

Lagomarsino, Ximena \*  
Cazzuli, Fiorella \*\*  
Montossi, Fabio \*\*

## 1. INTRODUCCIÓN

A nivel nacional existe escasa información de investigación en engorde de vacas de descarte, encontrándose un antecedente llevado a cabo por Pigurina (1999). Por esta razón, se utilizan antecedentes relacionados a la mejora de producción y calidad de la canal y la carne en novillos con diferentes estrategias de alimentación y manejo, por su aplicabilidad conceptual en relación a los mecanismos biológicos y productivos que influyen en los temas foco de esta investigación. Al igual que en machos, el buen uso y manejo de las pasturas mejoradas y la suplementación estratégica mejoraría la respuesta animal y atributos que determinan la calidad de la canal y la carne en vacas de descarte.

A nivel regional, los estudios en vacas se basan en sistemas de alimentación basados en pasturas y el agregado de suplemento (Coppo *et al.*, 2003; Peralta *et al.*, 2013) e internacionalmente, la mayor parte compara diferentes edades y estados fisiológicos a través de sistemas intensivos de engorde a corral (Matulis *et al.*, 1987; Schnell *et al.*, 1997; Moura *et al.*, 2013). Las experiencias de países de la región no siempre son estrictamente comparables con las condiciones locales de producción o evaluación, pero sirven para conocer antecedentes vinculados a la internada de vacas de descarte y para su potencial uso en la interpretación de los resultados experimentales generados en el presente trabajo de INIA.

## 2. CULTIVOS ANUALES INVERNALES

La disminución del crecimiento forrajero durante el otoño y las condiciones climáticas invernales determinan limitantes en las pasturas

(Zarza y La Manna, 2012) que causan disminuciones en el peso del animal o mantenimiento del mismo (Pigurina *et al.*, 1998). Una de las alternativas para solucionar las bajas ganancias de peso es la utilización de verdeos invernales, que se caracterizan por una alta producción de forraje de buena calidad durante esta época del año. Los principales verdeos utilizados a nivel nacional son la avena y el raigrás, pudiendo sembrarse en forma pura o combinada.

Los verdeos de invierno presentan un bajo contenido de materia seca (MS), alta concentración de proteína soluble (PS) y bajo contenido de carbohidratos no estructurales (CHONES) (Flores y Bendersky, 2010). La digestibilidad de la materia orgánica (DMO) es alta durante el invierno (80-85%), disminuyendo hacia la primavera/verano. La proteína cruda (PC) durante el invierno presenta valores entre 20-25% y en la primavera entre 15-20% (García, 2003).

Las avenas se caracterizan por su aporte otoño/invernal, con producciones durante el ciclo vegetativo de 2875-3585 kg/haMS. Se agrupan en: avena negra (strigosa) que se caracteriza por un rápido aporte forrajero, con el inconveniente de rápida encañazón; avena amarilla (byzantina) con producción de forraje en forma rápida en otoño continuando hasta la primavera y avena blanca (sativa) con buen volumen forrajero, debiendo evitarse la siembra temprana (febrero/marzo) (Perrachón, 2010).

El raigrás se caracteriza por su mayor producción durante el invierno y la primavera, variando entre 7363 y 9206 kg/haMS según cultivar (García, 2003). Los cultivares más importantes son los diploides y tetraploides, con gran capacidad de macollaje y resistencia al pisoteo animal (Perrachón, 2010).

### 3. SUPLEMENTACIÓN SOBRE CULTIVOS ANUALES INVERNALES

La suplementación en pastoreo busca corregir deficiencias en cantidad o calidad del forraje y obtener mejores resultados productivos, dependiendo su respuesta de las características de las pasturas, del animal y del manejo realizado (Baldi *et al.*, 2008).

La proporción de PS y CHONES de los verdes de invierno puede tener consecuencias digestivas y fisiológicas, afectando el consumo e impidiendo obtener altas ganancias de peso. Una de las posibles soluciones es el

agregado de granos en la dieta para incrementar los niveles de energía de manera de metabolizar el nitrógeno disponible de la PS (Flores y Bendersky, 2010).

Los suplementos denominados “energéticos” contienen menos de 18% de fibra cruda y menos de 20% de PC, como pueden ser los granos de cereales (maíz o sorgo), mientras que los “proteicos” contienen más de 20% de PC, como el expeller de girasol o soja. Los suplementos “energético-proteicos” son aquellos que presentan valores intermedios, por ejemplo los afrechillos (Cozzolino, 2000). En el Cuadro 1, se presenta el valor nutritivo de algunos suplementos utilizados en el país.

**Cuadro 1.** Valor nutritivo (mínimo, máximo y promedio) de suplementos.

|                     | Maíz   |        |          | Sorgo  |        |          | Afrechillo de arroz |        |          |
|---------------------|--------|--------|----------|--------|--------|----------|---------------------|--------|----------|
|                     | Mínimo | Máximo | Promedio | Mínimo | Máximo | Promedio | Mínimo              | Máximo | Promedio |
| <b>MS (%)</b>       | 84,2   | 96,5   | 87,8     | 72,2   | 97,0   | 90,3     | 77,5                | 92,2   | 89,2     |
| <b>PC (%)</b>       | 7,0    | 12,7   | 9,2      | 5,8    | 24,0   | 8,6      | 9,6                 | 17,7   | 15,2     |
| <b>C (%)</b>        | 1,2    | 18,9   | 3,0      | 1,2    | 8,8    | 2,6      | 4,4                 | 18,6   | 10,1     |
| <b>EM (Mcal/kg)</b> | 2,6    | 3,4    | 3,3      | 2,9    | 3,6    | 3,3      | 2,6                 | 3,2    | 3,0      |
| <b>DMO (%)</b>      | 67,5   | 87,6   | 82,2     | 74,7   | 92,5   | 84,7     | 67,7                | 79,1   | 73,4     |

Nota: MS: materia seca. PC: proteína cruda. C: Cenizas. EM: Energía metabolizable. DMO: Digestibilidad de la materia orgánica.

Fuente: Mieres *et al.* (2004).

Diversos estudios fueron realizados durante la recría y terminación de novillos, siendo el afrechillo de arroz una buena alternativa por su combinación de energía, proteína y lípidos en estas categorías. A su vez, este suplemento presenta ventajas como puede ser su amplia disponibilidad en las regiones ganaderas del Norte y Este del país, asociadas a los sistemas arroz - pasturas y a un buen precio relativo frente a otras opciones alternativas (Pittaluga *et al.*, 2005, Lagomarsino y Brito, 2014).

Los requerimientos de energía se dividen en energía para mantenimiento y producción. La energía metabólica de mantenimiento (EMm) es el principal componente del costo energético de los animales a pastoreo. Este, no es constante y varía con la raza, el biotipo, el peso vivo, la condición corporal, la ganancia media diaria, la composición de la ganancia, la edad, la calidad de la dieta, la disponibilidad de forraje, la topografía del terreno, el nivel de actividad y efectos climáticos (Geenty y Rattray, 1987).

### 4. REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES EN BOVINOS PARA CARNE

Los requerimientos del animal están especialmente determinados por los requerimientos energéticos y proteicos.

A medida que el animal crece y aumenta el nivel de consumo, también lo hace la proporción de grasa, proteína, agua y cenizas del cuerpo proporcionalmente al peso vivo del total del cuerpo, siendo la proporción de grasa cada vez mayor. Desde el punto de vista de conversión de alimento en tejido vivo, la

deposición de grasa es menos eficiente que la de músculo (Geenty y Rattray, 1987).

Los requerimientos de mantenimiento en animales en pastoreo son 15-20% mayores a la de los animales en confinamiento (Geenty y Rattray, 1987). En condiciones de pastoreo donde se alternan períodos de falta de forraje y/o baja calidad o no se ajusta la carga animal a la disponibilidad de la pastura, hay severas restricciones al consumo animal y en consecuencia la mayor parte del alimento consumido se destina a mantenimiento del peso corporal, variando el tiempo destinado al pastoreo entre 7 y 10 horas diarias, a distancias caminadas entre 2 a 8 km/día (Di Marco, 2006).

Los animales en pastoreo reciben el impacto directo de los cambios climáticos e indirectos debido a las condiciones del forraje y del terreno. Cuando baja la temperatura las ganancias disminuyen y la conversión de alimento a peso vivo (PV) aumenta. La temperatura crítica inferior de los rumiantes depende del tipo de animal, el estado y la temperatura en sí misma. Cuando más gordo este el animal, la temperatura crítica inferior es cada vez más baja (Di Marco, 2006). Los requerimientos de energía neta de mantenimiento (ENm) de peso metabólico aumentan 0,0007 Mcal de ENm por cada grado centígrado por debajo de 20°C. El efecto de estrés por calor (especialmente en animales de alta producción) y el estrés por frío (especialmente en animales chicos y de baja producción) pueden disminuir la productividad estimada hasta un 20 ó 30 % (Mac Loughin, 2009).

Si bien existe un amplio rango registrado de la EMm del ganado que no se encuentra lactando, el promedio se ubica en el rango de 0,131–0,176 Mcalkg<sup>0,75</sup>. Cuando un animal libre de preñez y lactancia tiene un consumo por encima de sus requerimientos nutricionales de mantenimiento, genera un aumento de peso y el exceso de energía es acumulado en el cuerpo (Di Marco, 2006).

Los requerimientos de proteína del animal son cubiertos por la proteína microbiana sintetizada en el rumen y la proteína proveniente de la dieta que escapa de la degradación ruminal; estando la cantidad de proteína microbiana sintetizada influenciada por el nivel de carbohidratos digeribles en la dieta (Karges; Klopfenstein, citados por Mejía y Mejía, 2007). La proteína degradable es la proteína disponible para los microorganismos ruminales, mientras que la no degradable utilizada por el animal, es la suma de la proteína bacteriana digerible producida en el rumen y la proteína no degradable digerible de los alimentos consumidos por el animal (Lardy *et al.*, citado por Mejía y Mejía, 2007).

El Cuadro 2 presenta los requerimientos de energía y proteína metabolizable para mantenimiento y engorde de ganado adulto. Como puede observarse, a medida que aumenta el peso y la ganancia del animal, los requerimientos de energía aumentan. Sin embargo, los requerimientos de proteína metabolizable aumentan a mayor ganancia de peso, pero disminuyen a medida que el animal crece.

**Cuadro 2.** Requerimientos de energía metabolizable (EM; Mcal/día) y proteína metabolizable (PM; g/día) para mantenimiento y engorde en ganado bovino adulto para carne en crecimiento y terminación.

| GMD<br>(kg/an/día) |                  | PV (kg) |     |     |     |     |     |     |     |      |     |
|--------------------|------------------|---------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|
|                    |                  | 250     |     | 300 |     | 350 |     | 400 |     | 450  |     |
|                    |                  | EM      | PM  | EM  | PM  | EM  | PM  | EM  | PM  | EM   | PM  |
| 0                  | Mantenimiento    | 4,8     | 239 | 5,5 | 274 | 6,2 | 307 | 6,9 | 340 | 7,5  | 371 |
| 0,500              | Ganancia de peso | 1,5     | 155 | 1,7 | 158 | 1,9 | 157 | 2,1 | 145 | 2,3  | 133 |
| 1,000              |                  | 3,2     | 300 | 3,7 | 303 | 4,1 | 298 | 4,6 | 272 | 5,0  | 246 |
| 1,500              |                  | 5,0     | 440 | 5,7 | 442 | 6,4 | 432 | 7,2 | 391 | 7,8  | 352 |
| 2,000              |                  | 6,9     | 577 | 7,9 | 577 | 8,8 | 561 | 9,8 | 505 | 10,7 | 451 |

Nota: PV: peso vivo, GMD: ganancia de peso vivo. EM: energía metabolizable, PM: proteína metabolizable.

Fuente: adaptado de NRC (1996).

