

EFFECTO DE LA MADURACIÓN SOBRE LA TERNEZA DE LA CARNE DEL GANADO CEBÚ Y SUS CRUCES. GUALACA, PANAMÁ, 2002.

Omar Chacón P.¹; Pedro Guerra², Ricaurte Quiel³

RESUMEN

La terneza es considerada como uno de los principales factores que merman la calidad de la carne bovina en Panamá, mientras que la maduración *postmortem* es un proceso natural enzimático que mejora esta característica organoléptica. El objetivo de este estudio fue determinar el efecto del tiempo de maduración y tipo de empaque sobre la terneza (Warner-Bratzler Shear) de la carne del ganado Cebú y sus cruces (Cruzados). Se utilizaron muestras del *Longissimus dorsi* tomadas 24 h *postmortem* de ambas medias canales. Las muestras fueron almacenadas en refrigeración a 0°C de acuerdo a cuatro tiempos de maduración: 7, 14, 21, y 28 días. Se evaluaron dos tipos de empaçado: convencional plastificado (EC) y al vacío (EV). Los grupos raciales fueron: 23 animales Cebuínos (Brahman) y 27 animales Cruzados (50% Brahman + 50% Simmental y 50% Brahman + 50% Charolais). Los resultados fueron evaluados a través de un modelo lineal generalizado cruzado clasificado fijo y la comparación de medias ajustadas mediante la prueba de "t". El mayor efecto sobre la terneza de la carne se obtuvo al día 7 de maduración ($P < 0.05$) en ambos tipos de empaque; con una diferencia favorable de 0.81 Kgf (21.3%) para la carne empaçada al vacío. Se obtuvo un mejoramiento de 22.7% (0.82 Kgf) usando el empaçado al vacío con respecto al convencional en carcasa de animales cruzados; mientras que en el Brahman el incremento fue de 20.1% (0.80 Kgf). Al día 7 de maduración, las carcasas de los animales Cruzados presentaron una diferencia positiva de 0.39 Kgf (12.2%) en el empaçado al vacío y de 0.37 Kgf (9.3%) en el empaçado convencional. La carne sin madurar se puede clasificar como de terneza intermedia en el Brahman y Cruzados (5.13 y 4.27 Kgf, respectivamente). El pH inicial fue de 6.11 y pudo limitar el efecto proteolítico de las enzimas endógenas. No se encontraron diferencia ($P > 0.05$) entre grupos raciales en los pH_{1h} y pH_{24h} . La carga bacteriológica se mantuvo dentro de los parámetros permisibles, por lo que la maduración no entraña riesgos para la salud pública. Se concluye que la maduración mejora la terneza de la carne del ganado cebú y sus cruces, genera valor agregado, incrementada por el uso del empaçado al vacío.

PALABRAS CLAVES: Cebú; ganado bovino; carne bovina; terneza; Panamá.

¹ Lic. Química, M.Sc. Ciencia de la Carne. IDIAP. Centro de Investigación Agropecuaria Occidental (CIAOC). e-mail: ochacon@idiap.go.pa.

² Ing. Agr. Zoot., M.Sc. Mejoramiento Genético Animal. IDIAP. Centro de Investigación Agropecuaria Occidental (CIAOC). e-mail: pguerra@idiap.gob.pa

³ Ing. Agr. Zoot. IDIAP. Centro de Investigación Occidental (CIAOC). e-mail: rquiel@idiap.gob.pa

EFFECT OF AGING ON BEEF TENDERNESS OF ZEBU CATTLE AND ITS CROSSES. GUALACA, PANAMÁ. 2002.

Tenderness is considered as one of the most important factors that decrease the quality of the beef cattle in Panama, while *post mortem* aging is an enzymatic natural process that improve this organoleptic trait. The objective of this study was to determinate the effect of aging time and packing type on tenderness (Warner - Bratzler Shear) of beef from Zebu cattle and its crosses (crossbred). *Longissimus dorsi* samples were used and taken 24 h *post mortem* from both half carcass. Samples were stored in a freezer at 0°C according with four aging time: 7, 14, 21 and 28 days. It was evaluated two packing types: plastified conventional (EC) and vaccum packed (EV). Racial groups were: 23 Zebu (Brahman) and 27 crossbred animals (50% Charolais + 50% Brahman and 50% Simmental + 50% Brahman). Data were analyzed through a fixed cross classified generalized lineal model and adjusted means were compared using "t" test. The higher effect on beef tenderness was obtained at 7 days aging ($P < 0.05$) on both types of packing; with a difference of 0.81 Kgf (21.3%) favourable to EV. There was an improvement of 22.7% (0.82 Kgf) using EV respect to EC in crossbred carcass, while in Brahman carcass the improvement was of 20.1% (0.80 Kgf). At day 7 of aging, between both racial groups, crossbred carcasses showed a positive-difference of 0.39 Kgf (12.2%) in EV and 0.37 Kgf (9.3%) in EC. Beef without aging can be classified as intermedia tenderness in Brahman and Crossbred (5.13 and 4.27 Kgf, respectively). Initial pH was of 6.11 and could limit the proteolytic effect of endogenous enzymes. There was no differences ($P > 0.05$) between racial groups at pH_{1h} and pH_{24h} . Bacteriological charges were within permissible parameters, so that aging does not imply risks for public health. It was concluded that aging improve tenderness of the Zebu cattle and its crosses, create aggregated value, increased it for the use of EV.

PALABRAS CLAVES: Zebu; beef cattle; beef meat ; tenderness; Panama.

INTRODUCCIÓN

Estudios basados en la opinión de los consumidores (Brooks y col., 2000; Huffman y col., 1996) indican que la terneza de la carne bovina es el factor de la calidad organoléptica que más influye en su aceptación, anteponiéndose incluso a otras características como sabor y color. En este sentido, el consumidor panameño considera

características organolépticas como el color de la carne, de la grasa y terneza entre las más importantes (Santiago, 2003), mientras que en el proyecto de investigación y desarrollo sobre el mejoramiento del valor agregado de la carne bovina en la fase *postmortem*, se indica que uno de los factores que disminuye la calidad de la carne bovina en Panamá es su baja terneza (Guerra, 2001).

