

EFFECTO DEL CLORURO DE CALCIO SOBRE LA TERNEZA DE LA CARNE DEL GANADO CEBÚ Y SUS CRUCES.

Omar Chacón P. ¹; Pedro Guerra M. ²; Ricaurte Quiel ³; Emigdio Sáenz ⁴

RESUMEN

La terneza es el componente más importante en la calidad organoléptica de la carne y las soluciones de cloruro de calcio pueden usarse para reducir el período de maduración e incrementar la terneza sin introducir sabor u olores indeseables en la carne. El objetivo de esta investigación fue determinar el efecto de la aplicación de cloruro de calcio, tiempo de maduración, grupo racial y sistema de ceba sobre la terneza (Warner-Bratzler Shear, WB) de la carne de animales Cebú y sus cruces. Se colectaron muestras de la 12^{ava} costilla del *Longissimus dorsi* de ambas medias canales 24 horas *postmortem*. Se midió el efecto sobre la terneza de tres tratamientos: T0 = 0%, T1 = 5% y T2 = 10% de la solución de CaCl₂ 200 µM/peso de muestra de carne y maduradas por 7, 14, 21 y 28 días. Los grupos raciales usados fueron Cebuínos (Brahman) y Cruzados (50% Simmental x 50% Brahman y 50% Charolais x 50% Brahman) en dos sistemas de ceba: pastoreo con suplementación energético-proteica (PS) y confinados (C). Los datos fueron evaluados a través de un análisis combinado de varianza (modelo lineal fijo) y la comparación de medias ajustadas mediante una prueba "t". No hubo diferencias significativas (P>0.05) entre los dos sistemas de alimentación. En PS, el mayor efecto sobre la terneza se obtuvo al séptimo día de maduración utilizando T1, con un incremento (47.9%) altamente significativo (P<0.001) en el grupo racial Brahman (2.48 Kgf). En el grupo racial Cruzado sólo se alcanzó un incremento de 18.9% (0.81 Kgf). En confinamiento se obtuvieron efectos altamente significativos (P<0.001) en la terneza del T1, y sobre el T0 (30.0%) al día 14 de maduración. No se encontró diferencias (P>0.05) entre los niveles T1 y T2 en los dos grupos raciales. Los valores WB al día 14 de maduración se clasifican como tiernos. La carga bacteriológica cuantificada en este estudio está lejos de la zona de alteración y no representa riesgos para la salud pública.

PALABRAS CLAVES: Carne de res; terneza; cloruro de calcio; *Longissimus dorsi*; *postmortem*; propiedades organolépticas.

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., MSc. 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

⁴ Ing. Agr. Zoot. Estudiante graduado. FCA-UP. Chiriquí, Chiriquí.

CALCIUM CHLORIDE EFFECT ON BEEF TENDERNESS OF ZEBU CATTLE AND ITS CROSSES.

Tenderness is the most important component of organoleptic quality of the beef and solutions of calcium chloride (CaCl_2) can be used to reduce aging time and increase tenderness without introducing undesirable flavors and odors. The objective of this research was to determine the effect of the application of calcium chloride, aging time, breed and feeding system on the beef tenderness (Warner-Bratzler Shear, WB) of Zebu and its crosses. Samples were collected from the 12th rib of the *Longissimus dorsi* from both half-carcass 24 h post mortem. A solution of CaCl_2 μM was evaluated using three treatments: T0=0%; T1=5% and T2=10% of the weight sample and aging for 7, 14, 21 and 28 days. Breeds were: Brahman and Crossbred (50% Charolais x 50% Brahman and 50% Simmental x 50% Brahman) and the feeding systems were: pasture plus energy-protein supplement (PS) and feedlot (F). Data were analyzed through combined analysis of variance (fixed linear model) and adjusted least-squared means comparisons by t-test. There were no significant differences ($P>0.05$) between treatments T1 and T2 in both feeding systems. In PS, the highest effect on tenderness was obtained at 7 day of aging using T1 with a highly significant effect (47.9%) on the Brahman group (2.48 kgf). In the crossbred group the improvement was of 18.9% (0.81 kgf). In feedlot, highly significant effect ($P<0.01$) on tenderness was obtained with T1 over T0 (30.1%) at day 14 of aging. There was no significant difference between T1 and T2 in both breeds. Values of WB at day 14 of aging are classified as tender. Bacteriological charge of the present study was far from the critical zone and does not represent any risk to public health.

Key words: Beef tenderness; calcium chloride; *Longissimus dorsi*; post mortem; organoleptic characteristics of beef.

INTRODUCCIÓN

Los consumidores de carne bovina han identificado a la terneza, sabor y jugosidad (Byrne y col., 2000) como las características más importante que determinan su palatabilidad; y de ellas, se considera que la terneza es el componente más importante de la calidad organoléptica de la carne (Brooks y col., 2000).

