

**ALGUNOS ASPECTOS SOBRE LA CALIDAD DE LAS CARNES BOVINAS ASOCIADAS A LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN****Santini, F. J.<sup>1-2</sup>, Rearte, D.<sup>1</sup>, Grigera, J. M.<sup>3</sup>**<sup>1</sup>INTA, Balcarce; <sup>2</sup>UNMDP y <sup>3</sup>Becario de la Secretaría de Ciencia y Técnica (Foncyt)

Existe un creciente interés en la Argentina y en el mundo, en definir y caracterizar la calidad de la carne lograda bajo diferentes condiciones de producción, debido a su impacto sobre la salud humana. Dicho interés es particularmente manifiesto en los principales mercados internacionales en los que la Argentina podría, comercializar sus carnes. Nuestros sistemas de producción permiten lograr carnes de alta calidad, fundamentalmente por la elevada participación del forraje en la dieta de los animales. Surge entonces la necesidad de una pronta caracterización de la calidad de la carne producida en nuestro país bajo diferentes condiciones, de modo de poder resaltar las ventajas comparativas de las carnes Argentinas en el mercado internacional.

La calidad de la carne está particularmente determinada por su composición química, y por sus características organolépticas tales como la terneza, el color, olor, sabor y jugosidad. El sistema de producción, el tipo de animal, el plano nutricional ofrecido y el manejo pre y posfaena, pueden modificar considerablemente estas características.

La composición química de la carne, particularmente la cantidad y tipo de ácidos grasos en ella depositados, tiene importancia debido a sus efectos sobre la salud humana. Sistemas de alimentación basados en forrajes, permiten mejorar el tipo de ácidos grasos depositados en la carne, debido a la mayor proporción de ácidos grasos poliinsaturados presentes en el forraje en relación a los granos de cereales. El remen a través de las bacterias tiene capacidad de saturación de ácidos grasos insaturados, sin embargo como dicha capacidad no es total, en la medida que la cantidad de ácidos grasos insaturados aportados por el alimento sea mayor, mayor será la cantidad de estos ácidos grasos que escapan a la hidrogenación ruminal y por lo tanto una proporción mayor podrá ser depositada en tejido adiposo. Además los ácidos grasos depositados en la carne sufren un proceso de desaturación parcial, el cual permite aumentar la proporción final de ácidos grasos insaturados.

Dentro de los ácidos grasos insaturados tienen particular importancia determinados ácidos grasos conjugados (CLA) por presentar efectos positivos sobre la salud humana básicamente referidos a su acción anti carcinogénica. Las pasturas contienen cantidades superiores de precursores CLA comparadas con los granos de cereales. Además, a diferencia de dietas altas en concentrados, el ambiente ruminal de animales en pastoreo favorece la formación de precursores CLA. Estos precursores si bien son modificados durante su paso por el rumen todavía son susceptibles de ser convertidos en CLA por acción enzimática en el tejido adiposo. Por esto la carne producida en condiciones de pastoreo, presenta una proporción mayor de CLA en su composición. Lo anterior mejora el valor nutracéutico (terapéutico) de la carne producida en sistemas de producción a pasto, pudiendo considerársela un alimento funcional al tener efectos positivos sobre la salud de quienes consumen cortes magros y en cantidades moderadas.

Las características organolépticas de la carne también son importantes en determinar su calidad. Estas características están especialmente influenciadas por la tasa de descenso del pH y pH final que alcance la carne. La rapidez e intensidad con que el pH desciende luego de la faena, esta principalmente determinada por la cantidad de ácido láctico que pueda acumularse a partir de la fermentación anaeróbica del glucógeno muscular. Las reservas de glucógeno son por lo tanto de suma importancia en determinar la calidad de la carne. Su cantidad esta relacionada con el tipo de alimentación y con el nivel de estrés antes de la faena.

Dietas con altas concentraciones de energía tales como las ofrecidas en el engorde a corral (debido al elevado consumo de almidón aportado por los granos), permiten incrementar las reservas musculares de

glucógeno, debido a una mayor disponibilidad de propionato para la gluconeogénesis y posterior glucogenogénesis a nivel muscular. Sin embargo, la suplementación con granos de cereales de animales en pastoreo durante su etapa de terminación, permite almacenar suficientes reservas de glucógeno como para lograr adecuados descensos de pH.

