sistema *feed lot*, con edad a faena temprana (12 - 14 meses). El objetivo general del presente estudio fue evaluar el comportamiento productivo y de parámetros de calidad de carne en bovinos híbridos SxA en una engorda confinada tipo *feed lot*, considerando los siguientes objetivos específicos i) Engordar animales bajo el sistema de recría – engorda con animales de edad a faena temprana de 12 - 14 meses, adaptado a la zona edafoclimática, en el llano central de la zona centro sur de Chile (Goic e Iraira, 2005). ii) Comparar parámetros productivos en el crecimiento y desarrollo de animales híbridos SxA y AA y, iii) Comparar parámetros que determinan calidad de carne y rendimiento al desposte, en animales SxA y AA.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el Fundo el Totoral, ubicado en sector Los Álamos camino a Tres Esquinas de Bulnes, región de Ñuble, provincia del Diguillín, Chile. Es un predio de 160 ha dedicado a la producción ganadera de mediano tamaño engordando al año 800 cabezas de ganado. El predio antes de realizar el estudio, contaba con un sistema de edad a sacrificio a los 19 - 20 meses, donde los animales eran destetados en abril - mayo y luego eran llevados a pastoreo hasta marzo del año siguiente, para en ese momento recién ser ingresados a corrales de engorda, estando ahí durante 2 a 3 meses (Figura 1)

Para el estudio se utilizaron 62 animales, distribuidos según tipo racial en 35 terneras AA y 27 terneras híbridas SxA. Se comenzó el estudio una vez que las terneras ya habían sido destetadas. Este sistema no considero pastoreo y las terneras pasaron directamente del destete a corrales de engorda. La implementación de este sistema tuvo como objetivo para el productor acortar la permanencia predial de los animales y obtener mayor cantidad de kilos vivos al término de la engorda, introduciendo la raza Simmental.

Alimentación: Durante el periodo de acostumbramiento, las terneras fueron alimentadas con heno de avena - vicia a libre disposición y 5 kg de ensilaje de maíz por animal. De acuerdo a los alimentos y la cantidad de estos disponibles en el predio, fueron entregadas 3 dietas (Tabla 1) para el periodo de engorda de los animales, compuesta de ensilaje de maíz, guano de pollo, heno de avena - vicia, paja de trigo, despunte de maíz, vinaza y cosetán (solo en la última dieta). Como aditivos, la dieta incluyó urea, bicarbonato de sodio y sales minerales. La alimentación fue distribuida como dietas totalmente mezcladas en comederos de uso común para ambos tipos raciales. Las dietas fueron analizadas, en el Laboratorio de Nutrición Animal de la Facultad de Agronomía, Campus Chillán de la Universidad de Concepción, para determinar el contenido de materia seca (mediante liofilización), proteína cruda (método descrito por Macro Kjeldanh AOAC 991.20, 1997a), extracto etéreo (método descrito por AOAC 920.39C, 1997b), fibra cruda (método descrito

por AOAC 926.09, 1997b), fibra detergente neutra (FDN) y fibra detergente ácida (FDA) usando el método de Van Soest (1991). En la Tabla 1 se muestra el resultado de los análisis proximales y de Van Soest de las dietas.



a) Corrales de engorda, b) Instalaciones de comedero, c) Vista general de galpón de engorda y d) Carro forrajero para entrega de alimento

Figura 1. Instalaciones de engorda en la ciudad de Bulnes

Manejo sanitario: El manejo sanitario fue el mismo para todos los animales, lo que inició el ensayo con una desparasitación con fasciolicida (Dovenix®, Merial) y vacuna contra *Clostridium* (Clostribac 8 Gold, Pfizer).

Parámetro productivo (ganancias de pesos): Los parámetros productivos evaluados durante la engorda fueron: peso inicial de engorda (kg), ganancia de peso diaria (kg día^{-1}) y peso de salida de engorda (kg). Los pesajes y capturas de imágenes, se realizó cada 14 días. El pesaje se realizó con una romana electrónica (Polini, modelo XK), la que se ubicó dentro de la manga, que estaba instalada dentro del mismo corral, facilitando el manejo de los animales y así someténdolos al mínimo estrés (Figura 2).

Parámetros que determinan calidad de carne *in vivo* (mediciones ecográficas): El desarrollo muscular y la grasa de infiltración, se estimó por medio de ultrasonografía, utilizando la metodología y los modelos propuestos por Campos *et al.*, (2009, 2015 y 2016). Las evaluaciones ecográficas se realizaron en una muestra de 10 animales por grupo, para facilitar manejo y bienestar de los animales. En cambio, el pesaje se realizó a todos los animales.

Para la captura de imágenes se utilizó un ecógrafo de marca Mindray, modelo DP-6600 VET (Digital Ultrasonic Diagnostic Imaging System, China), junto con los transductores: 75L60 Ea, para medir marmoleo y espesor de grasa dorsal, utilizado a una profundidad de 9,7 cm. y una frecuencia de 3.5 Hz., para medir área de ojo lomo total se usó el transductor 35C50EA a una profundidad de 11,9 cm. y una frecuencia de 7,5 Hz (Figura 2).