## 5. REVISIÓN DE RESULTADOS EXPERIMENTALES EN PRODUCCIÓN ANIMAL

### 5.1. Introducción

Los principales estudios relacionados con la invernada de vacunos en nuestro país se centran en el engorde de novillos, demostrando la conveniencia de la intensificación del sistema para obtener mejores resultados productivos con su consecuente mejora en la calidad de la canal y la carne. En el engorde de vacas de descarte existe escasa investigación, encontrándose un sólo antecedente llevado a cabo por Pigurina (1999). A nivel regional, los estudios se basan en sistemas pastoriles y el agregado de suplemento (Restle *et al.* 1998, Coppo *et al.* 2003, Peralta *et al.* 2013). Por otro lado, la bibliografía internacional compara diferentes edades y estados fisiológicos del animal a través de sistemas intensivos de engorde a corral (Matulis *et al.* 1987; Schnell *et al.* 1997; Moura *et al.* 2013).

Uno de los métodos de intensificación de la invernada se da a través de la implantación de verdeos de invierno, principalmente *avena bizantina* y/o raigrás anual. La mezcla de estas forrajeras permite un mayor tiempo de utilización de las mismas, comenzando en otoño (avena) y culminando en diferentes momentos de la primavera (según el ciclo del raigrás). Los efectos del manejo del pastoreo sobre la vegetación dependen de diversos factores como la carga animal, el régimen de pastoreo y el tiempo asignado al mismo. La intensidad de pastoreo ofrece un amplio margen para el control de la selectividad del pastoreo (Pavlu *et al.*, 2003). El manejo de la pastura debe utilizarse de manera que optimice la oferta de forraje, tanto en cantidad como en calidad.

En este capítulo se presenta una revisión de diferentes estudios llevados a cabo en novillos y vacas teniendo en cuenta los factores principales que afectan la ganancia de peso vivo, la composición de la canal *in vivo* y *post mortem*, la calidad de la carne y la composición de los ácidos grasos de esta última.

### 5.2. Factores que afectan la respuesta animal durante el periodo de engorde

Las características del forraje consumido (calidad y cantidad), afectan la tasa y composición de la ganancia, siendo el principal efecto en la relación grasa/proteína. Al aumentar la disponibilidad de forraje se dan mayores consumos y selecciones de dietas de mayor calidad (Risso, 1981; Pippi *et al.* 1987, Montossi *et al.* 2000) con la obtención de mejores ganancias de peso (Petersen, Lucas y Mott, Bryant *et al.*, Hart, citados por Garin *et al.*, 1993; Risso y Zarza, 1981) y mayor proporción de grasa (Di Marco, 1993). Con disponibilidades de forraje entre 500 a 2500 kgMS/ha la productividad animal aumenta, llegando a máximos consumos con ofertas entre 2250 y 2500 kgMS/ha y alturas del forraje entre 10 y 15 cm (Rovira, 1996).

La suplementación en cantidades controladas maximiza la eficiencia del uso del forraje sin perjudicar e incluso mejorar el ritmo de ganancia de peso de los animales en altas dotaciones (Fernández y Mieres, 2005). Sin embargo, la respuesta depende de la cantidad y/o calidad de la pastura (Cibils *et al.*, 1997). En forrajes de alta calidad y cantidad, el agregado de suplemento puede generar disminución del consumo de pasturas por efecto de sustitución. En estas condiciones, para obtener altas ganancias, el suplemento debe presentar una calidad compatible a la del forraje. En forrajes de alta calidad y baja cantidad, el suplemento debe ser de menor calidad que el forraje (Elizalde, 2003). En pasturas de baja digestibilidad, independientemente de la disponibilidad forrajera, la respuesta a la suplementación puede ser muy importante en términos físicos y justificable en términos económicos (Orcasberro, 1997).

En diversos estudios de suplementación energética/proteica en pasturas de calidad (proteína > 16%, digestibilidad > 65%) se demostró que el aumento del consumo de suplemento mejora la ganancia de peso,

pero a eficiencias de conversión (EC) menos deseadas (Elizalde, 2003). Las mejores EC resultan cuando la calidad y/o la cantidad de forraje son deficientes o limitantes (Latimori y Kloster, 1997) y en animales en activo crecimiento (Lange 1980; Latimori y Kloster 1997). En el Cuadro 3, se presenta un resu-

men de diversos estudios nacionales relacionados con el uso de suplementos energéticos sobre pasturas invernales con novillos y en el Cuadro 4 se presenta una recopilación de estudios internacionales en vacas de descarte pastoreando con niveles de suplementación diferentes.

**Cuadro 3.** Resultados productivos en novillos según diferentes asignaciones de forraje y suplementación.

| Autor                            | Pastura | Raza     | Edad          | NOF (%PV) | S (% PV)      | GMD (kg/día)         | Utilización del forraje (%) | EC (kgsupl/kg PV) |
|----------------------------------|---------|----------|---------------|-----------|---------------|----------------------|-----------------------------|-------------------|
| Risso <i>et al.</i> (1991)       | Pradera |          | Sobre año     | 1,5 y 3   | Testigo       | 0,173 y 0,904        | 81,8 y 57,2                 | s/d               |
|                                  |         |          |               | 1,5 y 3   | 0,5           | 0,800 y 1,045        | 77,6 y 58,3                 | 3,1 y 14,2        |
|                                  |         |          |               | 1,5 y 3   | 1,0           | 0,841 y 0,958        | 69,6 y 43,6                 | 6,0 y 74,0        |
| Simeone <i>et al.</i> (2005)     | Raigrás | Hereford | 18 meses      | 2,5 y 5   | Testigo       | 0,038 y 0,525        | s/d                         | s/d               |
|                                  |         |          |               | 2,5 y 5   | GM entero 1   | 0,447 y 0,882        | s/d                         | s/d               |
|                                  |         |          |               | 2,5 y 5   | GM molido 1   | 0,455 y 1,002        | s/d                         | s/d               |
| Vaz Martins <i>et al.</i> (2005) | Pradera | Hereford | s/d           | 2, 4 y 6  | Testigo       | 0,420, 0,690 y 0,880 | s/d                         | s/d               |
|                                  |         |          |               | 2, 4 y 6  | GM entero 0,7 | 0,670, 0,740 y 0,860 | s/d                         | s/d               |
| Beretta <i>et al.</i> (2006)     | Pradera | Hereford | 16 meses      | 3, 6 y 9  | Testigo       | 0,299, 0,483 y 0,667 | s/d                         | s/d               |
|                                  |         |          |               |           | GM quebrado 1 | 0,761, 0,804 y 0,733 | s/d                         | 5,9, 8,6 y 38,5   |
| Luzardo <i>et al.</i> (2014)     | Pradera | Hereford | 20 a 22 meses | 2 y 4     | Testigo       | 0,881 y 1,366        | s/d                         | s/d               |
|                                  |         |          |               | 2         | SM 0,8 y 1,6  | 1,303 y 1,443        | s/d                         | 8,2 y 11,6        |

Nota: NOF: nivel de oferta de forraje. S: Suplementación. GMD: ganancia media diaria. EC: eficiencia de conversión. GM: grano de maíz. SM: sorgo molido. s/d: sin dato.

**Cuadro 4.** Resultados productivos en engorde en vacas de descarte.

| Autor                                   | Pastura                            | Disponibilidad de forraje (kgMS/ha) | Raza               | Carga           | Tratamiento               | PVi (kg) | PVf (kg) | GMD (g/día) |
|---|------------------------------------|-------------------------------------|--------------------|-----------------|---------------------------|----------|----------|-------------|
| Reste <i>et al.</i> (2000) (Brasil)     | Triticale y avena                  | 1276                                | Charolais          | 1362 kgPV/ha    | Testigo                   | 339      | 431      | 1483        |
|   |                                    |                                     |                    |                 | 0,3                       | 342      | 431      | 1437        |
|   |                                    |                                     |                    |                 | 0,6                       | 334      | 426      | 1476        |
|   |                                    |                                     |                    |                 | 0,9                       | 338      | 432      | 1510        |
| Restle <i>et al.</i> (2001) (Brasil)    | Avena y raigrás (pastoreo horario) | 2064                                | Charolais y Nelore | 1600 kgPV/ha    | Testigo                   | 368      | 445      | 920         |
|   |                                    |                                     |                    |                 | 0,4                       | 378      | 483      | 1230        |
|   |                                    |                                     |                    |                 | 0,8                       | 376      | 485      | 1200        |
| Coppo <i>et al.</i> (2003) (Argentina)  | Campo natural                      | 2200                                | Cebú x Británico   | s/d             | Testigo                   | 407      | 443      | 304         |
|   |                                    |                                     |                    |                 | Pulpa de citrus           | 384      | 375      | 98          |
|   |                                    | 1800                                |                    | 0,6 animales/ha | Testigo                   | 428      | 487      | 492         |
|   |                                    |                                     |                    |                 | Pulpa de citrus           | 391      | 433      | 352         |
| Peralta <i>et al.</i> (2013) (Paraguay) | Brachiaria brizantha               | s/d                                 | Cebú               | s/d             | Testigo                   | s/d      | s/d      | 467         |
|   |                                    |                                     |                    |                 | Expeller de pulpa de coco |          |          | 673         |

Nota: PVi: peso vivo inicial; PVf: peso vivo final; GMD: ganancia media diaria. s/d: sin datos

Los resultados obtenidos en novillos muestran que el aumento de la asignación de forraje incrementa las ganancias de peso vivo, con mayores incrementos a su vez cuando se agrega suplemento en la dieta. Sin embargo, el aumento de la asignación de forraje a un mismo nivel de suplementación o un mismo nivel de asignación de forraje con un aumento de la suplementación, hace que se incremente la EC (menos eficiente).

El nivel de alimentación también va a generar respuestas diferenciales según la raza o biotipo y el sexo del animal. Diversos estudios demostraron que diferentes biotipos o animales de distinto sexo afectan la res-

puesta animal. Novillos en confinamiento alimentados con ensilaje de maíz y concentrado fueron 17% más eficientes que hembras en iguales condiciones de producción (Ferreira, 2006) y animales cruza  $\frac{3}{4}$  Charolais y  $\frac{1}{4}$  Nelore (1,36 kg/a/d) presentaron mayores ganancias de peso que las razas puras o cruza  $\frac{3}{4}$  Nelore +  $\frac{1}{4}$  Charolais con ganancias desde 1,020 a 1,060 kg/a/d (Restle *et al.*, 2001).

Otros estudios en vacas de descarte determinaron que el tipo de forraje utilizado no afecta la ganancia de peso vivo cuando se comparan diferentes edades sobre una misma base forrajera (Cuadro 5).

**Cuadro 5.** Efecto de la edad en la ganancia de peso de vacas de descarte.

| Autor   | Condiciones   | Edad       | Ganancia media diaria (kg/a/día) |
|---|---|------------|----------------------------------|
| Price y Berg (1981)                                       | Confinamiento   | < 4 años   | 1,59                             |
|   |   | 4 y 5 años | 1,21                             |
|   |   | > 5 años   | 1,19                             |
| Jones (1983)  | Vacas Holstein en confinamiento                                       | < 8 años   | 1,37                             |
|   |   | > 8 años   | 1,48                             |
| Restle <i>et al.</i> (2000) y Restle <i>et al.</i> (2001) | Vacas Charolais pastoreando en forma horaria un verdeo anual invernal | 4 años     | 1,61                             |
|   |   | 5 y 6 años | 1,35                             |
|   |   | 8 años     | 1,44                             |
|   |   | > 8 años   | 1,33                             |
| Galli <i>et al.</i> (2008)                                | Vacas Hereford pastoreando una pradera de alfalfa y festuca           | 3 años     | 0,58                             |
|   |   | 4 y 5 años | 0,58                             |
|   |   | 6 y 8 años | 0,58                             |
|   |   | 12 años    | 0,37                             |

### 5.3. Factores que afectan la calidad de la canal

La calidad de la canal se define por características que confieren máxima aceptación y mayor precio frente a los consumidores o el mercado, siendo las deseadas: a) mínima proporción de hueso, b) masa muscular adecuada en regiones de alto valor comercial, c) estado de madurez y distribución del tejido conjuntivo suficiente para sostener los músculos y mínimo para conferir adecuada terneza y jugosidad, d) estado de engrasamiento mínimo pero suficiente para

su conservación, transporte y proporcionar propiedades sensoriales óptimas y e) alto rendimiento y sabor apropiado (Espejo *et al.*, 2000).