Es importante minimizar el estrés de los animales antes de la faena, debido a que en esta condición los animales hacen un uso rápido de las reservas hepáticas de glucógeno para luego comenzar a movilizar el glucógeno muscular como fuente rápida de energía.

Muchas veces, los esfuerzos por producir carnes de buena calidad pueden no generar el resultado esperado si las condiciones de manejo de los animales antes de la faena no resultan óptimas. Si bien en todos los casos los animales sufren algún grado de estrés previo a la faena debido a la ruptura de su orden social, condiciones de transporte, descanso en el frigorífico etc., las condiciones en que estos procesos se llevan a cabo pueden desencadenar niveles de estrés marcadamente diferentes.

El tiempo de ayuno previo a la faena es otro factor que afecta las reservas de glucógeno muscular. Sin embargo, en rumiantes su importancia es menor que en otras especies debido al mayor volumen de su tracto digestivo, lo que permite continuar con la digestión del alimento, incluso varias horas después de la última ingesta.

Por lo tanto, altas reservas de glucógeno generadas por la participación de grano en la dieta como suplemento, en la etapa final del engorde, minimizando el estrés de los animales antes de la faena, permitirán disponer de altas reservas de glucógeno muscular susceptibles de ser transformado en ácido láctico. Esto permitirá que el pH descienda rápidamente hasta niveles compatibles con una adecuada conservación de la carne.

Las consecuencias más comunes de un pobre manejo pre faena son la presentación de carnes oscuras, firmes y secas. Este síndrome normalmente se presenta cuando el pH de la carne se estabiliza en valores por encima de 6.

El color de la carne es uno de los principales criterios por los que los consumidores compran o no este alimento. El color está marcadamente influenciado por el grado de interacción de la mioglobina con el oxígeno. Bajos pH determinan un mayor grado de asociación, lo que genera un color rojo intenso en lugar de colores rojos opacos menos deseables, producto de un menor nivel de oxidación de la mioglobina.

La terneza es otra característica influenciada por el pH final de la carne y la velocidad con que se alcanza el mismo. Lo anterior se debe a que las enzimas responsables de la degradación de las fibras musculares y tejido conectivo están marcadamente influenciadas por el pH y la presencia de calcio. Dos son los principales complejos enzimáticos responsables de la cesación del rigor mortis. El primero es el conjunto de proteasas ácidas cuya actividad es más importante a pH bajos. Mayor importancia relativa presenta el complejo de las calpáinas cuya actividad es máxima cerca de la neutralidad (pH cercano a 7). Las calpáinas normalmente son inhibidas por otro grupo de enzimas, las calpastatinas. Una vez agotadas las reservas energéticas de las células musculares luego de la muerte del animal, comienza a liberarse calcio desde el retículo sarcoplásmico y mitocondrias al citoplasma celular. El calcio impide que las calpastatinas sigan inhibiendo a las calpáinas, por lo que estas últimas comienzan a degradar la proteína muscular y empieza el proceso de tiernización o maduración de la carne.

La temperatura con que la carne es conservada es particularmente importante. Entre los 0° y 40 °C, la actividad enzimática se duplica por cada 10°C de aumento en la temperatura de conservación. Esto hace que a 10 °C la carne pueda madurar adecuadamente en 4 días, mientras que conservada a 1°C para alcanzar el mismo punto de maduración se necesitarían 10 días.

La actividad enzimática también es afectada por la raza. Las razas índicas se caracterizan por presentar una actividad enzimática inferior a las razas británicas, por lo que estas últimas presentan mayor actividad proteolítica y mayor terneza.

A su vez la terneza es afectada por el grado de compactación con que son empaquetadas las fibras musculares. En la medida que el pH es mas bajo, menor es la capacidad de retención de agua de las proteínas musculares, lo que determina un empaquetamiento menos compacto, dejando mayor espacio entre las fibras musculares y consecuentemente mayor terneza.

El ritmo de ganancia de peso de los animales previo a la faena, es otro factor que afecta la terneza. Altas ganancias de peso producen una mayor velocidad de recambio proteico a nivel muscular. Por esto, elevadas ganancias diarias determinan mayor cantidad y actividad de las enzimas responsables de la degradación de las fibras musculares y por lo tanto se logra mayor terneza. A su vez el colágeno que rodea a las fibras musculares condiciona en gran medida la terneza de la carne debido a su alta resistencia. Frente a altas ganancias de peso, el mismo presenta una mayor solubilidad producto de este mayor recambio proteico, lo cual contribuye a una mayor terneza.