Las evaluaciones ecográficas, se utilizaron para determinar:

- a) Área de ojo de lomo total (AOLT) (cm²): incluyen los músculos *spinales et semispinals thoracis, multifidus thoracis, levator costae y Longissimus dorsi*. (Popesko, 1981) y se midió en el espacio intercostal entre la novena y décima costilla.
- b) Marmoleo (MAR) (%): corresponde al porcentaje de grasa de infiltración y se midió ubicando el transductor en un plano longitudinal sobre el músculo *Longissimus dorsi* en forma perpendicular a la columna vertebral, entre la novena y décima costilla.
- c) Espesor de grasa dorsal (EGD) (mm): se midió en el espacio intercostal entre la novena y décima costilla sobre el AOLT.

	dieta 1	dieta 2	dieta 3
Ingredientes			
Ensilaje maíz, kg	10,00	11,00	15,00
Guano de pollo, kg	4,00	4,00	5,00
Heno avena – vicia, kg	1,50	2,50	3,00
Paja de trigo, kg	1,50	1,50	1,50
Ensilaje avena, kg	4,00	4,00	4,00
Despunte maíz para congelado, kg	1,00	4,50	4,00
Cosetán®, kg	0,00	0,00	5,00
Vinaza de achicoria, L	0,50	0,50	0,50
Urea, kg	0,05	0,05	0,05
Bicarbonato, kg	0,08	0,08	0,08
Sales minerales, kg	0,05	0,05	0,05
Análisis nutricional			
Proteína cruda, %	12,18	18,81	16,08
Cenizas totales, %	13,00	9,33	12,27
Fibra detergente neutra, %	45,19	36,20	40,10
Fibra detergente acida, %	28,10	20,97	24,86
Energía metabolizable, Mcal kg-1	2,33	2,52	2,42

BMV: Base materia verde. Cosetán®: coseta de remolacha, melaza, leguminosas - oleaginosas, minerales y vitamina

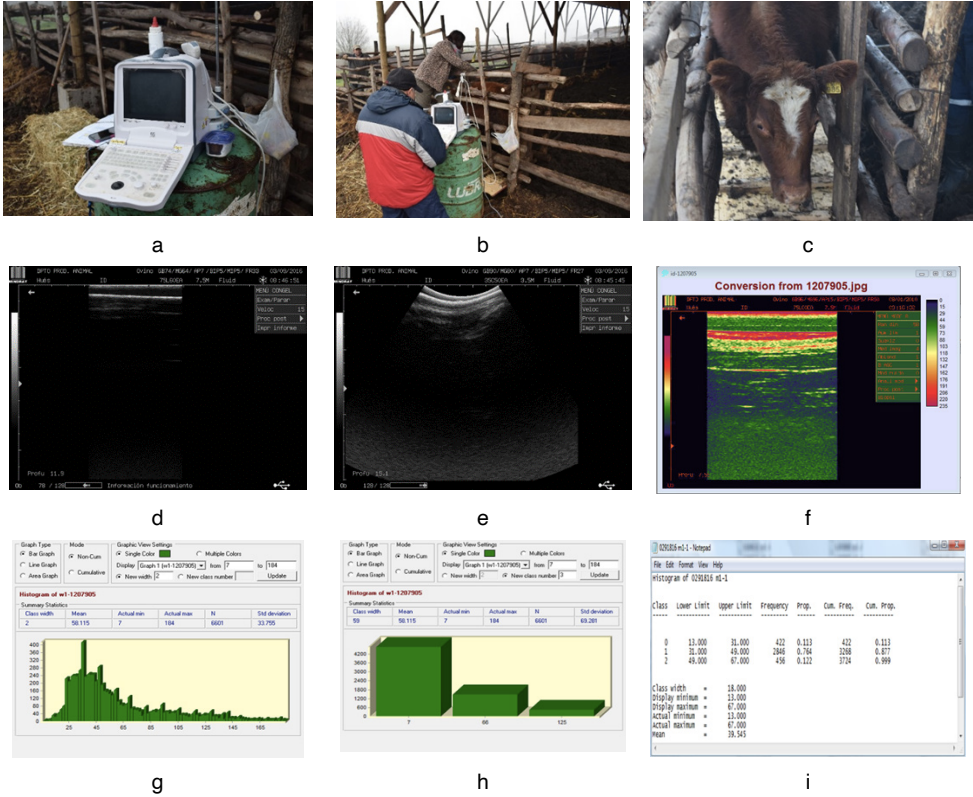
Tabla 1. Ingredientes (BMV) de las dietas ofrecidas y análisis nutricional.

El procesamiento de imágenes e interpretación de éstas, se realizó mediante el software Idrisi Selva (Eastam 2012), el que permite transformar las imágenes de datos alfanuméricos a numéricos (Eastam, 2012). De cada imagen ecográfica para la estimación de porcentaje de grasa de infiltración, se tomaron tres submuestras correspondientes a las coordenadas M1 (A(200,150), B(280,245)); M2 (C(250,450), D(330,460)) y M3 (E(160,350), F(280,460)) (Figura 3 a). Se obtuvieron matrices de datos numéricos de cada sub-muestra, agrupados en tres clases, de acuerdo con la frecuencia relativa de cada pixel, asignándoles los nombres de G1, G2 y G3 (Figura 3 c). Sobre la misma imagen se midió el espesor de grasa dorsal en milímetros (Figura 3 a y b) (Campos *et al.*, 2015). Para realizar la estimación de los pesos de lomo liso, lomo vetado, posta negra, filete y posta rosada se utilizó la metodología de Campos *et al.* (2016).