Datos nacionales obtenidos por INIA e INAC, a partir de las Auditorías de Calidad, muestran que los pesos de canal caliente (PCC) en vacas de descarte y vaquillonas se encuentran en promedio en 203,4 y 221,7 kg, respectivamente durante los últimos 10 años (Correa y Brito, 2017). En el Cuadro 6, se presentan los resultados promedios de PCC según el año auditado por categoría.

**Cuadro 6.** Peso de canal caliente (kg) según año de Auditoría de Calidad de INIA e INAC del Uruguay.

| Categoría   | 2003  | 2008  | 2013  |
|-------------|-------|-------|-------|
| Novillos    | 270,6 | 263,1 | 276,1 |
| Vaquillonas | 199,2 | 203,7 | 207,2 |
| Vacas       | 218,6 | 221,7 | 224,7 |

Fuente: Correa y Brito, 2017

En el Cuadro 7 se resumen los principales factores que influyen sobre la calidad de canal.

**Cuadro 7.** Grado de incidencia de los principales factores que influyen en los parámetros relacionados con la calidad de la canal.

|  | Calidad de la canal |      |              |               |
|--|---------------------|------|--------------|---------------|
|  | Rendimiento         | Peso | Conformación | Engrasamiento |
| <b>Factores intrínsecos</b>                    |                     |      |              |               |
| <b>Raza</b>                                    | **                  | ***  | ****         | ***           |
| <b>Genotipo</b>                                | **                  | **   | ****         | **            |
| <b>Sexo</b>                                    | **                  | ***  | **           | ***           |
| <b>Edad-peso</b>                               | ***                 | **** | *            | ****          |
| <b>Factores productivos y medioambientales</b> |                     |      |              |               |
| <b>Ambiente/estación</b>                       | *                   | ***  | -            | **            |
| <b>Alimentación</b>                            | ***                 | ***  | *            | ****          |
| <b>Factores de sacrificio y pre sacrificio</b> |                     |      |              |               |
| <b>Transporte/Estrés/Ayuno</b>                 | ****                | *    | -            | -             |
| <b>Sacrificio</b>                              | **                  | **   | -            | *             |
| <b>Post sacrificio y comercialización</b>      |                     |      |              |               |
| <b>Maduración</b>                              | -                   | -    | -            | -             |
| <b>Refrigeración de canales</b>                | **                  | *    | -            | -             |
| <b>Conservación</b>                            | -                   | -    | -            | -             |

Nota: - sin influencia; \* pequeña influencia, \*\* influencia moderada, \*\*\* influencia alta, \*\*\*\* gran influencia

Fuente: Sañudo *et al.*, citado por Díaz, 2001.

Las diferentes razas tienden a presentar variaciones en los pesos de faena y de canal, siendo generalmente las de madurez tardía las que presentan mayores pesos y rendimientos en comparación a las de madurez temprana cuando se utiliza el mismo grado de terminación como criterio de faena (Di Marco, 1993; Franco *et al.*, 2002). Las razas de madurez temprana presentan un tamaño más pequeño, entrando en la fase de engrasamiento a pesos más bajos (Berg y Butterfield, 1979).

En el Cuadro 8 se resumen diversas investigaciones en vacas de descarte con el objetivo de evaluar las diferencias en parámetros asociados a la calidad de la canal entre razas.

El desarrollo de los tejidos se ve afectado por el sexo (Ruiz Huidobro *et al.*, 2000; Asenjo *et al.*, 2005; Ávilez, 2006) y la edad del animal. En el Cuadro 9 se presenta un resumen de estudios comparativos realizados en vacas y novillos en la calidad de la canal.

**Cuadro 8.** Efecto de la raza en la calidad de la canal.

| Autor                             | Razas         | PV final (kg) | PC (kg) | Rend. (%) | AOB (cm <sup>2</sup> ) | EGS (mm) |
|-----------------------------------|---------------|---------------|---------|-----------|------------------------|----------|
| Perobelli<br><i>et al.</i> (1995) | Charolais (C) | 496,8 a       | 229,5   | 46,1 b    | 65,18 a                | 1,54 b   |
|                                   | Nelore (N)    | 444,8 b       | 220,8   | 49,6 a    | 53,64 b                | 5,84 a   |
| Restle <i>et al.</i><br>(2001 b)  | C             | 471,0 a       | 245,7 a | 52,1      | 66,3 a                 | 6,1      |
|                                   | N             | 410,0 b       | 214,0 b | 52,2      | 51,4 c                 | 6,2      |
|                                   | 3/4C+1/4N     | 520,0 a       | 268,0 a | 51,4      | 64,7 ab                | 6,6      |
|                                   | 3/4N+1/4C     | 481,0 a       | 255,1 a | 53,0      | 59,1 b                 | 7,7      |
| Restle <i>et al.</i><br>(2003)    | C             | 511,0         | 250,0   | 49,0 b    | s/d                    | 4,9 b    |
|                                   | 3/4C+1/4N     | 532,0         | 272,0   | 51,1 a    |                        | 4,9 b    |
|                                   | 1/2C+1/2N     | 528,0         | 268,0   | 50,8 a    |                        | 6,9 a    |

Nota: PV: peso vivo; PC: peso canal; Rend: rendimiento. AOB: área ojo de bife; EGS: espesor de grasa subcutánea; s/d: sin dato. Valores entre columnas con letras distintas son significativamente distintas (P<0.05).

**Cuadro 9.** Efecto de la alimentación y la raza de vacas de descarte sobre la calidad de la canal.

| Autor                           | Características                 | Parámetros                     | PVf (kg) | PC (kg)               | Rend. (%) | AOB (cm <sup>2</sup> ) | EGS (mm) |
|---------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|----------|-----------------------|-----------|------------------------|----------|
| Stelzleni<br><i>et al.</i> 2007 | Vacas de razas<br>carniceras    | Flacas                         | s/d      | 302 c                 | s/d       | 72 cd                  | s/d      |
|                                 |                                 | Gordas                         |          | 377 b                 |           | 83 ab                  |          |
|                                 | Vacas de razas<br>lecheras      | Flacas                         |          | 354 b                 |           | 68 d                   |          |
|                                 |                                 | Gordas                         |          | 407 a                 |           | 79 bc                  |          |
|                                 | Control                         | Novillos                       |          | 357 b                 |           | 91 a                   |          |
|                                 | Nunes Vaz<br><i>et al.</i> 2002 | Confinamiento<br>Raza Hereford |          | Novillos de<br>2 años |           | 427 b                  |          |
| Vacas de 8<br>años              |                                 |                                | 476 a    | 222                   | 46,6      | 49                     | 5,8      |

Nota: PVf: peso vivo final. PC: peso de canal. Rend: rendimiento. AOB: área de ojo de bife, EGS: espesor de grasa subcutáneo. s/d: sin dato. Valores de una misma línea con letras distintas son significativamente distintas (P<0.05).

En el Cuadro 10 se presenta un resumen de estudios en vacas de descarte con el objetivo de evaluar el efecto de la edad sobre las características de la canal. En general, a mayor edad, se da un mayor peso vivo, peso canal, rendimiento carnicero y engrasamiento (especialmente subcutáneo). Los máximos cambios se encuentran entre 100 y 400 kg PV y a partir de ahí son menores hasta los 600 kg. (Berg y Butterfield, 1979).

La estimación de la canal *in vivo* (área de ojo de bife -AOB- y espesor de grasa -EG-

permite predecir el tiempo de alimentación requerido para alcanzar el punto composicional de faena prefijado (Brito y Pringle, 2001). La dieta recibida durante el periodo de engorde y próximo a la faena juega un rol fundamental en la calidad de la canal. Dietas basadas en granos o suplementación sobre pasturas (altos niveles de energía), determinan mayores rendimientos carniceros con canales más engrasadas (Brito, 2002; Ávilez, 2006) y mayores AOB que novillos terminados exclusivamente sobre pasturas (Cuadro 11).

**Cuadro 10.** Factores que influyen en parámetros relacionados con la calidad de la canal.

| Autor   | Edad        | PV final (kg) | GMD (g/a/día) | PC (kg) | Rendimiento carnicero (%) | AOB (cm <sup>2</sup> ) | EGS (mm) |
|---|-------------|---------------|---------------|---------|---------------------------|------------------------|----------|
| Price y Berg (1981)                                       | < 4 años    | 550           | 1590          | 250     | s/d                       | 69                     | 0,7 a    |
|   | 4 y 5 años  | 551           | 1210          | 281     | s/d                       | 67                     | 1,1 b    |
|   | > 5 años    | 606           | 1190          | 284     | s/d                       | 63                     | 1,2 c    |
| Whythes y Shorthose (1991)                                | < 4 años    | 370 b         | s/d           | 187 b   | 50,5 a                    | s/d                    | 6,3 b    |
|   | 5 y 10 años | 444 a         | s/d           | 222 a   | 50,0 a                    | s/d                    | 9,1 a    |
|   | > 10 años   | 472 a         | s/d           | 221 a   | 46,8 b                    | s/d                    | 4,8 c    |
| Restle <i>et al.</i> (2000) y Restle <i>et al.</i> (2001) | 3 años      | 416 b         | 1608          | 202 b   | 48,6                      | s/d                    | 2,22 b   |
|   | 4 y 5 años  | 436 ab        | 1354          | 210 ab  | 48,1                      | s/d                    | 2,47ab   |
|   | 6 y 8 años  | 453 a         | 1439          | 220 a   | 48,7                      | s/d                    | 3,59 a   |
|   | 12 años     | 434 ab        | 1333          | 211 ab  | 48,7                      | s/d                    | 3,69 a   |
| Galli <i>et al.</i> (2008)                                | 3 años      | 422 b         | 575           | s/d     | 52                        | 64                     | 8,2      |
|   | 4 y 5 años  | 462 ab        | 581           | s/d     | 51                        | 58                     | 11       |
|   | 6 y 8 años  | 503 a         | 580           | s/d     | 47                        | 58                     | 9,86     |
|   | 12 años     | 486 ab        | 367           | s/d     | 47                        | 64                     | 6,33     |

Nota: PV: peso vivo. GMD: ganancia media diaria. PC: peso canal. AOB: área ojo de bife. EGS: espesor de grasa subcutánea. s/d: sin dato. Letras diferentes a, b y c entre columnas son significativamente distintas (P<0.05).

**Cuadro 11.** Factores que influyen en parámetros relacionados con la calidad de la canal.

| Autores                            | Características          | AOB (cm <sup>2</sup> ) | EGS (mm) | PCC (kg) |
|------------------------------------|--------------------------|------------------------|----------|----------|
| Gil y Huertas (2001)               | Novillos sobre pasturas  | 55,3                   | 13,6     | 249,0    |
|                                    | Novillos a corral        | 61,3                   | 8,2      | 268,0    |
| Realini <i>et al.</i> (2004)       | Novillos sobre pastura   | 55,2                   | s/d      | 226,0    |
|                                    | Novillos con concentrado | 62,9                   | s/d      | 240,0    |
| Luzardo <i>et al.</i> (2014) Año 1 | NOF 4%PV + S 0%PV        | 53,8 a                 | 4,57 b   | 220,9 a  |
|                                    | NOF 2%PV + S 0%PV        | 48,7 b                 | 3,27 b   | 187,4 b  |
|                                    | NOF 2%PV + S 0,8%PV      | 55,5 a                 | 6,29 a   | 228,8 a  |
| Luzardo <i>et al.</i> (2014) Año 2 | NOF 4%PV + S 0%PV        | 50,3 b                 | 4,73 a   | 210,1 b  |
|                                    | NOF 2%PV + S 0,8%PV      | 46,2 b                 | 3,14 b   | 185,8 c  |
|                                    | NOF 2%PV + S 1,6%PV      | 56,0 a                 | 4,64 a   | 225,5 a  |

Nota: AOB: área de ojo de bife. EGS: espesor de grasa subcutánea. PCC: Peso de canal caliente. "NOF:Nivel de Oferta de Forraje. S: Suplementación. PV: Peso Vivo. s/d: sin dato. a, b y c: medias con letras diferentes entre filas, son significativamente diferentes entre sí, para cada año (P<0,05).