En países de alto consumo de carne bovina, los animales Brahman y sus cruces son discriminados por los cebadores e industriales debido a la baja calidad de su carne, especialmente la terneza (Wheeler y col., 1990; Whipple y col., 1990); sin embargo, la raza Cebuína es el principal grupo racial en los sistemas de cría y ceba de Panamá.

Por otra parte, la maduración *post-mortem* es un proceso natural enzimático que mejora la terneza de la carne y los atributos de palatabilidad (Parrish, 1999), por lo que ésta es una técnica que puede usarse para comercializar la carne bovina. Cuando se madura carne es necesario controlar el tiempo, tipo de empaque y temperatura de almacenamiento para lograr la mejor terneza y gustocidad. Las diferencias en el ritmo y la magnitud de la proteólisis constituyen la mayor fuente de variación de la carne madurada (Álvarez y col., 2001).

Actualmente, en Panamá existen pocos trabajos sobre la terneza de la carne del ganado Cebú y sus cruces (Cruzados) y no hay estudios sobre maduración de carne; por lo tanto, no se cuenta con suficiente información que permita realizar una valoración efectiva de su calidad.

Debido a la importancia que tiene el rubro carne bovina para Panamá, se hace necesario determinar el efecto del tiempo de maduración y tipo de empa-

que, sobre la terneza de la carne del Cebú y sus cruces.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización

El estudio se realizó en el Centro de Investigación Agropecuaria Occidental del IDIAP con animales provenientes de la Estación Experimental de Gualaca. Las muestras fueron tomadas en el Matadero de Chiriquí S.A., 24 horas posterior al sacrificio. En esta instalación se midió en la canal, la temperatura con un termómetro digital para carne, pH al sacrificio y a las 24 horas ($\text{pH}_{1\text{h}}$ y $\text{pH}_{24\text{h}}$, respectivamente) utilizando un potenciómetro con electrodo para carne. Los análisis de terneza se realizaron en el Laboratorio de Calidad de Carne del IDIAP.

Sitio de muestreo

Para las pruebas de maduración se utilizaron muestras del *Longissimus dorsi* (12^{ava} costilla) de ambos lados de la canal de animales machos enteros, cebados en pastoreo, con una suplementación energético-proteica y edad promedio de 26 ± 3 meses al sacrificio.

Duración del estudio

Este trabajo fue realizado durante el período comprendido del 1 al 30 de mayo del 2002.

Grupo racial

Para determinar diferencias entre grupos raciales, los animales fueron agrupados así: 23 animales Cebuínos (Brahman) y 27 animales Cruzados (50% Brahman + 50% Simmental y 50% Brahman + 50% Charolais).

Proceso de empaque

La muestra del lado izquierdo de la canal fue cortada en cinco secciones de una pulgada de espesor; cuatro de estas secciones fueron empacadas en forma convencional plástica (EC). El lomo del lado derecho se le aplicó el mismo procedimiento, pero fue empacado al vacío (EV). A las secciones no empacadas se les realizó la prueba de terneza al día uno.

Proceso de maduración

Las cuatro secciones empacadas en forma convencional y al vacío fueron maduradas por 7, 14, 21 y 28 días *postmortem* y refrigeradas a 0°C.

Prueba de terneza

Se empleó la metodología estandarizada descrita por Brooks y col. (2000) y Savell (2001). Las secciones fueron descongeladas a temperatura ambiente. Luego se cocieron en un asador eléctrico con parrilla abierta

(Lawrence y col., 2001; Wheeler y col., 1998). Durante la cocción, la muestra es volteada después de alcanzar 40°C de temperatura interna y luego es cocida hasta alcanzar una temperatura interna final de 70°C. Cada muestra cocida fue envuelta en papel aluminio y refrigerada a 5°C por 20 h. Posteriormente, con un sacabocado se obtuvieron cinco tarugos de 1.27 cm de diámetro paralelos a la fibra muscular. Cada tarugo fue sometido a cizallamiento con el Warner-Bratzler Shear en forma perpendicular a la fibra muscular, donde se midió la fuerza máxima (Kg) necesaria para cortar cada tarugo.

Análisis microbiológico

Se realizaron conteos bacteriológicos de mesófilos, aerobios, coliformes totales y fecales (Hernández, 2000) y *Salmonella* spp (Secretaría de Salud de México, 1995). Se colocaron 25 g de la muestra en una bolsa estéril y se le añadieron 225 ml del diluyente estéril (agua peptona de carne al 0.1%), después fue masajeada durante un minuto para transferir los microorganismos al agua peptona, obteniéndose una dilución de 10⁰. Las diluciones se realizaron tomando con una pipeta estéril 1.0 ml de la dilución 10⁰, el cual se vertió en un frasco que contenía 9.0 ml del mismo diluyente, obteniéndose una dilución 10⁻¹. De esta dilución se tomó 1.0 ml y se vertió en un frasco con 9.0 ml del mismo diluyente para obtener la dilución 10⁻² y para la dilución 10⁻³ se

tomó 1.0 ml de la dilución 10^{-2} y se vertió en un frasco con 9.0 ml del diluyente.

Conteo total de mesófilos aerobios

Usando diferentes pipetas para cada dilución decimal realizada anteriormente, se obtuvo 1.0 ml del inóculo y se colocó en una caja petri estéril previamente identificada. Este proceso se realizó por duplicado para cada dilución. Posteriormente se agregó a cada caja petri de 12 a 15 ml de agar para métodos estándar esterilizado, fundido y enfriado a $45 \pm 1^\circ\text{C}$. Se incubaron las cajas en posición invertida a $35 \pm 2^\circ\text{C}$ por 24 h. En la lectura se cuentan todas las colonias desarrolladas en aquellas cajas petri (excepto las de mohos y levaduras) donde aparecen entre 30 y 300 colonias y el valor obtenido se multiplica por el inverso de la dilución, obteniéndose así la cantidad de unidades formadoras de colonias (UFC) de mesófilos aerobios por ml de muestra.