Parámetros que determinan calidad de carne post mortem (faena y post faena):

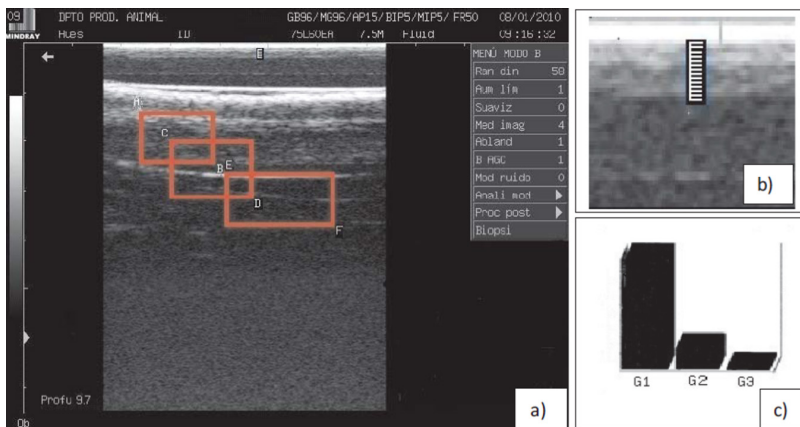
La faena de algunos animales ecografiados fue realizada en Faenadora de Carnes Bulnes Ltda., ubicada en la comuna de Bulnes, región de Ñuble, provincia del Diguillín, Chile. Se determinaron peso de faena (kg), peso canal caliente (kg), peso canal fría (kg) y rendimiento centesimal de canal (%) (metodología propuesta por Porte 1994c). El desposte se realizó en la Carnicería Valladares ubicada en la ciudad de Chillán, región de Ñuble, provincia del Diguillín, Chile. Se midió AOLT (metodología propuesta por Porte (Porte 1994b) y EGD (metodología propuesta por Campos *et al.*, 2009) para cada canal. El procedimiento de “cuarteo” consistió en la separación del cuarto trasero, derecho e izquierdo y cuarto delantero derecho e izquierdo, mientras que en el desposte propiamente tal, se obtuvieron los siguientes cortes según la Norma Chilena Oficial 1596 Of. 1999 (Ministerio de Agricultura, 1999): posta negra (*Musculus gracillis*, *M. semimembranosus*, *M. sartorius*, *M. pectineus*, *M. adductor*, *M. obturatorius externus*, *Mm. gemelli* y *M. quadratus femoris*), posta rosada (*M. quadriceps femoris*, *M. vastus lateralis*, *M. vastus medialis*, *M. vastus intermedius* y *M. rectus femoris*), lomo vetado (*M. iliocostalis thoracis*, *M. longissimus thoracis*, *M. spinalis et*, *M. semispinalis thoracis*, *M. intertransversarii thoracis*, *Mm. Levatores costarum* y *Mn. Multifidi thoracis*), lomo liso (*M. iliocostalis lumborum*, *M. longissimus lumborum*, *M. retractor costae*, *Mm. Rotator costae*, *Mm. Intertransversarii lumbalis*, *Mm. transversus spinalis* y *Mmm Multifidi*) y filete (*M. psoas major*, *M. psoas minor*, *M. iliacus* y *M. quadratus lumborum*). Los cortes anteriormente mencionados fueron seleccionados debido a la importancia en un mercado exigente y se contaba con los modelos para su estimación in vivo. (Campos *et al.*, 2016). Tras el “cuarteo” de cada animal se realizó el pesaje de cada corte.

Análisis estadístico: Se realizó análisis estadístico no paramétrico mediante la prueba de Wilcoxon (Mann – Whitney U) (Fagerland, 2009) para muestras independientes, con un nivel de significancia del 5% ($P \leq 0,05$) tanto para parámetros productivos, como también para parámetros que determinan calidad de carne. Como variables concomitantes (covariable), se utilizaron el peso de nacimiento y días de vida al inicio de ensayo. Los análisis estadísticos se realizaron a través del software InfoStat (Balzarini *et al.*, 2008).



a) Ecógrafo portátil, b) Captura de imágenes ecográficas in vivo, c) Vaquilla en manga para manejo, d) Vaquilla N° 0944 marmoleo Evaluación 5, e) Vaquilla N° 0944 AOLT Evaluación 5, f) Procesamiento de imagen en Idrisi, g) Histograma de pixeles, h) Agrupación de pixeles que representan músculo, grasa y otros y i) Proporción de la agrupación de pixeles

Figura 2. Captura de imágenes ecográficas in vivo



a) Imagen de ecógrafo indicando espesor de grasa dorsal y las coordenadas de las muestras tomadas por imagen con coordenadas M1 (A(200,150), B(280,245)); M2 (C(250,450), D(330,460)) y M3 (E(160,350), F(280,460)). b) Imagen ampliada indicando la medición de espesor de grasa dorsal. c) Imagen del Software Idrisi 32 v15.0 indicando la frecuencia de grupo de pixeles. (Fuente: Campos et al., 2015)

Figura 3 Ejemplos de tipos de imágenes capturadas con ecógrafo y procesadas a través de software Idrisi.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tras la implementación del sistema de obtención de carne de 12 - 14 meses de edad a faena se modificó el tiempo de permanencia de los animales y edad a la faena, resultando en una estadía predial de 13 meses promedio en lugar de 20 meses, como ocurría en el sistema anterior.

Parámetro productivo: Las evaluaciones de peso se iniciaron con el periodo de acostumbramiento a la alimentación, a modo de monitoreo del crecimiento de las vaquillas, el peso promedio de inicio como se muestra en la Tabla 2 fue de 238,04 ± 34,18 kg para animales AA y de 251,63 ± 22,89 kg para SxA, no habiendo diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos raciales ($P>0,05$).

