

# ENGORDE DE NOVILLOS HEREFORD MEDIANTE DIFERENTES ASIGNACIONES DE FORRAJE Y NIVELES DE SUPLEMENTACIÓN: SU EFECTO EN LA CALIDAD DE LA CANAL Y LA CARNE

G. Brito<sup>1</sup>, S. Luzardo<sup>2</sup>  
F. Montossi<sup>3</sup>, R. San Julián<sup>4</sup>  
R. Cuadro<sup>5</sup>; D. Risso<sup>6</sup>

## 1. INTRODUCCIÓN

Existen una gran variedad de factores que pueden afectar a una o varias de las características carniceras, incidiendo tanto en el animal vivo, como en el rendimiento carnicero y la calidad intrínseca de la carne. Estos factores en los sistemas de producción de carne pasan por el proceso productivo (recría y engorde), el sistema de alimentación principalmente en su etapa de terminación, la raza, la edad, el sexo, entre otros. Dentro del sistema de producción, el efecto de la dieta suministrada, es un claro elemento diferenciador del producto cárnico, en cualquiera de las tres etapas de la cadena industrial, en vivo, en la canal y en la carne.

La suplementación ha adquirido una importancia creciente en los sistemas de engorde. Generalmente el concentrado se emplea en pequeñas cantidades para complementar las pasturas con el objetivo de mantener elevadas cargas durante el otoño e invierno, o en la etapa de finalización sobre pasturas de buena calidad, con la finalidad de mejorar las ganancias de peso por animal y alcanzar un mayor grado de engrasa-

miento y conformación, siempre sobre una base forrajera que constituye la mayor parte de la dieta.

El incremento de la intensificación de los sistemas ganaderos de invernada, sobre todo desde el punto de vista de la alimentación constituye una opción viable para acelerar esos procesos productivos, incrementar la producción de carne y mejorar algunos atributos de calidad de carne. Existen numerosos estudios que han evaluado estos parámetros al incluir la incorporación de concentrados a los sistemas pastoriles. Es en base a estos estudios que se ha demostrado que los animales engordados en pasturas, presentan un menor contenido de grasa intramuscular, con un perfil de ácidos grasos rico en omega 3 cuando se compara con los sistemas de alimentación a base de concentrados (Dannenberger *et al.*, 2006), aunque estas diferencias no son siempre tan claras, considerando composición de la dieta, edad de los animales, punto de terminación, tipos raciales (Realini *et al.*, 2004, Razminowicz *et al.*, 2006). Del punto de vista de la aceptación de los consumidores, el agregado de grano a dietas pastoriles, mejoraría la aceptación del producto cárnico

<sup>1</sup>Ing. Agr. Ph.D. Programa Nacional Producción Carne y Lana. INIA Tacuarembó.

<sup>2</sup>Ing. Agr. Programa Nacional Producción Carne y Lana. INIA Tacuarembó.

<sup>3</sup>Ing. Agr. Ph.D. Director Programa Nacional Producción Carne y Lana. INIA Tacuarembó.

<sup>4</sup>Ing. Agr. Ph.D. Programa Nacional Producción Carne y Lana. INIA Tacuarembó.

<sup>5</sup>Ing. Agr. Programa Nacional Pasturas y Forrajes. INIA Tacuarembó.

<sup>6</sup>Ing. Agr. Ph.D. Programa Nacional Pasturas y Forrajes. INIA Tacuarembó.

(Montossi y Sañudo, 2007), como aumentaría la productividad en kilos de carne por hectárea y, la conformación y terminación de los animales (Brito *et al.*, 2007).

El objetivo de este trabajo es evaluar el efecto de diferentes niveles de asignación de forraje de pasturas sembradas en suelos de Basalto y de suplementación en la calidad de la canal y la carne de novillos Hereford.

## 2. DESCRIPCIÓN Y RESULTADOS DE LOS EXPERIMENTOS

Se presentan dos experiencias realizadas en los años 2007 y 2008

### 2.1. Experiencia I - Año 2007

#### *Materiales y Métodos*

El trabajo se realizó entre el 12 de junio y el 10 de diciembre de 2007 (181 días de duración) en la Unidad Experimental Glencoe. Se utilizaron 24 novillos de la raza Hereford de 21 meses de edad, con un peso vivo lleno inicial de  $263 \pm 10,5$  kg. Sobre una pastura compuesta por raigrás, trébol blanco y *Lotus corniculatus* cv. San Gabriel, se definieron tres tratamientos según dos niveles de oferta de forraje (NOF 4 y 2% de PV) y dos niveles de suplementación (0 y 0,8% PV). El suplemento suministrado fue grano de sorgo molido, y el período de acostumbramiento al suplemento fue de 14 días previo al inicio de esta experiencia. En el Cuadro 1 se detallan los tratamientos.

La información relacionada al proceso productivo durante el período mencionado fue presentada en otro artículo. En este trabajo, las variables analizadas para calidad de canal fueron: el peso de canal de caliente (PCC), el área de ojo de bife (AOB), el grado de terminación según el Sistema Oficial de

tipificación (INAC, 1997), el peso de los principales cortes del trasero (peso pistola-PP, peso del Rump & Loin – RL, peso del bife angosto) y su relación con con el PCC y PP. Referente a los atributos de calidad, se midieron el color de la carne por colorimetría (sistema CIE Lab, donde L\* representa la luminosidad, a\* los niveles de rojo y b\* los niveles de amarillo), el grado de dureza a través de la fuerza de corte de las fibras musculares medido con un equipo Warner Braztler con cizalla triangular y el contenido y perfil de ácidos grasos utilizando el procedimiento de Folch *et al.* (1967).

#### *Resultados y discusión*

De acuerdo al Cuadro 2, los distintos sistemas de alimentación generaron diferencias en las ganancias de peso vivo que determinaron variación en los pesos vivos finales entre tratamientos. En este sentido, el tratamiento exclusivamente pastoril con un NOF del 4% (T1) y el tratamiento pastoril (NOF 2%) suplementado (T3), presentaron ganancias de peso significativamente superiores respecto al tratamiento pastoril con un NOF del 2% (T2).

Los T 1 y 3 con mayores pesos vivos vacío (PVV) finales presentaron áreas del ojo de bife (AOB) finales también mayores ( $P < 0,05$ ) respecto a T2, manteniéndose dichas diferencias aún ajustando por el peso vivo lleno final (dato no presentado).

El espesor de grasa subcutánea (EG) fue mayor en el tratamiento suplementado, probablemente debido a una dieta de mayor concentración energética, respecto a los dos tratamientos exclusivamente pastoriles. Dichos tratamientos no presentaron diferencias significativas entre ellos.

