

## Capítulo LXXI

### **Influencia del tipo de dieta y del uso de suplementación a pastoreo sobre los atributos de calidad de la canal y la carne de res**

**Argenis Rodas-González, MSc**

---

#### **INTRODUCCIÓN**

Existe el consenso científico que la calidad de la canal y de la carne de res es afectada por el tipo de dieta durante la fase de ceba (Byers *et al.*, 1988; Melton, 1990; Kerth *et al.*, 2007a). Las diferencias en las dietas a base a granos versus forrajes, siempre han sido tema de discusión, a pesar que las preferencias del consumidor estadounidense favorecen las carnes provenientes de animales cebados a granos (Byers *et al.*, 1988; Melton, 1990; Huerta *et al.*, 1997; Kerth *et al.*, 2007a). En Norteamérica como en otros países, desde hace algunos años, los granos han dejado de ser una fuente de energía barata para el engorde de animales debido a su utilización para la producción de etanol, lo cual ha estimulado el interés en la ceba de ganado a pastoreo. En adición a este aspecto económico, el consumidor actual demanda productos saludables (como las “grasas buenas”; i.e. Omega-3, CLA, etc.), a la vez que los sistemas de producción se tornan más respetuosos del ambiente y no como agentes contaminantes del mismo (Martz, 2000; Kerth *et al.*, 2007b). Los avances en la genética de pastizales y de los animales hacen viable la posibilidad de engordar el ganado con forrajes (Kerth *et al.*, 2007b).

En los países tropicales, es necesario el uso de suplementos alimenticios, ya que los pastos de estas zonas de vida no cubren por sí solos, los requerimientos nutricionales de animales en crecimiento (Moya, 1996). Las experiencias científicas de los efectos de suplementación a pastoreo sobre el ritmo y eficiencia de crecimiento en ganado vacuno son abundantes; sin embargo, los estudios que evalúan sus efectos sobre la calidad de la canal y sus carnes son escasos (Huerta *et al.*, 1997). Este trabajo presenta una revisión de las comparaciones existentes en la literatura del engorde con forrajes versus granos en Norteamérica y al mismo tiempo recoge las experiencias con estrategias de suplementación a pastoreo, en cuanto a sus efectos en la calidad de la canal y la carne, que pueden servir de base para su aplicación en sistemas de ganaderías doble propósito.

## **TIPO DE DIETA: GRANOS VERSUS FORRAJES**

### **Características de la canal**

Es bien conocido que los animales producidos a base de forrajes presentan canales con bajos pesos, menos marmoleo, menos grasa subcutánea y menor área de *longissimus dorsi* comparado con los alimentados a grano (Bennett *et al.*, 1995; Mandell *et al.*, 1998; Schenell *et al.*, 1997; Kerth *et al.*, 2007b). Esto es debido al bajo nivel de energía contenida en los forrajes, la cual es requerida para satisfacer las necesidades para el mantenimiento, síntesis de proteína y la deposición de grasa (Byers *et al.*, 1988). Contrario a lo que se piensa, dichas diferencias desaparecen al compararlas a pesos similares de finalización de la ceba (Bidner *et al.*, 1986; Muir *et al.*, 1998), a pesar de que los animales a pastoreo requieren 33% más de tiempo para igualarse en peso a los animales alimentados a granos (Bidner *et al.*, 1986).

En cuanto al color de la carne, las investigaciones indican que las carnes de animales alimentados con pastos son más oscuras, más fofas y de textura áspera que los animales producidos a granos (Bidner *et al.*, 1981; Crouse *et al.*, 1984; Bidner *et al.*, 1986; Byers *et al.*, 1988). Esto es en parte motivado al incremento en la concentración de mioglobina en el músculo (Bidner *et al.*, 1986). No obstante, otros investigadores han reportado que no existe disparidad en el color de la carne proveniente de dietas (Sapp *et al.*, 1999; O'Sullivan *et al.*, 2003).

