

EFECTO DEL ABLANDADOR MECÁNICO SOBRE LA TERNEZA Y CARGA BACTERIOLÓGICA EN LA CARNE DEL GANADO CEBÚ Y SUS CRUCES. CHIRIQUÍ, PANAMÁ, 2003.

Omar Chacón P.¹; Pedro Guerra ²; Ricaurte Quiel ³

RESUMEN

En Panamá predomina el grupo racial Cebuino, el cual tiene limitantes para satisfacer las más altas exigencias del mercado externo, debido a su baja terneza. Una alternativa tecnológica para solucionar este problema es el ablandamiento mecánico, que consiste en la acción incisiva de múltiples cuchillas sobre las piezas cárnicas deshuesadas, las cuales no sufren destrucción aparente de la estructura tisular a pesar de la profundidad de las punciones. El objetivo de este estudio fue determinar el efecto del ablandador mecánico sobre la terneza y carga bacteriológica en la carne del ganado Cebú y sus cruces. Se colectaron muestras de los músculos **Longissimus dorsi**, **Semitendinosus** y **Semimembranosus**, tomadas 24 horas *postmortem*. Se midió el efecto de dos tratamientos: (0X = sin pase y 1X = un pase por el ablandador mecánico y maduración por 14 días) sobre la terneza de los tres músculos. Los grupos raciales usados fueron Cebuinos (Brahman), Cruzados F1 (1/2 Simmental x 1/2 Brahman, 1/2 Charolais x 1/2 Brahman, 1/2 Angus Rojo x 1/2 Brahman y 1/2 Senepol x 1/2 Brahman) y Criollo Guaymí (**Bos taurus** cárnico). Los resultados fueron analizados a través de un modelo lineal generalizado y la comparación de medias ajustadas mediante una prueba "t". Hubo un efecto altamente significativo ($P < 0.01$) entre los tratamientos, obteniéndose un mejoramiento en la terneza de 36.6% con 1X. Los resultados también reflejan variaciones significativas ($P < 0.05$) dentro del tipo de pieza cárnica de dos músculos: en el **Semitendinosus** la terneza mejoró 3.13 Kg (49.4%) y en el **Longissimus dorsi** mejoró 2.12 Kg (44.4%), mientras que en el **Semimembranosus** el incremento fue de 0.66 Kg (14.7%), siendo esta diferencia no significativa ($P > 0.05$). Con un pase (1X) por el ablandador mecánico se obtuvo un mejoramiento ($P < 0.05$) en la terneza del grupo racial Criollo Guaymí de 1.27 Kg (28%), mientras que el mejoramiento ($P < 0.01$) en Brahman fue de 2.06 Kg (38%) y en los animales Cruzados F1 fue de 2.14 Kg (41%). La carga bacteriológica (Mesófilos aerobios, **Salmonella** spp, Coliformes totales y fecales) cuantificada en este estudio está por debajo de la zona de alteración microbiológica. Se concluye que la aplicación de un pase por el ablandador mecánico y maduración de 14 días, mejora la terneza de la carne del ganado Cebú y sus cruces con una carga bacteriológica que no representa riesgos para la salud pública.

PALABRAS CLAVES: Terneza, ablandador mecánico, **Longissimus dorsi**, *postmortem*, **Semitendinosus**, **Semimembranosus**, carga bacteriológica, cruzados.

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

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

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

EFFECT OF MECHANICAL SOFTENER ON TENDERNESS AND BACTERIOLOGICAL COUNT IN THE MEAT OF THE ZEBU AND ITS CROSSER. CHIRIQUÍ. PANAMÁ. 2003.