El grado de jugosidad depende también del pH final que alcance la carne. Altos pH determinan menor desnaturalización proteica y que el mismo se encuentre próximo o por encima del punto isoeléctrico de las proteínas. Ambos efectos generan una mayor afinidad de las proteínas musculares por el agua, con lo que liberaran menos cantidad de liquido durante su cocción e ingesta, dando la sensación de carne seca. Por el contrario, pH más bajos reducen la afinidad de las proteínas de la carne por el agua lográndose una mayor capacidad de ceder líquidos durante la degustación de la misma.

Bajas reservas de glucógeno, o malas condiciones prefaena, también pueden afectar el tiempo en el que la carne puede conservarse apta para el consumo. Lo anterior se debe a que bajas reservas de glucógeno minimizan el desarrollo de bacterias productoras de ácido láctico, favorecen el desarrollo de bacterias que degradan péptidos y proteínas cuyos productos de desecho generan mal olor en la carne y aceleran el proceso de putrefacción. A su vez este tipo de carnes presenta valores relativamente altos de pH con lo cual se ve favorecido el desarrollo bacteriano, comprometiendo la inocuidad del producto.

El sistema de producción es clave en definir la composición química de la carne y su pH final, aspectos claramente relacionados con la calidad de la carne. Nuestros sistemas de producción permitirían lograr carnes con un excelente perfil de ácidos grasos, y una suplementación estratégica antes de la faena, junto con medidas de manejo que minimicen el estrés de los animales, permitirían lograr niveles de glucógeno muscular que aseguren adecuados descensos de pH como para lograr un adecuado color terneza y jugosidad de la carne.

En INTA-Balcarce desde el año 1999 se están evaluando los efectos del sistema de alimentación (engorde a corral o pastoreo) y el nivel de grano en la dieta (alto y bajo) sobre la composición química de la carne, particularmente sobre su contenido de CLA. Además estas comparaciones están siendo realizadas sobre animales de dos frames contrastantes. Estos trabajos se están realizando a través de un Proyecto Nacional del INTA con base en Balcarce y a través de dos Proyectos Pict de la ANPCYT.

## **Sistemas en Pastoreo**

En condiciones de pastoreo se evaluó el efecto de la suplementación otoño-invernal al 1 % del peso vivo con silaje de grano húmedo o silaje de planta entera de maíz (Tabla 1) sobre la ganancia de peso vivo (GDPV), espesor de grasa dorsal y la composición química de la carne. La pastura utilizada fue una mezcla de raigrás, cebadilla, pasto ovilla y trébol rojo. El tipo de suplemento no modificó la GDPV; sin embargo en los animales de menor biotipo la suplementación con grano generó tasas de engrasamiento marcadamente superiores en relación a los suplementados con silaje (Tabla 2). La suplementación con silaje de grano húmedo de maíz en animales de biotipo chico mostró ser más efectiva en aumentar la

concentración de CLA en la carne (1.07 vs 0.8 g de CLA/100g de ácidos grasos totales) cuando las evaluaciones fueron hechas al finalizar la suplementación otoño-invernal (3 meses). Sin embargo, estas diferencias en la concentración de CLA se pierden si los animales dejan de ser suplementados y se los termina en condiciones de pastoreo (Tabla 4). Al evaluarse las concentraciones de CLA sobre animales de mayor frame, no se encontraron diferencias en la concentración de CLA entre ambos tipos de suplementos. Pero las concentraciones de CLA en animales de mayor frame fueron más altas que las obtenidas en animales de menor frame (Tabla 4).

Resulta interesante destacar que la carne producida en condiciones de pastoreo presentó proporciones  $\Omega 6 / \Omega 3$  notablemente inferiores a las registradas en condiciones de engorde a corral y óptimas para la prevención de enfermedades cardiovasculares.