Otro aspecto altamente criticado en los animales alimentados con pastos es el color cremoso o amarillo de las grasas en comparación con el color blanco de las grasas de los animales alimentados con granos (Strachan *et al.*, 1993; Bennett *et al.*, 1995; Cranwell *et al.*, 1996). Esa apariencia es debida a la deposición de carotenoides y derivados de la hemoglobina (Irie, 2001). Sin embargo, algunos investigadores han reportado que dicha pigmentación llega a ser ligera, y que no amerita el rechazo de la canal en el mercado (Martz, 2000). Una manera de reducir esa apariencia amarillenta de las grasas, es a través del recorte de grasa en la pieza cárnica a 0,3 cm (práctica comercial en Estados Unidos); se han logrado incrementos de la blancura ( $L^*$ ) y reducción del color rojo ( $a^*$ ) y amarillo ( $b^*$ ) en los cortes de carne obtenidos de animales a pastoreo, a los cuales se les había realizado el recorte de la grasa, resultando en valores similares de  $b^*$  con respecto a los cortes de carnes de animales a granos sin recorte de grasa (Kerth *et al.*, 2007b).

Todos estos aspectos negativos en las características de las canales de animales a pastoreo, repercuten en forma negativa en la categorización por calidad y por rendimiento americano (McMillin *et al.*, 1982, 1984; Byers *et al.*, 1988; Camfield *et al.*, 1999).

### **Calidad de las carnes**

La dureza de las carnes provenientes de animales cebados a pastoreo, es otro aspecto negativo por el cual la ceba a pastoreo no ha ganado simpatía en los Estados Unidos (Crouse y Siedeman, 1984; Cranwell *et al.*, 1996). Sin embargo, algunas experiencias refieren que no existen diferencias en terneza entre carnes provenientes de estos tipos de dietas (Bidner *et al.*, 1986; Sapp *et al.*, 1999; Cox *et al.*, 2006). Algunos in-

investigadores aducen que las diferencias en terneza podrían ser causadas mayormente por la cantidad y tipo de colágeno (Millar *et al.*, 1983; Kerth *et al.*, 2007b) y no por la condición de la fibra muscular. Una dieta alta en energía incrementa la síntesis proteica y por consiguiente, aumenta la cantidad de colágeno soluble, favoreciendo la blandura de la carne (Aberle *et al.*, 1981; Fishell *et al.*, 1985)

No se han observado diferencias en la cantidad de colágeno total y soluble al calor en cortes del solomo (músculo *longissimus*) provenientes de esas dietas, pero si en el índice de fragmentación miofibrilar (medida de la degradación de la proteína miofibrilar durante la maduración postmortem, en donde las carnes de animales a pastoreo no mostraron incrementos en dicho índice (Cox *et al.*, 2006). Las diferencias en la actividad proteolítica podrían deberse al bajo peso al sacrificio de los animales a pastoreo, ya que la actividad de la calpastatina (enzima inhibidora de la calpains) se reporta asociada en forma negativa con el peso vivo (mayor peso vivo, menor actividad de la calpastatina) (Shackelford *et al.*, 1994). Por ende, las carnes de los animales cebados a granos y a pasto, al ser sacrificados a pesos vivos y edades similares, no difieren en los valores de fuerza de corte o en las puntuaciones en terneza dado por los catadores (McIntyre y Ryen, 1984).

Han habido discrepancias a lo concerniente al sabor de la carne de animales cebados a pastoreo; normalmente se le atribuyen sabores como a pasto o a “leche” (Melton, 1990), causado por la acumulación de compuestos referidos como diterpenoides, productos originados de la acción de los microorganismos ruminales sobre la clorofila, que se acumulan en la grasa de la carne (Melton, 1990; Griebenow *et al.*, 1997). En oposición a esta afirmación, otras investigaciones indican que no existe tal diferencia (Montgomery *et al.*, 1982; French *et al.*, 2000). La duración del pastoreo, el tipo y la madurez del pasto podrían ser factores que afectan el desarrollo del sabor (Melton, 1990), lo cual sería debido a la deposición de los precursores del sabor como los compuestos volátiles y en particular los ácidos grasos, teniendo las carnes de los animales cebados a pastoreo niveles altos de ácidos grasos saturados y Omega-3 y bajos niveles de monoinsaturados y Omega-6 (Melton, 1990). A pesar de los efectos de la dieta sobre los ácidos grasos y compuestos volátiles, estas diferencias no son en la mayoría de las veces, detectadas por los panelistas entrenados y mucho menos por los consumidores; sobre todo cuando las comparaciones entre las dietas son realizadas a pesos de matanza y/o a niveles de engrasamiento similares (Muir *et al.*, 1998).