Por otra parte, el consumidor panameño tiene criterios variables en este aspecto, dependiendo si reside en la capital de las cabeceras de provin-

cias, ya que considera otras características como el color de la carne, color de la grasa y terneza entre las más importantes (Santiago, 2003). Esta percepción se debe a que el método de cocción preferido por el consumidor en Panamá es con calor húmedo, situación que contrasta con las formas de preparación de la carne en otros países de mayor consumo, los cuales prefieren el cocinado en seco (asado y a la plancha).

Se ha encontrado que la terneza de la carne bovina disminuye y su variabilidad aumenta cuando razas **Bos**

indicus están involucradas en sistemas de cruzamiento (Wheeler y col., 1990); sin embargo, en Panamá, la base de la ganadería es Cebuína con una terneza intermedia (Chacón y col., 2004) en bovinos clasificados como tipo A (MIDA, 2001), condición que merma la calidad de la carne y limita la posibilidad de incursionar en mercados internacionales.

Para mejorar la terneza de la carne bovina se han estudiado varios procedimientos *postmortem*, logrando buenos resultados en la reducción del valor Warner-Bratzler (Koohmaraie y col., 1990; Wulf y col., 1996) mediante la aplicación de infusiones de cloruro de calcio a diversas muestras cárnicas.

El ablandamiento *postmortem* de la carne se debe a la proteólisis de ciertas proteínas miofibrilares: tropomina-T, desmina, nebulina, titina y vimentina. Cuando las calpaínas son activadas, la proteólisis ocurre más rápido (Pérez y Guerrero, 1999). Estas sólo pueden ser activadas mediante la adición de CaCl_2 , ya sea por inyección o marinación.

Las soluciones de CaCl_2 reducen el período de maduración e incrementan la terneza sin introducir sabor u olores indeseables en el músculo estudiado (González y col., 2001). Morgan y col. (1991), citado por Pérez y Guerrero (1999), aseguran que el calcio in-

yectado en la carne puede servir como una fuente adicional de calcio en la dieta diaria de los consumidores.

Debido a que la terneza, es uno de los factores que merman la calidad de la carne bovina en Panamá (Guerra, 2001), aunado a la apertura de los mercados a través de Tratados de Libre Comercio (TLC), se hace necesario darle mayor valor agregado al rubro carne bovina con la finalidad de elevar su competitividad tanto en el mercado local como internacional; razón por la cual el objetivo de esta investigación fue determinar el efecto de la aplicación de cloruro de calcio, tiempo de maduración, grupo racial y sistema de ceba sobre la terneza de la carne de animales Cebú y sus cruces.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el IDIAP, Región Occidental y las muestras fueron tomadas en el Matadero Chiriquí, S.A., 24 horas después del sacrificio. En esta instalación se midió la temperatura (termómetro digital para carne), pH_0 y pH_{24} (potenciómetro con electrodo de punta de lanza para carne) de la canal. Los análisis de terneza se realizaron en el Laboratorio de calidad de carne del IDIAP.

Para las pruebas se utilizaron muestras del *Longissimus dorsi* (12^{ava} costilla), de ambos lados de la canal, provenientes de 11 animales

machos enteros, cebados en pastoreo con suplementación energética-proteica (etapa I) y 22 confinados (etapa II), con una edad promedio de 26 ± 3 meses al sacrificio.

Aplicación de la solución de Cloruro de Calcio 200 μ M

Se probaron tres tratamientos: T0= 0%, T1= 5% y T2= 10% de solución de CaCl_2 200 μ M/peso de muestra de carne. La muestra del lado izquierdo de la canal fue cortada en cinco secciones de una pulgada de espesor; a cuatro de estas secciones se le aplicó el tratamiento T1 y la otra sección se consideró T0. Se repitió el proceso con la muestra del lado derecho, pero inyectando las cuatro secciones con el tratamiento T2.

Proceso de maduración

Las cuatro secciones inyectadas fueron empacadas en forma convencional plastificada y maduradas por 7, 14, 21 y 28 días *postmortem* bajo refrigeración a 0°C. A las secciones no empacadas T0, se le realizó la prueba de terneza al día 1.

Prueba de terneza

Se utilizó la metodología descrita por Brooks y col. (2000) estandarizada (Savell, 2001). Las secciones fueron descongeladas a temperatura ambien-

te. Luego se cocieron en un asador eléctrico con parrilla abierta (Lawrence y col., 2001; Wheeler y col., 1998). Durante la cocción, la muestra fue volteada después de alcanzar 40°C de temperatura interna y luego 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 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 en forma perpendicular a la fibra muscular, para medir la fuerza máxima (Kgf) 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, 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 tomando, con una pipeta estéril, 1 ml de la dilución 10^0 , el cual se vertió en un frasco que contenía 9 ml del mismo diluyente, lo que da una dilución 10^{-1} ; de esta dilución se tomó 1 ml para obtener la dilución 10^{-2}

y se vertió en un frasco con 9 ml del mismo diluyente; para la dilución 10^{-3} se tomó 1 ml de la dilución 10^{-2} se vertió en un frasco con 9 ml del diluyente.

