



Nacameh

Vocablo náhuatl para “carnes”

Volumen 3, Número 1, Junio 2009

Difusión vía Red de Computo semestral sobre Avances en Ciencia y Tecnología de la Carne

Derechos Reservados[©] MMIX

ISSN: 2007-0373

<http://cbs.izt.uam.mx/nacameh/>



Efecto de los grupos raciales bovinos en las características de calidad de la carne

Jorge Hernández Bautista¹ y Francisco Gerardo Ríos Rincón²✉

¹*Escuela de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca.* ²*Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Sinaloa.* ✉ *Autor para correspondencia: fgrios@uas.uasnet.mx*

Resumen

La calidad de la carne se define como la combinación adecuada de los atributos de color, suavidad, jugosidad y sabor, los cuales pueden variar debido a diversos factores. El objetivo del presente trabajo es analizar el efecto de la raza en las características de calidad de la carne de bovino. Se hace referencia de las características fisicoquímicas importantes para el consumidor como el color, suavidad y jugosidad, además de otras no menos importantes como el pH, capacidad de retención de agua, marmóreo y contenido de colágeno, las cuales pueden ser afectadas por el genotipo de los animales; además, se describen las características organolépticas que contribuyen a predecir la calidad de la carne. Se hace énfasis en el comportamiento de cada variable en diferentes razas de bovinos.

Palabras clave: carne de bovino, características organolépticas, calidad de carne

Introducción

Uno de los alimentos más nutritivos para consumo humano es la carne, debido a que aporta proteínas de alto valor biológico, vitaminas del complejo B, minerales como hierro, zinc y fósforo y ácidos grasos esenciales (Hedrick *et al.*, 1994; Pearson y Dutson, 1994). Las características organolépticas son importantes para el consumidor al ejercer su selección de compra para carnes frescas, principalmente el color y la suavidad asociada a la jugosidad. Sin embargo, en estos atributos influyen el sistema

de producción, la edad, el manejo *ante-mortem* y *post-mortem*, el sexo y la raza del animal, así como características particulares del músculo y del tejido conectivo. Por ello, la calidad de la carne se define como la combinación adecuada de los atributos de color, suavidad, jugosidad y sabor (Pearson y Dutson, 1994). Un factor que ha causado gran controversia es el efecto de la raza, por ejemplo, en la clasificación de canales del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA, 1996), las razas Cebuínas son discriminadas debido a una mayor dureza, menor grado de marmoleo y por lo consiguiente menor jugosidad y sabor. Sin embargo, se ha olvidado que en cada región del mundo, existen diferentes hábitos de consumo y en consecuencia diferentes tipos de corte; es por eso que la carne que el consumidor estadounidense considera de calidad, para el consumidor mexicano no lo es, o viceversa.

El objetivo del presente trabajo es analizar el efecto de la raza en las características de calidad de la carne de bovino. En el documento se hace referencia de las características fisicoquímicas importantes para el consumidor como el color, suavidad y jugosidad, además de otras no menos importantes como el pH, capacidad de retención de agua, marmóreo y contenido de colágeno, las cuales pueden ser afectadas por el genotipo de los animales; además se describen las características organolépticas que contribuyen a predecir la calidad de la carne. Se hace énfasis en el comportamiento de cada variable en las diferentes razas de bovinos.

Características fisicoquímicas de la carne

Color (L*a*b*)

El color de la carne depende del tipo de músculo, de la actividad que realiza y de la concentración de mioglobina que contenga, además del estado de oxidación del átomo de hierro del grupo hemo y de una posible desnaturalización de la globina (Hulot y Ouhayoun, 1999). El color es un indicador muy utilizado para evaluar la calidad de la carne, de modo que su intensidad puede ser usada para predecir la edad animal, siendo más oscura y generalmente más dura a mayor edad, debido a que los músculos contienen mayor cantidad de mioglobina (Cassens, 1994).

La percepción del color es única y exclusiva para cada individuo. Anteriormente existía una gran dificultad para comunicar objetivamente un color específico, sin tener una base de referencia, de forma que las

primeras medidas se hicieron basadas en estándares por medio de comparación. Actualmente para la identificación exacta de un color, existen instrumentos que le atribuyen valores numéricos, los cuales hacen objetiva esta propiedad. La Comossion Internationale de l'Éclairage (CIE; 1976) recomienda para evaluar el color dos escalas alternativas y uniformes: CIE (L^* , a^* , b^*) ó CIELAB y la CIE (L^* u^* v^*) ó CIELUV. Estas escalas se basan en la teoría de percepción de colores opuestos, que establece que un color no puede ser verde y rojo ni azul y amarillo al mismo tiempo. Cuando se expresa un color en CIELAB, L^* , indica la luminosidad o claridad; $a^*(u^*)$, indica el valor rojo/verde y $b^*(v^*)$ identifica el valor amarillo/azul (Figura 1). A partir de los valores de a^* y b^* puede calcularse el matiz (Hue) y la cromaticidad (Chroma) de acuerdo a:

$$\text{Matiz: } H(\circ)_{ab} = \text{tg}^{-1} b^*/a^*$$

$$\text{Cromaticidad: } C^*_{ab} = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$$

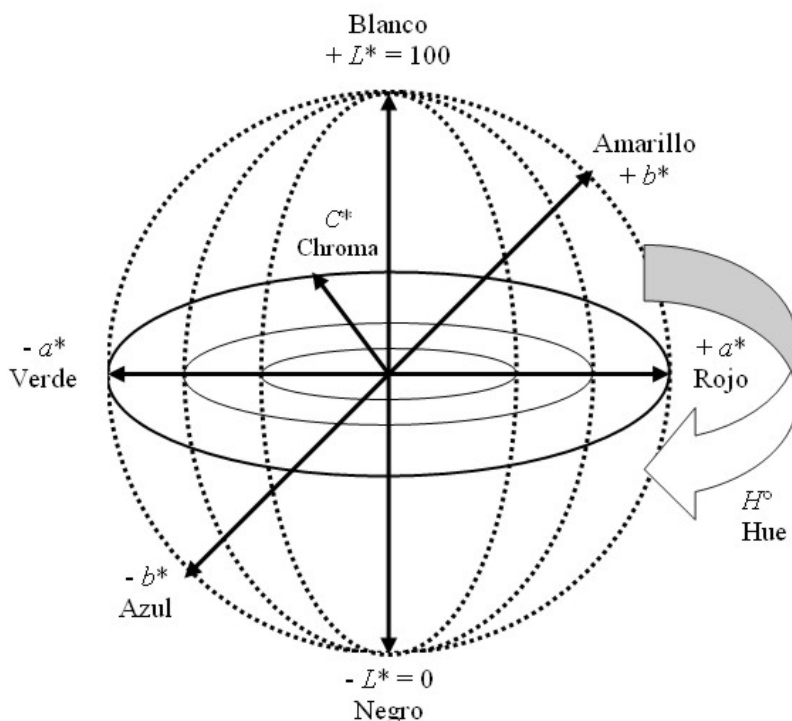


Figura 1. Espacio del color en la escala CIE L^* a^* b^* y sus coordenadas cilíndricas C^* y H° .