Otro atributo importante al evaluar la calidad de la carne, es la jugosidad. Algunos trabajos (Bidner *et al.*, 1986; Martz, 2000) indican disminución de la jugosidad en las carnes de animales cebados a pastoreo. La diferencia en jugosidad esta en mayor medida relacionada al nivel de marmoleo y no a la dieta *per se* (Muir *et al.*, 1989), mientras que al ajustar a peso constante y/o a niveles de engrasamiento externo, la jugosidad no se ve afectada por la dieta (Smith *et al.*, 1977)

Finalmente, la pregunta clave por responder sería: ¿Qué preferencias tiene el consumidor al consumir carne producida por las dos dietas? Los consumidores no fueron capaces de detectar diferencias debido a la dieta en ninguno de los atributos evaluados como terneza, jugosidad, sabor y aceptabilidad general (Bidner *et al.*, 1986), mientras que Huerta *et al.* (1997) describieron en una revisión de literatura, que los consumidores detectaron diferencias insignificantes en cuanto a jugosidad, sabor y

terneza. Contrario a lo antes mencionado, otros investigadores han establecido de manera más enfática las diferencias entre las dietas (Byers *et al.*, 1988; Cox *et al.*, 2006; Kerth *et al.*, 2007a,b), siendo las carnes de los animales alimentados a granos las que tuvieron mayor porcentaje de aceptabilidad (56-64% *vs.* 22-34%) y que los consumidores están dispuestos a pagar más por ello.

A nivel del consumidor latinoamericano, ese mismo comportamiento de preferencia hacia las carnes norteamericanas de animales alimentados a granos ha sido detectado en comparaciones con carnes de animales a pastoreo de México, Costa Rica, Puerto Rico y Venezuela (Acevedo-Salinas, 2004; Huerta-Sánchez *et al.*, 2004; Delgado *et al.*, 2005; Rubio *et al.*, 2007). No obstante, existe un factor adicional que puede incidir en la aceptación de las carnes debido a la dieta, y está determinado por el ambiente donde se degusta y la manera como las muestras son presentadas al consumidor. Cuando las evaluaciones son realizadas a nivel de supermercados, el consumidor evalúa con mejor puntaje las carnes de animales a granos; mientras que cuando las evaluaciones de las muestras son realizadas en casa, los consumidores no pudieron determinar diferencias entre los dos tratamientos (Cox *et al.*, 2006). Todas las comparaciones demuestran que la gran mayoría del consumidor americano y latinoamericano obtienen mejor satisfacción al consumir las carnes provenientes de animales cebados a granos, pero a su vez existe una clara señal de un nicho de mercado que esta demandando carnes de animales cebados a pastoreo.

## **SUPLEMENTACIÓN A PASTOREO**

La suplementación con concentrados ha permitido suplir deficiencias nutricionales del pasto con buenos resultados. En ensayos conducidos por Martz (2000) comparando animales mestizos (Hereford × Gelbvieh × Angus,  $\frac{3}{4}$  Angus) cebados a granos *vs.* pastoreo con diferentes niveles de suplementación de concentrado (0, 0,5, 1,0, 1,5% de alimento/kg. peso vivo), con manejo intensivo de las pasturas (1-2 días de permanencia, 1 animal por acre) encontró que los animales suplementados requirieron 40 a 80 días adicionales para obtener el peso al sacrificio requerido en contraposición a los animales a solo concentrado. Sin embargo, los animales con mayores cantidades de concentrado por kilo de peso vivo (1,5%) obtuvieron similar valoración en las características en canal, atributos organolépticos y aceptabilidad de las carnes con respecto a los animales con solo concentrado. Concluye que los animales mestizos con al menos 50% de sangre británica de madurez precoz utilizan de manera eficiente las pasturas manejadas de manera intensiva (Martz, 2000).