### Sistemas de Engorde a corral

En sistemas de engorde a corral se ofrecieron dos dietas de concentración energética contrastantes (Tabla 1) y se evaluó la respuesta de los animales a través del aumento diario de peso vivo, espesor de grasa dorsal y composición química de la carne producida. Como puede observarse en la tabla 3 el tipo de alimento ofrecido no modificó significativamente la GDPV ni el espesor de grasa dorsal. Cuando se evaluó el efecto del biotipo, los animales de mayor frame lograron mayores GDPA, pero tuvieron una menor tasa de engrasamiento que los animales de menor tamaño, por lo que su tiempo de engorde y peso de terminación fue mayor. Los resultados preliminares indican que en dietas basadas en silo de maíz de planta entera la concentración de CLA en la carne disminuye en la medida que el nivel de grano en la ración aumenta (Tabla 5). Estos efectos se han evaluado sobre animales de diferente frame los que parecerían comportarse de la misma manera frente a incrementos en la cantidad de grano ofrecida. Lo anterior podría deberse a que dietas con menor participación de grano y mayor proporción de silaje de maíz generarían un ambiente ruminal más propenso para la formación de precursores de CLA.

Por otra parte, ambas dietas (bajo y alto nivel de grano) utilizadas en el engorde a corral generaron animales con relaciones  $\Omega 6 / \Omega 3$  perjudiciales para la salud humana por superar el rango 4 recomendado para prevenir enfermedades cardiovasculares (Tabla 5).

Ensayos similares fueron realizados en otros países del mundo. Williams y col (1983), realizaron un ensayo para evaluar los efectos del sistema de alimentación sobre la calidad de la carne y también sobre la composición lipídica de la misma. En este ensayo novillos Brangus x Hereford x Angus fueron terminados en una dieta alta en grano o en un programa forrajero compuesta por pastura de trigo en invierno y sorgo sudán y pasto bermuda en verano. La faena fue fijada de acuerdo a cuando los novillos a grano lograban un grado low choice y los pastoriles con un grado high good. Los resultados se presentan en la Tabla 6.

|                     | <i>Corral</i> |              | <i>Pastoreo</i> |              |
|---------------------|---------------|--------------|-----------------|--------------|
|                     | Alta energía  | Baja energía | Alta energía    | Baja energía |
| Alimentos           |               |              |                 |              |
| Pastura             | -             | -            | 79              | 67           |
| Silo de Maíz        | 28            | 69           | 0               | 33           |
| Grano de maíz       | 45            | 0            | 21              | 0            |
| Expeller de girasol | 27            | 31           | -               | -            |

**Tabla 1: Composición porcentual de las dietas de alta y baja concentración energética en engorde a corral y en pastoreo.**

| Variable                      | <i>Tratamientos</i> |       |       |       |
|-------------------------------|---------------------|-------|-------|-------|
|                               | PGA                 | PGB   | PCA   | PCB   |
| Período de engorde            | 405                 | 405   | 258   | 365   |
| Peso de terminación           | 430a                | 433a  | 325b  | 355b  |
| Espesor de grasa dorsal, mm   | 4.6b                | 4.8b  | 7.1a  | 6.6a  |
| Ganancia diaria de PV, g/d    | 677a                | 700a  | 692a  | 593a  |
| Tasa de engrasamiento, mm/30d | 0.20b               | 0.19b | 0.54a | 0.32b |

**Tabla 2: Caracterización del crecimiento de los animales producidos en condiciones de pastoreo.**

PGA: Pastoreo-Biotipo grande-Alta energía

PGB: Pastoreo-Biotipo grande-Baja energía

PCA: Pastoreo-Biotipo chico-Alta energía

PCB: Pastoreo-Biotipo chico-Baja energía

| Variable                      | <i>Tratamientos</i> |       |       |       |
|-------------------------------|---------------------|-------|-------|-------|
|                               | FGA                 | FGB   | FCA   | FCB   |
| Período de engorde            | 193                 | 204   | 135   | 190   |
| Peso de terminación           | 402c                | 403c  | 281b  | 333a  |
| Espesor de grasa dorsal, mm   | 6.49a               | 6.36a | 619a  | 7.59b |
| Ganancia diaria de PV, g/d    | 1.09b               | 1.04b | 0.88a | 0.90a |
| Tasa de engrasamiento, mm/30d | 0.6ab               | 0.53b | 0.90a | 0.7a  |

**Tabla 3: Caracterización del crecimiento de los animales producidos en condiciones de engorde a corral FGB:**

FGA: Feedlot-Biotipo grande-Alta energía

Feedlot-Biotipo grande-Baja energía

FCA: Feedlot-Biotipo chico-Alta energía

FCB: Feedlot-Biotipo chico-Baja energía

|                           | <i>Pastoreo</i>   |                   |       |       |
|---------------------------|-------------------|-------------------|-------|-------|
|                           | PGA               | PGB               | PCA   | PCB   |
| $\Omega - 3$              | 1.85ab            | 2.08 <sup>a</sup> | 2.28a | 1.09b |
| $\Omega - 6$              | 4.99a             | 5.64 <sup>a</sup> | 5.51a | 4.01a |
| $\Omega - 6 / \Omega - 3$ | 3.26a             | 3.47 <sup>a</sup> | 2.64a | 3.72a |
| CLA                       | 1.06 <sup>a</sup> | 0.93ab            | 0.81b | 1.07a |