Para la evaluación del color en carne y productos cárnicos Honikel (1997) recomienda algunos parámetros a considerar, como definir el tiempo de Blooming (tiempo de exposición de la carne al aire, exactamente después de cortar la muestra, que preferentemente debe ser de dos horas y como mínimo una hora a una temperatura máxima de 3 °C), una fuente de luz D65 con el sistema de iluminación 45/0 ó 0/45 ó difuso/8 (d/8) a un ángulo de observación de 10° empleando la escala de color $L^* a^* b^*$ (CIE, 1976) y realizar la lectura por triplicado, habiendo calibrado con los estándares negro ($L^*=0$) y blanco ($L^*=100$). También debe considerarse que las lecturas hechas en carne con gran cantidad de grasa intramuscular (marmóleo) o colágeno producirán valores de gran variabilidad. El contenido de pigmento de mioglobina es intrínseco al músculo, dependiendo de los factores de producción primarios, tales como especie, raza, edad, tipo de músculo y grado de nutrición. El periodo *ante-mortem*, el proceso de sacrificio y las etapas subsecuentes, afectan al color, por la influencia de la velocidad del pH y la disminución de la temperatura (Honikel, 1998). Raes *y col.* (2003) encontraron valores para L^* , a^* y b^* de 41.7, 20.7 y 21.5 respectivamente del músculo *L. lumborum* en bovinos Belgian Blue. Gil *y col.* (2001) encontraron valores para L^* desde 32.2 hasta 38.9 en siete razas de terneras españolas para carne. Wolfgang (1994) describió los siguientes valores en carne de bovino, $L^*=44.1$, $a^*=26.1$ y $b^*=16.6$, el autor los considera como un estándar en carne fresca. Canales de bovino enfriadas correctamente inmediatamente después del sacrificio obtuvieron promedios de 47.55 intensidad de brillantez, 10.59 intensidad de rojo y 10.25 intensidad de amarillo (Smulders y Eikelenboom, 1988).

Al evaluar esta característica, Hoving-Bolink *y col.* (1999), estudiaron el efecto de la raza sobre las coordenadas tricromáticas (L^* , a^* , b^*), para ello utilizaron animales de las razas Piedmontese y Limousin; los autores concluyen que no hubo efecto de raza en las tres variables; a la misma conclusión llegaron Monsón *y col.* (2004), solo que en este caso se trató de razas españolas. Al evaluar el color de la carne de novillos, Chambaz *y col.* (2003) mencionan que novillos de las razas Charolais y Angus proveen a partir del músculo *L. dorsi*, carne más pálida y más baja en contenido de hierro, que la carne proveniente de novillos de los grupos raciales Simmental y Limousin. Klont *y col.* (1999) trabajaron con terneras de dos razas (Meuse-Rhine Yssel y Holstein-Friesian), en cuyos cortes de carne fue medida la luminosidad, la intensidad de rojo y la intensidad de amarillo;

en esta investigación se demostró que no existen diferencias significativas de las tres variables en ambas razas. Es importante aclarar que en algunos países europeos la carne de ternera se caracteriza por ser muy pálida, inclusive, en las dietas alimenticias es controlada la cantidad de hierro, con la finalidad de disminuir la intensidad de color rojo.

Un factor que es afectado significativamente por el grupo racial, es la concentración de pigmentos. Así, la raza Blonde d'Aquitaine mostró la menor concentración de pigmentos, seguida por ganado de la raza Limousin, correspondiéndole las mayores concentraciones de pigmentos a la raza Parda Alpina, de doble propósito. Por su parte, la raza Blonde d'Aquitaine posee características musculares similares a las razas de doble musculatura (Monsón *y col.*, 2004); estos grupos raciales generalmente presentan músculos más pálidos, debido a que presentan mayor proporción de fibras blancas y de un contenido más bajo en mioglobina (Gil *y col.*, 2001); en tanto que la alta concentración de pigmentos observada en las razas Frisona y Parda Alpina, era esperable, debido al diferente metabolismo de los bovinos especializados en producción de leche. Al respecto, Fiems *y col.* (1995) también mencionan diferencias entre razas, indicando que la carne de razas lecheras, que presentan elevado metabolismo y planos musculares menos gruesos, es más oscura que la de razas especializadas en la producción de carne. Las razas rústicas españolas, entre las que se encuentran la Avileña-negra Ibérica, Morucha, Retinta y Parda, presentaron una mayor intensidad de color rojo al ser comparadas contra razas mejoradas; esta variable mantuvo relación con el contenido de pigmentos hemínicos (Sañudo *y col.*, 1998).

Se puede decir que la intensidad de color rojo es la que mayor variabilidad tiene entre razas, esto debido principalmente al metabolismo y tamaño de los músculos de cada raza según su aptitud de producción y al porcentaje de fibras blancas, rojas e intermedias en cada raza (Albertí *et al.*, 1993). Debe de quedar claro que entre razas especializadas en la producción de carne no existen diferencias significativas en el color, no sucede lo mismo cuando la comparación se hace entre razas productoras de carne, de leche y rústicas. Estas dos últimas manifestarán siempre un color rojo más intenso, salvo cuando las comparaciones se hagan con animales con diferente alimentación y edad, los dos últimos factores deben considerarse al momento de planear un experimento, ya que pueden maximizar el error.

Textura

Las propiedades relacionadas con la textura son las características de calidad más apreciadas por el consumidor (Lawrie, 1998) y se caracterizan por ser difíciles de definir ya que al igual que el color, las propiedades de textura de una misma muestra pueden tener diferente significado para cada persona. Sin embargo, existen factores que pueden alterar esta característica como la cantidad y solubilidad de colágeno (Scönfelt y Naudé, 1994), el potencial proteolítico (Chirstensen *y col.*, 2000), el pH, el tamaño de las fibras y de los haces musculares (Blanchard y Mantle, 1996), la especie, la edad, la raza, condiciones de estrés *ante-mortem*, el sexo, el tipo de músculo, la longitud de sarcómero, la fuerza iónica y la degradación miofibrilar (Koohmaraie, 1994). El contenido de grasa intramuscular también tiene cierta influencia sobre las propiedades de textura (Gondret *y col.*, 1998).