Miller *et al.* (1987) llevaron a cabo un estudio con vacas adultas de razas carniceras con una dieta de baja energía o mantenimiento (BE) o de alta concentración energética (AE) en base a ensilaje de maíz. Los pesos iniciales promediaron 562 kg, obteniéndose ganancias de 100 g/a/día para BE y 1000 g/a/

día para AE. Los PCC fueron mayores en AE (390 kg) que en BE (299 kg), al igual que el AOB y EGS (70,7 cm<sup>2</sup> y 3,5 mm en BE y 80,3 cm<sup>2</sup> y 15,5 mm en AE). Restle *et al.* (2000, 2001a) evaluaron la suplementación con sorgo a diferentes niveles (0, 0,3, 0,6 y 0,9 % PV) en vacas Charolais en pastoreo

horario sobre verdeos de raigrás anual y triticale (4 horas diarias) y Restle *et al.* (2001b) con niveles de suplementación (0, 0,4 y 0,8 % PV) durante 76 días. En estos estudios, las variables PV inicial y final, GMD, PC fría, rendimiento carnicero y EGS no presentaron diferencias entre tratamientos.

En el Cuadro 12 se presenta un resumen de diversos experimentos realizados en vacas de descarte en engorde a corral. En términos generales, una mayor duración del tiempo de encierre permite terminar los animales a mayores pesos vivos, con mayor peso canal, AOB y engrasamiento.

**Cuadro 12.** Factores que influyen en parámetros relacionados con la calidad de la canal.

| Autor                          | Características   | Tratamientos   | PV inicial | PV final | GMD (kg/d) | PC   | Rendimiento (%) | AOB (cm <sup>2</sup> ) | EGS (mm) |
|--------------------------------|---|----------------|------------|----------|------------|------|-----------------|------------------------|----------|
| Matulis <i>et al.</i> (1987)   | Raza: británica<br>Efecto del tiempo de internada                           | 0 día          | 432        | 379      | s/d        | 199  | s/d             | 47,4                   | 12       |
|                                |   | 28 días        |            | 430      |            | 223  |                 | 57,5                   | 24       |
|                                |   | 56 días        |            | 468      |            | 254  |                 | 62,8                   | 57       |
|                                |   | 84 días        |            | 506      |            | 288  |                 | 65,2                   | 141      |
| Brown y Johnson (1991)         | Raza: carnicera, cruce Brahman<br>Heno <i>Cynodon</i> + suplemento (S)      | T (sin S)      | s/d        | s/d      | 0,490      | 233  | 48,5            | 60                     | 36       |
|                                |   | S Pulpa citrus |            |          | 0,695      | 246  | 50,4            | 66                     | 49       |
|                                |   | S Melaza caña  |            |          | 252        | 50,8 | 65              | 53                     |          |
| Schnell <i>et al.</i> (1997)   | Diversas razas<br>Diferentes duraciones de encierre                         | 17 días        | 479        | 477b     | 0,05c      | 237b | 49,4b           | 49,5b                  | s/d      |
|                                |   | 28 días        | 525        | 556a     | 1,04b      | 295a | 53,1a           | 63,4a                  |          |
|                                |   | 42 días        | 507        | 564a     | 1,30b      | 298a | 52,6a           | 63,9a                  |          |
|                                |   | 56 días        | 512        | 606a     | 1,74a      | 319a | 52,7a           | 70,6a                  |          |
| Kuss <i>et al.</i> (2005)      | Charolais, Nelore.<br>Edad 8,5 años,<br>48% voluminoso,<br>52% concentrado. | 60 días        | s/d        | 465      |            | 238b | s/d             | s/d                    | s/d      |
|                                |   | 75 días        |            | 507      |            | 258b |                 |                        |          |
|                                |   | 140 días       |            | 566      |            | 311a |                 |                        |          |
| Stelzlein <i>et al.</i> (2008) | Angus x Brahman,<br>85% maíz, 15% cascara algodón                           | Pastoreo       | 491        | 491b     | 0b         | 229b | s/d             | 64b                    | 24b      |
|                                |   | 42 días        |            | 501b     | 0,370b     | 262b |                 | 72ab                   | 41b      |
|                                |   | 84 días        |            | 581a     | 0,990a     | 311a |                 | 79a                    | 95a      |
| Moura <i>et al.</i> (2013)     | Razas carniceras.<br>Edad 7,2 años.<br>Ensilaje: maíz (M)                   | M 1,08 %PV     | 438        | 531      | 1,810      | 258  | 45,0            | s/d                    | 38       |
|                                |   | M 1,62 % PV    |            | 554      | 2,000      | 267  | 48,2            |                        | 44       |

Nota: PV: Peso vivo. GMD: ganancia media diaria. PC: peso de canal. AOB: área de ojo de bife. EGS: espesor de grasa subcutánea. s/d: sin datos. a y b: medias con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes entre sí.

## 5.4. Parámetros que definen la calidad de la carne y factores que la afectan

### 5.4.1. pH y maduración

Luego de la muerte del animal los valores de pH normales a las 24 - 48 horas se encuentran entre 5,4 - 5,8 (Lawrie, 1998). Valores superiores a 5,8 generan un deterioro de la carne, condicionando la actividad enzimática, el sabor, el color, la terneza y la carga microbiana (Santini *et al.*, 2003).

En el proceso de descenso de pH, se establece el *rigor mortis* (Lawrie, 1998), ocurriendo el proceso de maduración que continúa durante el almacenamiento de la carne hasta su consumo. Este proceso se ve influenciado por la edad del animal, el sexo (Molinero *et al.*, 2005), el aturdimiento, tiempo de maduración, empaquetado y velocidad de enfriamiento de la canal (Garrido *et al.*, 2005).

Durante la maduración se producen modificaciones como la oxidación de los lípidos intramusculares y la mioglobina que afectan el color y flavor de la carne (Molinero *et al.*, 2005). Por su parte, la terneza y el sabor se ven afectados por el tiempo y la temperatura de refrigeración durante la maduración, siendo recomendado un periodo de 10 a 14 días, a temperaturas entre 2 a 4 °C (Lawrie, 1998; Ouali *et al.*, 2006). La reducción de la temperatura del músculo permite minimizar la pérdida de proteínas y la inhibición del crecimiento bacteriano. Sin embargo, rápidas reducciones del pH pueden afectar la calidad de la carne, causando acortamiento por frío, generando un menor grado de terneza (Brito, 2002).

Los valores de pH registrados en las Audito-

rias de Calidad de Carne del Uruguay de INIA e INAC muestran que durante el año 2003 el 22,5% de las canales evaluadas (machos y hembras) presentaban valores superiores a 5,8, mientras que este valor en 2008 y 2013 fue de 14,7 y 18,0%, respectivamente. En lo referente a la categoría vacas y vaquillonas durante el año 2013, los valores encontrados por encima del normal (pH 5,8) fueron de 16,3 y 7,0%, respectivamente (Correa y Brito, 2017).

### 5.4.2. Color de la carne y de la grasa

Al momento de la comercialización de la carne, el color es uno de los factores determinantes de compra por parte del consumidor (Santini *et al.*, 2003; Albertí *et al.*, 2005, de la Fuente *et al.*, 2005; Ouali *et al.*, 2006), desechando colores extremos y apreciando un color rojo brillante (de la Fuente *et al.*, 2005).

A nivel nacional se cuenta con numerosos datos de color de carne y de grasa a partir de las Auditorias de Calidad de Carne de INIA e INAC. Para el caso del color del músculo (evaluado en forma visual a nivel del AOB), los resultados del año 2013 muestran que el 90,1% de las canales evaluadas presentaban una coloración normal, variando la proporción de cortes oscuros según categoría (Cuadro 13). Para el color de la grasa en el año 2008 se vio que el 8,0% de las canales estuvieron comprendidas en grados de rechazo 7 y 8 según escala Aus-Meat (2016), disminuyendo a 0,7% durante el año 2013. En este año, en la categoría vacas de 8 dientes los valores de rechazo fueron de 1,6% del total de las canales evaluadas, mientras que en las vacas de 6 dientes no se encontraron rechazos. En las vaquillonas de 2 y 4 dientes, el 4,8 % presentó una coloración de grasa en el grado 7 (Correa y Brito, 2017).

**Cuadro 13.** Auditoria de Calidad de Carne del Uruguay de INIA e INAC - % de rechazo de canales por cortes oscuros (2013).

| Color del músculo | Categoría |       |             |       |
|-------------------|-----------|-------|-------------|-------|
|                   | Novillo   | Vacas | Vaquillonas | Total |
| Normal            | 88,4      | 94,8  | 98,7        | 90,9  |
| Oscuro            | 11,6      | 5,2   | 1,3         | 9,1   |

Fuente: Correa y Brito, 2017.

Cuando el pH final de la carne es elevado se generan cortes oscuros, que presentan una consistencia seca, dura y algo pegajosa, con mayor susceptibilidad al ataque por microorganismos (Lawrie, 1998). Los parámetros que definen el color de la carne ( $L^*$  luminosidad,  $a^*$  rojo y  $b^*$  amarillamiento) se correlacionan negativamente con el pH, generando tonalidades más oscuras cuando el pH aumenta (Page *et al.*, 2001).

La raza, el sexo y la edad afectan el color de la carne. Generalmente, tienen mayor tendencia a cortes oscuros los machos enteros que los machos castrados y las hembras (Bocco *et al.*, 2005). Zea *et al.* (2007) encontraron que el  $L^*$  fue ligeramente más alto y el  $b^*$  más bajo en machos que en hembras, siendo el  $a^*$  similar entre ambos sexos. En cuanto a la edad, a mayor edad, mayor es la posibilidad de ocurrencia de este tipo de cortes (Depetris, 2000). Sin embargo, Galli *et al.* (2008) no encontraron diferencias en el color del músculo en vacas de descarte de diferentes edades. Wulf *et al.*, (1997), determinaron que los *Bos taurus* presentan valores de  $L^*$  mayores y de  $a^*$  menores que los *Bos indicus*.

En cuanto al color de la grasa, la más relevante para el consumidor es la de cobertura, variando entre blanco y amarillo pálido, es-

tando muy influenciada por la dieta que reciben los animales (de la Fuente *et al.*, 2005) y por la edad de los mismos. A medida que el animal crece, la coloración tiende a ser más amarilla (Bocco *et al.*, 2005). Galli *et al.* (2008) observaron que el color de la grasa presentó coloración más amarilla (parámetro  $b^*$ ) en vacas mayores a 6 años en comparación a vacas menores a esta edad.

Dietas de alto contenido energético provocan una disminución en el contenido de pigmentos de mioglobina, resultando un color más claro de la carne (Boleman *et al.*, 1996). A su vez, el consumo de pasturas, que usualmente tienen elevados contenidos de pigmentos (carotenos) que se depositan en los adipocitos, provoca el color amarillento de la grasa, característica de animales provenientes de sistemas extensivos, acompañados por un color más oscuro del músculo (Bolte, 2000).

Diversos estudios en novillos (Cuadro 14) evaluaron el efecto del sistema de alimentación en los parámetros  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$ . Los resultados coincidieron en que la inclusión de suplementos en la dieta generan mayores valores de  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$ . En el color de la grasa, los animales terminados en pasturas presentaron valores más altos de  $L^*$  y  $b^*$  que en animales terminados con concentrados (Realini *et al.*, 2004).