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, 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. La multiplicación de la cantidad promedio de colonias de aquellas cajas donde aparecen de 30 a 300 colonias por el inverso de la dilución, permite obtener el número de unidades formadoras de colonias (UFC) de mesófilos aerobios por mililitro 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 existencia de coliformes totales y se calculó el NMP por mililitro de muestra.

Coliformes fecales

Para valorar los resultados de esta determinación se utilizó el índice NMP. De los tubos de ensayo con caldo de lauril sulfato de sodio que resultaron presuntos a coliformes, se transfirieron dos a tres asadas de inóculo, con un asa de platino, 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

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 indicó una reacción positiva a microorganismos coliformes fecales y se calculó el NMP por mililitro de muestra.

***Salmonella* spp.**

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

a) Pre-enriquecimiento

Se tomaron 25 ml de la dilución 10⁰ con pipeta estéril y se transfirieron a 225 ml de agua de peptona buffer (BPW) previamente esterilizada; posteriormente fueron incubados a 35 ± 2°C durante 24 horas.

b) Enriquecimiento selectivo

Se prepararon dos medios para este propósito: Caldo de selenito y cistina (CSC) y caldo de tetratiónato-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 ± 1°C.

c) Aislamiento en medios de cultivo selectivos y diferenciales

Se prepararon tres medios en cajas petri: Agar verde brillante (VB), Agar xilosa lisina desoxicolato (XLD) y Agar para ***Salmonella* y *Shigela*** (SS). 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 horas a 35° ± 2°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 consideraron presuntamente positivas para ***Salmonella*** las colonias que en Agar TSI presentaron en el fondo del tubo, un viraje del indicador, debido a la fermentación de la glucosa; y en la superficie del medio un color rojo más intenso que el medio original, debido a la no fermentación de la lactosa y sacarosa. En agar

LIA, resultaron presuntamente positivas para *Salmonella* las colonias que intensifican el color púrpura en todo el tubo, debido a la descarboxilación de la lisina.

Grupo racial

Para determinar diferencias entre grupos raciales, éstos fueron agrupados en Cebuínos (Brahman) y Cruzados F1 (1/2 Simmental o 1/2 Charolais + 1/2 Brahman).

Análisis estadísticos

El estudio fue realizado a través de un diseño completamente al azar con arreglo de parcela dividida con el siguiente modelo matemático (Kuehl, 1994).

$$Y_{ijkl} = \mu + \alpha_i + \beta(\alpha)_j + \delta(\alpha\beta)_k + \lambda(\alpha\beta\delta)_l + \epsilon_{ijkl}$$

donde:

Y_{ijkl} = variable de respuesta

μ = media general

α_i = efecto del sistema de ceba

$\beta(\alpha)_j$ = efecto del nivel de cloruro de calcio dentro del sistema de ceba

$\delta(\alpha\beta)_k$ = efecto del tiempo de maduración dentro del sistema de ceba y nivel de cloruro de calcio

$\lambda(\alpha\beta\delta)_l$ = efecto del grupo racial dentro del sistema de ceba, nivel de cloruro de calcio y tiempo de maduración

ϵ_{ijkl} = error aleatorio

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

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Relación: Terneza - Nivel de CaCl_2 - Sistema de Alimentación

El Cuadro 1 presenta los resultados del análisis combinado de varianzas para el efecto de la aplicación de CaCl_2 , tiempo de maduración, grupo racial y sistema de ceba sobre la terneza de la carne bovina.

El factor sistema de ceba fue altamente significativo ($P < 0.001$), al igual que el factor sistema de ceba dentro del nivel de CaCl_2 y la interacción sistema de ceba por nivel de CaCl_2 por tiempo de maduración anidados en el factor raza. También se encontró significancia ($P < 0.05$) en la interacción sistema de ceba por nivel de CaCl_2 dentro de tiempo de maduración. El coeficiente de variación se considera aceptable para este tipo de estudio.

Los resultados indican que no hay diferencia significativa ($P > 0.05$) entre los tratamientos T1 y T2 en los dos sistemas de ceba (Figura 1). Se obtuvo mayor efecto de ternezación en las muestras provenientes del sistema confinado (1.30 Kgf) comparado con el sistema de pastoreo con suplementación (1.16 Kgf) aplicando T1.

En el proceso proteolítico de las calpaínas actúan dos tipos de calpai-

CUADRO 1. ANÁLISIS COMBINADO DE VARIANZA (CUADRADOS MEDIOS) PARA EL EFECTO DEL CaCl_2 SOBRE LA TERNEZA DE LA CARNE BOVINA.