**Tabla 4: Composición química de la carne producida en condiciones de pastoreo con suplementación otoño invernal.**

|              | <i>Corral</i> |       |       |       | <i>Pastoreo</i> |       |       |       |
|--------------|---------------|-------|-------|-------|-----------------|-------|-------|-------|
|              | FGA           | FGB   | FCA   | FCB   | PGA             | PGB   | PCA   | PCB   |
| $\Omega - 3$ | 0.33a         | 0.40a | 0.37a | 0.38a | 1.49b           | 2.39a | 1.01b | 1.22b |
| $\Omega - 6$ | 4.69a         | 4.16a | 3.87  | 4.47a | 5.06b           | 6.44a | 3.71b | 3.76b |

## Jornada de Actualización Ganadera

Balcarce, 12 de Septiembre 2003

|                   |        |        |        |        |        |       |       |        |
|-------------------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|--------|
| $\Omega$ -6/n - 3 | 15.23a | 11.55b | 12.39b | 12.55b | 3.61ab | 2.84b | 4.89a | 3.57ab |
| CLA               | 0.65ab | 0.74a  | 0.60b  | 0.66ab | 1.01a  | 1.21a | 0.80b | 0.80b  |

Tabla 5: Composición química de la carne producida en engorde a corral o en pastoreo.

| <i>Parámetros</i>                 | <i>Forraje</i>   | <i>Grano</i> |
|-----------------------------------|------------------|--------------|
| Peso carcasa, kg                  | 239 <sup>a</sup> | 299b         |
| Rendimiento, %                    | 54.0a            | 61.0b        |
| Marmolado *                       | 9.4 <sup>a</sup> | 15.0b        |
| Grado calidad **                  | 8.6 <sup>a</sup> | 12.4b        |
| Area ojo de bife, cm <sup>2</sup> | 66.4             | 70.7         |
| Grasa, cm                         | 0.7 <sup>a</sup> | 1.5b         |

Williams y col, 1983

Tabla 6. Características de la carcasa en novillos terminados a pasto o en encierre a corral basado en granos.

\* 9= trazas, 12= apenas, 15= poco

\*\* 9= low Good, 12= low Choice

Peso de carcasa, rendimiento, espesor de grasa, marmolado, y grado de calidad, fueron mayores en los animales a grano mientras los tejidos blando de novillos terminados a pasto contienen más proteína y menos grasa. Respecto a la composición de lípidos, un menor porcentaje de ácido esteárico y una mayor proporción de ácido oleico significaron una mayor insaturación de los tejidos blando en animales alimentados a pasto comparados con los del encierre con granos (Tabla 7)

Diferencias en el contenido y composición de los lípidos de la dieta pastoril comparada con la dieta basada en granos explicarían las diferencias en la composición de la grasa de la carne producida en ambos sistemas.

Tabla 7. Composición lipídica de tejidos blandos en novillos terminados a pasto o en confinamiento con granos.

| <i>Parámetros</i>         | <i>Forraje</i>     | <i>Grano</i> |
|---------------------------|--------------------|--------------|
| Ácidos grasos, % de total |                    |              |
| 12:0                      | 2.77               | 2.38         |
| 14:0                      | 4.73 <sup>a</sup>  | 3.17b        |
| 14:1                      | 1.83               | 1.43         |
| 16:0                      | 24.43              | 26.10        |
| 16:1                      | 5.04               | 5.19         |
| 17:0                      | 1.29               | 1.35         |
| 18:0                      | 16.29 <sup>a</sup> | 12.4b        |
| 18:1                      | 35.73 <sup>a</sup> | 43.33b       |
| 18:2                      | 3.29 <sup>a</sup>  | 2.31b        |
| 18:3                      | 1.51 <sup>a</sup>  | 0.77b        |
| Ácidos grasos insaturados | 47.7               | 53.1         |
| Ac.grasos polinsaturados  | 4.8                | 3.2          |

a,b. Números con diferentes letras difieren significativamente

Williams y col, 1983

Se comprobó que el forraje proveniente de pasturas templadas de calidad tienen un mayor contenido de lípidos y con una mayor proporción de ácidos grasos insaturados, principalmente ácido linoléico, que los granos y el silaje de maíz. Además de su mayor contenido de lípidos, los forrajes frescos tiene una mayor proporción de ácidos grasos insaturados comparados con los granos o los forrajes conservados (Rearte, 1985).