Según la escala visual de tipificación por conformación (sistema oficial INAC, 1997), la totalidad de los novillos de los T 1 y 3 estuvieron comprendidos en el grado A, mien-

**Cuadro 1.** Tratamientos experimentales (año 2007).

| Tratamiento | Nivel de Oferta de Forraje (%PV) | Suplementación (%PV) |
|-------------|----------------------------------|----------------------|
| 1           | 4                                | 0                    |
| 2           | 2                                | 0                    |
| 3           | 2                                | 0,8                  |

**Cuadro 2.** Pesos vivos vacíos inicial y final, ganancia media diaria, área del ojo de bife y espesor de grasa, inicial y final, según tratamiento.

| Variable                       | Tratamientos       |                    |                    | P  |
|--------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|----|
|                                | 1                  | 2                  | 3                  |    |
| PVV inicial (kg)               | 245,8              | 241,9              | 242,4              | Ns |
| PVV final (kg)                 | 446,4 <sup>a</sup> | 400,1 <sup>b</sup> | 454,8 <sup>a</sup> | ** |
| GPV (kg/an/d)                  | 1,108 <sup>a</sup> | 0,886 <sup>b</sup> | 1,173 <sup>a</sup> | ** |
| AOB inicial (cm <sup>2</sup> ) | 33,6               | 33,4               | 35,1               | Ns |
| AOB final (cm <sup>2</sup> )   | 53,8 <sup>a</sup>  | 48,7 <sup>b</sup>  | 55,5 <sup>a</sup>  | ** |
| EG inicial (mm)                | 2,03               | 2,20               | 1,97               | Ns |
| EG final (mm)                  | 4,57 <sup>b</sup>  | 3,27 <sup>b</sup>  | 6,29 <sup>a</sup>  | ** |

Nota: Ns: no significativo ( $P>0,05$ ), \*:  $P<0,05$  y \*\*:  $P<0,01$ . a, b, c: medias con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes entre sí ( $P<0,05$ ).

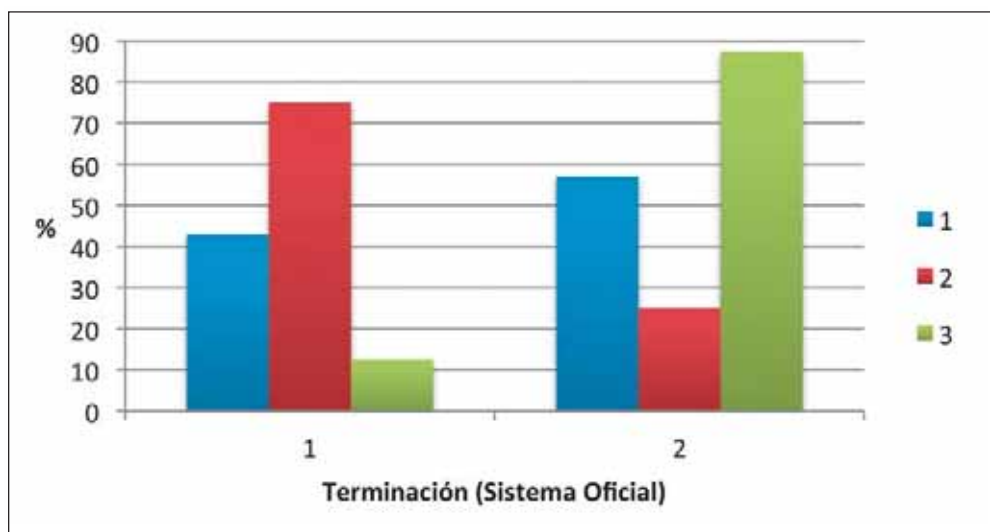
AOB y EG: medidos por ultrasonido entre la 12-13<sup>a</sup> costilla en el animal vivo.

tras que sólo el 25% de los animales en el T2 lograron ese grado. El restante 75% fue de menor conformación. En cuanto al grado de terminación del mismo sistema, aproximadamente el 90% de las canales del T3 fue tipificado como 2, encontrando en el otro extremo, las canales del T2, donde el 75% de las mismas estuvo comprendidas en el grado 1 (Figura 1). Esto concuerda con la información de EG presentada en el Cuadro 2.

Siguiendo el proceso industrial, se registraron los pesos de las canales y de los principales cortes durante la faena, el cuarteo y el desosado.

El peso de la canal caliente (PCC) y el peso pistola (PP) fueron mayores ( $P<0,05$ ) en T1 y T3 respecto a T2. Esto era esperable dada las diferencias observadas en los PVV finales (Cuadro 3). Esa diferencia en peso (kg) se siguió trasladando a los pesos de los cortes que conforman el Rump & Loin (RL-lomo, bife y cuadril). El peso promedio del RL de los animales en los tratamientos T1 y T3 superó ( $P<0,05$ ) al peso promedio del RL de los animales con NOF al 2% PV sin suplementación.

Cuando el rendimiento carnicero se expresa en porcentaje (proporción del RL del PP o del PCC), las diferencias ( $P<0,01$ ) en-

**Figura 1.** Distribución de las canales según grado de terminación por tratamiento.

**Cuadro 3.** Pesos promedios de la canal caliente, del corte pistola y de los cortes que conforman el Rump & Loin y la relación de este con los anteriores.

| Variable  | Tratamientos |        |        | P  |
|-----------|--------------|--------|--------|----|
|           | 1            | 2      | 3      |    |
| PCC (kg)  | 220,9a       | 187,4b | 228,8a | ** |
| PP (kg)   | 48,9a        | 44,0b  | 49,8a  | ** |
| RL (kg)   | 9,9a         | 8,6b   | 10,4a  | ** |
| RL/PP     | 0,20ab       | 0,19b  | 0,21a  | ** |
| RL/PCCizq | 0,09         | 0,09   | 0,09   | Ns |

Nota: Ns: no significativo ( $P>0,05$ ), \*:  $P<0,05$  y \*\*:  $P<0,01$ . a, b, c: medias con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes entre sí ( $P<0,05$ ). PCCizq= peso de la media res caliente izquierda.