Para evaluar la suavidad de la carne, el método más utilizado es el de Warner-Bratzler (Honikel, 1997); para ello es necesario el uso del texturómetro, que arroja medidas objetivas mediante el cálculo de la resistencia a la deformación o corte de una muestra al aplicar una fuerza dada; en ello intervienen fuerzas de tensión, corte y comprensión (Bourne, 1982). En la Tabla 1 se muestran los valores textura determinados por el método Warner-Bratzler, en carne de diferentes especies sometidas a variadas condiciones de cocción y empleando diferentes tipos de texturómetro. Se entiende por ello, que la suavidad es la característica de aceptación más importante y un factor determinante de la calidad de la carne (Koohmaraie, 1992), por eso la inconsistencia de este atributo, es uno de los principales problemas a los que se enfrenta actualmente la industria de la carne (Smith *y col.*, 1995), junto con la falta de uniformidad de las canales y el exceso de grasa.

Tabla 1. Resultados del esfuerzo al corte (Shear Force) por el método de Warner-Bratzler, en el músculo *Longissimus* de diferentes especies, de acuerdo a varios autores y a diferentes métodos de cocción (Ramírez, 2004).

Especie	Esfuerzo al corte (kg)	Condiciones de cocción	Equipo
Vacuno			
Doble musculatura	4.92±1.43	70°C Temp. Int.	Instron 2301
Rústico	4.33±1.44	70°C Temp. Int.	Instron 2301
Cerdo			
Landrace	6.63±2.93	Horno 250°C/20 min	Texture Analyzer
Conejo			
Hyplus X INRA 1067	3.82±0.36	80°C Agua durante 1 h	Universal Test Machine 2000

Las dimensiones de las muestras fueron de 1x1x2 cm, excepto para el cerdo que fue de 1.5x1.5x3 cm

La raza, el sexo y la edad del animal, son factores que afectan a esta característica en la carne. Por ello, se afirma que los animales de la raza Brahman y sus cruza, presentan carne menos suave que los animales de las razas Británicas y Continentales (Carpenter *et al.*, 1961; Norman, 1982; Pringle *et al.*, 1997), así mismo Whipple *et al.* (1990), señalan que las diferencias en suavidad entre *Bos indicus* y *Bos taurus*, son mayores para ciertos músculos. Al determinar la suavidad de la carne, Ramsey *y col.* (1963) señalan que los atributos sensoriales y esfuerzo al corte con navaja Warner-Bratzler, son similares en los cortes provenientes del lomo en las razas Brahman y Británicas. Sin embargo, para el caso de los cortes provenientes de la pierna se encontraron diferencias y estas pueden ser atribuidas a la diferente velocidad de la proteólisis *post-mortem*. Por su parte, Whipple *y col.* (1990) indican que animales de la raza Brahman muy maduros, desarrollaron baja degradación de proteína en el músculo *L. dorsi* y esta situación puede asociarse con la suavidad de la carne.

La suavidad también es asociada con la actividad de las calpaínas (Koochmaraie, 1994) y de su inhibidor calpastatina. Al respecto, Pringle y col. (1997) demostraron que la proporción calpaína:calpastatina se incrementa en la medida que el porcentaje de componente racial Brahman se aumenta en los cruzamientos de ganado bovino, por lo anterior la actividad proteolítica de ambas enzimas en la carne es reducida y por lo tanto la dureza aumenta. La información disponible en este tema es limitada y el caso es objeto de estudio por parte de los especialistas en el área. Boles y Swan (2002) evaluaron la dureza de los cortes de la pierna provenientes de animales de la raza Brahman, cruce de Brahman y *Bos taurus*, sometidos a inyección con sales de fosfato y a un proceso de cocción hasta alcanzar una temperatura interna de 63 °C; los autores concluyeron que existe un efecto de interacción entre raza y tiempo de maduración, sobre la dureza de la carne. Indudablemente la variable suavidad esta fuertemente afectada por la raza, sin embargo, esta no debe ser una limitante para la crianza y explotación de ciertas razas, ya que el factor madurez tiene aun más efecto en la dureza, por lo tanto, una raza que produce carne con menos suavidad deberá de alcanzar el peso al sacrificio a una menor edad. Para que eso suceda se tiene que trabajar fuertemente con el sistema de producción. Al respecto Ríos et al. (2002), al conducir un estudio con ganado menor a 36 meses, encastado de cebú y producido en engorda intensiva en el trópico seco, mostró que la suavidad obtuvo valores de igual a una carne suave. En la actualidad existen técnicas que permiten el ablandamiento de la carne, entre ellas se encuentran inyección de sales como cloruro de calcio y citrato de sodio. Estas técnicas han sido tema de investigación en los dos últimos años sobre todo por los científicos españoles y estadounidenses.

Jugosidad

La jugosidad de la carne juega un papel muy importante en la impresión gustativa del consumidor. Los jugos presentes en el producto, contienen componentes que contribuyen a la fragmentación y suavidad de la carne mientras se mastica. Los lípidos intramusculares y el agua son las principales fuentes de jugosidad de la carne, y constituyen un sustrato acuoso que es liberado cuando la carne es masticada, por lo que la ausencia de ésta característica, limita severamente su aceptabilidad (Hedrick y col., 1994). Un 8 % de la variación en la terneza y un 16 % de la variación en la jugosidad se deben al contenido de grasa intramuscular o marmoleo del

músculo, los restantes porcentajes se deben a factores ambientales y genéticos.