Fuentes de Variación	gl	CM
Sistema de ceba	1	43.72*
Nivel de cloruro de calcio (Sistema de ceba)	3	15.31*
Tiempo de maduración (Sistema de ceba x nivel de cloruro de calcio)	6	3.30**
Raza (Sistema de ceba x nivel de cloruro de calcio x tiempo de maduración)	20	6.97*
Error	752	1.09
Total	782	-
% CV	-	30.89

* Diferencia significativa ($P < 0.05$); ** Diferencia altamente significativa ($P < 0.01$).

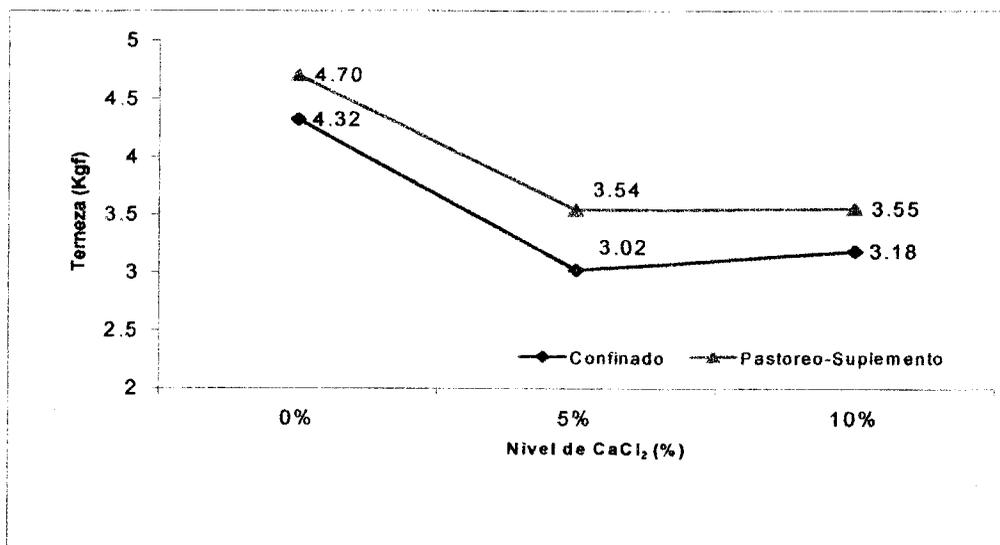


FIGURA 1. EFECTO DEL NIVEL DE CaCl_2 SOBRE LA TERNEZA DE LA CARNE BOVINA POR SISTEMA DE ALIMENTACIÓN.

nas: calpaína I (μ) que requiere 50 a 70 μ M de calcio para alcanzar su máxima actividad y la calpaína II (μ) que requiere de uno a cinco μ M de calcio (Pérez y Guerrero, 1999); por lo tanto, 5%/ peso de CaCl_2 200 μ M es suficiente para lograr el objetivo deseado.

En el músculo existe en exceso un inhibidor endógeno de las calpaínas llamado calpastatina; sin embargo, su actividad decrece después de la inyección y/o marinación con cloruro de calcio (Hodges, 1993) porque es hidrolizado por las calpaínas. El CaCl_2 no estimula la actividad de las catepsinas (Koochmaraie, 1994) y 10 μ M de CaCl_2 inhibe la catepsina B en 39%.

Los cambios de pH y temperatura que ocurren en el músculo durante el desarrollo del *rigor mortis* tienen un efecto dramático en la inactivación de la μ -calpaína, la cual es responsable del 68% de la variación final de la terneza (Koochmaraie, 1994) y el pH_{24} fue 6.05. El pH óptimo de las calpaínas es alcalino.

Relación: Terneza - Nivel de CaCl_2 - Tiempo de Maduración

En la etapa I (Figura 2) de esta investigación se utilizaron muestras provenientes de animales cebados en pastoreo con suplementación, en la cual el mayor efecto sobre la terneza se obtuvo al séptimo día de maduración (1.5 Kgf, 31.9%) utilizando T1.

Estudios previos realizados en IDIAP (Chacón y col., 2004), reportan incrementos en la terneza del *Longissimus dorsi* de 1 Kgf (21.2%) al séptimo día de maduración, por lo que el incremento superior obtenido en la etapa I se debe básicamente al exceso de calcio presente en el músculo. En este aspecto, Koochmaraie y col. (1990) reportan que no hay efecto de la catepsina B y B+L durante la maduración por 14 días.

Según Koochmaraie y col. (1997), las diferencias en la rata y extensión de la proteólisis *postmortem* de las proteínas miofibrilares (desmina, titina, nebulina y troponina T) es la causa mayor de la variación de la terneza, lo cual explica las tendencias observadas durante la maduración. Otro factor que contribuye en la variabilidad observada en la terneza durante la maduración es el decrecimiento en la actividad de las calpaínas I, II y su inhibidor (Koochmaraie y col., 1990; Hodges, 1993) durante la maduración.