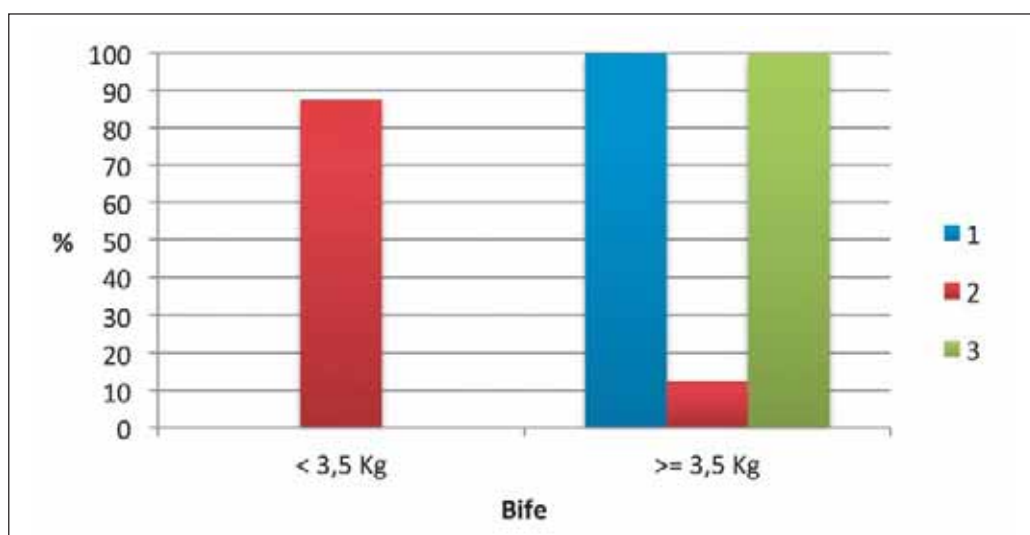
tre tratamientos se mantienen para la relación RL/PP, pero desaparecen ( $P>0,05$ ) para el cociente RL/PCCizq.

En el análisis de rendimiento carnicero, es de interés observar el calibre de algunos de los cortes valiosos, dado que el mismo marca opciones comerciales y valorizaciones diferentes. En esta oportunidad y para los valores observados en el peso del bife angosto, se definió un umbral de 3,5 kg de peso. Nuevamente, al ponderar peso de los cortes, se constata que el 100% de los bifes angostos de los novillos asignados a los tratamientos T1 y T3 fueron mayores a 3,5kg. En cambio, el 87,5% de los bifes correspondientes a los animales del T2 estuvo por debajo de ese umbral (Figura 2).

### Atributos de calidad de carne

Posterior al cuarteo y en las muestras extraídas para análisis de laboratorio, se registraron mediciones relacionadas a atributos de calidad, organoléptica y de inocuidad. La medida de pH último (48 horas post-mortem) hace referencia a lo anterior, no registrándose diferencias significativas ( $P>0,05$ ) entre los tratamientos.

En cuanto al color de la carne (Cuadro 4), el tratamiento suplementado (T3) presentó una mejor coloración que podría reflejarse en una mayor aceptación del consumidor al momento de la compra. La carne procedente de los animales de T3 tuvieron una mejor valoración del brillo, medido a través del

**Figura 2.** Distribución según peso del bife angosto por tratamiento.

**Cuadro 4.** Variables relacionadas a atributos de calidad de carne (color y dureza).

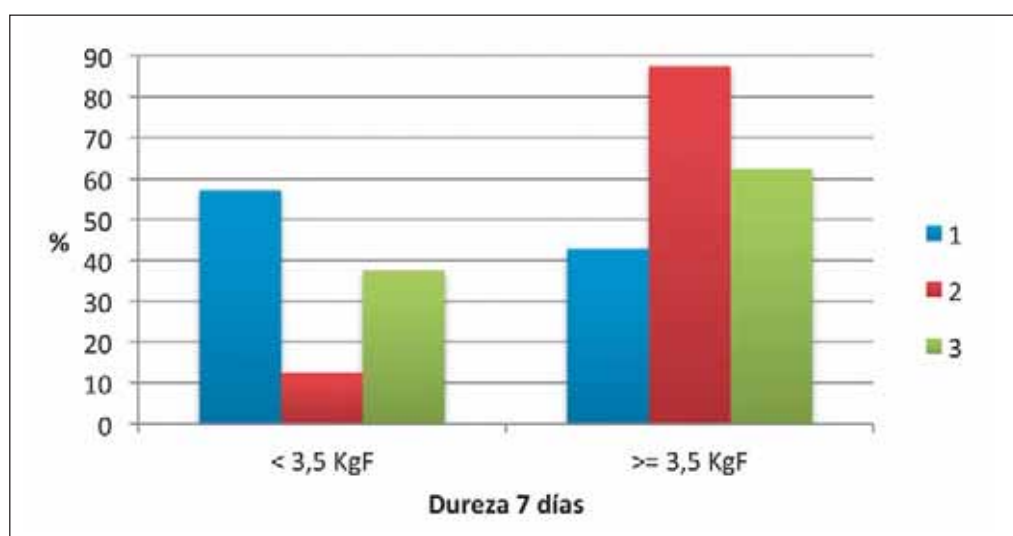
| Variable         | Tratamientos |       |       | P  |
|------------------|--------------|-------|-------|----|
|                  | 1            | 2     | 3     |    |
| L* (7d)          | 36,6ab       | 34,9b | 39,7a | *  |
| a* (7d)          | 13,3b        | 12,4b | 15,8a | ** |
| b* (7d)          | 7,0b         | 6,4b  | 8,8a  | *  |
| Dureza (kgF-7d)  | 3,50         | 4,19  | 3,50  | Ns |
| Dureza (kgF-20d) | 3,10         | 3,34  | 2,95  | Ns |

Nota: Ns: no significativo ( $P>0,05$ ), \*:  $P<0,05$  y \*\*:  $P<0,01$ . a, b, c: medias con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes entre sí ( $P<0,05$ ).

parámetro L\*. Esta variable fue diferente ( $P<0,05$ ) al comprar con el T2, pero no difirió ( $P>0,05$ ) con T1. En lo referente al color rojo dado por el parámetro a\*, la carne de los novillos de T3 tuvo valores más altos de a\*, difiriendo con la carne de los otros dos tratamientos ( $P<0,05$ ). Por otra parte, T1 y T3 no difirieron significativamente en el valor de este parámetro, ni tampoco los dos tratamientos exclusivamente pastoriles entre sí (T1 y T2). Este mismo comportamiento se observa también para el parámetro b\* (nivel de amarillo) del color de la carne ( $P<0,05$ ).

No se encontraron diferencias en los grados de dureza de la carne con dos niveles de maduración, 7 y 20 días (Cuadro 4). La maduración se realizó en cámara de frío a 2°C, estando la muestra de carne envasada

al vacío. Estos valores están por debajo del valor umbral reportado internacionalmente (4,5 kgF) que diferencia carne tierna de dura. Los promedios obtenidos para resistencia al corte de la fibra (dureza) en el período de maduración de 7 días, para la carne de los tratamientos 1 y 3 fueron de 3,5 kgF, valor considerado de alta aceptación por parte de consumidores americanos. Al estudiar la distribución de la dureza de la carne para el período mencionado y utilizando el valor de 3,5 kgF como umbral (Figura 3), el 55% de la carne del T1 estuvo por debajo del mismo, mientras que el 87,5% de las muestras de bife angosto del T2 lo hicieron por encima. Esto permitiría demostrar un mejor comportamiento de esta variable para los novillos alimentados con pasturas a una oferta forrajera del 4% del PV.