Zebu group predominates in Panama, which has limitations to satisfy the most high exigencies of the foreign market, due to its low tenderness. A technological alternatives to solve this problem is the mechanical softener, that consists in the action of incisive blades over boneless pieces of meat. This pieces do not present apparently tissuelar destruction, despite of the puncture deeps. The objective of this study was to determine the effect of the mechanical softener on the tenderness and bacteriological count in the meet of Zebu cattle and their crosser. Then were collected samples from the *Longissimus dorsi*, *Semitendinosus* and *Semimembranosus* muscles, take 24 h post mortem. Two treatment were evaluated, (0X = without pass and 1X = one pass through the mechanical softener and 14 d aging on the tenderness of the through muscles. Genetic group were: Zebu (Brahman, F1 crossbreds (½ Simmentel x ½ Brahman, ½ Charolais x ½ Brahman, ½ Red Angus x ½ Brahman and ½ Senepol x ½ Brahman) and Guaymi Creole (Beef *Bos taurus*). Results were analyzed by a general linear model and mean treatment comparisons were made through t test. There was highly significant differences ($P < 0.01$) between treatments, where tenderness was improved by 36.6% with 1X. Results also showed significant ($P < 0.05$) variations among muscles. *Semitendinosus* tenderness was improved in 3.13 Kgf (49.4%) and in 2.12 Kgf for *Longissimus dorsi*, while for the *Semimembranosus* the improvement was 0.66 Kgf (14.7%) but not significant ($P > 0.05$). With 1X tenderness was improved by 1.27 Kgf (28%) in Guaymi Creole samples ($P < 0.05$), but in Brahman, tenderness was improved ($P < 0.01$) by 2.06 Kgf (38%), and in Crossbreed samples by 2.14 Kgf (41%). Bacteriological count (Aerobic mesophylum, *Salmonella* spp, total and fecal Coliforms) was quantified below of the critical number. It was concluded that application of 1X and 14 d aging, improves tenderness of Zebu and its crosses meat with a bacteriological count without human health risk.

KEYWORDS: Tenderness, mechanical softener, *Longissimus dorsi*, *Semitendinosus*, *Semimembranosus*, Post mortem, bacteriological count, crossbreds.

INTRODUCCIÓN

En la ganadería bovina de Panamá predomina la raza Cebú, sin embargo la mayor limitante que posee la carne de ésta raza para satisfacer las exigencias del mercado externo es su baja terneza (Koochmaraie y col., 2000).

La sensación de terneza es el grado de resistencia a la masticación cuando se come carne y está determinada por la fuerza mecánica que se ejerce sobre las fibras musculares y el tejido conectivo. Este tejido está cons-

tituido por cantidades variables de colágeno, elastina y reticulina (Swatland, 1991). El colágeno es la principal proteína estructural del tejido conectivo y la gran fuerza tensora de sus fibras se debe a la existencia de puentes cruzados o enlaces intermoleculares, los cuales aumentan con la madurez cronológica del animal (Zamorano, 1993).

Por otra parte, bajo las estructuras actuales del mercado, en Panamá se sacrifica una gran cantidad de animales Cebuínos con edades cronoló-

gicas avanzadas, que sumada a la limitante genética en terneza, afectan negativamente la apreciación de los consumidores sobre su calidad organoléptica.

Una alternativa tecnológica para solucionar el problema de la dureza de la carne es la del ablandamiento mecánico (Marsden y col., 2000), la cual consiste en la incisión con múltiples cuchillas (Pietrasik y col., 2004) sin destruir la estructura cárnica y, en consecuencia, la carne se hace más suave, jugosa y su cocimiento con calor húmedo o seco se hace más rápido. Este proceso puede ser controlado y aplicado con mayor uniformidad a menor costo comparado con otras técnicas ablandadoras de carne. Otras ventajas que se obtienen con éste método es la disminución en el tiempo de maduración, se evita el uso de sustancias químicas, la carne mantiene su aspecto, color y peso sin perder su jugo (Pietrasik y col., 2004).

De acuerdo a Seideman y col. (1985), mediante el ablandamiento mecánico se ha mejorado la terneza y disminuido la cantidad de tejido conectivo detectado en paneles sensoriales; también se obtuvo una reducción en el tiempo de cocción.

Además, en un proceso de ablandamiento mecánico, las cuchillas transfieren un 3 a 4% de la contamina-

ción de la superficie al interior del músculo (Marsden y col., 2000), sumado a las formas de preparación culinaria de algunas piezas cárnicas en nuestro país (término medio o 3/4 de cocción), puede representar un riesgo de salud para el consumidor, de ahí la importancia de cuantificar las variaciones en la carga bacteriológica.