Coliformes totales

La determinación de bacterias coliformes totales se efectuó siguiendo la técnica del número más probable (NMP) o técnica de dilución en tubo. Para ello se inoculó 1.0 ml de cada una de las diluciones (10^{-1} , 10^{-2} y 10^{-3}) en tubos de ensayo conteniendo 9.0 ml de caldo de lauril sulfato de sodio (CLSS) esterilizado y una campana de fer-

mentación tipo Durham invertida, proceso realizado por triplicado.

Los tubos se incubaron a $35 \pm 2^\circ\text{C}$ por 48 horas. La producción de gas en el tubo Durham indicó una reacción positiva con lo cual se obtuvo un resultado presunto de la presencia de coliformes. Para su confirmación, se transfirió, con una asa de platino, de dos a tres asadas del inóculo a tubos separados conteniendo 5.0 ml de caldo bilis verde brillante (CBVB) al 2% esterilizado y una campana de fermentación tipo Durham invertida; se incubaron durante 48 h a $35 \pm 2^\circ\text{C}$. La presencia de gas en el tubo Durham confirmó la presencia de coliformes totales y se calculó el NMP por ml de muestra usando una tabla prediseñada para el NMP y límites de confianza de 95%. Esta técnica proporciona una estimación estadística de la densidad microbiana presente con base en que la probabilidad de obtener tubos con crecimiento positivo disminuye conforme es menor el volumen de muestra inoculada.

Coliformes fecales

Para valorar los resultados de esta determinación se utilizó el índice NMP. De los tubos de ensayo con CLSS que resultaron presuntos a coliformes, se transfirieron de dos a tres asadas de inóculo, con un asa de platino, a frascos conteniendo 5.0 ml de CBVB al 2% esterilizado y una campana de fermentación tipo Durham en posición inverti-

da para observar la presencia de gas. De igual forma, se transfirió el inóculo a un frasco conteniendo 3.0 ml de agua triptona estéril. Posteriormente, se incubaron a una temperatura de $44 \pm 1^\circ\text{C}$ durante 48 horas. La presencia de gas en los frascos indicó un resultado presunto de coliformes fecales. La confirmación se realizó mediante la prueba de indol, la cual consistió en agregar de 0.2 a 0.3 ml de reactivo de Kovacs a los frascos de agua triptona y se dejaron reposar por 10 minutos. La presencia de un anillo color rojo cereza en la superficie indica una reacción positiva a microorganismos coliformes fecales y se calculó el NMP/ml de muestra.

Salmonella

Para la determinación de la presencia o ausencia de *Salmonella*, se siguieron los siguientes pasos:

a) Pre-enriquecimiento: Se tomaron 25 ml de la dilución 10^0 con pipeta estéril y se transfirieron a 225 ml de agua de peptona buffer (BPW) previamente esterilizada; posteriormente, fueron incubados a $35 \pm 2^\circ\text{C}$ durante 24 horas.

b) Enriquecimiento selectivo: Se prepararon dos medios para este propósito: uno con caldo de selenito y cistina (CSC) y caldo de tetrionato-verde brillante (CT-VB). Después de 24 h de incubación de la muestra en

pre-enriquecimiento se tomaron 10 ml de ésta y se colocaron en cada uno de los medios de enriquecimiento selectivo CSC y CT-VB los cuales fueron incubados por 24 h a una temperatura de $44 \pm 1^\circ\text{C}$.

c) Aislamiento en medios de cultivo selectivos y diferenciales: Se prepararon tres medios (agar verde brillante, agar xilosa lisina desoxicolato y agar para *Salmonella - Shigela*) en cajas petri. Cuando el tiempo de incubación del medio de enriquecimiento finalizó, con un asa de platino se tomó una muestra del CSC y se inoculó en estrías en cada uno de los medios selectivos; proceso que se repitió con el CT-VB. Las cajas petri se incubaron en forma invertida durante 48 h a $35 \pm 2^\circ\text{C}$. Posteriormente, todas las colonias de las cajas petri fueron comparadas con las características específicas para *Salmonella* proporcionadas por el fabricante del medio de cultivo selectivo.

d) Identificación bioquímica: Las colonias sospechosas en los medios antes citados fueron inoculadas en medios inclinados de agar de tres azúcares y hierro (TSI) y agar de hierro y lisina (LIA), por estría en la superficie inclinada y por punción en el fondo. Se considera presunto positivo para *Salmonella* las colonias que en agar TSI presentan en el fondo del tubo un color amarillo con formación de gas y en la superficie del medio un color rojo más intenso que el medio original. En agar

LIA, son presunto positivo para **Salmonella** las colonias que intensifican el color púrpura en todo el tubo.

Análisis estadísticos

El estudio fue realizado a través de un modelo lineal generalizado cruzado clasificado fijo con el siguiente modelo matemático (Kuehl, 1994):

$$Y_{ijklmno} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha \times \beta)_k + \delta_l + (\alpha \times \delta)_m + (\beta \times \delta)_n + (\alpha \times \beta \times \delta)_o + \varepsilon_{ijklmno}$$

donde:

- $Y_{ijklmno}$ = variable de respuesta
 μ = media general
 α_i = efecto del tiempo de maduración
 β_j = efecto del tipo de empaque
 $(\alpha \times \beta)_k$ = efecto de la interacción tiempo de maduración por tipo de empaque
 δ_l = efecto del grupo racial
 $(\alpha \times \delta)_m$ = efecto de la interacción tiempo de maduración por grupo racial
 $(\beta \times \delta)_n$ = efecto de la interacción tipo de empaque por grupo racial
 $(\alpha \times \beta \times \delta)_o$ = efecto de la interacción tiempo de maduración por tipo de empaque por grupo racial
 $\varepsilon_{ijklmno}$ = error aleatorio.

La comparación de medias ajustadas fue realizada a través de una prueba "t".