**Figura 3.** Distribución según grado de dureza de la muestra de bife angosto por tratamiento.

En la ciencia de la nutrición humana, la relación entre el consumo en cantidad y tipo de grasas y la salud humana ha sido considerada en los últimos años temática de investigación. El Departamento de Salud del Reino Unido (1994) recomienda que el consumo de grasas debiera ser reducido a un 30% del consumo total de energía, donde el consumo de ácidos grasos saturados debía ser un 10% del consumo energético. Al mismo tiempo se establece una relación de ácidos grasos poliinsaturados (AGP) a saturados (AGS) por encima de 0,45. Dado que las carnes rojas poseen naturalmente una relación AGP/AGS cercana a 0,1, se han buscado alternativas para mejorar esta relación durante el proceso de producción. De ahí surge fundamentalmente la comparación de las fuentes de alimentación, pasturas versus granos, comprobándose las ventajas en la composición de ácidos grasos que presentan los sistemas pastoriles, como el nuestro, frente a los sistemas que utilizan dietas mayoritariamente a grano. La alimentación a grano aumenta el contenido de los ácidos grasos monoinsaturados, mientras que los animales terminados a pasturas contienen un mayor porcentaje de poliinsaturados. Más recientemente, los nutricionistas han focalizado los estudios en el tipo de poliinsaturados presentes y en el balance entre los poliinsaturados omega 3 ( $\omega 3$ ), y omega 6 ( $\omega 6$ ). Esta relación  $\omega 6/\omega 3$  es un indicador del factor riesgo en enfermedades cancerígenas y cardíacas. La recomendación es de una relación menor a 4.

La información generada sobre el perfil lipídico de la carne ha estado concentrada

en la comparación entre sistemas alimenticios netamente pastoriles y sistemas en base a concentrados. Es poca la información en esta temática con sistemas pastoriles que incluyen la suplementación, como los que se vienen realizando en nuestro país. El interés en este estudio es evaluar si estos sistemas mantienen las ventajas comparativas de los sistemas pastoriles en la composición de ácidos grasos del punto de vista de las recomendaciones para la salud humana.

En el Cuadro 5, se resume la información referente al contenido de grasa intramuscular en el bife angosto y el perfil de ácidos grasos, teniendo en cuenta las relaciones mencionadas por los Departamentos de Salud para consumo humano de grasas y algunos de los ácidos grasos más importantes en carne vinculados al tipo de dieta ofertada. El ácido linoleico en carne refleja el uso de concentrados, mientras que el ácido linolénico está asociado a dietas en base a pasturas.

El aporte de suplemento, grano de sorgo molido, al 0,8% del PV, determinó un mayor contenido de grasa intramuscular en carne ( $P < 0,05$ ) en comparación con los otros dos tratamientos con oferta única de forraje. Los niveles menores de este depósito de grasa se obtuvieron en el T2, aunque no fueron diferentes a T1 ( $P > 0,05$ ). La carne de los animales de T3 fue la que presentó menor ( $P < 0,05$ ) nivel de ácido linolénico ( $C18:3 \omega 3$ ), con relación a la carne de T1 y T2, tratamientos únicamente pastoriles y donde era esperable encontrar un mayor contenido de este ácido graso (Cuadro 5).

**Cuadro 5.** Promedios de grasa intramuscular, principales ácidos grasos y relaciones entre ellos para los distintos tratamientos.

| Variable            | Tratamientos |       |       | P  |
|---------------------|--------------|-------|-------|----|
|                     | 1            | 2     | 3     |    |
| GI (%)              | 3,25b        | 2,15b | 4,89a | *  |
| AGP/AGS             | 0,17b        | 0,25a | 0,11b | ** |
| $\omega 6/\omega 3$ | 1,28b        | 1,36b | 1,79a | ** |
| Ac. Linoleico (%)   | 3,27b        | 4,35a | 2,49b | ** |
| Ac. Linolénico (%)  | 1,58a        | 1,67a | 0,77b | ** |
| CLA (%)             | 0,59         | 0,60  | 0,52  | Ns |

Nota: Ns: no significativo ( $P > 0,05$ ), \*:  $P < 0,05$  y \*\*:  $P < 0,01$ . a, b, c: medias con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes entre sí ( $P < 0,05$ ).

Numerosas investigaciones internacionales y nacionales han mostrado que la inclusión de pastura en la dieta incrementa la concentración de ácido conjugado linolénico (CLA) en la grasa intramuscular. En este estudio, no se encontraron diferencias en el contenido de CLA entre tratamientos. La inclusión en la dieta de grano de sorgo (T3) no disminuyó significativamente ( $P>0,05$ ) el contenido de este ácido graso, aunque fue el valor más bajo observado (Cuadro 5).

En cuanto a la relación de ácidos grasos poliinsaturados:saturados (AGP/AGS), el T2 presentó el cociente más elevado ( $P<0,05$ ), no llegando a alcanzar el valor recomendado del punto de vista de la salud humana de 0,4. En cuanto a la relación  $\omega 6/\omega 3$ , los valores alcanzados por los tres tratamientos estuvieron por debajo del recomendado (4), lo que posiciona favorablemente en esta variable a la carne proveniente de animales engordados a pasto. Sin embargo, el T3 presentó el cociente más alto ( $P<0,05$ ), pudiéndose explicar por el uso del concentrado en la dieta. No obstante 1,79 está por debajo de los valores mencionados en trabajos en donde la dieta es a base de granos (Cuadro 5).

## 2.2. Experiencia II - Año 2008

### Materiales y Métodos

El trabajo se realizó entre el 3 de junio y el 17 de diciembre de 2008 (197 días de duración) en la Unidad Experimental Glencoe. Se utilizaron 24 novillos de la raza Hereford de 21 meses de edad, con un peso vivo lleno inicial de  $299,5 \pm 12,1$  kg. Sobre una pastura compuesta por raigrás, trébol blanco y *Lotus corniculatus* cv. San Gabriel, se definieron tres tratamientos según dos niveles de oferta de forraje (NOF 4 y 2% de PV) y tres niveles de suplementación (0, 0,8 y 1,6% PV). El suplemento suministrado fue grano de sorgo molido, y el período de acostumbramiento al suplemento fue de 14 días previo al inicio de esta experiencia. En el Cuadro 6 se detallan los tratamientos.