Al inicio de la engorda los pesos promedios fueron de 252,72 ± 34,92 kg para AA y 269,42 ± 23,36 kg para SxA no existiendo diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos raciales ($P>0,05$). La ganancia promedio de peso total durante la engorda fue de 41,16 kg y 44,58 kg, en vaquillas AA y SxA, respectivamente, por tanto a la salida de la engorda las vaquillas SxA tuvieron un peso promedio 314,00 kg, mientras que las de tipo racial AA 293,88 kg, para las mediciones de pesaje 3, 5, 6 y 7 mostraron diferencias estadísticamente significativas ($P\leq 0,05$) para los pesos entre ambos grupos raciales. Las ganancias diarias promedio obtenidas durante todo el ensayo fueron de 0,7 kg para animales SxA y de 0,6 kg para los de raza AA, no presentando diferencias estadísticamente significativas ($P>0,05$) entre ambas y muy por debajo de la ganancia estimadas por el productor de 1,2 kg día⁻¹.

Evaluación	DDIE	Peso promedio de las vaquillas			
		tipo racial AA		tipo racial SxA	
		media (kg)	D. E.	media (kg)	D. E.
Acostumbramiento	1	238,04a	34,18	251,63a	22,89
Inicio engorda	32	252,72a	34,92	269,42a	23,36
Medición 3	42	259,25b	34,16	275,81a	24,86
Medición 4	56	263,67a	31,74	278,12a	25,07
Medición 5	70	273,36b	32,20	292,27a	24,58
Medición 6	84	280,29b	29,68	304,65a	23,90
Medición 7	99	293,88b	31,25	314,00a	23,47

Tabla 2. Peso promedio de las vaquillas según evaluación y tipo racial.

DDIE: días después de inicio de ensayo, AA: Aberdeen Angus, SxA: Simmental x Aberdeen Angus y D.E.: desviación estándar. Letras distintas entre filas indican diferencias estadísticamente significativas ($P>0,05$) entre tipos raciales usando la prueba de Wilcoxon para muestras independientes.

Evaluaciones ecográficas

Área de ojo de lomo total. El desarrollo muscular del AOLT fue medido durante las 5 últimas mediciones del estudio. Se estimó que en la primera medición ecográfica las vaquillas de tipo racial AA tiene un AOLT de 78,28 cm² y las de tipo racial SxA 80,92 cm², no presentando diferencias estadísticamente significativas ($P>0,05$) como muestra la Tabla 3.

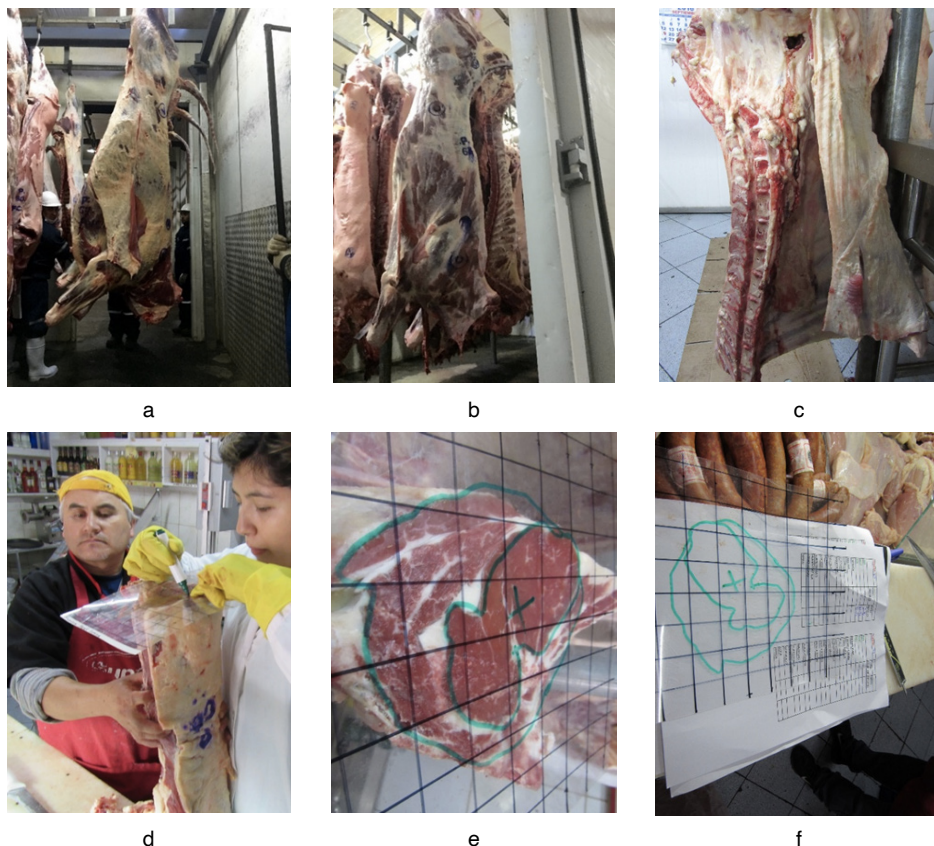
En la medición ecográfica 4 y 5 se puede apreciar que existe diferencias estadísticamente significativas ($P\leq 0,05$), terminando el proceso de mediciones ecográficas las vaquillas de tipo racial AA con 90,37 cm² de AOLT y las de tipo racial SxA con 99,07 cm². Las ganancias de peso estadísticamente significativas fueron en la medición 6 y 7 coinciden con las mediciones ecográficas 4 y 5 para estimación de área de ojo de lomo total, de este aumento de peso se infiere el desarrollo del área de ojo de lomo total, el que se ve observa en mayor cantidad de kilos lo que coincide con una mayor cantidad de cm² de AOLT, ya que los músculos crecen en relación con el peso de los animales (Bavera *et al.*, 2005). La tasa de crecimiento del AOLT durante las mediciones ecográficas para AA fue de 12,09 cm² y para SxA de 18,15 cm².