La relación entre jugosidad y marmóleo de la carne

Dado que esta variable tienen que ver en gran medida con la calidad organoléptica de la carne sobre todo en el mercado americano y en el norte de México, es pertinente abundar sobre el tema. Griffin *y col.* (1992) y Lorenzen *y col.* (1993), coinciden en señalar que las razas lecheras tienen menor espesor de grasa a nivel de la doceava costilla y que en los animales de razas europeas productores de carne, el espesor es más grueso; para esta característica, los animales Cebuínos son intermedios entre los dos grupos anteriores. Esta argumentación coincide con lo señalado por Bertrand et al. (1983) quienes evaluaron novillos Hereford, Angus, Holstein, Pardo Suizo y sus cruzas. La raza Pardo suizo, obtuvo el más bajo marmoleo a pesar que obtuvo la mayor área del ojo de la costilla, por lo tanto, al momento de la clasificación fue al que se le otorgó en menor grado de calidad. Por otro lado, quienes obtuvieron el mejor grado de calidad, fueron las razas Angus y Hereford en ese orden. Crouse et al. (1989), afirman que en la medida que se incrementa el porcentaje de *Bos indicus* en las cruzas, el grado de marmoleo disminuye, estos resultados coinciden con Huffman et al. (1990) quienes observaron un menor marmoleo y menor área del ojo de la costilla en diferentes cruzas de Brahman con Angus. En un estudio reciente elaborado por Chambaz et al. (2003) mencionan que el grado de marmoleo fue similar en novillos de las razas Charolais, Angus, Simmental y Limousin, cuando estos siguieron un patrón similar de alimentación. A pesar de que las razas Cebuínas y sus cruzas con razas lecheras utilizadas para la producción de carne y de leche en el trópico de México, son rechazadas por el sistema de clasificación de los Estados Unidos de América, se debe de considerar que se tienen un gran mercado a nivel nacional debido a los hábitos de consumo de la población.

Concentración de colágena

Sañudo *y col.* (1998) al evaluar siete razas españolas (Asturiana de los Valles, Avileña-Negra Ibérica, Parda Alpina, Pirenaica, Retinta, Rubia Gallega y Morucha) observaron que las razas Rubia Gallega y Retinta presentaron una menor calidad y mayor solubilidad, sin embargo, esto no mejoró la suavidad de la carne. Posteriormente en otro experimento, Sañudo *y col.* (2004) compararon razas de doble musculatura, de rápido crecimiento,

de doble propósito y rústicas y encontraron que la cantidad de colágeno total y el colágeno insoluble fueron afectadas drásticamente por el efecto del genotipo ($P < 0.05$). También mencionan que el efecto racial es más importante que el peso de la canal y tiene la misma importancia que el sistema de producción; este argumento lo respalda Shackelford *y col.* (1991) quienes encontraron resultados similares. El bajo contenido de colágeno total (1.49 mg de colágeno por gramo de carne fresca) en razas de doble musculatura mencionado por Sañudo *y col.* (2004) coincide con lo señalado por otros autores (Arthur, 1995; Desmet *y col.*, 1998). A pesar de que se determine la cantidad colágena en animales de la misma edad, el sistema de producción de donde proceden influye en la concentración de nitrógeno total, por lo tanto se debe de tener cuidado de considerar al sistema de producción al momento de evaluar el efecto de raza.

pH muscular

Es la característica de calidad de la carne más importante, ya que afecta directamente la estabilidad y propiedades de las proteínas, de su valor final dependerán prácticamente todos los atributos de calidad del producto, entre los más importantes se encuentran la capacidad de retención de agua y el color.

La evolución del pH de la carne de bovino se inicia a partir del pH del músculo, que de acuerdo a Forrest *y col.* (1979) en bovinos vivos es muy cercano a siete. Sin embargo, después del sacrificio el músculo pierde el aporte de oxígeno y nutrientes, por lo que trata de mantener su integridad disipando sus propias reservar energéticas y sufriendo cambios en sus propiedades durante la etapa *post-mortem*, las cuales dependerán de las condiciones *ante-mortem* y del glucógeno disponible (Lawrie, 1991). Una de las consecuencias de este fenómeno es la disminución del pH, que pasa de un valor de siete, a un pH último que oscila entre 5.6 y 5.8. El pH final puede variar debido al tipo de músculo evaluado, al respecto Talmant *y col.* (1986) encontraron que la velocidad de acidificación fue más lenta en los músculos rojos (oxidativos) que en los blancos (glucolíticos). A partir del pH último se puede predecir el tipo de carne obtenida. En bovinos existen dos tipos: normales (5.5 y 5.90) y DFD (6.0 a 7.0; de sus siglas en inglés Dark, Firm y Dry). La ocurrencia de carne DFD está alta y directamente correlacionada con el pH final (Apple *y col.*, 2002; Hargreaves *y col.*, 2004).

Uno de los efectos *ante-mortem* que contribuyen en ocasiones a la variación del pH último es el grupo racial.

El pH es el logaritmo negativo de la concentración de protones de una disolución. Tras la muerte del animal, cesa el aporte sanguíneo de oxígeno y nutrientes al músculo, el cual debe de utilizar sus reservas de energía para sintetizar ATP para mantener la temperatura e integridad estructural. A medida que se reducen los niveles de ATP se genera fosfato inorgánico que a su vez estimula la degradación de glucógeno ácido láctico, que va a provocar el descenso del pH muscular que continúa hasta que se agotan las reservas de glucógeno o se inactiven las enzimas que rigen el metabolismo muscular (Lawrie, 1998). El pH muscular desciende en mamíferos típicos hasta valores de 5.4-5.5. Monsón *y col.* (2004) evaluaron el pH en machos enteros de las razas Frisona, Parda Alpina, Limousin y Blonde d'Aquitaine, no se observaron diferencias significativas (5.48 y 5.51 entre la razas que presentaron el valor más alto y el más bajo). Un comportamiento similar fue obtenido por Webby *y col.* (1999) quienes estudiaron el pH y la concentración de glucógeno en diferentes grupos raciales. En otro estudio donde evaluaron siete razas españolas, no encontraron diferencia estadística entre los valores de pH de las mismas (Sañudo *y col.*, 1998). Chambaz *y col.* (2003) registraron valores de pH similares a la primera hora *pos-mortem* en novillos Angus, Simmental, Charolais y Limousin, sin embargo, a las 3 y 48 horas el pH varió significativamente ($P < 0.05$) entre razas. No obstante, la variación fue muy poca y se puede especular que biológicamente el aspecto racial no tiene efecto.

Por todo lo anterior, resulta obvio decir que el pH es una variable que no es afectada por el factor racial, no obstante en ocasiones existen reportes de su efecto en estas variables. Quizá las problemas de manejo estén enmascarando los resultados, sobre todo cuando los estudios son realizados en razas *Bos indicus*, debido a que solo basta una pequeña falla en el manejo *ante-mortem* para que los animales se estresen debido al temperamento de la raza y, como ya es conocido el factor manejo tiene una gran influencia sobre el comportamiento del pH durante el *rigor mortis*.