La suplementación con concentrados, a pesar de los resultados no es una práctica económica; por eso, es necesario implementar la búsqueda de alternativas de alimentación más económicas y fáciles de obtener, que permitan satisfacer los requerimientos nutricionales de los animales a un bajo costo y con mínima dependencia de productos o subproductos importados o externos a la unidad de producción.

Las leguminosas forrajeras, especialmente las arbóreas, se han constituido en alternativas de suplementación durante los períodos críticos debido a que son excelentes fuentes de forrajes de buena calidad que mejoran la productividad animal a bajos costos. Especies como la *Leucaena leucocephala* y *Gliricidia sepium* presentan un

amplio rango de adaptación, importante para su utilización en las zonas de la cuenca del Lago de Maracaibo, contribuyendo con ello a mejorar la alimentación animal (Dávila *et al.*, 1998).

Al comparar la suplementación con *Leucaena* en animales Criollo Limonero (machos castrados) a pastoreo en Pasto Alemán con respecto a animales a solo pastoreo y/o con concentrado por 210 días, no se detectaron efectos significativos de los tratamientos de suplementación sobre las características de la canal (Rodas *et al.*, 2006); sin embargo, se observó la tendencia de la madurez muscular a estar ligeramente más avanzada en los animales suplementados con *Leucaena*. El marmoleo se ubicó en el nivel “ligero”, mientras que el color de la grasa se mantuvo con un color blanco cremoso. Los indicadores de muscularidad (perfil muscular y área del ojo costal) no mostraron diferencias estadísticas a favor de un tratamiento, aunque los animales suplementados (concentrado o *Leucaena*) denotaron una mejor silueta (perfiles rectos *vs.* ligeramente cóncavos en los controles). Las canales en general, no alcanzaron una buena cobertura de grasa (ligeramente desprovista), hecho que concuerda con el escaso engrasamiento a nivel de los lomos (espesor de grasa promedio menor de 2,5 mm).

En cuanto a la calidad de la carne, no se han observado diferencias entre los tratamientos de suplementación, para la resistencia al corte y los atributos organolépticos (medido por consumidores) (Rodas *et al.*, 2007); a pesar de ello, las carnes de animales suplementados con *Leucaena* o concentrado calificaron mayoritariamente en la categoría de carnes tiernas, de acuerdo al umbral de terneza descrito por Rodas *et al.* (2005). De igual forma, Shelton (1996) revisó algunas fortalezas y debilidades de la *Leucaena* utilizada a nivel tropical y subtropical, asegurando que la aceptación de la carne de animales a los que se les suministró esta especie de leguminosa en Australia fue buena, a pesar del color amarillo que se presenta en la grasa.

En otros trabajos con *Leucaena* (como sustituto de una dieta) se han encontrado mejorías en algunos atributos de la canal. Khy *et al.* (2000) compararon la Alfalfa y la *Leucaena* como sustitutos en un 12% de una ración balanceada para novillos nativos de Tailandia (raza Kamphaengsaen) bajo condiciones de confinamiento. Los resultados en peso de la canal caliente de los animales suplementados con alfalfa y leucaena fueron superiores en más de 47 Kg. con respecto al control, no encontrándose diferencias estadísticas entre los suplementados. A pesar de esta ventaja, la suplementación no afectó el rendimiento en canal. Los novillos suplementados mostraron mejores niveles de engrasamiento en los lomos que los animales que recibieron la dieta control (Control = 1,8 mm; Alfalfa = 4,0 mm; *Leucaena* = 3,5 mm).

En trabajos de suplementación con otros tipos de leguminosas a pastoreo los resultados no han sido promisorios. Bennett *et al.* (1995) suplementando novillos con maní forrajero asociado con pasto Bahiagrass, encontraron que las canales fueron livianas, con menos grasa de cobertura, menos área del ojo del lomo y el color de las carnes oscura. De igual manera, las carnes necesitaron mayor presión (en Kg.) para ser cortadas por el Warner-Bratzler comparadas con la de los animales alimentados a granos (6,8 vs 4,0 Kg); estas carnes también presentaron un sabor desagradable cuando fueron evaluadas por panelistas entrenados.