Las variables que se analizan tanto para calidad de canal como de carne ya fueron comentadas en la experiencia de 2007.

### Resultados y discusión

Como se observa en el Cuadro 7, los distintos sistemas de alimentación generaron diferencias en las ganancias de peso vivo que

**Cuadro 6.** Tratamientos experimentales (año 2008).

| Tratamiento | Nivel de Oferta de Forraje (%PV) | Suplementación (%PV) |
|-------------|----------------------------------|----------------------|
| 1           | 4                                | 0                    |
| 2           | 2                                | 0,8                  |
| 3           | 2                                | 1,6                  |

**Cuadro 7.** Pesos vivos vacíos inicial y final, ganancia media diaria, área del ojo de bife y espesor de grasa, inicial y final, según tratamiento.

| Variable                       | Tratamientos |        |        | P  |
|--------------------------------|--------------|--------|--------|----|
|                                | 1            | 2      | 3      |    |
| PVV inicial (kg)               | 281,9        | 281,4  | 282,5  | Ns |
| PVV final (kg)                 | 437,0b       | 399,3c | 463,1a | ** |
| GPV (kg/an/d)                  | 0,783b       | 0,595c | 0,912a | ** |
| AOB inicial (cm <sup>2</sup> ) | 33,1         | 31,6   | 33,2   | Ns |
| AOB final (cm <sup>2</sup> )   | 50,3b        | 46,2b  | 56,0a  | ** |
| EG inicial (mm)                | 1,97         | 1,84   | 1,84   | Ns |
| EG final (mm)                  | 4,73a        | 3,14b  | 4,64a  | ** |

Nota: Ns: no significativo ( $P>0,05$ ), \*:  $P<0,05$  y \*\*:  $P<0,01$ . a, b, c: medias con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes entre sí ( $P<0,05$ ).

determinaron pesos vivos vacíos finales diferentes entre los tratamientos ( $P < 0,01$ ). En este sentido, el tratamiento pastoril (NOF 2%) con mayor nivel de suplementación (T3), presentó ganancias de peso vivo superiores (0,912 kg/an/d) respecto al tratamiento con un menor nivel de suplementación (T2, 0,595, kg/an/d) y el tratamiento exclusivamente pastoril con un NOF del 4% (T1, 0,783 kg/an/d). A su vez, este último obtuvo una ganancia media de peso vivo superior a T2 ( $P < 0,05$ ).

Acompañando a la evolución del peso vivo, el área del ojo de bife (AOB) final fue mayor en T3 ( $P < 0,05$ ) respecto a T1 y T2, desapareciendo dichas diferencias si se ajusta por el peso vivo vacío final (dato no presentado).

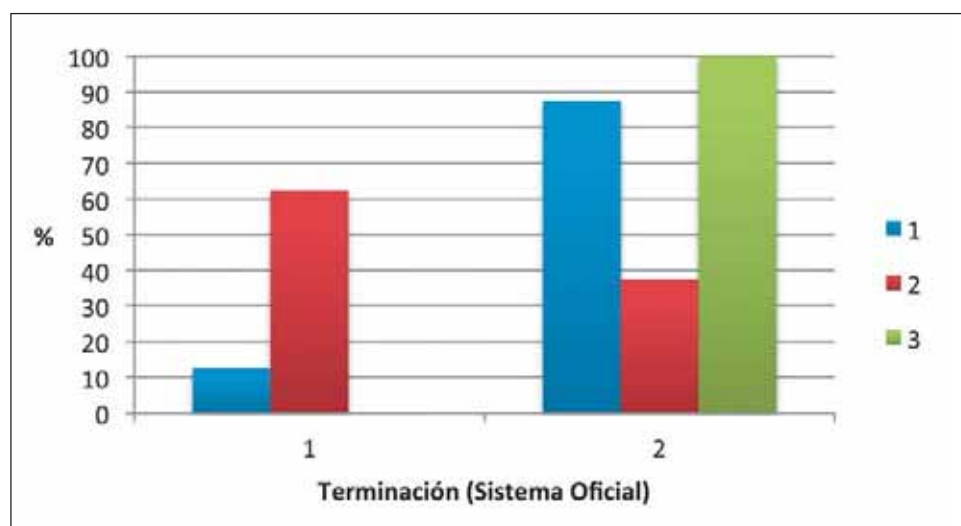
El espesor de grasa subcutánea (EG) fue mayor en T3 y T1 ( $P < 0,05$ ) respecto a T2, probablemente como consecuencia de un mejor plano nutritivo.

Según la escala de conformación del Sistema Oficial de INAC (1997), los novillos del T3 presentaron una mejor distribución para esta variable. El 87,5% de las canales correspondientes a este tratamiento fueron tipificadas como A, siendo el resto de menor conformación (grado C). Las canales de T1 se distribuyeron en la misma proporción en ambos grados (50% en A y 50% en C). La peor conformación se dio en los animales de T2, donde el 75% de sus canales fueron

tipificadas como C. En cuanto al grado de terminación y en la misma tendencia observada en la medición del EG en mm, los novillos de T1 y T3 fueron los de mejor engrasamiento, siendo el 87,5% de las canales de T1 y el 100% de las de T3, tipificadas con el grado 2 de la escala visual del sistema oficial de clasificación y tipificación. En cambio, el 62,5% de las canales de T2 fue grado 1 (menor terminación), (Figura 4).

Durante el proceso industrial, se registraron variables asociadas al rendimiento carnicero de las canales. El peso de la canal caliente (PCC) y el peso pistola (PP) fueron diferentes ( $P < 0,01$ ) entre tratamientos. Ambas variables fueron mayores en T3, seguidas por T1 y por último por T2 (Cuadro 8). Esto era esperable dada las diferencias observadas en los PVV finales (Cuadro 7). Esa diferencia en peso (kg) se siguió trasladando a los pesos de los cortes que conforman el Rump & Loin (RL- lomo, bife y cuadril). El peso promedio del RL de los animales en los tratamientos T1 y T3 superó ( $P < 0,05$ ) al peso promedio del RL de los animales con NOF al 2%PV con suplementación al 0,8% del PV.

Cuando el rendimiento carnicero se expresa en porcentaje (proporción del RL del PP o del PCC), no se detectaron diferencias entre tratamientos ( $P > 0,05$ ) para ambos cocientes (Cuadro 8).