En Panamá, existen pocas investigaciones sobre los métodos mecánicos para mejorar la terneza de la carne en la raza Cebú y sus cruces con razas *Bos taurus* cárnicas; que, sumadas a las limitantes que presenta este producto y sus variantes en la comercialización, hacen necesario efectuar procedimientos que contribuyan a elevar su valor y consumo, por lo que el objetivo de este estudio fue determinar el efecto del ablandador mecánico sobre la terneza y carga bacteriológica en la carne del ganado 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 Carlos Manuel Ortega en Gualaca, y las muestras de carne fueron tomadas en el Matadero Chiriquí S.A., 24 horas después del sacrificio. Los análisis de

terneza se realizaron en el Laboratorio de Calidad de Carne del IDIAP.

Duración del estudio

Este trabajo fue realizado durante el periodo comprendido de mayo de 2002 a enero de 2003.

Tipo de pieza cárnica

Se evaluaron los músculos *Longissimus dorsi* (lomo), *Semitendinosus* (lomo mulato) y *Semimembranosus* (pulpa negra); provenientes de 69 animales machos enteros cebados en pastoreo con edad promedio de 26 ± 3 meses al sacrificio.

Proceso de ablandamiento

Tomando parcialmente la metodología descrita por Seideman y col. (1985), las muestras de cada músculo fueron divididas en dos partes; a la primera sección se le determinó la terneza sin ablandamiento mecánico (0X) al día 1 y la otra sección se le aplicó un pase (1X) a través del ablandador mecánico Berkel modelo 705S adaptado con cuchillas de 32 x 200 mm. Las secciones ablandadas mecánicamente fueron empacadas en bolsas plásticas con cierre hermético, maduradas a 0°C por 14 días, luego se le midió la terneza y carga bacteriológica.

Grupo racial

Para determinar diferencias entre grupos raciales, éstos fueron agrupados en Cebuínos (Brahman), Cruzados F1 (1/2 Simmental x 1/2 Brahman, 1/2 Charolais x 1/2 Brahman, 1/2 Angus Rojo x 1/2 Brahman y 1/2 Senepol x 1/2 Brahman) y Criollo Guaymí (*Bos taurus* cárnico).

Prueba de terneza

Se empleó la metodología descrita por Brooks y col. (2000) y estandarizada según Savell (2001). Las secciones fueron descongeladas a temperatura ambiente. Luego se colocaron en un asador eléctrico con parrilla abierta para su cocción (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, cuando alcanza una temperatura interna de 70°C, es retirada del asador. Cada muestra cocida fue envuelta en papel aluminio y refrigerada a 5°C por 20 horas. Posteriormente, se obtuvieron con un sacabocado cinco tarugos de 1.27 cm de diámetro paralelos a la fibra muscular. Cada tarugo fue sometido a cizallamiento con el Warner-Bratzler Shear (WBS) en forma perpendicular a la fibra muscular, donde se registró la fuerza máxima expresada en kilogramos (Kgf) necesaria para cortar cada tarugo.

Análisis microbiológico

Se realizaron conteos bacteriológicos de mesófilos aerobios, coliformes totales y fecales (Hernández, 2000) y *Salmonella* spp según la Secretaría de Salud de México (1995). Para realizar estos análisis 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 masajeadada durante un minuto para transferir los microorganismos al agua peptona, obteniéndose una dilución de 10^0 .

Las diluciones se realizaron con una pipeta estéril tomando 1 ml de la dilución 10^0 , el cual se vertió en un frasco que contenía 9 ml del mismo diluyente, obteniéndose una dilución 10^{-1} . De esta dilución se tomó 1 ml y se vertió en un frasco con 9 ml del mismo diluyente para obtener la dilución 10^{-2} y para la dilución 10^{-3} se tomó 1 ml de la dilución 10^{-2} y se vertió en un frasco con 9 ml del diluyente.