Los resultados presentados han sido comparaciones de la calidad de la carne en novillo terminados totalmente a pasto o en confinamiento con granos, pero en realidad estas no son las prácticas más comunes entre los productores de nuestro país. En la región templada si bien las pasturas constituyen la base de la dieta, el grano es generalmente suplementado, cuando la disponibilidad de las pasturas es limitante o durante la fase de terminación de los animales, no en grandes cantidades como en el feedlot sino en cantidades pequeñas suplementando al pasto.

Para analizar los efectos de la suplementación con grano en pastoreo, sobre las características de la carcasa y la calidad de la carne, un ensayo fue realizado por Rosso y col. (1998). En este trabajo 80 terneros de destete Angus pastoreando pasturas de trébol blanco, trébol rojo, pasto ovillo y raigrás fueron distribuidos en tres tratamientos. Un grupo de animales, tuvieron pastura como único componente de la dieta hasta la faena. Otro grupo pastoreaba la misma pastura pero eran suplementados con maíz (1% PV) durante el otoño e invierno, y el tercer grupo estaba también en pastoreo pero suplementado con maíz durante el otoño e invierno, interrumpido en primavera y suplementado nuevamente en verano previo a la faena. Un cuarto tratamiento fue incluido con novillos alimentados a corral con granos durante todo el ciclo. Los resultados se presentan en la Tabla 8.

**Tabla 8. Performance animal, características de la carcasa y calidad de carne en novillos en pastoreo suplementados con granos en distintos momentos del ciclo.**

| Parámetro                            | Pastura            | Pastura +<br>Sup O – I | Pastura +<br>Sup O – I - V | A corral           |
|--------------------------------------|--------------------|------------------------|----------------------------|--------------------|
| <b>Performance animal</b>            |                    |                        |                            |                    |
| Total ADPV, kg/d                     | 0.706 <sup>a</sup> | 0.839 <sup>b</sup>     | 0.773 <sup>b</sup>         | 1.190 <sup>c</sup> |
| ADPV O-I, kg/d                       | 0.427 <sup>a</sup> | 0.822 <sup>b</sup>     | 0.858 <sup>b</sup>         | 1.018 <sup>c</sup> |
| ADPV primavera, kg/d                 | 0.926 <sup>a</sup> | 0.815 <sup>b</sup>     | 0.730 <sup>b</sup>         | 1.085 <sup>c</sup> |
| ADPV verano, kg/d                    | 0.768              | 0.739                  | 0.766                      |                    |
| PV faena, kg                         | 444                | 456                    | 452                        | 458                |
| Novillos faenados a 216d, %          | 0                  | 0                      | 0                          | 100                |
| Novillos faenados a 294d, %          | 25                 | 65                     | 74                         | 0                  |
| Novillos faenados a 329d, %          | 75                 | 35                     | 26                         | 0                  |
| <b>Características de carcasa</b>    |                    |                        |                            |                    |
| Peso carcasa, kg                     | 243 <sup>a</sup>   | 253 <sup>ab</sup>      | 259 <sup>bc</sup>          | 265 <sup>c</sup>   |
| Rendimiento, %                       | 54.82 <sup>a</sup> | 55.35 <sup>a</sup>     | 57.46 <sup>b</sup>         | 57.84 <sup>b</sup> |
| Espesor de grasa, mm                 | 7.3 <sup>a</sup>   | 6.3 <sup>a</sup>       | 7.3 <sup>a</sup>           | 9.9 <sup>b</sup>   |
| Peso cuarto pistola, kg              | 46.8 <sup>a</sup>  | 51.3 <sup>b</sup>      | 52.4 <sup>b</sup>          | 46.8 <sup>a</sup>  |
| <b>Calidad y composición química</b> |                    |                        |                            |                    |
| Terneza,                             | 10.16              | 9.84                   | 8.99                       | 7.68               |
| Área ojo de bife, cm <sup>2</sup>    | 57.5 <sup>a</sup>  | 63.0 <sup>ab</sup>     | 67.0 <sup>b</sup>          | 76.9 <sup>c</sup>  |
| Grasa intram. Semitend, %            | 2.0 <sup>a</sup>   | 2.5 <sup>a</sup>       | 2.4 <sup>a</sup>           | 3.2 <sup>b</sup>   |
| Grasa intramuscular Longis. %        | 2.2 <sup>a</sup>   | 2.6 <sup>a</sup>       | 2.9 <sup>a</sup>           | 4.7 <sup>b</sup>   |
| Semitend. Colesterol, mg/100g        | 39.5               | 42.3                   | 42.7                       | 40.7               |
| Longissim. Colesterol, mg/110g       | 45.5 <sup>a</sup>  | 45.9 <sup>a</sup>      | 45.9 <sup>a</sup>          | 52.8 <sup>b</sup>  |
| Acido linolénico Ω-3                 | 1.37 <sup>a</sup>  | 1.07 <sup>ab</sup>     | 0.68 <sup>b</sup>          | 0.19 <sup>c</sup>  |
| Relación ácido linolénico Ω-6/ Ω-3   | 2.3 <sup>a</sup>   | 2.75 <sup>a</sup>      | 5.46 <sup>b</sup>          | 21.9 <sup>c</sup>  |