Otras estrategias de suplementación a pastoreo para la ceiba (vacunos enteros y castrados) en condiciones de sabanas mejoradas en los Llanos Occidentales fueron

evaluadas en módulos de ceba con predominio de pasto Tanner (*Brachiaria radicans*) (Huerta *et al.*, 1997). Se realizaron dos ensayos con machos enteros y castrados de raza Brahman y sus cruces F1. En el ensayo 1 se evaluó una ración a base de gallinaza 40,9% y pulitura de arroz en 50 %, con la adición de un modificador ruminal, Rumensin®. En el ensayo 2, utilizando animales implantados con anabólicos (Revalor® y/o Ralgro®) todos recibieron una primera ración constituida principalmente por 10% de harina de pluma y 77,9% de harina de arroz, con incorporación de ionóforos (Salozim®); esta fue suministrada durante los primeros 58 días, para luego suministrar otra ración, sustituyendo la harina de plumas por semilla entera de algodón. En el ensayo 1, las canales no variaron en la apreciación visual del color y acabado exterior de grasa, pero las de los grupos suplementados, resultaron significativamente más pesadas, con mejor conformación y más inmaduras. En el ensayo 2, donde uno de los criterios era sacrificar los animales cuando tuvieran *in vivo* un acabado satisfactorio para el mercado, se observaron las mismas tendencias encontradas en el primer ensayo, donde los animales no suplementados evidenciaban una mayor madurez ósea, indicando que los suplementados a una edad fisiológica más temprana alcanzaron un acabado satisfactorio.

En general, el marmoleo fue deficiente en todos los animales de ambos ensayos. En cuanto a palatabilidad, se obtuvieron resultados contradictorios, en el primer ensayo (suplementación con gallinaza y pulitura de arroz), todos los atributos relacionados a la blandura de la carne (resistencia al corte, cantidad de tejido conectivo y terneza) estuvieron ligeramente desmejorados. En contraste, el ensayo 2 (harina de pluma y semilla de algodón) produjo carnes que resultaron, según el panel entrenado, ligeramente menos duras al corte (0,5 Kg.), más jugosas y más tiernas, que la de los animales que no recibieron suplemento. No obstante, los valores de resistencia al corte se mantienen sobre los 5 kg., lo cual, es insatisfactorio de acuerdo al umbral de terneza (=3,86 kg se considera tierna) señalado por Rodas *et al.* (2005).

Los escasas experiencias locales que estudiaron el efecto de la suplementación a pastoreo sobre las características de la canal y la carne bovina revelan algunas mejoras en ciertos rasgos de la canal, como el peso, conformación y madurez fisiológica, además que se logró acortar el tiempo de ceba; sin embargo, con respecto a la mejora de la calidad de la carne, los resultados fueron contradictorios.

## CONCLUSIONES

La suplementación con concentrados, a pesar de los resultados no es una práctica económica; por lo cual, es necesario implementar la búsqueda de alternativas de alimentación más económicas y fáciles de obtener, que permitan satisfacer los requerimientos nutricionales de los animales a un bajo costo y con mínima dependencia de productos o subproductos importados o externos a la unidad de producción.

La calidad de la canal y de la carne de res es afectada por el tipo de dieta durante la fase de ceba. Los animales producidos a base de forrajes presentan una serie de características negativas como canales con bajos pesos, menos marmoleo, menos grasa subcutánea, menor área de *longissimus dorsi*, carnes oscuras, color cremoso o amarillo de las grasas, carnes duras, sabores desagradables y bajas puntuaciones en terneza da-

das por catadores entrenados comparado con los alimentados a granos; pero, tales diferencias desaparecen, al ser sacrificados a pesos vivos y/o a niveles de engrasamiento externo. A pesar de ello, el consumidor americano y latinoamericano, obtienen mayor satisfacción al consumir las carnes de los animales alimentados a granos.