Conteo total de mesófilos aerobios

Usando diferentes pipetas para cada dilución decimal realizada anteriormente, se obtuvo de 1 ml del inóculo y se colocó en una caja petri estéril previamente identificada. Este proceso se realizó por duplicado para cada dilución. Posteriormente, se agregaron 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 horas. En la lectura se cuentan todas las colonias desarrolladas en aquellas cajas petri (excepto las de mohos y levaduras) donde aparecen entre 30 a 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 ml de cada una de las diluciones (10^{-1} , 10^{-2} y 10^{-3}) en tubos de ensayo conteniendo 9 ml de caldo de lauril sulfato de sodio esterilizado y una campana de fermentación 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 confirmar la presencia de coliformes, se transfirió con un asa de platino dos a tres asadas del inóculo a tubos separados conteniendo 5 ml de caldo bilis verde brillante al 2% esterilizado y una campana de fermentación

tipo Durham invertida; se incubaron durante 48 horas 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 microiana presente con base a que la probabilidad de obtener tubos con crecimiento positivo disminuye conforme es menor el volumen de muestra inoculado.

Coliformes fecales

Para valorar los resultados de esta determinación se utilizó la técnica del NMP. De los tubos de ensayo con caldo de lauril sulfato de sodio que resultaron presuntos a coliformes, con un asa de platino se transfirieron dos a tres asadas de inóculo a frascos conteniendo 5 ml de caldo bilis verde brillante al 2% esterilizado y una campana de fermentación tipo Durham en posición invertida para observar la presencia de gas. De igual forma se transfirió inóculo a un frasco conteniendo 3 ml de agua triptona estéril. Posteriormente, se incubaron a una temperatura de $44 \pm 1^\circ\text{C}$ durante 48 horas.

Los frascos con presencia de gas son presuntos a la presencia 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 calcula el NMP por 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 el otro con caldo de tetrionato-verde brillante (CT-VB). Después de las 24 horas 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 horas 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 estrias 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 horas a $35 \pm 2^\circ\text{C}$. Posteriormente todas las colonias de las cajas petri son 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 presuntivamente positiva 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 presuntivamente positiva para *Salmonella* las colonias que intensifican el color púrpura en todo el tubo.

Análisis estadísticos. Los resultados fueron analizados mediante un modelo lineal generalizado:

$$Y_{ijklm} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \delta(\beta)_k + (\alpha\beta)_l + \varepsilon_{ijkl}$$

Donde:

- Y_{ijkl} = variable de respuesta
- μ = media general
- α_i = efecto del tipo de pieza cárnica
- β_j = efecto de la cantidad de pases por el ablandador mecánico
- $\delta(\beta)_k$ = efecto del grupo racial dentro de la cantidad de pases por el ablandador mecánico y es la relación utilizada como término de error para el efecto de β_j
- $(\alpha\beta)_l$ = efecto de la interacción tipo de pieza cárnica por cantidad de pases
- ε_{ijkl} = error aleatorio

La comparación de medias ajustadas fue realizada a través de una prueba "t" (Kuehl, 1994).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Relación: Terneza – Ablandador mecánico

El Cuadro 1 presenta los resultados del análisis de varianza para el efecto del ablandador mecánico y tipo de pieza cárnica sobre la terneza de la carne del ganado Cebú y sus cruces.

Los valores de terneza de acuerdo al tipo de pieza cárnica variaron significativamente ($P < 0.05$) entre sí, mientras que los efectos del factor cantidad de pases por el ablandador mecánico, fueron altamente significativas ($P < 0.01$). También presentaron diferencias significativas ($P < 0.05$) la can-

tividad de pases dentro de raza y la interacción tipo de pieza cárnica por cantidad de pases. El coeficiente de variación (CV) obtenido se considera aceptable para este tipo de estudio.

El mejoramiento de la terneza mediante el efecto combinado de un pase (1X) por el ablandador mecánico y maduración por 14 días, se presentan en la Figura 1, en la misma se observa que la terneza mejoró 36.6%. Al respecto, Boleman y col. (1997) reportan que los consumidores perciben como carne tierna aquellas ubicadas entre 2.27 a 3.58 Kgf y el valor obtenido con el tratamiento indicado se encuentra dentro de éste rango.