En la etapa II (Figura 2), utilizando muestras de animales cebados en confinamiento y maduración por 14 días, se obtuvo efectos altamente significativos ($P < 0.001$) sobre la terneza (4.32 a 3.02 Kgf) con el tratamiento T1, lo que representa un incremento en la terneza de 30%.

Al comparar los resultados entre los dos sistemas de alimentación al día

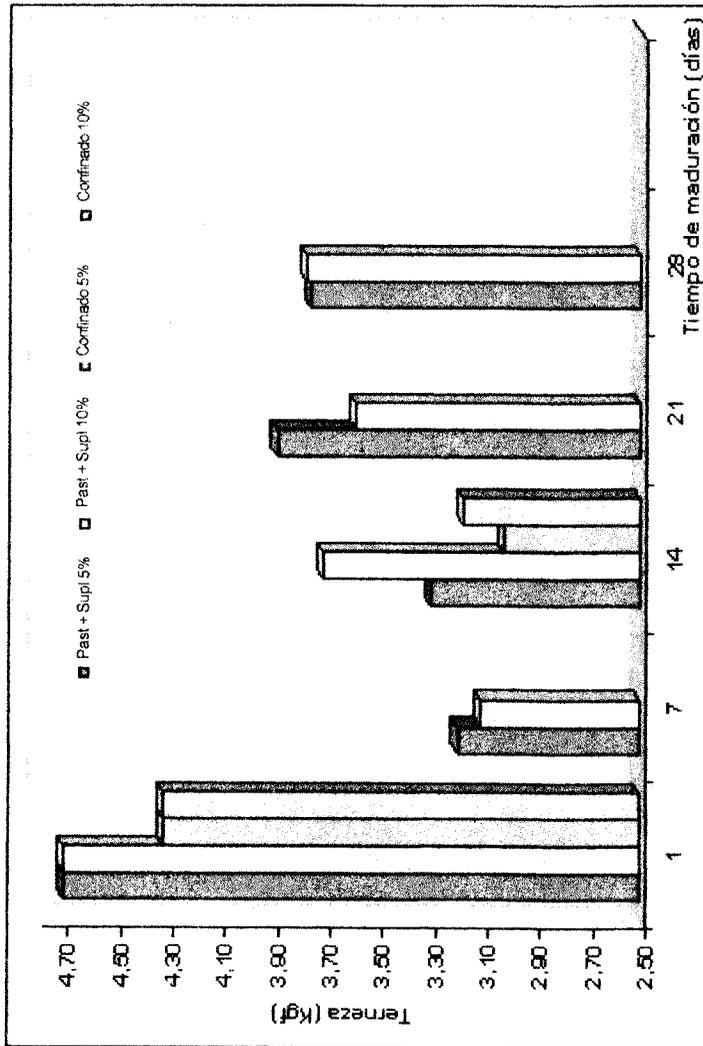


FIGURA 2. EFECTO DEL NIVEL DE CLORURO DE CALCIO Y TIEMPO.

14 de maduración, el valor WB más bajo se obtuvo en el sistema confinado con una diferencia de 0.28 Kgf.

Los resultados encontrados coinciden con las evaluaciones realizadas entre los consumidores (restaurantes y supermercados) donde hubo preferencias por la carne inyectada con 5% por peso de la muestra usando una solución de CaCl_2 al 2%. No se detectaron cambios en la jugosidad y gustosidad (Koochmaraie y col., 1997). También González y col. (2001) reportan que los panelistas consumidores prefirieron las muestras del músculo *Cutaneus trunci* marinadas con CaCl_2 0.25 M por 2 h y envejecidas por tres días, comparadas con el control envejecido por siete días.

También Wulf y col. (1996) reportaron incremento en la terneza de lomos inyectados con CaCl_2 200 μM al 5% por peso (2.9 Kgf en el control a 2.3 Kgf con 14 días de maduración), valores que no se alcanzan en músculos de la pierna trasera, ya que poseen bastante tejido conectivo y

éste no es afectado por la infusión inyectada. Otra ventaja que proporciona la aplicación de CaCl_2 es la reducción en la variabilidad de la terneza.

Relación: Terneza - Nivel de CaCl_2 - Raza

La Figura 3 presenta los resultados obtenidos de la aplicación de CaCl_2 sobre la terneza de animales Brahman y sus cruces en la etapa I. Se observa que no hay diferencias significativas ($P>0.05$) entre los niveles 5 y 10% en los Brahman y sus cruces, pero sí hubo un incremento altamente significativo ($P<0.001$) en la terneza del grupo racial Brahman al séptimo día de maduración (2.48 Kgf, 47.9%). En el grupo racial cruzado, sólo se alcanzó un incremento de 0.81 Kgf (18.9%) aplicando T1.

En procesos de maduración, utilizando empaque convencional, Chacón y col. (2004) reportan incrementos en la terneza de 22.4% en el Brahman y 21.1% en sus cruces, séptimo día de maduración, por lo que la aplicación de

CUADRO 2. EFECTO DEL NIVEL DE CaCl_2 SOBRE LA CARGA BACTERIOLÓGICA AL SEPTIMO DÍA DE MADURACIÓN.