**Cuadro 14.** Influencia del sistema de alimentación sobre los parámetros de color de carne y grasa.

| Autor                              | Tratamiento              | Color de la carne |        |        | Color de la grasa |       |        |
|------------------------------------|--------------------------|-------------------|--------|--------|-------------------|-------|--------|
|                                    |                          | $L^*$             | $a^*$  | $b^*$  | $L^*$             | $a^*$ | $b^*$  |
| Realini <i>et al.</i> (2004)       | Pasturas                 | 33,8              | 20,5   | 8,8    | 72,4a             | 5,9   | 15,2a  |
|                                    | Concentrado              | 35,6              | 20,4   | 8,4    | 71,8ab            | 5,2   | 13,5b  |
|                                    | Concentrado + Vitamina E | 36,3              | 20,9   | 9,2    | 69,8b             | 5,5   | 14,5ab |
| Stelzeni <i>et al.</i> (2008)      | Pastura                  | 35,7 c            | 24,5 b | 9,7 b  | s/d               |       |        |
|                                    | 42 días de encierre      | 37,8 a            | 26,0 a | 10,7 a |                   |       |        |
|                                    | 84 días de encierre      | 37,0 b            | 26,1 a | 10,5 a |                   |       |        |
| Luzardo <i>et al.</i> (2014) Año 1 | NOF 4% PV – S 0% PV      | 36,6 ab           | 13,3 b | 7,0 b  | s/d               |       |        |
|                                    | NOF 2% PV – S 0% PV      | 34,9 b            | 12,4 b | 6,4 b  |                   |       |        |
|                                    | NOF 2% PV – S 0,8% PV    | 39,7 a            | 15,8 a | 8,8 a  |                   |       |        |
| Luzardo <i>et al.</i> (2014) Año 2 | NOF 4% PV – S 0% PV      | 37,5              | 14,4 b | 8,3 b  | s/d               |       |        |
|                                    | NOF 2% PV – S 0,8% PV    | 40,5              | 14,6 b | 8,7 b  |                   |       |        |
|                                    | NOF 2% PV – S 1,6% PV    | 39,5              | 17,2 a | 10,4 a |                   |       |        |

Nota:  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$ : parámetros de color. NOF: nivel de oferta de forraje; PV, peso vivo y S; nivel de suplementación s/d: sin dato. a, b y c: medias con letras diferentes entre columnas, son significativamente diferentes entre sí, para cada autor ( $P < 0,05$ ).

Zea *et al.* (2007) evaluando el efecto de diferentes tipos de alimentación (suplementación en base a cebada y soja, maíz y ensilado de pradera) sobre los parámetros de calidad de la carne en machos y hembras, observaron que el sistema de alimentación afectó los valores de L\* y b\* en la carne de machos y los valores de L\* y b\* en la grasa de hembras. Dijkhuis *et al.* (2008) encontraron valores de 40,3, 25,9 y 10,4 en L\*, a\* y b\*, respectivamente, en vacas de descarte cruce con predominancia de genotipo Brangus. A su vez, Weber *et al.* (2012) obtuvieron valores similares de L\* (39,1) y a\* (28,0) en sus estudios pero mayores valores del parámetro b\* (17,4) en vacas de descarte para razas carniceras predominantemente de sangre británica, entre 2 y 8 años de edad, alimentadas con una dieta a base de concentrado.

#### 5.4.3. Terneza

La terneza se encuentra afectada principalmente por el descenso de pH, la tasa de enfriamiento, la estimulación eléctrica, el periodo de maduración, el envasado, el manejo, preparación de los cortes y su cocción (Brito *et al.*, 2002). Sin embargo, existen otros factores que influyen en el resultado final de terneza, como especie, raza, edad, sexo, tipo

de músculo (Sinex, citado por Takahashi, 1996), contenido de tejido conectivo, colágeno (Griffin, citado por Barriada, 1995), colágeno soluble (Dransfield, citado por Barriada, 1995) y grasa intramuscular (Lawrie, 1998; Brito *et al.*, 2002, Feed y Franco, 2004),

Según Marsll, citado por Soria y Corva (2004), las razas continentales producen carne ligeramente más dura con menor contenido de grasa intramuscular que las británicas. Wulf *et al.* (1997); Crouse *et al.*, Shackford *et al.*, citados por Soria y Corva (2004), demostraron en animales cruce que a mayor proporción de genes cebuinos el grado de terneza disminuye progresivamente en comparación a razas europeas. Franco *et al.* (2002) evaluaron diferencias entre la raza Hereford y sus cruces con Angus, Nelore y Salers, encontrando que la fuerza de corte aumenta a medida que la proporción de sangre indica es mayor.

En el Cuadro 15 se presenta un resumen de estudios llevados a cabo en vacas de descarte con el objetivo de observar efectos en la terneza de la carne. Sin embargo, estas investigaciones no encontraron diferencias en los valores de fuerza de corte para esta categoría según los factores evaluados.

**Cuadro 15.** Resultados en calidad de carne en vacas de descarte.

| Autor                         | Características   | Tratamientos              | Terneza |
|-------------------------------|---|---------------------------|---------|
| Grassi y Müller (1991)        | Vacas Charolais y Angus de 7-11 años, terminadas a campo natural durante un periodo de 185 días | Vacías                    | 8,1     |
|                               |   | Preñadas                  | 7,7     |
|                               |   | Castradas quirúrgicamente | 7,5     |
|                               |   | Castradas DIU             | 7,4     |
| Galli <i>et al.</i> (2008)    | Vacas Hereford sobre una pradera de festuca y alfalfa durante 140 días                          | 3 años                    | 5,1     |
|                               |   | 4 y 5 años                | 5,8     |
|                               |   | 6 y 8 años                | 5,4     |
|                               |   | 12 años                   | 4,7     |
| Malterre <i>et al.</i> (1989) | Vacas Limousin a corral   | 79                        | 3,0     |
|                               |   | 123                       | 4,2     |
| Restle <i>et al.</i> (2003)   | Vacas Charolais (C) y sus cruces con Nelore (N) a corral durante 80 días                        | C                         | 5,9     |
|                               |   | 3/4C+1/4N                 | 5,7     |
|                               |   | 1/2C+1/2N                 | 5,7     |

Mayores niveles de consumo y/o de energía afectan la composición muscular y la deposición de tejido magro, llevando a un menor contenido de agua y una mejora de la terneza, asociada a una menor cantidad de tejido conectivo y mayores grados de marmoreo (Depetris, 2000). Dietas de alta energía determinan altas tasas de síntesis proteica (Aberle *et al.*; Miller *et al.*, citados por Boleman *et al.*, 1996), resultando en un incremento del colágeno soluble en la carne (Aberle *et al.*, citados por Boleman *et al.*, 1996) que contiene menos cruzamientos intermoleculares y fibras de colágeno menos estables con alta solubilidad (McClain y Wiley, Millar *et al.*, citados por Boleman *et al.*, 1996; Rampala y Jones, citados por Sañudo *et al.*, 2004).

Bolte (2000) establece que en sistemas de terminación en base a forraje las carnes son más magras con grados (sensoriales) menores de terneza debido a mayores cantidades de tejido conectivo, con mayores valores de fuerza de corte, comparada con carnes de animales con terminaciones a granos. Sin embargo, estudios de Brito *et al.* (2014) resaltan el hecho de que la carne proveniente de novillos terminados con granos presenta valores de terneza menores o similares a la proveniente de aquellos terminados en pasturas.

En el Cuadro 16 se presentan los valores de fuerza de corte obtenidos para diferentes periodos de maduración en novillos Hereford. En estos estudios no se encontraron diferencias en los valores de fuerza de corte entre sistemas de alimentación.

**Cuadro 16.** Fuerza de corte en carne de novillos según dieta y días de maduración.

| Autor                                 | Tratamiento | Fuerza de corte según días de maduración (kgF) |        |         |         |
|---------------------------------------|-------------|--|--------|---------|---------|
|                                       |             | Inicial  | 7 días | 14 días | 20 días |
| Realini <i>et al.</i> (2004)          | Pastura     | 4,7  | 2,9    | 2,8     | s/d     |
|                                       | Concentrado | 4,5  | 3,8    | 3,4     | s/d     |
| Luzardo <i>et al.</i> (2014)<br>Año 1 | NOF4 + S0   | s/d  | 3,5    | s/d     | 3,1     |
|                                       | NOF2 + S0   |  | 4,2    |         | 3,3     |
|                                       | NOF2 + S0,8 |  | 3,5    |         | 3,0     |
| Luzardo <i>et al.</i> (2014)<br>Año 2 | NOF4 + S0   |  | 3,7    |         | 3,2     |
|                                       | NOF2 + S0   |  | 3,8    |         | 3,4     |
|                                       | NOF2 + S0,8 |  | 4,6    |         | 3,9     |

Nota: NOF2: nivel de oferta de forraje al 2% del peso vivo; NOF4: nivel de oferta de forraje al 4% del peso vivo. S0: sin asignación de suplemento; S0,8: Suplementación con sorgo al 0,8% del peso vivo. s/d: sin dato.

En el Cuadro 17 se resumen estudios en vacas de descarte, donde se evaluó la fuerza de corte a partir de diferentes días a corral. El aumento del periodo de engorde, genera

mayores niveles de engrasamiento y menores fuerzas de corte por un aumento del colágeno soluble que permite ternezas más aceptables.

**Cuadro 17.** Fuerza de corte en carne en vacas de descarte adultas según días de encierre.

| Autor                          | Raza               | Edad (años)  | Días de confinamiento | Peso Canal (kg) | Fuerza de corte (kg/F) |
|--------------------------------|--------------------|--------------|-----------------------|-----------------|------------------------|
| Matulis <i>et al.</i> (1987)   | Británicas         | Entre 9 y 13 | 0                     | 198,6 d         | 9,0 b                  |
|                                |                    |              | 28                    | 225,5 c         | 10,4 b                 |
|                                |                    |              | 56                    | 253,7 b         | 6,5 a                  |
|                                |                    |              | 84                    | 287,9 a         | 6,4 a                  |
| Kuss <i>et al.</i> (2005)      | Charolais y Nelore | 8,5          | 60                    | 298,0 b         | 3,9 b                  |
|                                |                    |              | 75                    | 258,0 b         | 4,9 a                  |
|                                |                    |              | 140                   | 311,1 a         | 4,9 a                  |
| Stelzleni <i>et al.</i> (2008) | Angus x Brahman    | s/d          | 0                     | 229,3 b         | 9,0 a                  |
|                                |                    |              | 42                    | 261,6 b         | 6,15 b                 |
|                                |                    |              | 84                    | 311,1 a         | 5,3 b                  |

Nota: s/d: sin dato

Mandell *et al.* (2006) trabajaron con vacas de descarte de razas carniceras y lecheras a los efectos de medir características de calidad de

canal y carne. En sus resultados observaron que el tiempo de maduración no afectó el pH, pero sí generó diferencias en la terneza (Cuadro 18).

**Cuadro 18.** Variación del pH y la terneza según días de maduración.

| Parámetros medidos | Días de maduración |      |      |      |
|--------------------|--------------------|------|------|------|
|                    | 2                  | 7    | 14   | 28   |
| pH                 | 5,68               | 5,63 | 5,66 | 5,64 |
| Terneza (kgF)      | 5,41               | 5,06 | 4,44 | 3,70 |

Fuente: Mandell *et al.*, 2006

#### 5.4.4. Ácidos grasos

Los ácidos grasos (AG) son clasificados en ácidos grasos saturados (AGS; sin dobles enlaces) e insaturados (con dobles enlaces). Dentro de estos últimos se dividen en monoinsaturados (AGMI; un doble enlace) y poliinsaturados (AGPI; más de un doble enlace) (Depetris y Santini, 2005). Los AGPI a su vez, se subdividen en omega 3 (n-3) y omega 6 (n-6) y se los considera esenciales debido a la incapacidad del organismo de sintetizarlos, motivo por el cual deben ser incorporados con la dieta (Simopoulos *et al.*, citados por Sanhueza *et al.* 2002; Depetirs y Santini, 2006).

En vacunos, los AGS, AGMI y AGPI constituyen el 44%, 45% y 6%, respec-

tivamente de los lípidos totales (Duckett y Realini, 2002). Dentro de los AGS los principales son el palmítico (16:0), el esteárico (18:0) (Scollan *et al.*, 2006; Higgs, citado por Saadoun y Cabrera, 2012) y el mirístico (14:0) (Hegdest *et al.*, Keys *et al.*, citados por Duckett y Realini, 2002). En los AGMI el ácido oleico (18:1 n-9) es el principal (Scollan *et al.*, 2006; Higgs, citado por Saadoun y Cabreara, 2012). Los AGPI más frecuentes pertenecen a la series n-6 y n-3, que tienen como principales al ácido linoleico (18:2 n-6, predominante en los granos) y linoléico (18:3 n-3, en las pasturas) (Calvo, 2006). Estos AG y el araquidónico (20:4 n-6) no son sintetizado por el organismo humano, debiendo obtenerse de la dieta (Lawrie, 1998).