Espeso de grasa dorsal. El espesor de grasa dorsal o grasa de cobertura fue estimado a partir de imágenes obtenidas durante las 5 mediciones ecográficas. En el inicio de las evaluaciones (Tabla 3), el grupo racial AA presenta en promedio 1,14 mm de grasa dorsal en cambio el grupo racial SxA presenta en promedio 1,00 mm, sin diferencias estadísticamente significativas ($P>0,05$). A partir de la medición 3 en adelante, existe diferencia estadísticamente significativa entre los grupos raciales ($P\leq 0,05$), finalizando en la medición 5 el grupo racial AA con 2 mm y SxA con 1,62 mm de espesor de grasa dorsal en promedio. Se estimó un aumento de 0,86 mm de espesor de grasa dorsal para AA y para SxA de 0,62 mm a través de las mediciones ecográficas. En la investigación realizadas por Chambaz *et al.* (2003) se señala que el ganado Simmental posee menor espesor de grasa dorsal que el ganado de raza Aberdeen Angus, debido a que uno de los progenitores es de raza Simmental podemos deducir que los animales híbridos SxA, poseen una disminución en el espesor de grasa dorsal que los animales AA. Chambaz *et al.* (2003) menciona que los animales AA acumulan una mayor porción de grasa visible sobre el músculo *longissimus dorsi*. Las mediciones de peso 6 y 7 coinciden con las mediciones ecográficas 4 y 5 para estimación de AOLT y EGD en las cuales se presentan diferencias estadísticamente significativas entre ambos grupos raciales, lo que permite concluir que los animales SxA al momento de culminado el estudio aún estaban en etapa de crecimiento lo que se refleja en un mayor AOLT y menor EGD que las vaquillas AA las cuales podrían haberse encontrado en estado de desarrollo (Figura 4).

Medición ecográfica	DDIE	Medición promedio área de ojo de lomo total						Longitud promedio espesor de grasa dorsal					
		tipo racial AA			tipo racial SxA			tipo racial AA		tipo racial SxA			
		N	Media (cm ²)	D. E.	N	media (cm ²)	D. E.	N	media (cm ²)	D. E.	N	media (cm ²)	D. E.
1	42	14	78,28 a	4,14	9	80,92 a	6,18	14	1,14 a	0,23	9	1,00 a	0,21
2	56	18	81,95 a	9,50	6	85,91 a	16,64	18	1,32 a	0,27	6	1,11 a	0,21
3	70	7	89,19 a	7,13	3	83,65 a	7,10	7	1,52 a	0,36	3	1,03 b	0,12
4	84	9	89,83 a	6,70	7	81,81b	5,88	9	1,76 a	0,17	7	1,33 b	0,07
5	99	9	90,37 b	9,38	9	99,07 a	6,86	9	2,00 a	0,15	9	1,62 b	0,17

DDIE: días después de inicio de ensayo, AA: Aberdeen Angus, SxA: Simmental x Aberdeen Angus, N: número de vaquillas y D.E.: desviación estándar. Letras distintas entre filas indican diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0,05$) entre tipos raciales usando la prueba de Wilcoxon para muestras independientes.

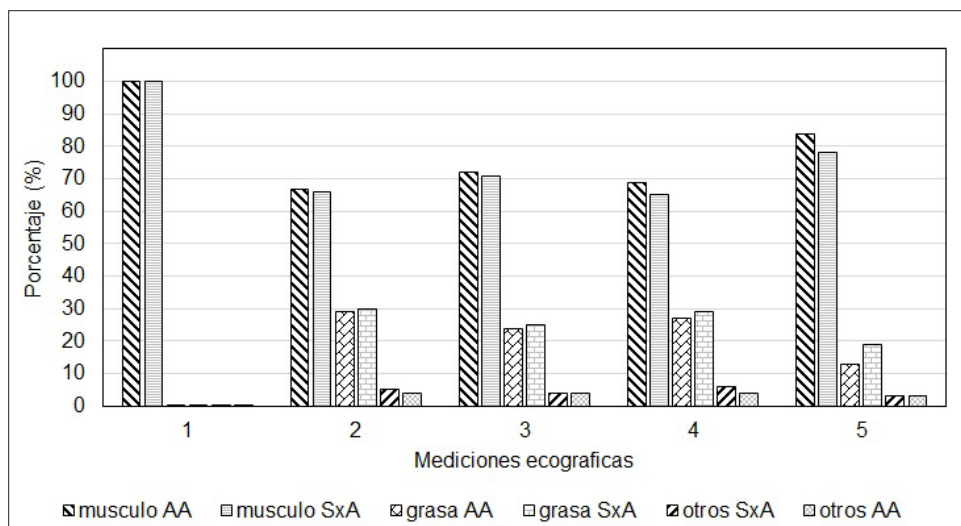
Tabla 3. Promedio de la medición de área de ojo de lomo total y espesor de grasa dorsal en las vaquillas según evaluación y tipo racial, utilizando estimaciones ecográficas.