Microorganismos	T1	T2
Mesófilos aerobios (Log UFC)	3.45	4.24
Coliformes totales (Log NMP)	1.59	2.37
Coliformes fecales (NMP)	0	0
<i>Salmonella</i> (25 g)	Negativo	Negativo

UFC: Unidades formadoras de colonias; NMP= Número más probable

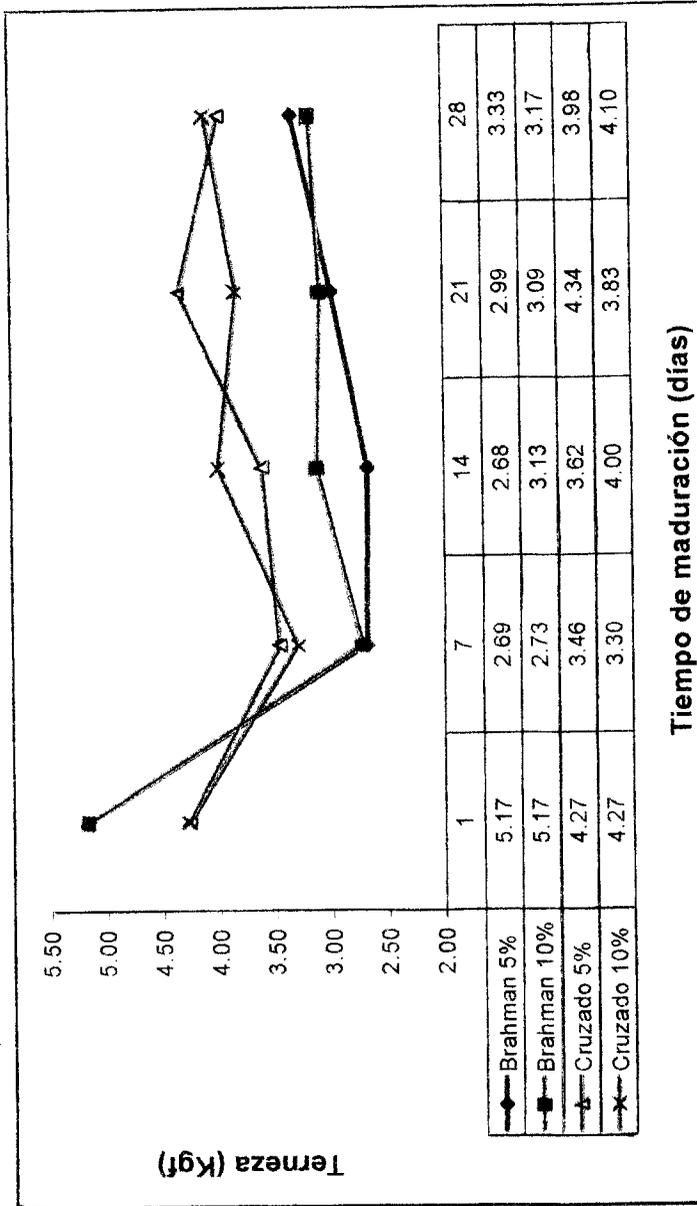


FIGURA 3. EFECTO DEL NIVEL DE CaCl₂ Y TIEMPO DE MADURACIÓN DENTRO DE RAZA SOBRE LA TERNEZA DE ANIMALES CEBADOS EN PASTOREO CON SUPLEMENTO.