Los AG son componentes importantes de la dieta en humanos, constituyendo un aporte energético importante, destacándose por sus efectos benéficos (AGMI y AGPI) o potencialmente dañinos (AGS) (Sanhueza *et al.*, 2002). Los AGS elevan los niveles plasmáticos de colesterol (Lawrie, 1998; Gil y Huertas, 2001), mientras que los AGPI tienden a disminuirlo (Gil y Huertas, 2001). El departamento de Salud del Reino Unido (Zea, 2005; de la Torre *et al.*, 2006) recomiendan que la dieta humana contenga una composición rica en AGPI y pobre en AGS, con una relación AGPI/AGS mayor a 0,45 y n-6/n-3 menor a 4. La relación n-6/n-3 es beneficiosa en carne de rumiantes, especialmente la que proviene de animales alimentados sobre pasturas con altos niveles de 18:3, determinando un cociente bajo (Wood *et al.*, 2004).

La carne bovina es una fuente dietaria del ácido linoleico conjugado (CLA) el cual ocurre naturalmente en el rumen. El CLA posee propiedades anticancerígenas e inmuno-estimulantes (Tricon *et al.*, citado por Saadoun y Cabrera, 2012). Los niveles varían según la naturaleza y calidad forrajera, la proporción entre forraje y concentrado y la suplementación (Mir *et al.*, citados por De la Torre *et al.*, 2006), entre 3,8 y 4,3 mg/g de lípido para Chin *et al.*, citados por Duckett y Realini (2002) y entre 1,2 y 12,5 mg/g de grasa para Raes *et al.*, citados por De la Torre *et al.* (2006). Los sistemas pastoriles uruguayos generan carne con alto contenido de CLA (Realini *et al.*, 2004). La dosis requerida para el consumo humano se encuentra en el entorno de 0,5% de la dieta o consumos de 15-20 g/día (de Blas, 2004).

Estudios nacionales y regionales resumidos por Cabrera y Saadoun (2014) demostraron que la carne proveniente de sistemas pastoriles tiene un menor contenido de grasa intramuscular (GIM) (1,6 - 3,6%) que la proveniente de sistemas de confinamiento (3,2 -7,7%).

La carne magra tiene más alta proporción en AGPI y más baja en AGS (menos de 2 g/100 g de carne) que la carne a la cual no se le aplicaron recortes del tejido graso (Saadoun y Cabrera, 2012) ya que éste presenta un alto contenido de AGS (37 g/100 g de carne) (Li *et al.*, citados por Saadoun y Cabrera, 2012).

Montossi y Sañudo (2003) estudiando la composición de AG en el músculo *Longissimus dorsi* encontraron que la mayor diferencia entre animales de distintas edades (novillos de 2 años y novillos de 3 años) se observa en el contenido de AGPI, determinando una mejor relación AGPI/AGS en los animales más jóvenes, sin encontrarse diferencias en la relación n-6/n-3 (ambos grupos con valores adecuados).

Estudios realizados sobre el efecto del genotipo en el contenido y composición lipídica de la carne de novillos no encontraron diferencias en la proporción de AG (Cuadro 19). En contraposición, Terevinto y Saadoun, citados por Saadoun y Cabrera (2012), encontraron diferencias en la composición de AG de novillos Hereford y Braford sobre pasturas, siendo los niveles de AGPI superiores en la raza Braford.

**Cuadro 19.** Contenido y composición lipídica en diferentes genotipos.

| Autores                          | Genotipo            | AGS<br>(g/100g de grasa) | AGMI<br>(g/100g de grasa) | AGPI<br>(g/100g de grasa) |
|----------------------------------|---------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Grompone<br><i>et al.</i> (2002) | Hereford            | 44,8                     | 39,2                      | 10,7                      |
|                                  | A. Angus* Hereford  | 45,4                     | 40,2                      | 8,9                       |
|                                  | Salers * Hereford   | 46,3                     | 41,3                      | 9,4                       |
|                                  | Nelore * Hereford   | 46,2                     | 39,1                      | 9,0                       |
| Feed y Franco<br>(2004)          | Hereford            | 45,1                     | 39,1                      | 10,8                      |
|                                  | A. Angus * Hereford | 45,2                     | 39,8                      | 8,9                       |
|                                  | Salers * Hereford   | 45,5                     | 41,3                      | 9,1                       |
|                                  | Nelore * Hereford   | 45,7                     | 39,3                      | 9,1                       |

AGS: ácidos grasos saturados; AGMI: ácidos grasos monoinsaturados, AGPI: ácidos grasos poliinsaturados

Noci *et al.* (2005) evaluaron el efecto de la duración del pastoreo (0, 40, 99 o 158 días) previo a la faena en vacas cruce con Charolais. En sus resultados observaron que la proporción de AGS disminuyó y la de AGPI aumentó a medida que aumentaba la dura-

ción del pastoreo. La concentración de AGMI no presentó diferencias con un promedio entre todos los tratamientos de 42,1%. La relación AGPI/AGS aumentó a medida que aumentaba la duración del pastoreo, así como la relación n-6/n-3 disminuyó (Cuadro 20).

**Cuadro 20.** Composición de ácidos grasos en vaquillonas según días de pastoreo.

| Días de pastoreo | AGS<br>(g/100g de grasa) | AGMI<br>(g/100g de grasa) | AGPI<br>(g/100g de grasa) | n-6 | n-3 | n-6/n-3 | AGPI/<br>AGS |
|------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|-----|-----|---------|--------------|
| 0                | 47,3                     | 43,2                      | 2,9                       | 1,6 | 0,8 | 2,0     | 0,06         |
| 40               | 47,8                     | 40,7                      | 3,2                       | 1,7 | 1,0 | 1,7     | 0,07         |
| 99               | 47,2                     | 42,2                      | 3,3                       | 1,6 | 1,0 | 1,6     | 0,07         |
| 158              | 45,2                     | 42,2                      | 3,9                       | 1,8 | 1,2 | 1,5     | 0,09         |

AGS: ácidos grasos saturados; AGMI: ácidos grasos monoinsaturados, AGPI: ácidos grasos poliinsaturados  
Fuente: Noci *et al.*, 2005

French *et al.*, citados por das Graças *et al.* (2006) evaluaron el contenido de CLA en la GIM de novillos en pastoreo, ensilaje o pastura con suplementación y demostraron que la disminución de la cantidad de concentrado en la dieta causó un aumento del CLA. Realini *et al.* (2004), De la Fuente *et al.*; Latimori *et al.*; Bressan *et al.* (citados por Cabrera y Saadoun, 2014), informaron niveles de CLA entre 0,44 - 0,67% en animales en pastoreo y de 0,23 - 0,34% en animales alimentados con concentrado.

Steen y Porter, citados por Scollan *et al.* (2006), divulgaron que el contenido de CLA en músculo y grasa subcutánea de novillos terminados en pasturas era tres veces mayor que la de terminados en concentrado y French *et al.*, citados por Scollan *et al.* (2006), encontraron un aumento significativo de CLA en el músculo de novillos en pastoreo (1,08%) comparado con alimentaciones de concentrado (0,37%).

## 6. BIBLIOGRAFÍA

**ALBERTÍ, P.; PANEA, B.; RIPIO, G.; SAÑUDO, C.; OLLETA, J.; HEGUERUELA, I.; CAMPO, M.; SERRA, X.** 2005. Medición del color. En: Cañeque, V.; Sañudo, C. (Eds). Serie Ganadera 3. Estandarización de las metodologías para evaluar la calidad del producto (animal vivo, canal, carne y grasa) en los rumiantes. INIA, Madrid. pp. 216-225.

**ASENJO, B.; MIGUEL, J.; CIRIA, J.; CALVO J.** 2005. Factores que influyen en la calidad de la canal. En: Cañeque, V.; Sañudo, C. (Eds). Estandarización de las metodologías para evaluar la calidad del producto (animal vivo, canal, carne y grasa) en los rumiantes. INIA, Madrid. pp. 24-46.

**ÁVILEZ J.** 2006. Incidencia de la alimentación en el engrasamiento de la canal. [en línea] 2 de mayo de 2017. Disponible en [https://www.uco.es/zootecniaygestion/img/datos/06\\_18\\_52\\_trabajo\\_de\\_carne.pdf](https://www.uco.es/zootecniaygestion/img/datos/06_18_52_trabajo_de_carne.pdf).

**BALDI, F.; MIERES, J.; BANCHERO, G.** 2008. Suplementación en invernada intensiva: la suplementación sigue siendo una alternativa económicamente viable. Jornada de producción animal. Montevideo: INIA. pp. 39-52. (Actividades de difusión; 532).

**BARRIADA M.** 1995. Calidad de la carne: parámetros de referencia y factores que la condicionan. Instituto de experimentación y promoción agraria. Serie Monográfica 4. 29 p.

**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.

**BERG, R.T.; BUTTERFIELD, R.M.** 1979. Nuevos conceptos sobre desarrollo de ganado vacuno. Zaragoza, España. 297 p.

**BOCCO, O.; BAVERA, G.; BEGUET, H.; PETRYNA, A.** 2005. Crecimiento, desarrollo

y precocidad. [en línea] 11 de marzo de 2017. Disponible en [http://www.produccion-bovina.com/informacion\\_tecnica/externo/05-crecimiento\\_y\\_precocidad.htm](http://www.produccion-bovina.com/informacion_tecnica/externo/05-crecimiento_y_precocidad.htm).

**BOLEMAN, S.J.; MILLAR, R.K; BUYCK, M.J.; CROSS, H.R.; SAVELL, J.W.** 1996. Influence of realimentation of mature cows on maturity, color, collagen solubility, and sensory characteristics. Journal of Animal Science. 74(9): 2187-2194.

**BOLTE, R.** 2000. Palatability and color of red meat from forage and concentrate fed livestock. [en línea] Consultado 10 jul. 2017. Disponible en [http://uwadmnweb.uwyo.edu/rinewablresources/range/powell/palatability\\_of\\_meat](http://uwadmnweb.uwyo.edu/rinewablresources/range/powell/palatability_of_meat).

**BRITO, G.** 2002. Factores que afectan el rendimiento y calidad de las canales. En: Montossi, F. (Ed). Investigación aplicada a la cadena agroindustrial cárnica; avances obtenidos. Carne ovina de calidad 1998-2001. Tacuarembó, INIA. pp. 47-53. (Serie Técnica 126).

**BRITO, G.; DE MATTOS, D.; MONTOSSI, F.** 2002. Situación y perspectivas de la investigación en calidad de carnes en el Uruguay; el enfoque de INIA. En: Congreso Latinoamericano de Buiatría (10, 2002, Paysandú). Paysandú, Uruguay. pp. 182-187.

**BRITO, G.; LUZARDO, S.; MONTOSSI, F.; SAN JULIÁN, R.; CUADRO, R.; RISSO, D.** 2014. Engorde de novillos hereford mediante diferentes asignaciones de forraje y niveles de suplementación: su efecto en la calidad de la canal y la carne. En: Berreta, E.; Montossi, F.; Brito, G. (Eds.). Alternativas tecnológicas para los sistemas ganaderos del Basalto. INIA. pp. 155-167. (Serie técnica 217).

**BRITO, G.; PRINGLE, D.** 2001. Conceptos generales de ultrasonografía. En: Utilización de ultrasonografía para la predicción de la composición y calidad de la canal. Montevideo, INIA. pp. 1-48. (Serie Actividades de Difusión 261).