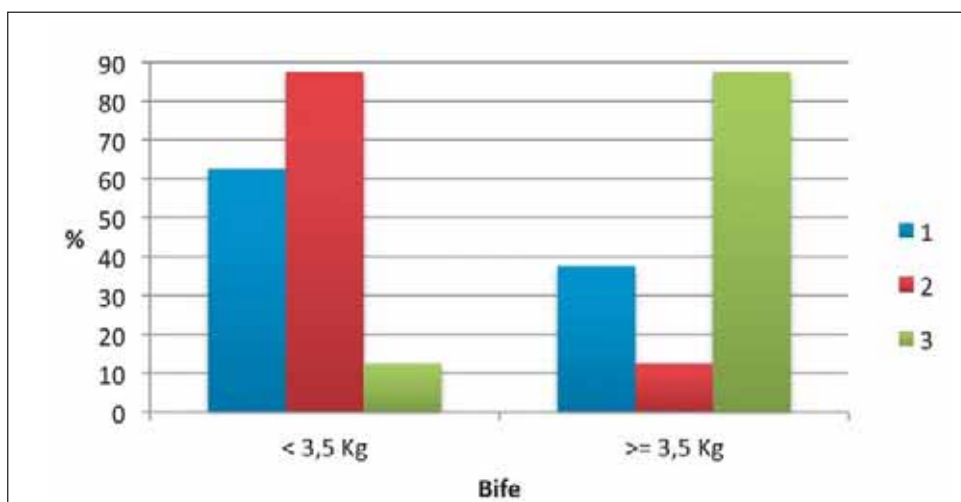


**Figura 4.** Distribución de las canales según grado de terminación por tratamiento.

**Cuadro 8.** Pesos promedios de la canal caliente, del corte pistola y de los cortes que conforman el Rump & Loin y la relación de este con los anteriores.

| Variable  | Tratamientos |        |        | P  |
|-----------|--------------|--------|--------|----|
|           | 1            | 2      | 3      |    |
| PCC (kg)  | 210,1b       | 185,8c | 225,5a | ** |
| PP (kg)   | 50,1b        | 44,9c  | 53,6a  | ** |
| RL (kg)   | 9,35a        | 8,19b  | 10,07a | ** |
| RL/PP     | 0,19         | 0,18   | 0,19   | Ns |
| RL/PCCizq | 0,09         | 0,09   | 0,09   | Ns |

Nota: Ns: no significativo ( $P>0,05$ ), \*:  $P<0,05$  y \*\*:  $P<0,01$ . a, b, c: medias con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes entre sí ( $P<0,05$ ).



**Figura 5.** Distribución según peso del bife angosto por tratamiento.

Continuando con la misma metodología de análisis de rendimiento carnicero, se presenta en la Figura 5 la distribución del peso del bife angosto según el umbral de 3,5 kg de peso. Los bifes más pesados provienen de los novillos de T3, donde el 87,5% de los mismos superan los 3,5 kg. En el otro extremo se encuentran los bifes de T2, el 87,5% de ellos pesó menos del peso definido.

### Atributos de calidad de carne

En el momento de cuarteo de las canales se realizó la medida de pH último (48 horas post-mortem), no registrándose diferencias significativas ( $P>0,05$ ) entre los tratamientos.

Una vez registrado los pesos de los principales cortes del trasero, se extrajeron muestras del bife angosto para determina-

ciones en el laboratorio de calidad de carne de INIA Tacuarembó de color de la carne, grado de dureza y composición lipídica. En cuanto al color de la carne (Cuadro 9), el tratamiento suplementado al 1,6% del PV (T3) presentó una mejor coloración, dado principalmente por el parámetro  $a^*$ , el cual hace referencia a las tonalidades del rojo. La carne de los novillos de T3 tuvo valores más altos de  $a^*$ , difiriendo con la carne de los otros dos tratamientos ( $P<0,05$ ). Este mismo comportamiento se observa también para el parámetro  $b^*$  (nivel de amarillo) del color de la carne ( $P<0,05$ ), donde el T3 difiere de los otros. En esta oportunidad no se encontraron diferencias en el brillo de la carne ( $L^*$ ) entre tratamientos ( $P>0,05$ ), aunque los valores más altos se alcanzaron con los tratamientos que incluyeron suplementación.

**Cuadro 9.** Variables relacionadas a atributos de calidad de carne (color y dureza).

| Variable         | Tratamientos |       |       | P  |
|------------------|--------------|-------|-------|----|
|                  | 1            | 2     | 3     |    |
| L* (7d)          | 37,5         | 40,5  | 39,5  | Ns |
| a* (7d)          | 14,4b        | 14,6b | 17,2a | *  |
| b* (7d)          | 8,3b         | 8,7b  | 10,4a | *  |
| Dureza (kgF-7d)  | 3,69         | 3,85  | 4,57  | Ns |
| Dureza (kgF-20d) | 3,22         | 3,40  | 3,90  | Ns |

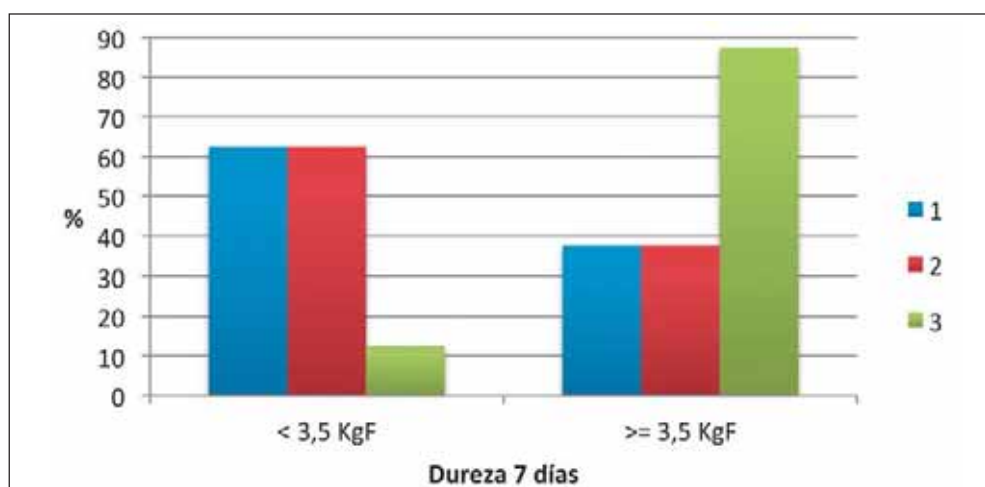
Nota: Ns: no significativo ( $P>0,05$ ), \*:  $P<0,05$  y \*\*:  $P<0,01$ . a, b, c: medias con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes entre sí ( $P<0,05$ ).