Capacidad de retención de agua (CRA)

El agua es el componente más importante de la carne (entre 65 y 80% del peso total; Forrest *y col.*, 1979). Al ser tan abundante, la pérdida de agua toma importancia debido a que afecta de manera negativa el rendimiento de

la carne durante su almacenamiento o venta (Roseiro *y col.*, 1994; Joo *y col.*, 1995). Muchas de las propiedades físicas (color y textura) y de aceptación (jugosidad y blandura en carne cocinada) dependen de la capacidad de retención de agua (Warner *y col.*, 1993). El agua se encuentra en la carne en tres diferentes formas: agua ligada, agua inmovilizada y agua libre. La pérdida de ésta última es la de mayor importancia en el enfriamiento y almacenamiento de las canales, dicha pérdida ocurre por evaporación y goteo (Forrest *y col.*, 1979).

La pérdida de agua en las canales es mínima (Offer y Knight, 1988), sin embargo al momento del despiece la carne pierde aproximadamente el 1% de su peso. Cuando la carne es cortada en piezas comerciales para la venta al menudeo la merma se incrementa de 2 a 6%, este fenómeno se hace más drástico si las condiciones de congelación y descongelación no son las adecuadas (Roseiro *y col.*, 1994). La CRA se refiere a la capacidad de la carne para retener agua cuando se somete a factores externos como corte, presión y temperatura, entre otros. Cuando se aplica cualquiera de las condiciones anteriores, la carne sufre pérdidas de humedad debido al agua libre de su estructura. La CRA, es una propiedad de gran importancia en la calidad de la carne ya que sufre cambios antes, durante y después de la cocción. Después del sacrificio la CRA se ve afectada por la caída del pH *post-mortem*, la pérdida de ATP. La instauración del *rigor mortis* y los cambios en la estructura miofibrilar asociados en parte a la actividad proteolítica (Koochmaraie, 1994; Ouali, 1990; Roncalés *y col.*, 1995). Es por lo anterior que las características físicas de la carne están estrechamente relacionadas con la CRA (Hulot y Ouhayoun, 1999).

En bovinos factores intrínsecos como especie, raza, alimentación y manejo *ante-mortem* afectan considerablemente la CRA. La carne cruda de los mamíferos después del sacrificio contiene un 75 % de agua (Lawrie, 1991), porcentaje que varía con la especie de procedencia y el origen muscular. Parte de esta agua se pierde con el tratamiento de la carne: por evaporación durante el enfriamiento de las canales; por goteo, como consecuencia del corte de las piezas de carne, pero las mayores pérdidas de agua se producen como consecuencia del cocinado, que pueden superar al 40 % (Offer y Knight, 1998). Monsón *y col.* (2004) no encontraron diferencias significativas en la CRA entre genotipos españoles. En este aspecto, diversas comparaciones entre razas como británicas *vs* cebuínas, continentales *vs* británicas, o entre diferentes cruas, *Bos taurus vs Bos*

indicus, no han revelado importantes diferencias en la CRA (Cross *y col.*, 1984; Whytes *y col.*, 1989; Albertí *y col.*, 1993).

Al respecto, Sañudo *y col.* (1998) indican que las mayores pérdidas por cocción y una menor CRA, fue observada en dos razas españolas, Pirenaica y Parda Alpina, al compararlas contra cuatro grupos raciales: Asturiana de los Valles, Avileña-Negra Ibérica, Retinta, Rubia Gallega y Morucha. Sobre el tema, Boles y Swan (2002) mencionan que en carne de ganado Brahman y sus cruza, que fue inyectada con fosfatos y cocida a 63 °C presentaron una mayor merma que la carne proveniente de ganado *Bos taurus* y observaron que cuando la CRA se mide en carne fresca recién obtenida, no existen diferencias entre razas, siempre y cuando el manejo *ante-mortem* sea el mismo.

Cuando la variable se evaluó en carne cocinada y tratada con inyección de alguna sal disuelta en agua, el efecto de la raza se acentúa. Este comportamiento se puede atribuir al porcentaje de grasa intramuscular de cada muestra, ya que existe un efecto drástico de la raza sobre el marmoleo. Se puede puntualizar que en la cocción y algunos otros tratamientos *post-mortem* pueden enmascarar el efecto de la raza sobre la CRA.

Análisis sensorial

La evaluación sensorial se ocupa de la medición y cuantificación de las características de un producto, las cuales son percibidas por los sentidos humanos. Entre dichas características se encuentran la apariencia (color, tamaño, forma, conformación, uniformidad), el olor (aromas diversos), el gusto (dulce, amargo, ácido, salado, astringente, etc.), la textura (dureza, viscosidad, granulosis) y el sonido (crujido, tronido, etc.; Pedrero y Pangborn, 1989). Para que el análisis sensorial tenga éxito, los experimentos se deben de apegar al protocolo y al tipo de juez en cada prueba.

Con la finalidad de hacer objetiva la medición de ciertos atributos, en las últimas décadas han aparecido en el mercado equipos como el colorímetro, el texturómetro y la nariz electrónica. A pesar de lo anterior el análisis sensorial seguirá siendo una herramienta útil en la evaluación de la carne y productos cárnicos, dado que los resultados evocados son muy parecidos a la opinión de un consumidor común y corriente. En la actualidad existen infinidad de trabajos en donde el análisis sensorial se ha utilizado como una

herramienta para evaluar los atributos de los productos cárnicos, inclusive, se pueden encontrar comparaciones entre el uso de análisis sensorial y de instrumentos de medición.

En lo que se refiere a la evaluación en bovinos del efecto racial sobre los atributos del producto final ha sido muy poco estudiado.