a) Canal Aberdeen Angus, b) Canal Simmental x Aberdeen Angus, c) Cuarto trasero, cortado entre novena y décima costilla, d) Estimación de AOLT durante desposte, e) Estimación de AOLT durante desposte, f) Registro de datos de estimación de AOLT

Figura 4. Animales después del proceso de faena y desposte de vaquillas

Marmoleo. El marmoleo estimado según las imágenes ecográficas fue expresado como porcentaje de grasa de infiltración, este porcentaje fue en base a la proporción de grasa presente en las imágenes ecográficas. En la Figura 5 se muestra la proporción de músculo, grasa y otros presentes en las vaquillas en las distintas mediciones ecográficas. Para marmoleo en las 5 mediciones realizadas en ninguna de ellas hubo diferencias estadísticamente significativas ($P>0,05$). Esto podría deberse a que los animales están en pleno proceso de desarrollo óseo y muscular (Bavera *et al.*, 2005). El porcentaje de grasa de infiltración se ve reflejado en las imágenes a partir de la medición ecográfica 2. Se aprecia también que en la medición ecográfica 3 y 5 hay un desarrollo muscular mayor, por tanto, la proporción de grasa se ve disminuida, como así una menor infiltración de grasa, lo que concuerda con la etapa de crecimiento y desarrollo del animal. El porcentaje de grasa de infiltración estimada que se observa en la última medición es de 14% para vaquillas de tipo AA y de 19% para vaquillas de tipo SxA.



AA: Aberdeen Angus, SxA: Simmental x Aberdeen Angus.

Figura 5. Proporción de músculo, grasa y otros estimadas en las vaquillas de tipo racial Aberdeen Angus y Simmental x Aberdeen Angus.

Estimación de cortes. En la Tabla 4 se observa los datos obtenidos del crecimiento estimado para cada corte carnicero, los kilos estimados de los cortes del grupo racial AA están por sobre el SxA en la medición ecográfica 1. En cambio, en la medición ecográfica 2, los kilos de los cortes del grupo racial SxA son superiores al grupo AA, como así también se refleja en las mediciones 3, 4 y 5 el grupo racial SxA posee más kilos que AA. Al comparar la cantidad de kilos promedio estimados de los cortes de ambos grupos raciales por evaluaciones se observó que no hay diferencias estadísticamente significativas ($P>0,05$). A través de las mediciones ecográficas y el uso de los modelos propuestos por Campos *et al.*

(2016), se estimó un aumento del peso del corte lomo liso de 0,47 kg para el grupo racial AA y para el grupo racial SxA de 0,98 kg. Para lomo vetado el crecimiento estimado fue de 0,23 kg para AA y 0,49 kg para SxA. Se estimó un crecimiento de 0,23 kg de filete para grupo racial AA y de 0,49 kg para SxA. Posta negra y posta rosada tuvieron una estimación de 0,69 kg y 0,46 kg respectivamente para grupo racial AA y de 0,46 kg y 0,97 kg para SxA.

Parámetros que determinan calidad de carne. Los datos de faena se presentan en la Tabla 5, donde se observan valores promedios de peso de las vaquillas vivas según tipo racial al momento de faena, peso de canal caliente, peso de canal fría y porcentaje de rendimiento a la canal. Estos datos no presentan diferencias estadísticamente significativas para cada ítem comparando tipos raciales. Basado en la estimación de cortes se realizó una comparación con los datos *post mortem*. De los datos obtenidos mediante estimación por mediciones ecográficas en la evaluación 5 se calculó un promedio para cada uno de los grupos raciales en área de ojo de lomo total (AOLT), espesor de grasa dorsal (EGD), lomo vetado, lomo liso, posta negra, filete y posta rosada, los que se pueden observar en la Tabla 6. Al igual que los datos obtenidos durante la faena de los animales se categorizaron y posteriormente se calculó un promedio de cada corte según tipo racial. Al comparar los datos obtenidos en la medición ecográfica 5 y los datos *post mortem*, la información estimada para AOLT, lomo liso, posta negra, filete y posta rosada se aprecia que el modelo propuesto por Campos *et al.* (2016) subestima la información real, como así también plantea Crews *et al.* (2003) en su estudio de vaquillas Simmental con un modelo distinto pero que también realiza estimación de parámetros que determinan calidad de carne en el que se subestima la información in vivo de área del músculo *longissimus* y del espesor de grasa.

Medición ecográfica	N	Lomo liso		Lomo vetado		Posta negra		Filete		Posta rosada		
		media (kg)	DE	media (kg)	DE	media (kg)	DE	media (kg)	DE	media (kg)	DE	
Tipo racial Aberdeen Angus												
1	14	5,47	0,66	2,71	0,33	8,20	1,00	2,74	0,33	5,45	0,67	
2	18	5,35	0,60	2,64	0,30	8,01	0,90	2,68	0,30	5,32	0,60	
3	7	5,57	0,53	2,75	0,27	8,34	0,80	2,79	0,27	5,54	0,53	
4	9	5,78	0,45	2,86	0,22	8,66	0,68	2,90	0,23	5,75	0,45	
5	9	5,94	0,77	2,94	0,38	8,89	1,16	2,97	0,39	5,91	0,77	
Tipo racial Simmental x Aberdeen Angus												
1	9	5,36	0,64	2,65	0,17	8,03	0,51	2,68	0,17	5,34	0,34	
2	6	5,42	0,40	2,68	0,20	8,12	0,60	2,72	0,20	5,40	0,40	
3	3	6,20	0,63	3,07	0,32	9,29	0,94	3,10	0,31	6,18	0,63	
4	7	6,20	0,56	3,06	0,28	9,28	0,84	3,10	0,28	6,17	0,56	
5	9	6,34	0,73	3,14	0,37	9,49	1,10	3,17	0,37	6,31	0,73	

La ausencia de letras presenta que no hay diferencias estadísticamente significativas ($p>0,05$) entre tipos raciales usando la prueba de Wilcoxon para muestras independientes.