No se encontraron diferencias en los grados de dureza de la carne con dos niveles de maduración, 7 y 20 días (Cuadro 9). La mayoría de los valores promedios de dureza estuvieron por debajo del valor de 4,5 kgF, mencionado en la experiencia primera, con excepción de la dureza a los 7 días de maduración del T3 (4,57 kgF), el cual estaría en el límite de discriminación entre dura o tierna. Estudiando la distribución de la dureza de la carne para el período de 7 días de maduración y utilizando el valor de 3,5 kgF como umbral (Figura 6), el 87,5% de la carne del T3 estuvo por encima de ese valor, mientras que el 62,5% de las muestras de T1 y T2 lo hicieron por debajo.

Otro punto de interés de este estudio era evaluar si el uso de concentrados en dietas con base pastoril podría afectar la composición lipídica de la carne. En este estudio no se encontraron diferencias ( $P>0,05$ ) en el contenido de grasa intramuscular entre tra-

tamientos. La carne de los animales de T3 fue la que presentó menor ( $P<0,05$ ) nivel de ácido linolénico (C18:3  $\omega$ 3), con relación a la carne de T1 y T2, y entre estos, si bien no hubo diferencias ( $P>0,05$ ), el T1 presentó el contenido promedio mayor en este ácido graso (Cuadro 10). Sin embargo, al igual que la experiencia anterior, el contenido de CLA no fue diferente ( $P>0,05$ ) (Cuadro 10).

En cuanto a la relación de ácidos grasos poliinsaturados:saturados (AGP/AGS), el T2 presentó el cociente más elevado ( $P<0,05$ ), aproximándose al valor recomendado de 0,4 (Departamento de Salud Humana del Reino Unido, 1994). En cuanto a la relación  $\omega$ 6/ $\omega$ 3, nuevamente los tratamientos que incorporan el uso de grano presentan los valores más alto de este cociente. La carne de T3 presentó el cociente más alto ( $P<0,05$ ), seguido por la de T2 y por último por aquella proveniente de dietas únicamente pastoriles (Cuadro 10). Es conveniente resaltar que los

**Figura 6.** Distribución según grado de dureza de la muestra de bife angosto por tratamiento.

**Cuadro 10.** Promedios de grasa intramuscular, principales ácidos grasos y relaciones entre ellos para los distintos tratamientos.

| Variable                       | Tratamientos |       |                   | P  |
|--------------------------------|--------------|-------|-------------------|----|
|                                | 1            | 2     | 3                 |    |
| GI (%)                         | 2,54         | 1,80  | 2,54              | Ns |
| AGP/AGS                        | 0,22b        | 0,36a | 0,25b             | ** |
| $\overline{\omega 6/\omega 3}$ | 1,42c        | 2,00b | 2,44 <sup>a</sup> | ** |
| Ac. Linoleico (%)              | 3,92b        | 6,47a | 4,96b             | ** |
| Ac. Linolénico (%)             | 1,39a        | 1,13a | 0,72c             | ** |
| CLA (%)                        | 0,61         | 0,63  | 0,53              | Ns |

Nota: Ns: no significativo ( $P > 0,05$ ), \*:  $P < 0,05$  y \*\*:  $P < 0,01$ . a, b, c: medias con letras diferentes entre columnas son significativamente diferentes entre sí ( $P < 0,05$ ).

valores para los tres tratamientos estuvieron por debajo del recomendado (4).

### 3. CONSIDERACIONES FINALES

La inclusión de la suplementación con concentrados de novillos en fase de terminación sobre pasturas mejoradas, mostró comportamientos variables en algunas de las características carniceras que son medidas en el animal vivo. En la experiencia primera, el único tratamiento que usa la suplementación (T2 al 0,8% de PV), permitió obtener animales de similar peso a los que se alimentaban a pasto con una alta oferta forrajera y de mayor engrasamiento. En el segundo año, los animales asignados a este tratamiento (suplementación al 0,8% de PV) fueron los de menor peso vacío, pesando 40 kg menos que los del T1 (NOF 4% de PV) y los de menor engrasamiento. Esto se manifiesta a nivel de las ganancias de peso para dicho tratamiento, donde en el primer año alcanzaron a ser de 1,173 kg/an/d y en el segundo cercanas a los 0,6 kg/an/d.

Estas variaciones en el peso vivo vacío final, se siguen observando durante el proceso industrial, tanto a nivel del peso de la canal caliente, como en el peso pistola y en los pesos de los cortes que conforman el Rump&Loin. En el año 2007, el tratamiento con suplementación al 0,8% de PV permitió obtener en esas tres variables, los pesos mayores (PCC = 228,8 kg, PP = 49,8 kg y RL = 10,4 kg), en cambio en el 2008, los animales de ese mismo tratamiento fueron los de menor PCC (185,8 kg), de menor PP

(44,9 kg) y de menor RL (8,2 kg). Es necesario destacar que en este último año, los novillos suplementados al 1,6% de PV, alcanzaron los mayores pesos, demostrando que el uso de esta práctica, permitió mejorar el rendimiento carnicero en ambas situaciones. Brito et al., (2007) en un estudio similar encontraron diferencias ( $P < 0,05$ ) en PCC y RL a favor de los animales suplementados con grano de maíz al 1,2% de PV, con relación a aquellos que estuvieron solo alimentados con pasturas. Deberá estudiarse la variación anual en la respuesta a la suplementación, ajustando los niveles de oferta del concentrado, para lograr las metas fijadas.

En cuanto al efecto de la suplementación en atributos de calidad de carne, no se encontraron diferencias en el pH último y la dureza medida en dos períodos de maduración en el bife angosto entre tratamientos (suplementados vs pastoriles). Sin embargo en el estudio de comparación (Brito *et al.*, 2007), la carne de los novillos procedentes de animales suplementados al 0,6% de PV con maíz sobre una pastura de alfalfa, trébol blanco y festuca a una oferta forrajera de 3% de PV, fue más dura ( $P < 0,05$ ) que la proveniente de los novillos sobre esa misma pastura con NOF de 4% de PV (4,2 kgF vs 3,2 kgF, respectivamente).

Sí se observan diferencias en el color de la carne (bife angosto), principalmente en los parámetros  $a^*$  (tonos de rojo) y  $b^*$  (tonos de amarillo). Los novillos que estuvieron con suplementación de grano de sorgo molido (al 0,8% de PV en 2007 y al 1,6% de PV en

2008) presentaron una mejor coloración de su carne, madurada durante 7 días, en ambos parámetros que los alimentados sólo con pasturas. El uso en conjunto de  $a^*$  y  $b^*$ , a través de la variable croma, está asociado a la apreciación visual del consumidor en esta variable. Los valores mayores corresponden a una mejor coloración, deseable del punto de vista del consumidor.