Para evaluar la calidad de la carne de dos razas españolas (Pajona y Retinta) y una cruce industrial, Alcalde *y col.* (2005), la sometieron a evaluación sensorial; los atributos evaluados por un panel entrenado fueron suavidad, jugosidad, aceptabilidad de textura, sabor ternera, sabor extraño y aceptabilidad de sabor. Solo los atributos de sabor ternera y sabor extraño no observaron diferencias significativas. La cruce industrial fue la más rechazada por los panelistas. En otro estudio se estableció que los novillos Angus y Limousin producen carne más suave que los novillos Simmental, según un análisis sensorial conducido por Chambaz *y col.* (2003). En el mismo estudio señalan que el sabor fue similar en todas las razas evaluadas (Angus, Simmental, Charolais y Limousin), pero el corte proveniente del músculo *L. dorsi* de Limousin resultó el más jugoso y el del Angus el más seco. Campo *y col.* (1999) evaluaron razas españolas de doble musculatura, doble propósito, de crecimiento rápido y de características rústicas, concluyeron que no hubo diferencias estadísticas en jugosidad, fibrosidad y en la intensidad de sabor. La terneza y el aroma fueron afectados por la interacción raza x tiempo de maduración. Se puede decir que el efecto de la raza sobre el sabor es muy debatible, ya que existen pocas evidencias científicas al respecto, algunos autores han asumido que las razas tradicionales o rústicas así como la Aberdeen Angus tienen un mejor sabor que la carne de las razas lecheras como la Holstein-Friesian. Sin embargo, Vatansever *y col.* (2000) evaluaron el sabor de la carne de una raza tradicional contra Holstein-Friesian, el grupo de panelistas no detectó ninguna diferencia entre razas.

En lo que se refiere a la percepción de compuestos volátiles (aroma), existen un gran controversia por ejemplo Boylston *y col.* (1996) compararon este atributo entre una raza japonesa y la raza Angus y concluyeron que en carne recién cocinada no existen diferencias, sin embargo después de un tiempo de almacenamiento las diferencias entre razas son notorias. Elmore *y col.* (2004) compararon novillos de la raza Angus con la Holstein-Friesian

y concluyeron que no hubo diferencias estadísticamente significativas entre razas.

Conclusiones

El pH es una variable que no es afectada por el factor racial, no obstante cuando existen diferencias significativas, estas deberán ser consideradas como un efecto de ruido. No existen diferencias en la CRA entre razas, salvo cuando los músculos son inyectados y/o cocidos, en este caso si existe una diferencia, pero esto es debido a que la deposición de grasa intramuscular es diferente entre razas y por lo tanto esta característica altera la merma por cocción. En lo que se refiere a las coordenadas tricromáticas L* a* b*, se puede decir que la intensidad de brillantez y la intensidad de color amarillo no varían significativamente entre razas. Por el contrario, la intensidad de color rojo sufre variación por efecto de la raza, esta demostrado que los genotipos rústicos tiene valores más altos que los mejorados. Cuando la comparación es entre razas mejoradas el efecto de color es no significativo. La concentración de mioglobina si varía entre razas debido a que el metabolismo es distinto según su aptitud de producción. En cuanto a los atributos sensoriales, queda claro que el que más es afectado por la raza es la textura, esto se corrobora cuando se realiza el esfuerzo al corte. Respecto a otros atributos como olor y sabor, no se puede concluir debido a que existe gran variabilidad en los trabajos realizados.

Referencias

- APPLE JK, EB KEGLEY, CB BOGER, JW ROBERTS, D GALLOWAY, LK RAKES (2002). Effects of restrain and isolation stress on physiology and the incidence of dark cutting longissimus muscle in Holstein steers. *AAES Research Series* 499, 73-77.
- ALBERTÍ, P., C. SAÑUDO, P. SANTOLARIA, F. LAHOZ, J. JAIME, R. TENA (1993). Calidad de la canal y de la carne de terneros cebados con dietas de paja tratada. *ITEA*, vol extra 12:640-642.
- ALCALDE, M.J., A. HORCADA, M. VALERA, G. INDURAIN, G. A. MOLINA (2005). Diferencias en la valoración sensorial de la carne de terneros de razas bovinas autóctonas andaluzas según sexo y edad de los catadores. X Jornadas sobre producción. Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario. Disponible en: www.aida-itea.org/jornada. Fecha de acceso: 17 de Agosto de 2005.
- ARTHUR, P. F. (1995). Double muscling in cattle: a review. *Australian Journal of Agricultural Research*. 46:1493-1515.

- BERTRAND, J. K., R. L. WILLIAM, P. J. BERGER (1983). Beef, Dairy and Beef x Dairy carcass characteristics. *Journal of Animal Science* 57:1440-1448.
- BLANCHARD, P. J., D. MANTLE (1996). Comparison of proteolytic enzyme levels in chicken, pig, lamb and rabbit muscle at point of slaughter: Role in meat tenderisation postmortem. *Journal of Food and Agriculture*. 71: 83-91.
- BOLES, J. A., J. E. SWAN (2002). Processing and sensory characteristics of cooked roast beef: effect of breed, age, gender and storage conditions. *J. Meat Sci* 62:419-427.
- BOURNE, M. C. (1982). *Food Texture and Viscosity*. Academic Press. New York.
- BOYLSTON, T. D., S. A. MORGAN, K. A. JOHNSEN, R. W. WRIGHT, J. R. BUSBOOM, J. J. REEVES (1996). Volatile lipid oxidation products of Wagyu and domestic breeds of beef. *Journal of Agricultural Food Chemistry*. 44:1091-1095.
- CAMPO, M. M., C SAÑUDO, B. PLANEA, P. ALBERTI, P. SANTOLARIA (1999). Breed type and ageing time effects on sensory characteristics of beef strip loin steaks. *Journal of Meat Science*. 51:383-390.
- CARPENTER, J. W., A. Z. PALMER, W. G. KIRK, F. M. PEACOCK, M. KOGER (1961). Slaughter and carcass characteristics of Brahman-Shorthorn crossbred steers. *Journal of Animal Science*. 20:336-340.
- CASSENS, R. G. (1994). *Meat Preservation. Preventing losses and assuring safety*. Food y Nutrition Press, Inc. U.S.A. pp. 11-31.
- CHAMBAZ, A., M. R. L. SCHEEDER, M. KREUZER, P.A DUFEY. (2003). Meat quality of Angus, Simmental, Charolais and Limousin steers compared at the same intramuscular fat content. *Journal of Meat Science*. 63:491-500.
- CROSS, H. R., J. D. CROUSE, M. D. MACNEIL (1984). Influence of breed, sex, age and electrical stimulation on carcass and palatability traits of three bovine muscles. *Journal of Animal Science*. 58:1358-1365.
- COMMISSION INTERNATIONALE DE L'ÉCLAIRAGE (CIE). 1976. *Colorimetry*. Publication No. 15. Bureau Central de la CIE, Vienna, Austria.
- CHRISTENSEN, M., P. HENKEL, P. P. PURSLOW. (2000). Does post-mortem proteolysis depend on fibre type distribution? En: *Proceedings of 46th. International Congress of Meat Science and Technology (ICoMST)*. Argentina. pp. 472-473.
- CROUSE, J. D. , L. V. CUNDIFF, R. M. KOCH, M. KOOHMARAIE ; S. C. SEIDEMAN. (1989). Comparison of Bos Indicus and Bos Taurus inheritance for carcass beef characteristics and meat palatability. *Journal of Animal Science*. 67:2661-2668.
- DESMET, S., E. CLAEYS, G. BUYSES, C. LENAERTS, D. DEMEYER. 1998. Tenderness measurements in four muscles of Belgian Blue normal and Double muscled bulls. *Proceedings of 44th ICoMST*. 288-289.