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El Cuadro 1 presenta los resultados del análisis combinado de varianza para el efecto de la maduración y tipo de empaque sobre la terneza de la carne del ganado Cebú y sus cruces. Se obtuvieron efectos significativos ($P < 0.05$) en los factores tiempo de maduración, tipo de empaque, grupo racial y en la interacción tipo de empaque por grupo racial sobre la terneza, mientras que las interacciones tiempo de maduración por tipo de empaque, tiempo de maduración por grupo racial y tiempo de maduración por tipo de empaque por grupo racial no fueron significativas ($P > 0.05$), al igual que las repeticiones por muestra. El coeficiente de variación se considera aceptable para este tipo de estudio.

Efecto del tiempo de maduración

En el sistema proteolítico *post-mortem* participan tres mecanismos endógenos (Koochmaraie, 1994): las catepsinas lisosomales, las calpaínas dependientes de calcio y un complejo proteinasa-multicatalítico (MCP). La terneización de la carne producida por la acción de todo este sistema proteo-

CUADRO 1. ANÁLISIS DE VARIANZA (CUADRADOS MEDIOS) PARA EL EFECTO DEL TIEMPO DE MADURACIÓN Y TIPO DE EMPAQUE SOBRE LA TERNEZA.

	F de V	gl	CM
Repetición		4	1.606 ^{ns}
Tiempo de maduración		3	8.657*
Tipo de empaque		1	13.25*
Tiempo de maduración por tipo de empaque		3	3.734 ^{ns}
grupo racial		1	11.539*
Tiempo de maduración por grupo racial		3	1.239 ^{ns}
Tipo de empaque por grupo racial		1	9.039*
Tiempo de maduración por tipo de empaque por grupo racial		3	1.324 ^{ns}
Error		739	1.903
Total		758	-
CV, %		-	35.92

ns = no hubo diferencia significativa ($P > 0.05$) * = Diferencia significativa ($P < 0.05$).

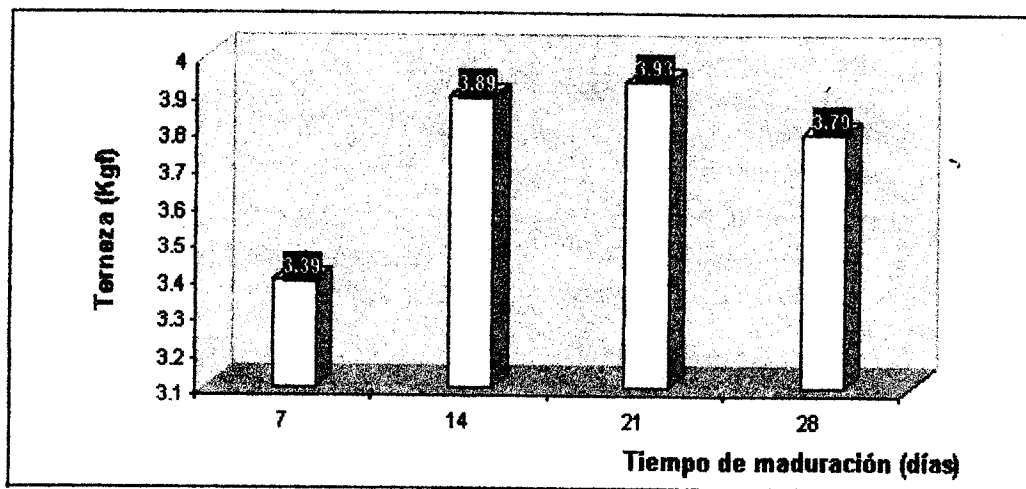


FIGURA 1. EFECTO DEL TIEMPO DE MADURACIÓN SOBRE LA TERNEZA DE LA CARNE DEL GANADO CEBÚ Y SUS CRUCES.

lítico durante el proceso de maduración se describe en la Figura 1.

El mayor efecto sobre la ternera de la carne ocurrió al día 7 de maduración ($P < 0.05$); resultado que coincide con el planteamiento de que la velocidad de tenderización es más alta entre los tres a siete días de maduración (Parrish, 1999). Madurar más de 28 días resulta poco beneficio para mejorar la palatabilidad y, muchas veces, incrementa factores no desea-

dos como cambios en la gustosidad y crecimiento bacteriano.

Efecto del tipo del empaque

La Figura 2 presenta los efectos del tipo de empaque sobre la ternera, en la cual se obtuvo la mejor ternera en la carne empacada al vacío (EV), con una diferencia favorable de 0.32 Kgf (8.18%) sobre la empacada en forma convencional (EC).

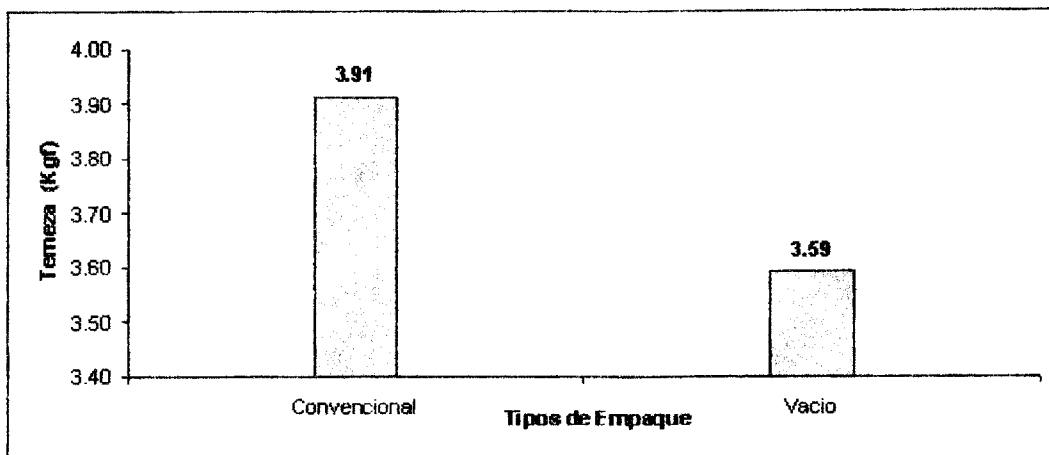


FIGURA 2. EFECTO DEL TIPO DE EMPAQUE SOBRE LA TERNEZA DE LA CARNE DEL GANADO CEBÚ Y SUS CRUCES.