En estas experiencias no se encontraron diferencias entre tratamientos en el brillo de la carne ( $L^*$ ), aunque existió una tendencia a presentar mayores valores en la carne madurada 7 días, de animales suplementados con grano. Con períodos de maduración de 20 días, Brito *et al.* (2007) mostraron que la carne de los novillos suplementados con maíz a 1,2% de PV, tuvo un mejor brillo (mayor  $L^*$ ) que la de los novillos con dietas pastoriles.

Uno de los objetivos de este estudio era evaluar el perfil de ácidos grasos de la grasa intramuscular en el bife angosto, y observar si la inclusión de concentrados en sistemas alimenticios pastoriles no afecta las ventajas comparativas de estos sistemas en la composición de las grasas y su efecto en la salud humana. En ambas experiencias (2007 y 2008), los tratamientos con inclusión de grano determinaron un mayor contenido de grasa intramuscular. Los valores de esta variable fueron mayores en 2007, lo cual podría estar justificado por un mayor engrasamiento de los animales. Alvarez *et al.* (2007) no encontró diferencias en el contenido de grasa intramuscular en la carne de novillos Hereford alimentados a pasturas y con diferentes niveles de concentrado (maíz a 0,6% y 1,2% de PV).

Las recomendaciones nutricionales del Departamento de Salud de Reino Unido (1994), indican que la relación AGP/AGS deberá ser mayor a 0,45 y la  $\omega 6/\omega 3$  de menor a 4. Los tratamientos pastoriles en 2007, mostraron una mejor relación AGP/AGS que los suplementados, aunque por debajo del valor recomendado nutricionalmente pero

esperable por tratarse de un producto cárnico. En 2008, el tratamiento con suplementación al 0,8% de PV, presentó el mayor valor (AGP/AGS = 0,36), aproximándose a la recomendación y superando al cociente obtenido en el sistema netamente pastoril (AGP/AGS = 0,22). Estas diferencias en este cociente entre años podrían estar explicadas en parte por el contenido de grasa intramuscular, donde habría una tendencia a incrementar la relación al disminuir el porcentaje de grasa intramuscular. En el estudio de Alvarez *et al.* (2007), la relación AGP/AGS fue mayor en el tratamiento pastoril (0,36) que en los suplementados con grano de maíz al 0,6% y 1,2% de PV (0,32 y 0,29, respectivamente).

Sobre las recomendaciones de  $\omega 6/\omega 3$ , como era esperable los tratamientos con oferta de grano presentaron en los dos años los valores más altos, pero estuvieron comprendidos dentro de los valores sugeridos para un consumo saludable. Esta misma respuesta se encontró en el estudio de Alvarez *et al.* (2007), donde los tratamientos con suplemento de maíz alcanzaron valores  $\omega 6/\omega 3$  de 0,33 y 0,31, para 0,6% y 1,2% de PV, superando al de pastura (0,27).

Los resultados obtenidos en estos trabajos concuerdan con otros realizados a nivel nacional e internacional, donde la inclusión de concentrados en sistemas pastoriles permite obtener mejoras en aspectos relacionados a la calidad de la canal, como son los incrementos en pesos de principales cortes y los niveles adecuados de engrasamiento, y a la calidad de la carne (mejor coloración de la misma).

No obstante se considera pertinente continuar con esta línea de estudio, caracterizando mejor la pastura (composición botánica, estructura de la planta, estado vegetativo, valor nutricional, entre otros) para ajustar el nivel de oferta del suplemento y evaluar la respuesta animal y los atributos de calidad, principalmente aquellos que mostraron cierta variación entre estudios.

#### 4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVAREZ, I.; DE LA FUENTE, J.; DÍAZ, M.T.; CAÑEQUE, V.** 2007. Composición en ácidos grasos y vitamina E de la carne de novillos alimentados con niveles diferentes de concentrado. En: Montossi, F.; Sañudo, C. (eds.). Cooperación hispano-uruguaya: Diferenciación y valorización de la carne ovina y bovina del Uruguay en Europa: influencia de sistemas de producción sobre bienestar animal, atributos sensoriales, aceptabilidad, percepción de consumidores y salud humana, INIA Tacuarembó. Montevideo: INIA. p. 61-66. (Serie Técnica; 168).
- BRITO, G.; DEL CAMPO, M.; SOARES DE LIMA, J.M.; SAN JULIÁN.** 2007. Efecto de diversas dietas en características de la canal y de la calidad de la carne en novillos de Uruguay. En: Montossi, F.; Sañudo, C. (eds.). Cooperación hispano-uruguaya: Diferenciación y valorización de la carne ovina y bovina del Uruguay en Europa: influencia de sistemas de producción sobre bienestar animal, atributos sensoriales, aceptabilidad, percepción de consumidores y salud humana, INIA Tacuarembó. Montevideo: INIA. p. 43-49. (Serie Técnica; 168).
- DANNENBERG, D.; NUERNBERG, G.; ENDER, K.** 2006. Carcass and meat quality of pasture vs concentrate fed German Simmental and German Holstein bulls. Archiv fuer Tierzucht, 49:315-328.
- REINO UNIDO. DEPARTMENT OF HEALTH.** 1994. Nutritional aspects of cardiovascular disease. (Report on the Cardiovascular Review Group of the Committee of Medical Aspects of Food Policy; 46). (En línea). London: HMSO. Consultado 24 mar.2014. Disponible en: <http://www.tfx.org.uk/page61.html>
- FOLCH, J.; LEES, M. ; SLOANE STANLEY, G.** 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. J. Biol. Chem., 226: 497-509 .
- MONTOSI, F.; SAÑUDO, C.** 2007. Antecedentes, justificación y objetivos del proyecto. En: Montossi, F.; Sañudo, C. (eds.). Cooperación hispano-uruguaya: Diferenciación y valorización de la carne ovina y bovina del Uruguay en Europa: influencia de sistemas de producción sobre bienestar animal, atributos sensoriales, aceptabilidad, percepción de consumidores y salud humana, INIA Tacuarembó. Montevideo: INIA. p. 9-15. (Serie Técnica; 168).
- RAZMINOWICK, R.H.; KREUZER, M.; SCHEEDER, M.R.L.** 2006. Quality of retail beef from two grass-based production systems in comparison with conventional beef. Meat Science, 73:351-361.
- REALINI, C.; DUCKETT, S.K.; BRITO, G.; DALLA RIZZA, M.; DE MATTOS, D.** 2004. Effect of pasture vs concentrate feeding with antioxidants on carcass characteristics, fatty acid composition and quality of Uruguayan beef. Meat Science, 66: 567-577.