- ELMORE, J. S., H. E. WARREN, D. S. MOTTRAM, N. D. SCOLLAN, M. ENSER, R. I. RICHARDSON, J. D. WOOD (2004). A comparison of the aroma volatiles and fatty acid compositions of grilled beef muscle from Aberdeen Angus and holstein-Friesian steers fed diets based on silage or concentrates. *Journal of Meat Science*. 68:27-33.
- FIEMS, L. O., J. VANHOOF, L. UYTTERHAEGEN, C. V. BOUCQUE, D. I. DEMEYER (1995). Comparative quality of meat from double muscled and normal beef cattle. In A. Ouali D. I. Demeyer, F. J. M. Smulders (Eds.), *Expression of proteinases and regulation of protein degradation as related to meat quality*. Ecceamst (pp. 381-391).
- FORREST, J. C., E. D. ABERLE, H. D. HEDRICH, M. D. HEDRICH, M. D. JUDGE Y R. A. MERKEL (1979). *Fundamentos de ciencia de la carne*. Ed. Acribia. Zaragoza, España.
- GIL, M., X. SERRA, M. GISPERT, M. ANGELS, C. SAÑUDO, B. PANEA, J. L. OLLETA, M. CAMPO, M. OLIVAN, K. OSORO, M. D. GARCIA-CACHAN, R. CRUZ-SAGREDO, M. IZQUIERDO, M. ESPEJO, M. MARTIN, J. PIEDRAFITA (2001). The effect of breed production systems on the myosin heavy chain1, the biochemical characteristics and the colour variables of Longissimus thoracis from seven Spanish beef cattle breeds. *Journal of Meat Science*. 58:181-188.
- GONDRET, F., H. JUIN, J. MOUROT, M. BONNEAU (1998). Effect of age at slaughter on chemical traits and sensory quality of longissimus lumborum muscle in the rabbit. *Meat Science*. 48:181-187.
- GRIFFIN, D. B., J. W. SAVELL, J. B. MORGAN, R. P. GARRETT, H. R. CROSS (1992). Estimates of suprimal yields from beef carcasses as affected by USDA grades, subcutaneous fat trim level, and carcass sex class and type. *Journal of Animal Science*. 70:2411.
- HARGREAVES, A., L. BARRALES, I. PEÑA, R. LARAÍN y L. ZAMORANO (2004). Factores que influyen en el pH último e incidencia de corte oscuro en canales de bovino. *Cien. Inv. Agr.* 31(3):155-166.
- HEDRICK, H. B., E. D. ABERLE, J. C. FORREST, M. D. JUDGE y R. A. MERKEL (1994). *Principles of Meat Science*. Third Edition. Kendall/Hunt Publishing Company. Dubuque, Iowa. pp. 1-7.
- HONIKEL, K. O. (1997). Reference methods supported by OECD and their use in Mediterranean meat products. *Food Chemistry*, 59(4), 573-582.
- HONIKEL, K. O. (1998). Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. *Meat Science*. 49:447-457.
- HOVING-BOLINK, A. H., W. J. A. HANEKAMP, P. WALSTRA (1999). Effects of sire breed and husbandry system on carcass, meat and eating quality of

- Piedmontese and Limousin crossbred bulls and heifers. *Livestock Production Science*. 57:273-278.
- HUFFMAN, R. D., S. E. WILLIAMS, D. D. HARGROVE., D. D. JONHSON, T. T. MARSHALL. (1990). Effects of percentage Brahman and Angus breeding, age-season of feeding and slaughter and point on feedlot performance and carcass characteristics. *Journal of Animal Science*. 68:2243-2252.
- HULOT, F., J. OUHAYOUN. (1999). Muscular pH and related traits in rabbits: A review. *World Rabbit Science*. 7:15-36.
- JOO, S T., R. G. KAUFFMAN, B. C. KIM, C. J. KIM. 1995. The relationship between color and WHC in postrigor porcine Longissimus muscle. *Journal of Muscle Foods*. 6:211-226.
- KLONT, R. E., V. M. H. BARNIER, F. J. M. SMULDERS, A. VAN DIJK, A. H. HOVING-BOLINK, G. EIKELENBOOM (1999). Post-mortem variation in pH, temperature, and colour profiles of veal carcasses in relation to breed, blood haemoglobin content, and carcass characteristics. *Journal of Meat Science*. 53:195-202.
- KOOHMARAIE M. (1992). The role of Ca²⁺-dependent proteases (calpains) in post mortem proteolysis and meat tenderness. *Biochimie*. 74:239-245.
- KOOMARAIE, M. (1994). Muscle proteinases and meat aging. *Meat Science*. 36:93-104.
- LAWRIE, R.A. (1998). Glucolysis post mortem. En: *Ciencia de la carne*. Ed. Acribia. S.A. Zaragoza, España. Pp 77-79.
- LAWRIE, R.A. 1991. *Meat Science*. 5a. Edición. Pergamon Press, Oxford.
- LORENZEN, C. L., D. S. HALE, D. B. GRIFFIN, J. W. SAVELL, K. E. BELK, T. L. FREDERICK, M. F. MILLER, T. H. MONTGOMERY, G. C. SMITH (1993). National beef quality audit: Survey of producer-related defects and carcass quality and quality attributes. *Journal of Animal Science*. 71:1495-1502.
- MONSÓN, F., C. SAÑUDO y I. SIERRA (2004). Influence of cattle breed and ageing time on textural meat quality. *Journal Meat Science*. 68(4): 595-602.
- NORMAN, G. A. (1982). Effect of breed and nutrition on the productive traits of beef cattle in south-east Brazil, part 3. Meat Quality. *Journal of Meat Science*. 6:79-96.
- OFFER, G., P. KNIGHT. (1988). The structural basis of water-holding in meat; Part 1: General principles and water uptake in meat processing. En: *Developments in Meat Science 4*. Ed. R. Lawrie, p. 63-171. Elsevier, Oxford.
- OUALI, A. (1990). Meat tenderization: Possible causes and mechanisms. A review. *Journal of Muscle Foods*. 1:129-165.