Un manejo intensivo de las pasturas y el uso de algunas estrategias de suplementación pueden llegar a mejorar algunos rasgos de la canal y de la carne, como:

1. Las diferencias en los atributos de la canal y de la carne entre los dos tipos de dietas, desaparecen al compararlos con los pesos de finalización de la ceba y/o a niveles de engrasamiento similares, aunque los animales a pastoreo requieren 33% más de tiempo para equipararse en peso a los animales alimentados a granos.
2. Las comparaciones arrojan que la gran mayoría del consumidor americano y latinoamericano obtiene mejor satisfacción al consumir las carnes provenientes de animales cebados a granos, pero a su vez existe una clara señal de un nicho de mercado que está demandando carnes de animales cebados a pastoreo.
3. Existe un uso de manera eficiente en las pasturas manejadas de manera intensiva.
4. Los animales sometidos a suplementación mejoran algunos rasgos de la canal, especialmente peso, conformación y madurez total.
5. La suplementación con gallinaza y harinas de arroz, plumas y algodón y maní forrajero resulta en carne de terneza intermedia a dura, en contraste de la suplementación con *Leucaena*, donde las carnes son bien aceptadas por parte del consumidor y garantizan una alta proporción de carnes tiernas.
6. Se recomienda seguir investigando sobre el uso de subproductos nativos del país a fin de mejorar los atributos de calidad de la canal y de la carne.

## LITERATURA CITADA

- Aberle ED, Reeves ES, Judge MD, Hunsley RE, Perry TW. 1981. Palatability and muscle characteristics of cattle with controlled weight gain time on high energy diet *J Anim. Sci* 52:757-763.
- Acevedo-Salinas M. 2004. Evaluación de los atributos principales de calidad de la carne de res de origen local e importada según se ofrece al consumidor. Tesis. Universidad de Puerto Rico. Mayagüez, Puerto Rico. 81pp.
- Bennett LL, Hammond AC, Williams MJ., Kunkle WE, Jhonson DD, Preston RL, Millar MF. 1995. Performance, carcass yield and carcass quality characteristics of steers finished on *Rhizoma peanut* (*Arachis glabrata*)-tropical grass pasture or concentrate. *J Anim Sci* 73:1881-1887.
- Bidner TD, Bagley CP, Hill GM, Montgomery RE. 1981. Evaluation of beef from steers fed grain, cornsilage or bermudagrass diets. *Livest Prod' Day Report* 21: 134-138.
- Bidner TD, Schupp AB, Mohamed AB, Rumore NC, Montgomery RE, Bagley CP, McMillin KW. 1986. Acceptability of beef from Angus-Hereford or Angus-Hereford-Brahman steers finished on all-forage or high-energy diet. *J Anim Sci* 62: 381-387.
- Byers F, Cross M, Schelling T. 1988. Integrated nutrition, genetics and growth management programs for lean beef production. In, National Res. Council (ed) *Designing Foods. Animal Product Options in the Marketplace*. National Academy Press, Washington D.C., USA. 283-291.