La mayor parte del agua en el músculo está presente en forma de moléculas libres dentro de la fibra y entre las estructuras del tejido conectivo, las cuales pueden ser liberadas cuando se ejerce presión con la consiguiente disminución en la capa-

cidad de retención de agua; sin embargo, durante el proceso de ablandamiento mecánico, la pérdida de jugos fue insignificante en los tres músculos evaluados.

Al respecto, Huerta y col. (1979) reportan que los degustadores basándose en una escala de 8 puntos (1= extremadamente seco, 8= extremadamente jugoso), y carne proveniente de vacas adultas encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) en la jugosidad en el músculo *Semimembranosus* con puntaje de 5.5 para 0X y de 4.2 para 1X, mientras que en el *L. dorsi lumbar* no hubo diferencias ($P > 0.05$) en la puntuación (5.2 para 0X y 4.3 para 1X).

Relación: Ablandador mecánico - Tipo de pieza cárnica

Al evaluar el efecto de la interacción cantidad de pases por tipo de pieza cárnica (Figura 2), los resultados reflejan variaciones significativas

CUADRO 1. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL EFECTO DEL ABLANDADOR MECÁNICO SOBRE LA TERNEZA DE LA CARNE BOVINA.

F de V	gl	CM
Tipo de pieza cárnica	2	11.17
Cantidad de pases	1	59.93**
Raza (Cantidad de pases)	4	6.51*
Tipo de pieza cárnica x Cantidad de pases	2	11.08*
Réplica (Cantidad de pases x Raza)	24	0.318 ^{ns}
Error	532	2.75
Total	565	-
CV; %	-	39.41

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

** = diferencia altamente significativa ($P < 0.01$)

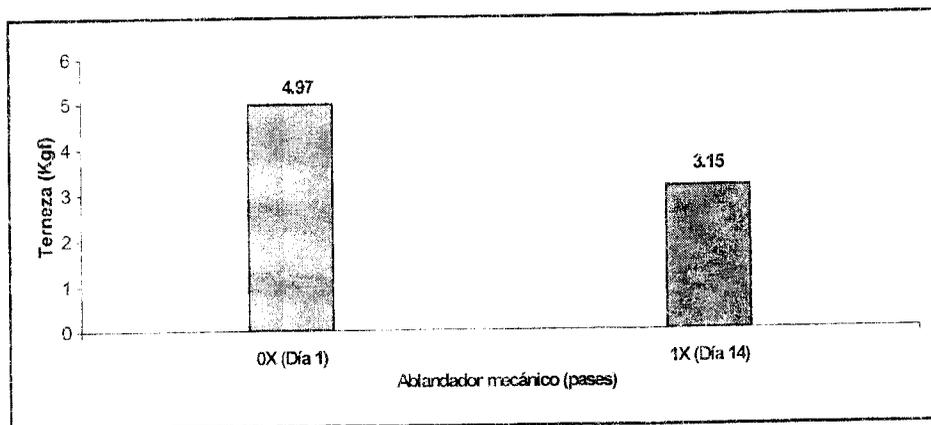


FIGURA 1. EFECTO DE PASES POR EL ABLANDADOR MECÁNICO SOBRE LA TERNEZA DE LA CARNE BOVINA.

($P < 0.05$) en dos tipos de músculos; así tenemos que en el músculo *Semitendinosus* la terneza fue mejorada en 49.4% y en el *Longissimus dorsi* fue de 44.4%; mientras que en el músculo *Semimembranosus* el mejoramiento fue de 14.7%, siendo esta diferencia no significativa ($P > 0.05$).