<sup>a,b</sup>, Números con distintas letras difieren significativamente

Rosso y col., 1998

Como se esperaba, novillos alimentados a corral tuvieron las más altas ganancias de peso, seguidos por los grupos suplementados. Como consecuencia de estas diferencias solo los novillos a corral alcanzaron todos el peso de faena a los 216 días. Después de 294 días de pastoreo solo 25% de los novillos a solo pasto pudieron ser faenados mientras que un 65 % de los novillos suplementados en otoño-invierno y un 74% de los suplementados en otoño-invierno-verano estuvieron terminados.

Acerca de las características de la carcasa, el rendimiento fue mayor en los animales a corral y en los suplementados otoño-invierno-verano comparados con los otros dos grupos. Si bien los novillos a corral tuvieron una mejor performance que los novillos en pastoreo (mayor peso de carcasa, mayor rinde, y mayor área ojo de bife), dichos parámetros mejoraron cuando los animales en pastoreo eran suplementados con granos.

La carne producida a pasto además de tener una menor concentración de grasa y de colesterol, tuvo un mayor contenido de ácido linolénico omega-3 y una menor relación de ácidos linolénicos omega-6/omega-3. El ácido linolénico de las pasturas sería la fuente de estos ácidos insaturados conjugados de la carne. La importancia de estos ácidos reside en la correlación que existe entre una baja relación de estos ácidos y las posibilidades de reducir los riesgos de las enfermedades cardíacas.

A pesar de que existen evidencias de que el consumo de pasto incrementa la relación de AGPI (Ácidos Grasos Poli-insaturados) n-3/AGPI n-6, varios estudios confunden los efectos de la dieta con los efectos de los pesos de faena o el grado de terminación. En estos trabajos, debido a un mayor consumo energético asociado a la dieta con concentrados y al ser evaluados en periodos similares de tiempo, los animales alimentados con granos fueron más pesados y con carcasas más engrasadas que los alimentados a pasto. A medida que los animales engordan una proporción creciente de la grasa depositada lo hace como AGMI (Leat, 1978). Por lo tanto, cambios en gordura debido a diferencias en el consumo de energía pueden confundir los efectos de la dieta sobre la composición en ácidos grasos de la grasa intramuscular.

Para evitar estos efectos confundidos, French y col. (2000) realizó un ensayo con el fin de evaluar los efectos de la dieta sobre la composición de la grasa intramuscular en novillos con similares ganancias de peso. Relacionado a la composición en ácidos grasos y sus efectos en la salud humana, las grasas de los ruminantes son importante fuente de isómeros de ácidos linoleicos conjugados (CLA), principalmente los isómeros cis-9-trans-11 (Chin y col, 1992) los que se originan en la hidrogenación microbiana en 4rumen de los ácidos linoleicos y linolénicos de la dieta (Kepler y Tove, 1967). Estos CLAs están siendo reconsiderados por sus comprobadas propiedades anticancerígenas y antiterogénicas tanto en animales de laboratorio como en humanos.