- Camfield PK, Brown Jr AH, Johnson ZB, Brown CJ, Lewis PK, Rakes LY. 1999. Effects of growth type on carcass traits of pasture- or feedlot-developed steers. *J Anim Sci* 77: 2437-2443.
- Cox RB, Kerth CR, Gentry JG, Prevatt JW, Braden KW, Jones WR. 2006. Determining acceptance of domestic forage- or grain-finished beef by consumers from three southeastern USA states. *J Food Sci* 71:S542-S546.
- Cranwell CD, Unruh JA, Brethour JR, Simms DD. 1996. Influence of steroid implants and concentrate feeding on carcass and longissimus muscle sensory and collagen characteristics of cull beef cows. *J Anim Sci* 74: 1777-1783.
- Crouse JD, Cross HR, Seideman SC. 1984. Effect of a grass or grain diet on the quality of three beef muscles. *J Anim Sci* 58:619-625.
- Crouse JD, Seideman SC. 1984. Effect of high temperature conditioning on beef from grass or grain fed cattle. *J Food Sci* 49:157-160.
- Dávila C, Urbano Y, Moreno P. Las asociaciones con leguminosas arbóreas en el sur del lago de Maracaibo. Establecimiento y producción. 1988. En, *Mejora de la ganadería mestiza de doble propósito*. C González-Stagnaro, N Madrid-Bury, E Soto-Belloso (Eds). Ediciones Astro Data, C. A., Maracaibo, Venezuela. p. 258-274.
- Delgado EJ, Rubio MS, Iturbe FA, Mendez RD, Cassis L, Rosiles R. 2005. Composition and quality of Mexican and imported retail beef in Mexico. *Meat Sci* 69(3): 465-471.
- Fishell VK, Aberle ED, Judge MD, Perry TW. 1985. Palatability and muscle properties of beef as influenced by preslaughter growth rate. *J Anim Sci* 61:151-157.
- French P, O'Riordan EG, Monahan FJ, Caffrey PJ, Vidal M, Mooney MT, Troy DJ, Moloney AP. 2000. Meat quality of steers finished on autumn grass, grass silage or concentrate-based diets. *Meat Sci* 56:173-180.
- Griebenow RL, Martz FA, Morrow RE. 1997. Forage based finishing systems: a review. *J Prod Agric* 9:84-91.
- Huerta-Leidenz N, Rodríguez-Matos C, Jerez-Timaure N. 1997. Efectos de la dieta alimenticia sobre la calidad de la canal y de la carne. 1997. En: D. Plasse, N. Peña de Borsotti y R. Romero (Eds). XIII Cursillo sobre bovinos de Carne. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias Veterinarias, Maracay, Venezuela. Pp 41-55.
- Huerta-Sanchez D, Huerta-Leidenz N, Rodas-González A. 2004. Comparison of imported vs. domestic beef cuts for restaurant use in Venezuela. I. Cookery traits, consumer impressions and shear force. In: *Meat in Nutrition and Health* (Poulanne E, ed.) p 1095-1098, Proc 50th Intern Cong Meat Sci Tech, University of Helsinki; August 8-13. Helsinki, Finland.
- Irie M. 2001. Óptica evaluation of factors affecting appearance of bovine fat. *Meat Sci* 57:19-22.
- Kerth CR, Braden KW, Cox R, Kerth LK, Rankins Jr DL. 2007a. Carcass, sensory, fat color, and consumer acceptance characteristics of Angus-cross steers finished on ryegrass (*Lolium multiflorum*) forage or on a high-concentrate diet. *Meat Sci* 75:324-331.
- Kerth CR, Braden KW, Roberts SD, Cox R. 2007b. Forage Beef Quality Differences with Finishing Systems. Proceedings of the 60th American Meat Science Association Reciprocal Meat Conference. June 17-20, 2007. Brookings, South Dakota. pp. 81-84.
- Khy V, Prucasri P, Kanthapanit C, Chtwachirawong A. 2000. Comparison of growth, feed efficiency and carcass characteristics of Kamphaengsaen steers fed two TMR fiber sources during two different feeding period. *Kasetsart J. (Nat. Sci)* 34:216-226.