El empacado al vacío modifica la atmósfera que está en contacto con la carne, disminuyendo la concentración de oxígeno en el interior del envase y aumentando el dióxido de carbono, como consecuencia de los procesos respiratorios de los tejidos y bacterias; transformaciones que limitan el creci-

miento de los gérmenes aerobios y prolongan la vida de anaquel. Estas ventajas permitieron que las muestras maduradas en condiciones anaerobias mantuvieran los mejores valores de ternera durante todo el período de maduración (Figura 3).

Brooks y col. (2000) señalan que los consumidores prefieren cortes de lomo con valores WB < 3.0 Kgf. Bajo las condiciones descritas en este estudio se obtuvo un valor similar utilizando el empaquetado al vacío al día 7 de maduración. De igual manera, Gallinger y col. (1992) reportan una terneza de 2.88 Kgf en carne de animales $\frac{1}{2}$ Brahman \times $\frac{1}{2}$ Angus, maduras por siete días con empaquetado al vacío.

Efecto del grupo racial

Los resultados presentados en las Figuras 4, 5 y 6 generan un perfil de calidad de carne que puede observarse en el mercado con animales Cebuinos (Brahman) y cruzados (50% Brahman + 50% Simmental y 50% Brahman + 50% Charolais).

La mejor terneza se obtuvo en los animales cruzados (Figura 4) con una diferencia positiva de 0.3 Kgf (7.69%) sobre el Brahman. Estas diferencias se deben, en gran parte, a las variaciones que presentan las distintas razas en el metabolismo del músculo *postmortem* y a los grados de encaste en el bovino (Wheeler y col., 1990; Johnson y col., 1990; Whipple y col., 1990). Al respecto, Zamorano (1993) indica que la raza y cruce es un factor que modifica la textura de la carne y, por ende, la terneza, ya que el diámetro de la fibra muscular influye en el tamaño de los haces de fibras musculares y sobre el "grano" de la carne, existiendo una correlación negativa entre la terneza y el diámetro de la fibra muscular.

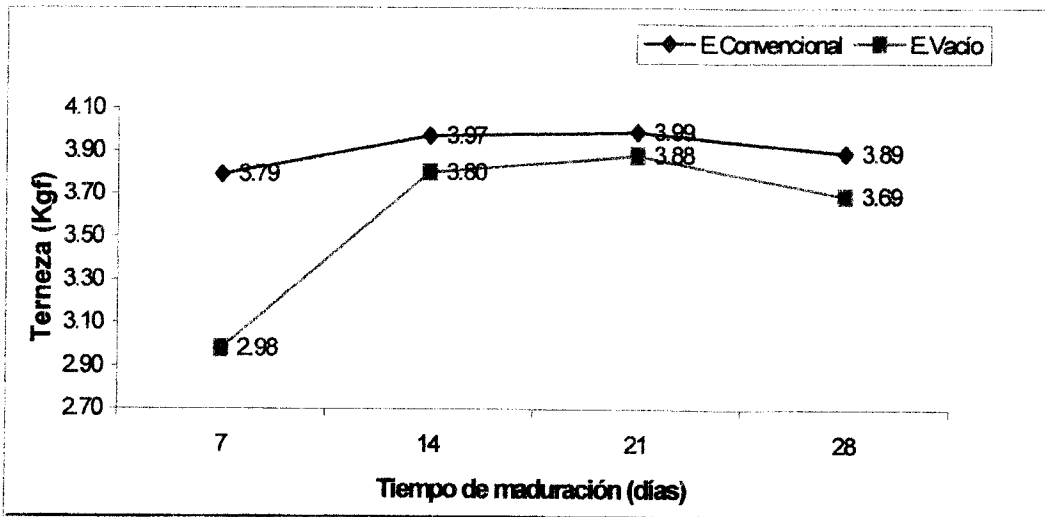


FIGURA 3. EFECTO DEL TIEMPO DE MADURACIÓN POR TIPO DE EMPAQUE SOBRE LA TERNEZA DE LA CARNE DEL GANADO CEBÚ Y SUS CRUCES.

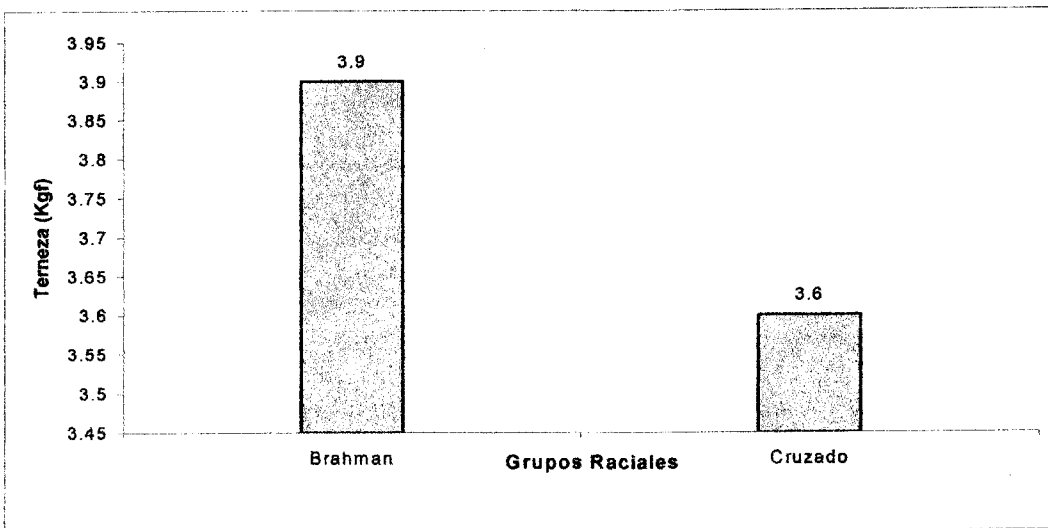


FIGURA 4. EFECTO DEL GRUPO RACIAL SOBRE LA TERMEZA DE LA CARNE BOVINA.