- BROWN, W.F.; JOHNSON, D.D.** 1991. Effects of energy and protein supplementation of ammoniated tropical grass hay on the growth and carcass characteristics of cull cows. *Journal of Animal Science*. 69(1): 348–357.
- CABRERA, M.C; SAADOUN, A.** 2014. An overview of the nutritional value of beef and lamb meat from south america. *Journal Meat Science*. 98(3): 435–444.
- CALVO, M.** 2006. Ácidos grasos. *Bioquímica de los alimentos*. [en línea] 12 nov. 2016. Disponible en <http://milksci.unizar.es/bioquimica/temas/lipidos/acidosgrasos.html>.
- CIBILS, R.; VAZ MARTINS, D.; RISSO, D.** 1997. ¿Que es suplementar? En: Jornada técnica sobre suplementación estratégica para engorde de ganado (1996, La Estanzuela, Colonia). Montevideo, INIA. pp. 7-10. (Actividades de Difusión 96).
- COPPO, J.; MUSSART, N.; REVIDATTI, M.; CAPELLARI, A.; NAVAMUEL, J.; FIORIANELLI, S.** 2003. Ganancia de peso y cambios lipídicos en suero de vacas “de invernada” suplementadas con pulpa. *Revista Veterinaria México*, 34(4): 303–313.
- CORREA, D.; BRITO, G.** 2017. Fase II: Trabajo en plantas frigoríficas. En: Brito, Correa, D.; San Julián, R. (Eds). Tercera auditoria de calidad de carne vacuna del Uruguay. Montevideo, INIA. pp. 3-34. (Serie Técnica 229).
- COZZOLINO D.** 2000. Características de los suplementos utilizados en el Uruguay para su empleo en alimentación animal. La Estanzuela, INIA. 16 p. (Serie Técnica 110).
- DAS GRAÇAS, R.; APARECIDA, J.; BARROS, F.; YURIKA, I.; NUNES, I.; VERGYLIO, J.; DE SOUZA, N.; MATSUSHITA, M.** 2006. Fatty acid profile, and chemical composition on of longissimus muscle of bovine steers and bulls finished in pasture system. *Meat Science*. 74(2): 242-248.
- DE BLAS C.** 2004. Cambios en el perfil de ácidos grasos en productos animales en relación con la alimentación animal y humana. Importancia del ácido linoleico Conjugado. 1. Rumiantes. En: curso de especialización fedna. [en línea] 11 de junio de 2016. Disponible en [http://www.produccionbovina.com/informacion\\_tecnica/carne\\_y\\_subproductos/58-cambios\\_perfil\\_acidos\\_grasos.htm#\\_top](http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/carne_y_subproductos/58-cambios_perfil_acidos_grasos.htm#_top).
- DE LA FUENTE J, ÁLVAREZ I, DÍAZ M, PÉREZ C, CAÑEQUE V.** 2005. Determinación de los pigmentos de la carne por espectrofotometría en: Cañeque, V.; Sañudo, C. (Eds.). Estandarización de las metodologías para evaluar la calidad del producto (animal vivo, canal, carne y grasa) en los rumiantes. Madrid, INIA. pp. 226-236. (Serie Ganadera 3).
- DE LA TORRE A, GRUFFAT D, DURAND D, MICOL D, PEYRON A, SCISLOWSKI V, BAUCHART D.** 2006. Factors influencing proportion and composition of cla in beef. *Meat Science*. 73(2): 258-268.
- DEPETRIS, J.** 2000. Calidad de la carne vacuna. [en línea] 23 de agosto de 2016. Disponible en [http://www.produccionbovina.com/informacion\\_tecnica/carne\\_y\\_subproductos/12-calidad\\_de\\_la\\_carne\\_vacuna.htm](http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/carne_y_subproductos/12-calidad_de_la_carne_vacuna.htm).
- DEPETRIS, J.; SANTINI, F.** 2005. Sistemas de alimentación y su impacto sobre las características químicas y organolépticas de la carne en bovinos. [en línea] 23 de agosto de 2016. Disponible en [http://www.inta.gov.ar/balcarce/noticias/expo\\_ganadera/articulos/depetris.htm](http://www.inta.gov.ar/balcarce/noticias/expo_ganadera/articulos/depetris.htm).
- DI MARCO, O.** 1993. Crecimiento y respuesta animal. Buenos aires, aapa. 130 p.
- DI MARCO, O.** 2006. Crecimiento de vacunos para carne. Edición 1ª. INTA. Argentina. 204 p.
- DÍAZ, T.** 2001. Características de la canal y de la carne de corderos lechales manchegos. Correlaciones y ecuaciones de predicción. Tesis doctoral. Madrid, España. Facultad de Veterinaria. 295 p.

- DUCKETT, S.; REALINI, C.** 2002. Más razones para comer carne vacuna. En: Congreso De Producción Y Comercialización De Carne (2º, Montevideo, Uruguay). Montevideo. s.p.
- ELIZALDE, J.C.** 2003. Suplementación en condiciones de pastoreo. [en línea] 23 de agosto de 2016. Disponible en [http://produccionbovina.com.ar/informacion\\_tecnica/suplementacion/13-suplementacion\\_en\\_condiciones\\_de\\_pastoreo.htm](http://produccionbovina.com.ar/informacion_tecnica/suplementacion/13-suplementacion_en_condiciones_de_pastoreo.htm).
- ESPEJO, M.; GARCÍA, S.; LÓPEZ, M.; IZQUIERDO, M.; ROBLES, A.; COSTELA, A.** 2000. Morfología de la canal bovina. En: Cañeque, V.; Sañudo C. (Eds.). Metodología para el estudio de la calidad de la canal y de la carne en rumiante. Madrid, INIA. pp. 65-80.
- FEED, O.; FRANCO, J.** 2004. Importancia de los factores productivos, tecnológicos y de manejo en la calidad de la canal y de la carne vacuna. En: Seminario Técnico Calidad de Carne Ovina y Vacuna (2004, Paysandú). Montevideo, Facultad De Agronomía. pp. 34-45.
- FERNÁNDEZ, E.; MIERES, J.** 2005. Algunos conceptos sobre el uso de suplementos en los sistemas invernaderos. En: Jornada Producción Animal Intensiva (2005, La Estanzuela, Colonia).. Montevideo, INIA. pp. 1-10. (Actividades de difusión 406).
- FERREIRA, J.** 2006. Desempenho e comportamento ingestivo de novilhos e vacas sob frequencias de alimentação em confinamento. Tesis MsC. Unversidade Federal De Santa Maria. 80 p.
- FLORES, J.; BENDERSKY, D.** 2010. Suplementacion sobre verdeos. [en línea] 3 de agosto de 2017. Disponible en [www.produccion-animal.com.ar](http://www.produccion-animal.com.ar).
- FRANCO, J.; FEED, O.; GIMENO, D.; AGUILAR, I.; AVENDAÑO, S.** 2002. Como cambia el rendimiento carnicero con los cruzamientos. Calidad de la canal. En: Seminario De Actualización Técnica; Cruzamientos en bovinos para carnes (2002, Tacuarembó). Montevideo, INIA. pp. 31- 37. (Actividades de difusión 295).
- 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.
- GARCÍA TORRES, S.; ESPEJO, M.; LÓPEZ PARRA, M.; IZQUIERDO, M.; MENDIZÁBAL, J.; PURROY, A.** 2005. Conformación, engrasamiento y sistemas de clasificación de la canal bovina. En: Estandarización de las metodologías para evaluar la calidad del producto (animal vivo, canal, carne y grasa) en los rumiantes. Madrid, INIA. pp. 105-119. (Serie ganadera 3).
- GARÍN, D.; MACHADO, A.; JAUNSOLO, C.** 1993. Performance de novillos Holando bajo distintas presiones de pastoreo en campo natural con lotus corniculatus en cobertura. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 59 p.
- GARRIDO, M.; BAÑÓN, S.; ÁLVAREZ, D.** 2005. Medida del pH. En: Cañeque, V.; Sañudo, C. (Eds.). Estandarización de las metodologías para evaluar la calidad del producto (animal vivo, canal, carne y grasa) en los rumiantes. Madrid, INIA. 206-215. (Serie ganadera 3).
- GEENTY, K.; RATTRAY, P.** 1987. The energy requirements of grazing sheep and cattle. En: livestock feeding on pasture. Nicol, A. (Ed.). New Zealand Society of Animal Production. pp. 39-55.
- GIL, A.; HUERTAS, S.** 2001. Efectos de los diferentes sistemas de producción de bovinos sobre la composición y calidad de las carnes. Montevideo, INIA. pp. 15-46. (Serie FPTA 04).
- GRASSI, C.; MÜLLER, L.** 1991. Efeito do manejo de vacas de descarte no desempenho e nas características da carcaça. Pesquisa Agropecuaria Brasileira. 26(8): 1175–1181.

- GROMPONE, M.; PAGANO, T.; GAYOSO, V.; TAROCO, L.** 2002. Efecto del genotipo en el contenido y composición lipídica de la carne vacuna. En: Seminario de actualización técnica en cruzamientos en bovinos para carnes. (2002, Montevideo). Montevideo, Facultad de Agronomía. pp. 81-85.
- JONES, S.D.M.** 1983. Tissue growth in young and mature cull holstein cows fed a high energy diet. *Journal of Animal Science*. 56(1): 64-70.
- KUSS, F.; RESTLE, J.; BRONDANI, I.; ÁLVES, D.; PEROTTONI, 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.
- LAGOMARSINO, X.; BRITO, G.** 2014. Efecto de la suplementación con subproductos industriales sobre campo natural. En: Berreta, E.; Montossi, F.; Brito, G. (Eds.) *Alternativas tecnológicas para los sistemas ganaderos del Basalto*. pp. 71-91. (Serie técnica 217).
- LANGE, A.** 1980. Suplementación de pasturas para producción de carnes. Comisión técnica intercrea de producción de carnes. Buenos Aires. 74 p.
- LATIMORI, N.; KLOSTER, A.** 1997. Suplementación sobre pasturas de calidad. [en línea] 23 de agosto de 2016. disponible en [http://www.produccionbovina.com/informacion\\_tecnica/invernada\\_o\\_ingorde\\_Pastoril\\_o\\_a\\_campo/37-suplementacion\\_sobre\\_pasturas\\_de\\_calidad.htm#\\_top#\\_top](http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/invernada_o_ingorde_Pastoril_o_a_campo/37-suplementacion_sobre_pasturas_de_calidad.htm#_top#_top).
- LAWRIE, R.A.** 1998. *Ciencia de la carne*. 3ª ed. Zaragoza, Acribia. 367 p.
- LUZARDO, S.; CUADRO, R.; MONTOSI, F.; BRITO, G.** 2014. Intensificación de sistemas de engorde bovino en la región basáltica. En: Berreta, E.; Montossi, F.; Brito, G. (Eds.) *Alternativas tecnológicas para los sistemas ganaderos del Basalto*. pp. 127-154. (Serie técnica 217).
- MAC LOUGHLIN, R.; KLOSTER, A.** 2009. Tablas de requerimientos de nutrientes para recría y engorde bovino. [en línea] 23 de agosto de 2016. Disponible en <http://www.produccionbovina.com>.
- MALTERRE, C.; ROBELIN, J.; AGABRIEL, J.; BORDES, P.** 1989. Engraissement des vaches de réforme de race limousine. *INRA. Productions Animales*, 2(5): 325-334.
- MANDELL, I.B.; CAMPBELL, C.P.; QUINTON, V.M.; WILTON, J.W.** 2006. Effects of skeletal separation method and postmortem ageing on carcass traits and shear force in cull cow beef. *Canadian Journal of Animal Science*. 86(3): 351-361.
- MATULIS, R.; MCKEITH, F.; FAULKNER, D.B.; BERGER, L.L.; GEORGE, P.** 1987. Growth and carcass characteristics of cull cows after different times-on-fed. *Journal of Animal Science*. 65(3): 669-674.
- MEJÍA, J.; MEJÍA, J.** 2007. Nutrición proteica de bovinos productores de carne en pastoreo. *Acta Universitaria*. Guanajuato, México. 17(2):45-54.
- MIERES, J.; ASSANDRI, L.; CÚNEO, M.** 2004. Tablas de valor nutritivo de alimentos. En: Mieres, J. (Ed.) *Guía para alimentación en rumiantes*. Montevideo, INIA. pp. 13-68. (Serie Técnica 142).
- 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.
- MOLINERO, C.; DÍAZ, M.; SÁNCHEZ, M.; MARTÍNEZ, B.; VIEIRA, C.; GARCÍA, M.** 2005. Determinación de la proteólisis miofibrilar por electroforesis en el de poliácridamida (sds-page). En: Cañeque, V.; Sañudo, C. (Eds.). *Estandarización de las metodologías para evaluar la calidad del producto (animal vivo, canal, carne y grasa) en los rumiantes*. Madrid, INIA. pp. 372-380. (Serie ganadera 3).