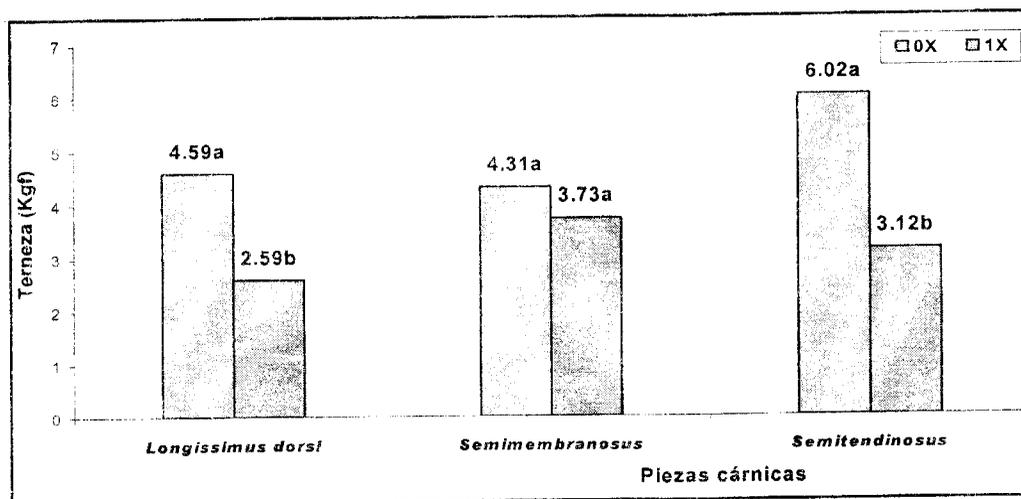
Según la escala de suavidad, reportada por Veíazco (1999) el músculo *Longissimus dorsi* es "ligeramente suave", mientras que el *Semimembranosus* y *Semitendinosus* se ubican en la categoría "ligeramente duro", por lo tanto la respuesta del ablandamiento mecánico sobre la terneza obtenido en este estudio (Figura 2) no está en función del grado de suavidad descrito en dicha escala. También, Seideman y col. (1985) reporta un mejoramiento significativo ($P < 0.05$) de 20.3% en la terneza del músculo

Semimembranosus y 27% en el *Longissimus dorsi*, con un pase por el ablandador mecánico en carne proveniente de toros y novillos pardo suizos con edad de 13 meses.

Mientras que en una evaluación subjetiva utilizando una escala de ocho puntos (1= extremadamente duro y 8= extremadamente blando), Huerta y col. (1979) obtuvo una respuesta significativa ($P < 0.05$) de 36% al ablandamiento mecánico en los músculos *Semimembranosus* y *L. dorsi lumbar*, utilizando carne de vacas con madurez cronológica avanzada.

Relación: Ablandador mecánico - Raza

Los efectos de un pase (1X) por el ablandador mecánico sobre la terneza de la carne bovina de los grupos



Medias con la misma letra dentro de cada tipo de pieza cárnica no difieren al 5%.

FIGURA 2. EFECTO DE PASES POR EL ABLANDADOR MECÁNICO SOBRE LA TERNEZA DE LA CARNE BOVINA POR PIEZA CÁRNICA.

raciales: Cebuínos, Cruzados F1 y Criollo Guaymí se presentan en la Figura 3.

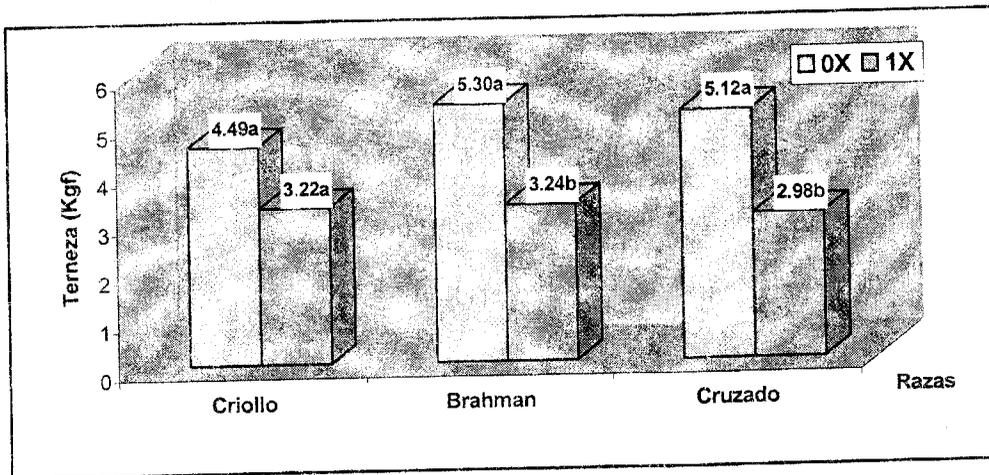
Con un pase (1X) por el ablandador mecánico se obtuvo un mejoramiento en la terneza del grupo racial Criollo Guaymí de 28% ($P < 0.05$), mientras que en el Brahman fue de 38% ($P < 0.01$) y en los animales Cruzados F1 fue de 41% ($P < 0.01$). Estos resultados se encuentran dentro de los parámetros considerados como de máxima aceptación por los consumidores de acuerdo a Boleman y col. (1997).