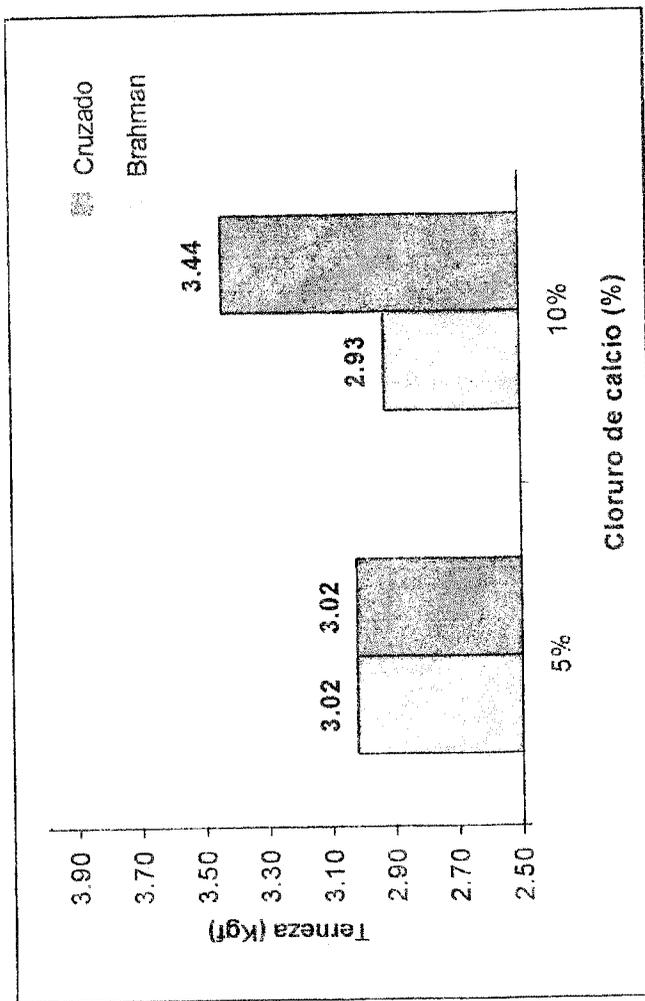


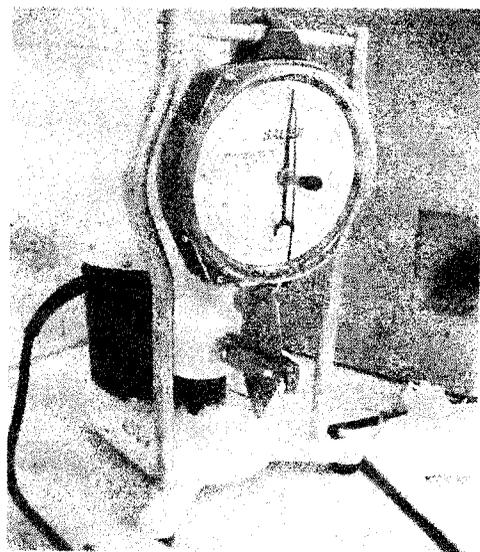
FIGURA 4. EFECTO DEL NIVEL DE CaCl_2 AL DÍA 14 DE MADURACIÓN DENTRO DE RAZA SOBRE LA TERNEZA DE ANIMALES CEBADOS EN CONFINAMIENTO.



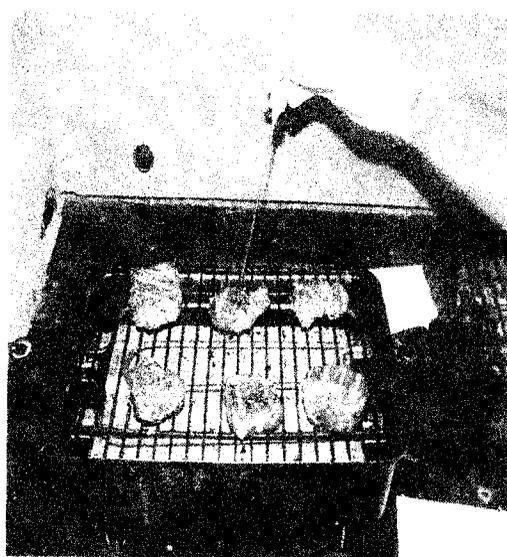
Método de aplicación de la solución de cloruro de calcio $200 \mu\text{M}$ a las muestras cárnicas.



Proceso de empacado en forma convencional plastificada y maduración de la carne.



Medición de la terneza (Kgf) mediante el cizallamiento con el Warner-Bratzler Shear.



Medición de la Terneza: Etapa de cocimiento de la carne en un asador eléctrico de parrilla abierta.

CaCl₂ tiene mayor efecto en la terneza del Brahman (47.9%), comparado con los animales cruzados que se mantienen en el mismo rango. Al respecto, Koochmaraie (1994) indica que la tenderización *postmortem* se debe principalmente al sistema calpaína, la cual es dependiente del calcio.

Los resultados obtenidos mediante la aplicación de CaCl₂ sobre la terneza de animales Brahman y sus cruces en la etapa II, son presentados en la Figura 4 en la cual no se encontró diferencias significativas ($P > 0.05$) entre T1 y T2 en el Brahman y sus cruces. Los valores WB al día 14 de maduración se clasifican como tiernos de acuerdo al patrón descrito por Boleman y col. (1997).

Efecto sobre la Carga Bacteriológica

Al evaluar los efectos de la aplicación de CaCl₂ sobre la carga bacteriológica (Cuadro 2) se obtuvieron resultados similares a los encontrados en procesos de maduración por siete días a 0°C utilizando empaque convencional (Chacón y col., 2004).

Los mesófilos aerobios, entre los que se incluyen la mayoría de los patógenos como la *Salmonella* spp., se desarrollan a temperatura que oscila de 5° a 40°C. La contaminación de muchos alimentos cárnicos ocurre cuando el conteo de mesófilos aerobios

en placas excede 10⁷ UFC/g (Fernández y col., 1997) y el valor obtenido en T1 y T2 al séptimo día de maduración es inferior a este parámetro.