En ambos grupos raciales, el valor WB más bajo se obtuvo al día 7 de maduración (Figura 5) con una diferencia positiva para los animales cruzados de 0.38 Kgf (10.6%).

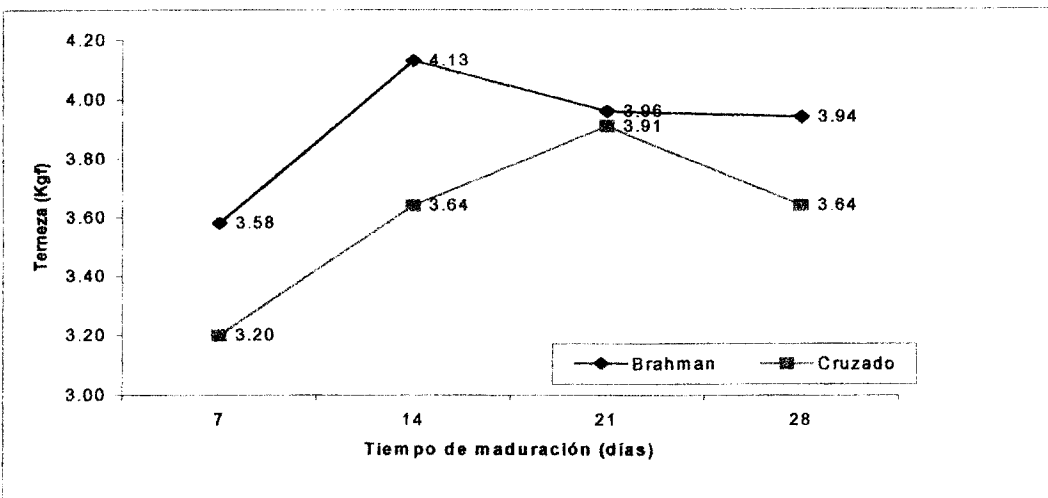


FIGURA 5. EFECTO DEL TIEMPO DE MADURACIÓN POR GRUPO RACIAL SOBRE LA TERMEZA DE LA CARNE BOVINA.

La alta variabilidad en la terneza del *Longissimus dorsi*, sumado a la tasa y extensión de la proteólisis y las variaciones dentro de una misma raza (Koochmaraie y col., 2000) explican las tendencias observadas en la Figura 5. En general, las diferencias entre los tipos de razas tienden a decrecer o desaparecer con períodos largos de envejecimiento (Sañudo y col., 2004).

Por otra parte, Boleman y col. (1997) clasifican la terneza del *Longissimus dorsi* con base en la percepción de los consumidores así: tierno (2.27 a 3.58 Kgf), intermedio (4.08 a 5.40 Kgf) y duro (5.9 a 7.21 Kgf). Con base en este patrón de clasificación, la carne sin madurar utilizada en este trabajo se considera de terneza intermedia en el Brahman (5.13 Kgf) y sus cru-

ces (4.27 Kgf); esto refleja un mejoramiento en la terneza al madurar por siete días de 1.55 Kgf (30.2%) en el Brahman y 1.07 Kgf (25.1%) en los Cruzados. De igual manera, Gallinger y col. (1992) reportan incrementos en la terneza dentro de este rango en $\frac{1}{2}$ Brahman \times $\frac{1}{2}$ Angus de 4.06 a 2.88 Kgf (29%) entre muestras sin madurar y maduradas por siete días.

No hubo variaciones de importancia en la carne empacada en forma convencional (Figura 6) entre el Brahman y los Cruzados, pero en la empacada al vacío la variación fue de 0.58 Kgf (14.9%), siendo bastante similar, el efecto entre ambos tipos de empaque en el Cruzado 0.60 Kgf (15.5%), mientras que el Brahman sólo fue de 0.06 Kgf (1.5%).

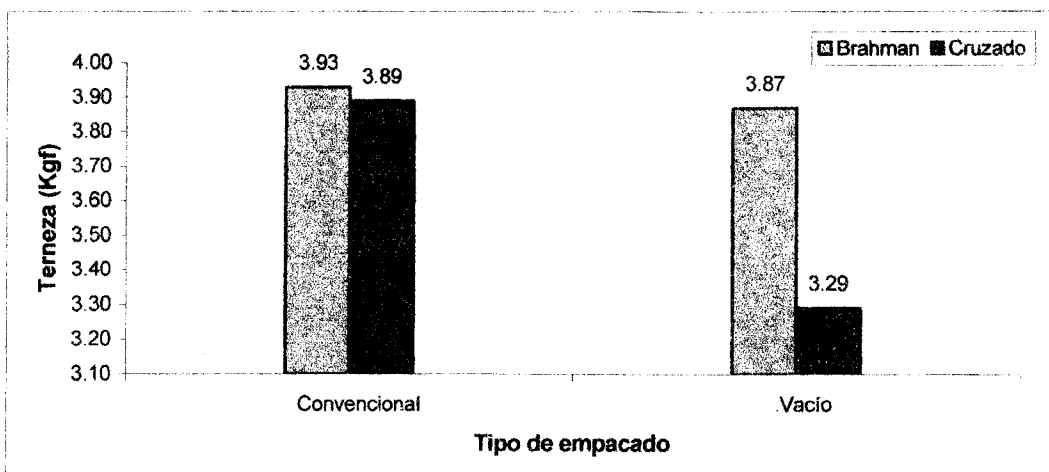


FIGURA 6. EFECTO DEL TIPO DE EMPAQUE POR GRUPO RACIAL SOBRE LA TERNEZA DE LA CARNE BOVINA.