- Mandell IB, Buchanan-Smith JG, Campbell CP. 1998. Effects of forage vs. grain feeding on carcass characteristics, fatty acid composition, and beef quality in Limousin-cross steers when time on feed is controlled. *J Anim Sci* 76: 2619-2630.
- Martz F. 2000. Pasture-based finishing of cattle and eating quality of beef. Forage systems research center. Agricultural experiment station. Coll Agriculture, food and natural resources. <http://aes.missouri.edu/fsrc/research/pasture.stm>. Accessed 01/15/2008.
- McIntyre BL, Ryen WJ. 1984. The influence of type of diet and electrical stimulation on the eating quality of beef. *Anim Prod in Australia* 15:468-471.
- McMillin KW, Bidner TD, Hill GM, Bagley CP, Knox JW, Coombs DF, Loyacano AF, Oliver WM. 1982. Carcass traits of slaughter beef finished on forage diets. *Livestock Producers' Day Report*. 23: 125-128.
- McMillin KW, Bidner TD, Montgomery RE, Canal MJ, Carothers JT, Wu YC, Felche SE. 1984. Mean carcass traits of slaughter cattle from the year round forage beef production project. *Livestock Producers' Day Report*. 25: 26-30.
- Melton S. 1990. Effects of feeds on flavor of red meat: a review. *J Anim Sci* 68:4421-4435.
- Miller RK, Tatum JD, Cross HR, Bowlin RA, Clayton RP. 1983. Effects of carcass maturity on collagen solubility and palatability of beef from grain finished steers. *J Food Sci* 48:484-486, 525.
- Montgomery RE, McMillin KW, Bidner TD, Stanley MH. 1982. Effect of nutritional regime on the palatability of ground beef and ribs steaks. *Livestock Producers' Day report*. 23:164-167.
- Moya A. La suplementación estratégica del ganado a pastoreo. Experiencias Venezolanas. 1996. En, *El Ganado Brahman en el umbral del Siglo XXI (Brahman Cattle on the threshold of the 21st Century)*. Cap. VII. N Huerta-Leidenz, KE Belk (Eds). Ed. Astro Data S.A. Maracaibo, Venezuela. 125-147pp.
- Muir PD, Deaker JM, Bown MD. 1998. Effects of forage- and grain-based feeding systems on beef quality: A review. *New Zeal Jf Agric Res* 41:623-635.
- O'Sullivan A, Galvin K, Maloney AP, Troy DJ, O'Sullivan K, Kerry JP. 2003. Effect of pre-slaughter rations of forage and/or concentrates on the composition and quality of retail packaged beef. *Meat Sci* 63:279-286.
- Rodas-González A, Jerez-Timaure N, Huerta-Leidenz N. 2005. Identification of tenderness threshold for Warner-Bratzler shear force in Venezuelan beef. 51th Intern Congr Meat Sci Tech. August, 07 al 12, Baltimore, Maryland, USA. T16 page 76.
- Rodas-González A, Vergara-Lopez J, Arenas de Moreno, L, Huerta-Leidenz N, Pirela MF. 2006. Características al sacrificio, rasgos de la canal y rendimiento carnicero de novillos Criollo Limonero sometidos a suplementación durante la fase de ceba a pastoreo. *Revista Científica FCV-LUZ*. XVI (4): 364-370.
- Rodas-González A, Vergara-Lopez J, Arenas de Moreno L, Huerta-Leidenz N, Leal M, Pirela MF. 2007. Efecto de la suplementación y maduración de carnes al vacío sobre la palatabilidad del longissimus de novillos Criollo Limonero cebados a pastoreo. *Revista Científica FCV-LUZ*. XVII (3): 1-8
- Rubio MS, Mendez RD, Huerta-Leidenz N. 2007. Characterization of beef semimembranosus and adductor muscles from US and Mexican origin. *Meat Sci* 76:438-443.
- Sapp PH, Williams SE, McCann MA. 1999. Sensory attributes and retail display characteristics of pasture- and/or grain-fed beef aged 7, 14 or 21 days. *J Food quality*. 22: 257-274.

Schenel RD, Blek KE, Tatum JD, Miller RK, Smith GC. 1997. Performance, carcass, and palatability traits for cull cows fed high-energy concentrate diets for 0, 14, 28, 42, or 56 days. *J Anim Sci* 75: 1195-1202.

Shackelford SD, Koohmaraie M, Cundiff LV, Gregory KE, Rohrer GA, Savell JW. 1994. Heritabilities and phenotypic and genetic correlations for bovine postrigor calpastatin activity, intramuscular fat content, Warner-Bratzler shear force, retail product yield and growth rate. *J Anim Sci* 72:857-863.

Shelton M. 1996. El género *Leucaena* y su potencial para los trópicos. En: T. Clavero C. (Ed.). *Leguminosas forrajeras arbóreas en la agricultura tropical*. Centro de Transferencia de Tecnología en Pastos y Forrajes. La Universidad del Zulia p. 17-28.

Smith GM, Crouse JD, Mandigo RW, Neer K.L. 1977. Influence of feeding regime and biological type on growth, composition and palatability of steers. *J Anim Sci* 45:236-253.

Strachan DB, Yang A, Dillon RD. 1993. Effect of grain feeding on fat colour and other carcass characteristics in previously grass-fed *Bos indicus* steers. *Aust J Exper Agric* 33: 269-273.