En estudios previos, Chacón y col. (2004) reportan terneza con valores de 4.0 y 3.95 Kgf en el Brahman y

Cruzado respectivamente, usando empacado convencional plastificado con 14 días de maduración; por lo tanto, se obtiene una mejor terneza por el efecto combinado del ablandador mecánico y maduración.

Por otra parte, Huerta y col. (1979) reportan que en carne de vacas adultas, se logran incrementos de 36% en la terneza del *L. dorsi lumbar* al ser ablandado mecánicamente (1X), pero que no se logra alcanzar el nivel de aceptabilidad para el degustador.

Las diferencias entre los grupos raciales 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 del Brahman (Di Marco, 1998). Al res-



Medias con la misma letra dentro de cada grupo racial no difieren al 5%.

FIGURA 3. EFECTO DE PASES POR EL ABLANDADOR MECÁNICO SOBRE LA TERNEZA DE LA CARNE BOVINA POR GRUPO RACIAL.

pecto Zamorano (1993), indica que la raza y cruza son factores que modifican la textura de la carne y, por ende, la ternera.

Relación: Ablandador mecánico - Carga Bacteriológica

Dada la alta manipulación que tiene el producto cárnico durante el proceso de ablandamiento mecánico y maduración, se evaluó su efecto sobre la carga bacteriológica (Cuadro 2).

Se considera que la contaminación de muchos alimentos cárnicos ocurre cuando el conteo de mesófilos aerobios en placas excede 10^7 UFC/g (Fernandes y col., 1997), y el valor obtenido en esta investigación con un

pase a través del ablandador mecánico es inferior a este parámetro. También, Huerta y col. (1977) reporta que en muestras de la pierna trasera (músculos *Semimembranosus*, *Semitendinosus* y *Biceps femoris*) maduradas, el ablandamiento mecánico con lancetas no tuvo efectos significativos ($P > 0.05$) sobre los recuentos totales de mesófilos aerobios.

Los microorganismos coliformes son usados en microbiología de alimentos como indicadores de contaminación fecal y malas prácticas higiénicas (Jay, 1994). Al respecto, Rodríguez (1995) reporta conteos de: Log UFC/cm² (6.27 ± 0.23 de mesófilos y 1.77 ± 1.41 de coliformes) en cuadrada (pierna trasera) provenientes de

CUADRO 2. EFECTO DEL ABLANDADOR MECÁNICO SOBRE LA CARGA BACTERIOLÓGICA AL DÍA 14 DE MADURACIÓN.

Microorganismos	0X (Día 1)	1X (Día 14)
Mesófilos aerobios (Log UFC)	2.87	3.21
Coliformes totales (Log NMP)	-	1.25
Coliformes fecales (NMP)	-	0
<i>Salmonella</i> spp (25 g)	negativo	negativo

UFC = unidades formadoras de colonias; NMP = número más probable

plantas muy buenas y maduras por siete días en envase permeable al oxígeno; por lo tanto, los resultados obtenidos en este estudio están lejos de la zona de alteración microbiológica.

CONCLUSIONES

- ◆ Mediante la aplicación de un pase por el ablandador mecánico y maduración se mejora la terneza de la carne del ganado Cebú y sus cruces, obteniéndose valores considerados como "tiernos" por los consumidores.
- ◆ La respuesta al ablandamiento mecánico fue variable en los músculos evaluados.
- ◆ Se obtuvo un mayor efecto del ablandador mecánico sobre la terneza en las muestras provenientes de animales cruzados.