En el proceso de maduración, la mejor terneza fue obtenida en la carne del Cruzado empaçada al vacío (Cuadro 2) con un incremento de 22.7% (0.82 Kgf) con respecto al empaque convencional al día 7 de maduración. De igual manera, la terneza de la carne del Brahman se incremento en 20.1% (0.80 Kgf) por el uso del empaçado al vacío. Al comparar la terneza entre los grupos raciales al día siete de maduración, los animales Cruzados presentaron una diferencia positiva de 0.39 Kgf (12.2%) en el empaçado al vacío y de 0.37 Kgf (9.3%) en el empaçado convencional.

Efecto de la temperatura y pH

El pH es uno de los factores de calidad que es modificado durante los cambios bioquímicos (Zamorano, 1993) de transformación del músculo a carne e influye en su calidad tecnológica, microbiológica y organoléptica.

La temperatura promedio de la canal en una hora *postmortem* fue de 37.4°C y a las 24 horas fue 10.8°C, no hubo diferencias entre grupos raciales ($P>0.05$) al igual que en los pH_{1h} y pH_{24h} (Cuadro 3).

El pH óptimo para la actividad enzimática de las catepsinas es ácido con un rango de 3.0 a 6.0 (Zeece y col., 1992) y las muestras de este estudio presentaron un pH_{24h} de 6.11 (Cuadro

4) al inicio del proceso de maduración en ambos tipos de empaque, lo que pudo limitar su efecto proteolítico. Sin embargo, Koohmaraie (1994) señala que no hay evidencias claras de que las catepsinas jueguen un papel importante durante la proteólisis *postmortem*.

Al respecto, Watanabe y Carric (1996) indican que las proteínas reguladoras intermedias titina y nebulina juegan un papel importante en la estabilidad de la estructura miofibrilar y describe que hay una lenta degradación de estas proteínas cuando el último pH oscila entre 6.0 y 6.4 en las primeras 48 horas *postmortem*, por lo que sugieren la existencia de una relación directa entre el último pH y la degradación de estas proteínas durante la maduración.

La temperatura de almacenamiento tiene un profundo efecto sobre la tasa y extensión de la proteólisis; para este trabajo se usó 0°C. En Estados Unidos, los tiempos de maduración oscilan entre 2 y 61 días y los rangos de temperatura oscilan entre -2.2 a 6.1°C (Brooks y col., 2000).

Efecto en la carga bacteriológica

En estos procesos es importante determinar el crecimiento bacteriológico (Cuadro 5) que ocurre durante cualquier combinación de tiempo, temperatura de almacenamiento y tipo de empaque.

CUADRO 2. TERNEZA (Kgf) DE LA CARNE BOVINA POR GRUPO RACIAL Y TIPO DE EMPAQUE Y TIEMPO DE MADURACIÓN.

Grupo Racial	Tipo de empaque	TERNEZA (Kgf)			
		7d	14d	21d	28d
Brahman	Normal	3.98	4.00	3.82	3.93
	Vacio	3.18	4.26	4.10	3.96
Cruzado	Normal	3.61	3.95	4.17	3.86
	Vacio	2.79	3.34	3.66	3.42

CUADRO 3. EFECTO DE LA RAZA SOBRE EL pH DE LA CARNE BOVINA A UNA (1) Y 24 HORAS *postmortem*.

Tiempo	Raza	pH
1 h	Brahman	6.38
	Cruzado	6.56
24 h	Brahman	6.17
	Cruzado	6.05

CUADRO 4. EFECTO DEL TIPO DE EMPAQUE Y TIEMPO DE MADURACIÓN SOBRE EL pH.

Tiempo de maduración	Tipo de empaque	pH
Día 1	Normal	6.11
	Vacio	6.11
Día 7	Normal	5.62
	Vacio	5.50

CUADRO 5. EFECTO DEL PROCESO DE MADURACIÓN Y TIPO DE EMPAQUE SOBRE LA CARGA BACTERIOLOGICA AL DÍA 7.

Microorganismos	<i>Empaque Convencional</i>	<i>Empaque al Vacío</i>
Mesófilos aerobios (Log UFC)	3.66	3.86
Coliformes totales (Log NMP)	1.66	2.65
Coliformes fecales (NMP)	0	0
<i>Salmonella</i> (25 g)	Negativo	Negativo

UFC = Unidades formadoras de colonias, NMP = Número más probable

La contaminación de los cortes durante el proceso de empacado es regular (Rodríguez, 1995), pero los conteos obtenidos (Cuadro 4) están dentro de los parámetros permisibles para dichos microorganismos y no representan riesgos para la salud pública. Generalmente, el empacado al vacío tiene ventajas sobre el empacado convencional en aerobiosis, porque su flora total aumenta lentamente, manteniendo un nivel satisfactorio después del almacenamiento, lo que indica que durante la preparación de esta fase del proceso hubo una ligera contaminación externa.

CONCLUSIONES

- * La maduración mejora la terneza de la carne del ganado Cebú y sus cruces generando valor agregado a la misma.
- * El empacado al vacío tiene mayor efecto sobre la terneza de la carne comparada con el empacado convencional durante el proceso de maduración.
- * Al utilizar los procedimientos indicados, obtenemos carne tierna, ubicada dentro de los patrones como "Terneza garantizada".
- * Mediante la maduración se puede obtener un producto cárnico con carga bacteriológica dentro de los

parámetros permitidos por salud pública.

RECOMENDACIONES

- * Probar esta técnica usando carne proveniente de bovinos clasificados como tipo B y C, según el sistema establecido por la Comisión de Carne de Panamá.
- * Durante el proceso de maduración es importante aplicar las buenas prácticas de manufactura para garantizar la inocuidad del producto final.

AGRADECIMIENTO

Al Matadero Chiriquí, S.A. por las facilidades brindadas en la toma de muestras y al Ing. José Almillátegui, por su apoyo con la empacadora al vacío. También al Ing. Noboru Mori y la Téc. Milagros Degracia por su participación en los muestreos a nivel de matadero.