- MONTOSSI, F.; FIGURINA, G.; SANTAMARINA, I.; BERRETA, E.** 2000. Selectividad animal y valor nutritivo de la dieta de ovinos y vacunos en sistemas ganaderos: teoría y práctica, INIA Tacuarembó. Montevideo: INIA. 84 p. (Serie técnica 113).
- MONTOSSI, F.; SAÑUDO, C.** 2003. Evaluación y promoción de la calidad de la carne y otros productos agroalimentarios uruguayos en base a los estándares de calidad de la Unión Europea y en función de los distintos sistemas productivos del Uruguay. Montevideo, Hemisferio Sur. 56 p.
- MOURA, I.; KUSS, F.; MOLETTA, J.; PEROTTO, D.; STRACK, M.; DE MENEZES, L.** 2013. Terminação em confinamento de vacas de descarte recebendo dietas com diferentes teores de concentrado. *Semina Ciências Agrárias*. 34(1): 399–408.
- NOCI, F.; MONAHAN, F.J.; FRENCH, P.; MOLONEY, P.** 2005. The fatty acid composition of muscle fat and subcutaneous adipose tissue of pasture-fed beef heifers: influence of the duration of grazing. *Journal of Animal Science*. 83(5): 1167-1178.
- N. R. C.** (National research council). 1996. Nutrient requirements of beef cattle. Seventh revised edition, 1996. Washington, D. C.: National Academy Press.
- NUNEZ VAZ, F.; RESTLE, J.; RODRIGUES, A.; DE QUADROS, B.; PASCOAL, L.; BONNECARRERE SANCHEZ, L.; PEREIRA ROSA, J.; GLASEAPP, L.** 2002. Características da Carcaca e da Carne de Novilhos e de Vacas de Descarte Hereford, Terminados em Confinamento. *Revista Brasileira Zootecnia*. 31: 1501-1510.
- ORCASBERRO, R.** 1997. Suplementación y performance de ovinos y vacunos alimentados con forraje. En: Carámbula, M.; Vaz Martins, D.; Indarte, M. (Eds.). *Pasturas y producción animal en áreas de ganadería extensiva*. Montevideo, INIA. pp. 255-238. (Serie técnica 13).
- OUALI, A.; HERRERA-MENDEZ, C.; COULIS, G.; BECILA, S.; BOUDJELLAL, A.; AUBRY, L.; SENTANDREU, M.** 2006. Revisiting the conversion of muscle into meat and the underlying mechanisms. *Meat Science*.74(1): 44-58.
- PAGE, J.K.; WULF, D.M.; SCHWOTZER, T.R.** 2001. A survey of beef muscle color and pH. *Journal of Animal Science*. 79(3):678-687.
- PAVLU, V.; HEJCMAL, M.; PAVLU, L.** 2003. Effect of rotational and vegetation of an upland grassland in the Jizerske Horthy Mts. Czech Republic. *Folia Geobotánica*, 38:21-34.
- 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.
- PEROBELLI, Z.; RESTLE, J.; MÜLLER, L.** 1995. Estudo das carcaças de vacas de descarte das raças charoles e nelore. *Revista Brasileira de Pesquisa Agropecuaria*. 30(3): 409–412.
- PERRACHÓN, J.; BECOÑA, G.; IRIGOYEN, A.** 2009. Pensando en verdeos y praderas. *Revista del Plan Agropecuario*. pp. 46-48.
- FIGURINA, G.** 1999. Engorde de vacas de refugio Tacuarembó (Uruguay). Tacuarembó, INIA. pp. 18-19. (Serie de Actividades de Difusión 198).
- FIGURINA, G.; SOARES DE LIMA, J.M.; BERRETA, E.; MONTOSSI, F.; PITTALUGA, O.; FERREIRA, G.; SILVA, J.A.** 1998. Características del engorde a campo natural. En: Berreta, E.J. (Ed.) *Seminario de actualización en tecnologías para Basalto*. INIA Tacuarembó. pp. 137-145. (Serie Técnica 102).

**PITTALUGA, O.; BRITO, G.; SOARES DE LIMA, J.M.; DEL CAMPO, M.; ZAMIT, W.; DA CUNHA, K.; PIÑEIRO, J.; PIÑEIRO, A.; LAGOMARSINO, X.; OLIVERA, J.; TRINDADE, G.; ARRIETA, G.; MOREIRA, R.** 2005. Efecto de diferentes dietas sobre el crecimiento animal, el rendimiento carnicero y la calidad de la carne. En: Día de campo: "producción animal, pasturas y forestal". Unidad Experimental "Glencoe". pp. 43 - 50. (Serie de actividades de difusión 431).

**POPPI, D.; HUGHES, T.; L'HULLIER, P.** 1987. Intake of pasture by grazing ruminants. En: nicol a. (ed.). Livestock feeding on pasture. Hamilton, New Zealand Society of Animal Production. pp. 55-63. (Occasional publication 10).

**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.

**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 uruguyan beef. Meat Science. 66(3): 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.

**RESTLE, J.; VAZ, F.; CELESTINO, D.; FILHO, A.; PASCOAL, L.; OLIVEIRA, A.; ARBOITTE, M.** 2001a. 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.

**RESTLE, J.; VAZ, F.; ROSO, C.; OLIVEIRA, A.; CERDÓTES, L.; DE MENEZES, L.** 2001b. Desempenho e características da carcaça de vacas de diferentes grupos genéticos em pastagem cultivada com suplementação energética. Revista Brasileira de Zootecnia. 30(6): 1813-1823.

**RESTLE, J.; VAZ, F.; BERNARDES, R.; PASCOAL, L.; DE MENEZES, L.; PACHECO, P.** 2003. Características de carcaça e da carne de vacas de descarte de diferentes genótipos charolês x nelore, terminadas em confinamento. Ciência rural. 33(2): 345-350.

**RISSO, D.** 1981. Influencia del manejo en el comportamiento animal y de la pastura. CIA-AB. 28:1-6.

**RISSO, D.F.; AHUCHAIN, M.; CIBILS, R.; ZARZA, A.** 1991. Suplementación en invernales del litoral. En: Restaino, E.; Indarte, E. (Eds.). Pasturas y producción animal en áreas de ganadería intensiva. Montevideo: INIA. 51-65. (Serie técnica 15).

**RISSO, D.; ZARZA, A.** 1981. Producción y utilización de pasturas para engorde. CIAAB. 28:7-27.

**ROVIRA, J.** 1996. Manejo nutritivo de los rodeos de cría en pastoreo. Montevideo, Hemisferio Sur. 3-58.

**RUIZ DE HUIDOBRO, F.; CAÑEQUE, V.; ANEGA, E.; VELASCO, S.** 2000. Morfología de la canal ovina. En: Cañeque, V.; Sañudo, C. (Eds.). Metodología para el estudio de la calidad de la canal y de la carne en rumiantes. Madrid, INIA. 81-102.

**SAADOUN, A.; CABRERA, M.C.** 2012. Calidad nutricional de la carne bovina producida en uruguay. 2013. Archivos Latinoamericanos de Producción Animal. 2(21):119-130.

- SANHUEZA, J.; NIETO, S.; VALENZUELA, A.** 2002. Ácido linoleico conjugado: un ácido graso con isomería trans potencialmente beneficioso. *Revista Chilena de Nutrición*: 29 (2): 98-115.
- SANTINI, F.; REARTE, D.; GRIGERA, J.M.** 2003. Algunos aspectos sobre la calidad de las carnes bovinas asociadas a los sistemas de producción. En: Jornada de actualización ganadera (1ª, 2001, Balcarce). Resúmenes, Balcarce, INTA. 29-37.
- SAÑUDO, C.; MACIE, E.; OLLETA, J.; VILLARROEL, M.; PANEA, B.; ALBERTÍ, P.** 2004. The effects of slaughter weight, breed type and ageing time on beef meat quality using two different texture devices. *Meat Science*. 66 (4): 925-932.
- SCHNELL, T.D.; BELK, K.E.; TATUM, J.D.; MILLER, R.K.; SMITH, G.C.** 1997. Performance, carcass, and palatability traits for cull cows fed high-energy concentrate diets for 0, 14, 28, 42, or 52 days. *Journal Animal Science*. 75: 1195-1202.
- SCOLLAN, N.; HOCQUETTE, J.; NUERNBERG, K.; DANNENBERGER, D.; RICHARDSON, I.; MOLONEY, A.** 2006. Innovations in beef production systems that enhance the nutritional and health value of beef lipids and their relationship with meat quality. *Meat Science*. 74(1):17-33.
- SIMEONE, A.; BERETTA, V.; ELIZALDE, J.C.; BALDI, F.; FRANCO, J.; DAMONTE, I.; IRAZABAL, G.; REINANTE, R.; SHAW, M.** 2005. Uso de verdeos invernales por vacunos: manejo de la intensidad de pastoreo y la suplementación. En: XIX reunión de la asociación latinoamericana de producción animal. Octubre 2005, Tampico, México.
- SORIA, L.; CORVA, P.** 2004. Factores genéticos y ambientales que determinan la ternera de la carne bovina. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*. 12 (2): 73-88.
- STELZLENI, A.; PATTEN, L.; JOHNSON, D.; CALKINS, C.; GWARTNEY, B.** 2007. Benchmarking carcass characteristics and muscles from commercially identified beef and dairy cull cow carcasses for Warner-Bratzler shear force and sensory attributes. *Journal of Animal Science*. 85(10):2631-2638.
- STELZLENI, A.; JOHNSON, D.; THRIFT, T.** 2008. Effects of days on concentrate and postmortem aging on carcass and palatability characteristics of selected muscles from cull beef cows. *The Professional Animal Scientist*. 24: 334-341.
- TAKAHASHI, K.** 1996. Structural weakening of skeletal muscle tissue during post-mortem ageing of meat; the non-enzymatic mechanism of meat tenderization. *Meat Science*. 43(s1):67-80.
- VAZ MARTINS, D.; FERNANDEZ, E.; LA MANNA, A.; MIERES, J.; BANCHERO, G.** 2005. Efecto del nivel de oferta de forraje y de la suplementación con grano y heno en la performance de novillos que pastoreaban una mezcla de leguminosas y gramíneas durante el otoño. En: Jornada Producción Animal Intensiva. Colonia, INIA. 17 p. (Serie de Actividades de Difusión 406).
- WEBER, M.; DIKEMAN, M.; UNRUH, J.; JAEGER, J.; MURRAY, L.; HOUSER, T.; JOHNSON, B.** 2012. Effects of sequential feeding of  $\beta$ -adrenergic agonists on cull cow performance, carcass characteristics, and mRNA relative abundance. *Journal of Animal Science*. 90(5): 1628-1637.
- WHYTHES, J.; SHORTHORSE, 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.
- WOOD, J.; RICHARDSON, R.; NUTE, G.; FISHER, A.; CAMPO, M.; KASAPIDOU, E.; SHEARD, P.; ENSER, M.** 2004. Effects of fatty acids on meat quality: A Review. *Meat Science*. 66(1): 21-32.

- WULF, D.; O'CONNOR, S.; TATUM, J.; SMITH, G.** 1997. Using objective measures of muscle color to predict beef longissimus tenderness. *Journal of Animal Science*. 75(3): 684-692.
- ZARZA, R.; LA MANNA, A.** 2012. Para ir viendo con tiempo: verdeos de invierno, manejo para mejorar el aporte de forraje. *Revista INIA Uruguay*. 31: 30-32.
- ZEA, J.** 2005. Alimentación y calidad de la carne en terneros; influencia del Sistema productivo. En: *Curso: Alimentación y calidad de la carne en terneros*. Madrid. pp. 83-109.
- ZEA, J.; DÍAZ, M.; CARBALLO, J.** 2007. Efecto de la raza, sexo y alimentación en la calidad de la carne de vacuno. *Archivo de Zootecnia* 56 (1): 737-743.