Cincuenta novillos cruzas continentales fueron utilizados durante 85 días de alimentación con las siguientes dietas experimentales: SC silaje de pastura a libitum más 4 kg de concentrado, CO 8 kg concentrado más 1 kg heno, CG 6 kg forraje pastoreado (MS) más 5 kg concentrado, GC 12 kg forraje pastoreado más 2.5 kg concentrado y GO 22 kg forraje pastoreado.

Los resultados (Tabla 9) muestran que los pesos de las carcasas y las ganancias diarias de peso fueron, tal cual lo planeado, similares en todos los tratamientos, sin que halla efectos de los tratamientos en la concentración de proteína y grasa en el músculo longissimus estudiado.

Con respecto al perfil de ácidos grasos, la disminución de concentrado en la dieta, causó una disminución lineal en la concentración de AGS en la grasa intramuscular. Este descenso en los AGS de la grasa sería causado por una reducción en las concentraciones de los AG 16:0, lo que refleja la menor concentración de estos ácidos en el pasto con respecto al silaje y al concentrado. Novillos alimentados a solo pasto tuvieron una mayor concentración de AGPI en la grasa que los otros grupos.

La relación de AGPI:AGS en grasa fue linealmente incrementada a medida que el consumo de concentrado en la dieta disminuía.

**Tabla 9. Composición química del músculo Longissimus y composición en ácidos grasos de la grasa intramuscular en novillo alimentados con distintos niveles de concentrado.**

| <i>Parámetros</i>         | <i>SC</i> | <i>CO</i> | <i>CG</i> | <i>GC</i> | <i>GO</i> |
|---------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Carcasa                   |           |           |           |           |           |
| Peso, kg                  | 330       | 330       | 326       | 330       | 324       |
| GDPV, kg/d                | 0.63      | 0.60      | 0.60      | 0.62      | 0.59      |
| Músculo Longissimus       |           |           |           |           |           |
| Proteína, g/kg            | 222       | 239       | 226       | 235       | 233       |
| Lípidos, g/kg             | 40.8      | 34.1      | 44.9      | 40.2      | 43.6      |
| Perfil ác. grasos(1)      |           |           |           |           |           |
| AGS                       | 47.72a    | 48.07a    | 45.71b    | 44.86b    | 42.82c    |
| AGMI                      | 41.83     | 41.48     | 40.90     | 42.31     | 43.07     |
| AGPI                      | 4.14a     | 4.93a     | 4.53a     | 4.71a     | 5.35b     |
| Ácidos grasos $\Omega$ -6 | 2.96      | 3.21      | 3.12      | 3.04      | 3.14      |
| Ácidos grasos $\Omega$ -3 | 0.91a     | 0.84a     | 1.13b     | 1.25bc    | 1.36c     |
| $\Omega$ -6/ $\Omega$ -3  | 3.61a     | 4.45a     | 2.86b     | 2.47b     | 2.33b     |
| AGPI:AGS                  | 0.09a     | 0.09a     | 0.10a     | 0.11ab    | 0.13b     |
| CLA                       | 0.47ab    | 0.37a     | 0.54ab    | 0.66b     | 1.08c     |

French y col., 2000

<sup>a,b,c</sup>. Números con distintas letras difieren significativamente g/100 g metilester de ácidos grasos

AGS: Ácidos Grasos Saturados

AGMS: Ácidos Grasos Mono-saturados

AGPI: Ácidos Grasos Poli-insaturados

No hubo efectos de los tratamientos sobre la concentración de los AG  $\Omega$  -6, pero la disminución del consumo de concentrado aumentó la concentración de AG en la grasa y en consecuencia también la relación AG  $\Omega$  -6/  $\Omega$  -3 se vio disminuida. El consumo de AGPI  $\Omega$  -3 fue mayor en los animales sobre pastura debido a la mayor concentración del AG 18:3 en el pasto comparado con el concentrado.

## CONCLUSIÓN:

Con los conocimientos logrados hasta el presente se puede concluir que la calidad y el valor nutricional de la carne producida en los sistemas de la región templada pueden presentar ciertas ventajas comparada con la carne producida en sistemas confinados en base a grano. Sobre pasturas de alta calidad y con un correcto manejo, puede lograrse una alta performance animal sin afectar la composición de la carcasa ni las características organolépticas de la carne producida. Desde la perspectiva de la nutrición humana, el contenido de grasa de las carnes puede ser reducido y la composición de sus ácidos grasos mejorados cuando el principal componente de la dieta lo constituye el forraje de calidad que proveen las pasturas templadas.