BIBLIOGRAFÍA

ÁLVAREZ, M.; MOREIRA DOS SANTOS, W. 2001. Evaluación de la terneza del bife angosto (músculo *Longissimus dorsi*) de bovinos machos enteros castrados mestizos Nelore. Facultad de Ciencias Veterinarias-UNNE, Corrientes - Argentina. Escuela de Veterinaria-

- UFMG Belo Horizonte-MG- Brasil.
pp. 1-4.
- BOLEMAN, S.; MILLER, R.; TAYLOR, J.; CROSS, H.; WHEELER, T.; KOOHMARAIE, M.; SHACKELFORD, S.; MILLER, M.; WEST, R.; JOHNSON, D.; SAVELL, J. 1997. Consumer evaluation of beef of known categories of tenderness. *Journal Animal Science* 75: 1521-1524.
- BROOKS, J.; BELEW, J.; GRIFFIN, D.; GWARTNEY, B.; HALE, D.; HENNING, W.; JOHNSON, D.; MORGAN, J.; PARRISH, F.; REAGAN, J.; SAVELL, J. 2000. National beef tenderness survey - 1998. *Journal of Animal Science* 78: 1852-1860.
- GALLINGER, M.; MARCELIA, M.; GARCÍA, T.; LASTA, J.; ZANELLI, M.; GONZÁLEZ, B. 1992. Meat quality of Zebú cross-breeds: Sensory and mechanical evaluation CICV-INTA. Argentina. pp. 1-3.
- GUERRA, P. 2001. Proyecto de investigación y desarrollo en el mejoramiento del valor agregado de la carne bovina en la fase *post-mortem*. Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá. Proyecto SPA-12. Período 2001-2004. pp. 1-39.
- HERNÁNDEZ, J. 2000. Monitoreo microbiológico de organismos indicadores de sanidad en canales de res de un rastro de la ciudad de Chihuahua. Universidad Autónoma de Chihuahua. México. pp. 3-20.
- HUFFMAN, K.; MILLER, M.; HOOVER, I.; WU, C.; BRITTIN, H.; RAMSEY, C. 1996. Effect of beef tenderness on consumer satisfaction with steaks consumed at home and restaurant. *Journal of Animal Science* 74: 91-97.
- JOHNSON, D.; HUFFMAN, R.; WILLIAMS, S.; HARGROVE, D. 1990. Effects of percentage Brahman and Angus breeding, age-season of feeding and slaughter end point palatability and muscle characteristics. *Journal Animal of Science* 68: 1980.
- KOOHMARAIE, M. 1994. Muscle proteinases and meta aging. *Meat Science* 36: 93-104.
- KOOHMARAIE, M.; SHACKELFORD, S.; WHEELER, T. 2000. Las bases biológicas de la terneza de la carne. El Sitio de la Producción Bovina de Carne. Universidad Nacional de Río Cuarto. Argentina. pp. 1-3.

- KUEHL, R. 1994. Statistical principles of research design and analysis. University of Arizona. 2nd ed. Wadsworth Publishing Co. USA. 686 p.
- LAWRENCE, T.; KING, D.; OBUZ, E.; YANCEY, E.; DIKEMAN, M. 2001. Evaluation of electric belt grill, forced-air convection oven, and electric broiler cookery methods for beef tenderness research. *Meat Science* 58 (3): 239-246.
- PARRISH, F. 1999. Aging of beef. Beef facts: *Meat Science*. Series N°. Fs/ms011. National Cattlemen's Beef Association. Chicago, USA. p. 3.
- RODRÍGUEZ, H. R. 1995. Higiene y sanidad de las carnes de consumo. Las carnes en la nutrición y salud humana. Jornada de Actualización en la Academia Nacional de Medicina. CICV-INTA, Argentina. pp. 1-10.
- SANTIAGO, K. 2003. Diagnóstico estático sobre la preferencia de los consumidores de carne en Panamá. *Revista Ecos del Agro* 7 (87): 52.
- SAÑUDO, C.; MACIE, E.; OLLETA, J.; VILLARROEL, M.; PANEA, B.; ALBERTÍ, P. 2004. The effects of slaughter weight, breed type and ageing time on beef meat quality using two different texture devices. *Meat Science* 66 (4): 925-932.
- SAVELL, J. 2001. Standardized Warner-Bratzler shear force procedures for genetic evaluation. (En línea). Disponible en: <http://savell-j.tamu.edu/shearstand.html> Consultado el 24 de marzo del 2001.
- SECRETARÍA DE SALUD. 1995. Norma oficial mexicana NOM-114-SSA1-1994. Bienes y Servicios. Método para la determinación de *Salmonella* en alimentos. DOF 22/9/1995. pp. 1-5.
- WATANABE, A.; CARRIC, D. 1996. Effect of meta ultimate pH on rate of titin and nebulin degradation. *Meat Science* 42 (4): 407-413.
- WHEELER, T.; SAVELL, J.; CROSS, H.; LUNT, D.; SMITH, S. 1990. Effect of meta *postmortem* treatments on the tenderness of meat from Hereford, Brahman and Brahman-cross beef cattle. *Journal of Animal Science* 68: 3677-3686.
- WHEELER, T., SHACKELFORD, S.; KOOHMARAIE, M. 1998. Shear force procedures for meat tenderness measurement. Roman L. Hruska U.S. Meat Animal Research Center. Agricultural Research Service. USDA. Clay Center, Nebraska. USA. pp. 1-6.

- WHIPPLE, G.; KOOHMARAIE, M.; DIKEMAN, M.; CROUSE, J.; HUNT, M.; KLEMM, R. 1990a. Evaluation of attributes that affect *Longissimus* muscle tenderness in *Bos taurus* and *Bos indicus* cattle. *Journal of Animal Science* 68: 2716-2728.
- ZAMORANO, J. 1993. Calidad de la carne y de la res bovina. *Carnes rojas. La Industria Cárnica Latinoamérica* 93: 22-32.
- ZEECE, M., WOODS, T.; KEEN, M.; REVILLE, W. 1992. Role of proteinases and inhibitors in *post-mortem* muscle protein degradation. *Reciprocal Meat Conference Proceedings*. pp. 45-51.