Los microorganismos coliformes son usados en microbiología como indicadores de contaminación fecal en alimentos y malas prácticas higiénicas (Jay, 1994). El principal componente del grupo coliforme fecal es la verotoxina *Escherichia coli* y su presencia es indicativa de una probable contaminación de origen fecal en el alimento cárnico (McCarthy y col., 1998). Sin embargo, 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 plantas muy buenas y maduradas por siete días en envase permeable al oxígeno, por lo que los resultados obtenidos en este estudio están lejos de la zona de alteración y no representan riesgos para la salud pública.

La humedad más alta en las muestras del tratamiento T2 es probable que sea la causa del mayor crecimiento bacteriano obtenido.

CONCLUSIONES

- * La aplicación *postmortem* de CaCl₂ mejora la terneza de la carne bovina producida en Panamá y le proporciona más valor agregado.

- * Se logra una buena terniza aplicando bajos niveles de CaCl_2 y madurando.
- * La aplicación de CaCl_2 tiene mayor efecto en el grupo racial cebuino (Brahman) comparado con sus cruces.
- * Esta es una práctica que genera carne ubicada dentro de los patrones como "Terniza garantizada" y con rangos bacteriológicos que no afectan la salud pública.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos al Matadero Chiriquí, S.A., por las facilidades brindadas en la toma de 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 of 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.
- BYRNE, C.; TROY, D.; BUCKLEY, D. 2000. Postmortem changes in muscle electrical properties of bovine *M. Longissimus dorsi* and their relationship to meat quality attributes and pH fall. *Meat Science* 54: 23-34.
- CHACÓN, O.; GUERRA, P.; QUIEL, R. 2004. Efecto de la maduración sobre la terniza de la carne del ganado cebú y sus cruces. Resultados preliminares del Proyecto SPA-12 (2001-2004). Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá. pp. 1-16.
- FERNANDEZ, C.; FLICK, G.; SILVA, J.; McCASKEY, T. 1997. Influence of processing schemes on indicative bacteria and quality of fresh aquacultured catfish fillets. *Journal of Food Protection* 60 (1): 54.
- GONZÁLEZ, C.; SALITTO, V.; CARDUZA, F.; PAZOS, A.; LASTA, J. 2001. Effect of calcium chloride marination on bovine *Cutaneus trunci* muscle. *Meat Science* 57 (3): 251-256.
- 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. 39 p.
- 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.
- HODGES, K. 1993. Meat marinades. Meat Focus International. September. CABI & IFIS. pp. 400-401.
- JAY, J. 1994. Microbiología moderna de los alimentos. 3a. ed. Editorial Acribia, S.A. España. 804 p.
- KOOHMARAIE, M. 1994. Muscle proteinases and meat aging. Meat Science 36: 93-104.
- KOOHMARAIE, M.; WHIPPLE, G.; CROUSE, J. 1990. Acceleration of post mortem tenderization in lamb and Brahman-Cross beef carcasses through infusion of calcium chloride. Journal of Animal Science 68:1278 -1283.
- KOOHMARAIE, M.; WHEELER, T.; SHACKELFORD, S. 1997. Beef tenderness: Regulation and prediction. USDA-ARS. US Meat Animal Research Center, Clay Center. pp. 1-14.
- 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.
- McCARTHY, J.; HOLBROOK, R.; STEPHENS, P. 1998. An improved direct plate method for the enumeration of stressed *Escherichia coli* O157:H7 from food. Journal Food Protection 61(9): 1093.
- MINISTERIO DE DESARROLLO AGROPECUARIO. 2001. Ley 25 del 30 de abril de 1998. Clasificación del ganado bovino en pie para el sacrificio, se clasifican canales y cortes, se deroga el decreto 43 de 1993 y se dictan otras disposiciones. Asamblea Legislativa, Panamá. Disponible en: <http://www.mida.gob.pa/n-carnes.html> Consultado el 16/4/2004.
- PÉREZ, M.; GUERRERO, I. 1999. Las calpaínas y su efecto sobre la estructura miofibrilar. Una revisión. La Industria Cárnica Latinoamericana 115: 47.
- 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. pp. 1-10.
- SANTIAGO, K. 2003. Diagnóstico estático sobre las preferencias de los consumidores de carne en Panamá. Revista Ecos del Agro. Año VIII, N°. 87, Agosto. 52 p.
- SAVELL, J. 2001. Standardized Warner-Bratzler shear force procedures for genetic evaluation. Disponible: <http://savell-j.tamu.edu/shear-stand.html> el 24/03/01.
- 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.
- WHEELER, T.; SAVELL, J.; CROSS, H.; LUNT, D.; SMITH, S. 1990. Effect of 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.
- WULF, D.; MORGAN, J.; TATUM, J.; SMITH, G. 1996. Effects of animal age, marbling score, calpastatin activity, subprimal cut, calcium injection and degree of doneness on the palatability of steaks from Limousin steers. Journal of Animal Science 74: 569-576.