Tabla 4: Peso promedio estimado para cortes comerciales en las terneras según evaluación y tipo racial, utilizando estimaciones ecográficas.

Tipo racial	PVF (kg)	PCC (kg)	PCF (kg)	Porcentaje canal (%)	PD (kg)	Porcentaje perdida (%)
SxA	351,00	195,50	191,59	54,58	188,50	1,65
AA	357,75	198,50	194,53	54,37	189,17	2,87

SxA: Simmental X Aberdeen Angus, AA: Aberdeen Angus, PVF: peso promedio vaquillas vivas a faena, PCC: peso promedio canal caliente, PCF: peso promedio canal fría, porcentaje canal: porcentaje de rendimiento a la canal, PD: peso promedio de vaquillas despostada y porcentaje perdida: porcentaje de perdida en desposte.

Tabla 5. Pesos promedios de las vaquillas según tipo racial antes de faena, después de faena, desposte, porcentajes de rendimiento a la canal y porcentaje de pérdida en el desposte.

Fenotipo	AOLT (cm2)	EGD (mm)	LL (kg)	LV (kg)	PN (kg)	F (kg)	PR (kg)
AA Estimado	90,37	2,00	5,94	2,94	8,89	2,97	5,91
AA Desposte	97,36	3,24	8,26	6,54	12,86	4,60	8,55
SxA Estimado	99,07	1,62	6,34	3,14	9,49	3,17	6,31
SxA Desposte	104,01	1,96	8,46	6,34	13,46	4,99	8,94

AA: Aberdeen Angus, SxA: Simmental x Aberdeen Angus, AOLT: área de ojo de lomo total, EDG: espesor de grasa dorsal, LL: lomo liso, LV: lomo vetado, PN: posta negra, F: filete y PR: posta rosada. La ausencia de letras presenta que no hay diferencias estadísticamente significativas ($P > 0,05$) entre tipos raciales usando la prueba de Wilcoxon para muestras independientes.

Tabla 6. Comparación de las mediciones estimadas *in vivo* con las mediciones obtenidas al desposte *post mortem* para área de ojo de lomo total, espesor de grasa dorsal, lomo liso, lomo vetado, posta negra, filete y posta rosada.

CONCLUSIONES

El sistema de obtención de carne en engorda tipo *feed lot* de 12 a 14 meses de faena temprana, se pudo implementar en el predio, utilizando la craza Simmental x Aberdeen Angus, optimizando el uso de los recursos prediales.

Los parámetros de calidad de carne y rendimiento al desposte estudiados en vaquillas Aberdeen Angus fueron similares al utilizar vaquillas Simmental x Aberdeen Angus.

Las vaquillas Simmental x Aberdeen Angus generaron mayor cantidad de kilos vivos que las vaquillas Aberdeen Angus, manejadas bajo un mismo sistema de engorda y durante el mismo periodo de tiempo.

REFERENCIAS

ANRIQUE, R. 1993. **Rol de las razas en la producción de carne bovina.** *Agroeconómico* (14): 20-24.

AOAC INTERNATIONAL. 1997a. **Dairy products.** pp. 33-75. In: P. Cunniff (Ed.). *Official methods of analysis of AOAC international.* Volume II. (16th. ed.). AOAC International. Gaithersburg, USA.

AOAC INTERNATIONAL. 1997b. **Oils and fats.** pp. 41-53. In: P. Cunniff (Ed.). *Official methods of analysis of AOAC international.* Volume II. (16th. ed.). AOAC international. Gaithersburg, USA.