- ◆ Con el ablandamiento mecánico se puede generar productos cárnicos con rangos bacteriológicos que no representan riesgo para la salud pública.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos al Matadero Chiriquí, S.A., por las facilidades brindadas en la obtención de las muestras.

BIBLIOGRAFÍA

- 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.
- CHACÓN, O.; GUERRA, P.; QUIEL, R. 2004. Efecto de la maduración sobre la terneza de la carne del ganado cebú y sus cruces. Gualaca, Panamá, 2002. *Ciencia Agropecuaria (Panamá)* (17): 57-74.
- DI MARCO, O. 1998. Crecimiento de vacunos para carne. Edit. por Di Marco, O.N. Mar del Plata, Argentina. pp. 1-246.
- FERNANDES, C.; FLICK, G.; SILVA, J.; MCCASKEY, T. 1997. Influence of processing schemes on indicative bacteria and quality of fresh aquacultured catfish fillets. *Journal Food Protection* 60 (1): 54.
- 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.
- HUERTA, N.; SMITH, G.; CARPENTER, Z.; GARCÍA, M. 1979. Efectos del ablandamiento mecánico por lancetas sobre la culinaria y gustocidad de la carne vacuna. Universidad de Zulia, Venezuela. *Revista de la Facultad de Agronomía (LUZ)* 5 (2): 486-494.
- HUERTA, N.; SMITH, G.; CARPENTER, Z. 1977. Efectos del ablandamiento mecánico, el recorte y la cloración acidulada sobre la carga de la microflora aeróbica y psicrotrofica en carnes maduras de res. Facultad de Agronomía. Universidad de Zulia, Venezuela. *Revista Veterinaria Tropical* 2: 27-42.
- JAY, J. 1994. Microbiología moderna de los alimentos. 3a ed. Editorial Acribia, S.A. España. 804 p.
- KOOHMARAIE, M.; SHACKEL-FORD, 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 company. 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.

- MARSDEN, J.; PHEBUS, R.; THIPPAREDDI, H.; KASTNER, C.; GOSCH, J. 2000. *Salmonella* spp. and *Listeria monocytogenes* risk assessment for production and cooking of blade tenderized beef steaks (en línea). Department of Animal Sciences and Industry. Kansas State University. Manhattan, KS 66506. USA. p. 1-14. Consultado 17 may. 2004. Disponible en: <http://www.fsis.usda.gov/OPPDE/rdad/FRPubs/01-013N/BeefSteaks>
- PIETRASIK, Z.; SHAND, P. 2004. Effect of blade tenderization and tumbling time on the processing characteristics and tenderness of injected cooked roast beef. *Meat Science* 66: 871-879.
- 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, 26/7/1995. CICV-INTA, Argentina. p. 1-10.
- SAVELL, J. 2001. Standardized Warner-Bratzler shear force procedures for genetic evaluation (en línea). Consultado 24 mar. 2001. Disponible: <http://savell-j.tamu.edu/shearstand.html>
- SECRETARÍA DE SALUD. 1995. Norma oficial mexicana NOM-114-SSA1-1994, Bienes y Servicios. Método para la determinación de *Salmonella* en alimentos. Diario oficial. DOF 22/9/1995. México. pp. 1-5.
- SEIDEMAN, S.; RUSSELL, H.; CROUSE, J. 1985. Use of mechanical tenderization to increase the tenderness of bull beef. Beef Research Progress Report N°3. Roman L. Hruska U.S. Meat Animal Research Center. USDA. University of Nebraska. pp. 50-51.
- SWATLAND, H. 1991. Estructura y Desarrollo de los Animales de Abasto. Editorial Acribia, S.A. España. pp.1-443.
- VELAZCO, J. 1999. Los músculos: características, funcionalidad y su relación con el rendimiento de corte. *Revista Carnotec: Noviembre/Diciembre*. pp. 40, 42, 44.
- WHEELER, T.; SHACKELFORD, S.; KOOHARAIE, M. 1998. Shear force procedures for meat tenderness measurement. Clay Center, Nebraska. USA. pp. 1-6.
- ZAMORANO, J. 1993. Carnes rojas. Calidad de la carne y de la res bovina. *La Industria Cárnica Latinoamericana* 93: 22.