- PEARSON, A.M., T. R. DUTSON (1994). Quality attributes and their measurement in meat, poultry and fish products, 1st. Edition. Blackie Academic & Professional, UK. 550 p.
- PEDRERO, F. D. L., R. M. PANGBORN (1989). Evaluación sensorial de los alimentos. Métodos analíticos. Ed. Alhambra Mexicana. México, D. F.
- PRINGLE, D. T., S. E. WILLIAMS, B. S. LAMB, D. D. JOHNSON, R. L. WEST (1997). Carcass characteristics, the calpain proteinase system and aged tenderness of angus and Brahman crossbred steers. *Journal of Animal Science*. 75:2955-2961.
- RAES, K., A. BALCAEN, P. DIRINCK, A. DE WINNE, E. CLAEYSA, D. DEMEYERA, S. DE SMETA (2003). Meat quality, fatty acid composition and flavour análisis i belgain retail beef. *Meat Science*. 65: 237-1246.
- RAMÍREZ, J. A. T (2004). Características bioquímicas del músculo calidad de la carne y de la grasa de conejos seleccionados por velocidad de crecimiento. Tesis doctoral. Facultad de Veterinaria. Barcelona, España.
- RAMSEY, C. B., J. W. COLE, B. H. MEYER, R. S. TEMPLE (1963). Effects of type and breed of British, Zebú and diary cattle on production, palatability and composition. II. Palatability differences and cooking losses as determinate by laboratory and family panels. *Journal of Animal Science*. 22:1001-1008.
- RIOS, F.G., CONTRERA, P.G., IBARRA Z.C., ABAD, Z.J (2002). Caracterización de la canal y de la calidad de la carne de canales de bovino. Memoria de la XXXVIII Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. INIFAP. Puebla, Puebla. P. 368.
- RONCALÉS, P., G. H. GEESINK, R. L. J. M. VAN LAACK, I. JAIME, J. L. BELTRÁN, V. M. H. BARNIER, F. J. M. SMULDERS (1995). Meat tenderization: Enzymatic mechanisms. En: Expression of tissue proteinases and regulation of protein degradation as related to meat quality. A. Ouali, D. I. Demeyer y F. J. M. Smulders, Eds., ECCEAMST, Utrecht, The Netherlands, pp 331-332.
- ROSEIRO, L. C., C. SANTOS, R. S. MELO (1994). Muscle pH₆₀, colour (L,a,b) and water-holding capacity and the influence of postmortem meat temperature. *Meat Science*. 38:353-359.
- SAÑUDO, C., P. ALBERTÍ, M.M. CAMPO, J.L. OLLETA, B. PANEA (1998). Calidad instrumental de la carne de bovino de siete razas españolas. *Archivos de Zootecnia*. 48:397-402.
- SAÑUDO, C., E. S. MACIE, J. L. OLLETA, M. VILLARROEL, B. PANEA, P. ALBERTÍ (2004). The effects of slaughter weight, bredd type and ageing time on beef meat quality using two different texture devices. *Journal of Meat Science*. 66:925-932.
- SCÖNFELT, H. C., P. T. NAUDÉ (1994). Effect of age and fatness on tenderness of beef cuts in South Africa. En: Proceedings 40th. Intl. Congress of Meat Science and Technology. The Hague, The Netherlands.

- SHACKELFORD, S. O., M. KOOMARAIE, M. F. MILLER, J. O. CROUSE, J. O. REAGAN (1991). An evaluation of tenderness of the longissimus muscle of Angus, by Hereford versus Brahman crossbred heifers. *Journal of Animal Science*. 69:171-177.
- SMITH, G.C., JW. SAVELLI, H.G. DOLEZAL, T.G. FIELD, D.G. GILL, D.B. GRIFFIN, D.S. HALE, J.B. MORGAN, S.L. NORTHCUTT, J.D. TATUM, R. AMES, S. BOLEMAN, B. GARDNER, W. MORGAN, M. SMITH, C. LAMBERT y G. COWMAN (1995). Improving The Quality, Consistency, Competitiveness And Market Share Of Beef-A Blueprint For Total Quality Management In The Beef Industry. The Final Report of the National Beef Quality Audit-1995. Final Report to the National Cattlemen's Beef Association. Colorado State University, Fort Collins; Oklahoma State University, Stillwater; and Texas A&M University, College Station.
- SMULDERS, F. J. M., G. EIKELBOOM (1988). Estimulación eléctrica, intensidad de enfriado y terneza de carne de ternero. *Fleischwirtsch*, español. 2:18-32.
- USDA. United States Department of Agriculture (1996). Standards for Grades of Slaughter Cattle and Standards for Grades of Carcass Beef. Washington, D. C., U.S.A.
- VATANSEVER, L., E. KURT, M. ENSER, G. R. NUTE, N. D. SCOLLAN, J. D. WOOD, R. I. RICHARDSON (2000). Shelf-life and eating quality of beef from cattle of different breeds given diets differing in n-3 polyunsaturated fatty acid composition. *Journal of Animal Science*. 71:471-482.
- WARNER, R. D., R. G. KAUFFMAN, R. L. RUSSELL (1993). Quality attributes of mayor porcine muscle: a comparison with the longissimus lumbarum. *Meat Science*. 33:359.
- WEBBY, R. W., A. D. FISHER, M. G. LAMBERT, C. C. DALY, T. W. KNIGHT, P. TURNER (1999). The relationships between beef ultimate pH, breed of cattle, muscle glycogen and enzyme levels and animal behaviour. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*. 59:287-290.
- WHIPPLE, G., M. KOOMARAIE, M. E. DIKEMAN, J. D. CROUSE, M. C. HUNT, R. D. KLEMM (1990). Evaluation of attributes that effect longissimus muscle tenderness in *Bos taurus* and *Bos Indicus* cattle. *Journal of Animal Science*. 68:2716-2728
- WHYTES, J. R., W. R. SHORTOSE, R. M. DODT, R. F. DICKINSON (1989). Carcass and meat quality of *Bos indicus* x *Bos taurus* and *Bos taurus* cattle in northern Australia. *Australian J. Experimental Agriculture*. 29:757-763.
- WOLFGANG, R. (1994). Instrumentos de medición transportables y medidas para el control de la calidad en la fábrica. *Fleischwirtsch*, español. 1:13-24.