- BALBUENA, O. 2010. **El destete** [en línea]. Sitio Argentino de Producción Animal. <http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/destete/87-Destete.pdf>. [Consulta: 28 noviembre 2017].
- BALZARINI, M.G., L. GONZÁLEZ, M. TABLADA, F. CASANOVES, J.A. DI RIENZO Y C.W. ROBLEDO. 2008. **InfoStat: software estadístico**. Manual del usuario. Versión 2008. Brujas. Córdoba, Argentina.
- BAVERA, G., O. BOCCO, H. BEGUET Y A. PETRINA. 2005. **Crecimiento, desarrollo y precocidad** [en línea]. Sitio Argentino de Producción Animal. <http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/externo/05-crecimiento_desarrollo_y_precocidad.pdf>. [Consulta: 28 noviembre 2017].
- CAMPOS, J., P. GONZÁLEZ, M. DOUSSOULIN, M. TIMA Y PA. WILLIAMS. 2009. **Predicción del índice de calidad en canales bovinas para mercado chileno de elite mediante modelación matemática**. Arch. Med. Vet. 41: 157-161.
- CAMPOS-PARRA, J., E. DE PEDRO-SANZ, D. ITURRIAGA-ASTORGA, R. ASTUDILLO-NEIRA, I. BASSO-BASSO Y J. CABAS-MONJE. 2015. **Modelos predictivos de niveles de marmorización en novillos mestizos wagyu generados por ultrasonografía y tratamiento de imágenes**. Revista Científica FCV-LUZ 25(2): 116-122.
- CAMPOS-PARRA, J., E. DE PEDRO-SANZ, R. ASTUDILLO-NEIRA, J. CABAS-MONJE, R. VALLEJOS-CARTES Y J. VELASCO-FUENMAYOR. 2016. **Estimación del área del ojo del lomo total in vivo y rendimiento al desposte de bovinos destinados a un mercado exigente**. Revista Científica FCV-LUZ 26(2): 120-126.
- CHAMBAZ, A., M.R.L. SCHEEDER, M. KREUZER AND P.-A. DUFEY. 2003. **Meat quality of Angus, Simmental, Charolais and Limousin steers compared at the same intramuscular fat content**. Meat Sci. 63: 491-500.
- CIENFUEGO-RIVAS, E.G., M.A.R. DE ÓRUE-RÍOS, M. BRIONES-LUENGO Y J.C MARTÍNEZ-GONZÁLES. 2006. **Estimación del comportamiento productivo y parámetros genéticos de características predestete en bovinos de carne (Bos taurus) y sus cruza, VIII Región, Chile**. Arch. Med. Vet. 38(1): 69-75.
- CREWS, D.H., E.J. POLLAK, R.L. WEAVER, R.L. QUAAS AND R.J. LIPSEY. 2003. **Genetic parameters for carcass traits and their live animal indicators in Simmental cattle**. J. Anim. Sci. 81: 1427-1433.
- DICKERSON, G.E. 1978. **Animal size and efficiency: basic concepts**. Anim Prod. 27: 367-379.
- EASTAM, J. R. 2012. **Software Idrisi Selva** (Worcester, MA:Clark University).
- FAGERLAND, M. AND L. SANDVIK. 2009. **The Wilcoxon- Mann-Whitney test under scrutiny**. Stat. Med. 28: 1487-1497.
- GOIC, L. Y S. IRAIRA. 2005. **Recría – Engorda en pastoreo**. pp: 275-293. En: A. Catrileo (Ed.). Producción y manejo de carne bovina en Chile. Colección Libros INIA N°16. INIA Carillanca. Temuco, Chile.
- LARRAÍN, R. Y E. VARGAS. 2013. **Composición de cortes de carne bovina nacional**. Pontificia Universidad Católica de Chile. Fundación para la Innovación Agraria. Santiago, Chile.
- LEGATES, J.E. Y F.J. WARWICK, F.J. 1992. **Cría y mejora del ganado**. (8a. ed.). Interamericana McGraw-Hill. México D.F., México.

MAGOFKE, J.C. 1991. **Caracterización de algunas razas bovinas de carne. 1. Supervivencia y pesos vivos nacimiento- destete.** Av. Prod. Anim. 16(1-2): 3-20.

MINISTERIO DE AGRICULTURA. 1999. **Decreto N°123 Exento.** Declara normas oficiales de la República las que indica [en línea]. Biblioteca del congreso nacional de Chile. <<https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=143758>>. [Consulta 30 octubre 2017].

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 1996a. **Energy.** pp: 3-15. In: Nutrition requirements of beef cattle. (7th. ed.). National Academy Press. Washington D.C., USA.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 1996b. **Protein.** pp: 16-21. In: Nutrition requirements of beef cattle. (7th. ed.). National Academy Press. Washington D.C., USA.

NIEBLAS, M.I. 2005. **Identificación de toros con mejores características de la canal in vivo en su progenie bajo pruebas de comportamiento.** Tesis, Maestro en Ciencias. Universidad Autónoma de Chihuahua, Facultad Zootecnia, Secretaria de Investigación y Postgrado. Chihuahua, México.

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA. 2017. **Consumo de carne** [en línea]. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Italia <<http://www.fao.org/ag/againfo/themes/es/meat/background.html>>. [Consulta: 23 noviembre 2017].

POPESKO, P. 1998. **Toro: musculatura profunda de la columna vertebral. Vista desde la izquierda.** pp: 24 En: Atlas de anatomía topográfica de los animales domésticos. Tomo II. Tronco (2a. ed.). Masson. Barcelona, España.

PORTE E. 1994c. **Rendimientos y cortes de carne.** En: Producción de carne bovina. (4ª. Ed.). Universitaria. Santiago, Chile. Pp: 299-311

PORTE, E. 1994. **Proceso de engorda.** En: Producción de carne bovina. (4a. ed.). Universitaria. Santiago, Chile. Pp: 200-204.

PORTE, E. 1994b. **Clasificación de ganado en pie y tipificación de canales.** En: Producción de carne bovina. (4a. Ed.). Universitaria. Santiago, Chile. Pp: 281-289.

RAMÍREZ, R. 1994. **Crecimiento y desarrollo.** pp: 186-199. En: E. Porte (Ed.). Producción de carne bovina. (4a. ed.). Universitaria. Santiago, Chile.

ROJAS, C. 2005. **Manejo de la crianza.** pp: 257-273. En: A. Catrileo (Ed.). Producción y manejo de carne bovina en Chile. Colección Libros INIA N°16. INIA Carillanca. Temuco, Chile.

URIBE, H. 2006. **Mejoramiento genético de ganado de leche.** pp: 86-91. Boletín N°148. INIA Remehue. Osorno, Chile.

VAN SOEST, P.J., J.B. ROBERTSON AND B.A. LEWIS. 1991. **Symposium carbohydrate methodology, metabolism, and nutritional implications in dairy cattle.** J. Dairy Sci. 74(10): 3583-3597.