

OBSERVACIONES PRELIMINARES SOBRE EL USO DE TECNOLOGÍAS POSTMORTEM PARA MEJORAR LA CALIDAD DE LA CARNE DE BOVINOS VENEZOLANOS DE DIFERENTE TIPO RACIAL, CONDICIÓN SEXUAL Y EDAD

Preliminary observations on the use of postmortem technologies to improve quality of beef derived from Venezuelan cattle differing in breed type, sex condition and age

Nelson Huerta-Leidenz*
 Nancy Jerez-Timaure*
 Argenis Rodas-González**
 Enrique Márquez**
 Margarita Arispe***
 José Manuel Rivero***

* Facultad de Agronomía. Universidad del Zulia. Apartado 15205 Maracaibo, 4005, Estado Zulia, Venezuela

** Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad del Zulia Maracaibo, Estado Zulia, Venezuela

***Matadero Centro-Occidental C.A. Barquisimeto, Estado Lara, Venezuela

RESUMEN

Utilizando 23 canales de diferente tipo racial (Romo, Compuesto y Cebú), condición sexual (novillo y toro) y edad estimada por dentición (2 y 3 años), se determinó el efecto de Estimulación Eléctrica (EE) y/o Ablandamiento Mecánico (AM) sobre la culinaria y palatabilidad de la carne de res. Tratamiento en tipo racial, tratamiento en condición sexual y tratamiento en edad, fueron efectos significativos ($P < 0.05$) para atributos sensoriales, exceptuando intensidad de sabor. Carnes testigo de Cebú, aún de menor resistencia al corte (RC) ($P < 0.05$), se percibieron menos tiernas ($P < 0.05$), con más tejido conectivo (CTC) ($P < 0.05$), que las de Romo y Compuesto; tendencia mantenida con carnes tratadas. En cualquier tipo racial, los tratamientos subieron ($P < 0.05$) hasta en un punto la descripción de terneza o CTC y disminuyeron hasta 2 kg la RC de carnes testigo ($P < 0.05$). La carne testigo de novillos, era más tierna que la de toros ($P < 0.05$). Los tratamientos más efectivos para mejorar calidad, fueron EE en toros y EEAM en novillos. EEAM mejoró ($P < 0.05$), carnes de animales de 2 años, mientras que las de animales de 3 años

respondieron poco a tratamiento. La cocción de carnes de Cebú fue más breve; lo mismo ocurrió con carnes EEAM, mientras que las mermas, en general, fueron poco afectadas. El grado de mejoría en rasgos de palatabilidad y cocción logrado con tecnologías postmortem difiere según las condiciones intrínsecas del animal. Se recomienda un arreglo factorial más completo, con mayor número de observaciones para la comprobación de estos resultados.

Palabras clave: Estimulación eléctrica, ablandamiento mecánico, palatabilidad, terneza, carne de res.

ABSTRACT

Twenty-three carcasses differing in breed type (Romo, Composite and Zebú), sex (steer and bulls) and age estimated by dentition (two and three yr old) were used to determine effects of electrical stimulation (ES) and/or blade (mechanical) tenderization (BT) on cooking and sensorial traits of strip loins. Treatment in breed type, treatment in sex, and treatment in age resulted significant as main effects on sensorial attributes other than flavor intensity. Control samples from Zebu type despite exhibiting lower ($P < 0.05$) shear force values, were described as less tender and having more abundant connective tissue

than Romo and Composite counterparts ($P < 0.05$); and this trend was consistent with treated samples. In any breed type, treated samples were described as more tender than control ones ($P < 0.05$). Control samples from bulls were less tender than those from steers ($P < 0.05$). ES resulted the most effective method for improving quality of bull meat whereas the combination of treatments (ESBT) improved significantly the quality of beef produced by steers. ESBT improved palatability of beef derived from 2-year old cattle whereas beef derived from 3-year old cattle was less responsive to treatment. Beef steaks from Zebu cooked faster ($P < 0.05$). Also, EEBT treated samples had shorter ($P < 0.05$) cooking times. Degree of improvement in cookery and palatability traits of beef achieved by the use of postmortem technologies varies with intrinsic characteristics of cattle. More complete factorial designs containing a higher number of observation per cell are recommended to validate these results.

Key words: Electrical stimulation, mechanical tenderization, palatability, tenderness, beef.

INTRODUCCIÓN

Se ha reportado en Norteamérica que la Estimulación Eléctrica (EE) de canales, mejora la terneza de la carne de res y el color (madurez) muscular [2,4,16], reduciendo inclusive, la incidencia del anillo de decoloración muscular por enfriamiento lento ("heat-ring") de la canal [16]. Por su parte, el Ablandamiento Mecánico (AM), usado en piezas ya despostadas de la res, favorece todos los atributos de evaluación sensorial, excepto la jugosidad [8,9,21]. También se han experimentado efectos aditivos y/o sinérgicos con la combinación de dichas tecnologías (EEAM) [2], en cuanto a terneza se refiere.

En Venezuela, son escasos los estudios sobre la efectividad de tecnologías postmortem para mejorar los caracteres de palatabilidad de la carne [18]. Sin embargo, desde hace algún tiempo ha surgido el interés por parte de la industria nacional, de adquirir equipos de EE y/o AM para ser utilizados en carnes de reses producidas en nuestras condiciones, como alternativas para mejorar y/o uniformar la calidad de las mismas. Gran parte de la oferta nacional son animales enteros (toros), de edad avanzada, con un alto mestizaje *Bos indicus*, y alimentados a pastoreo; condiciones que están asociadas a carnes de una terneza inferior o altamente variable [6,8,9,16,20].

Ante esto y por iniciativa de un matadero industrial, se planteó observar, de una manera preliminar, el efecto individual de la EE y AM o su efecto combinado (EEAM), sobre la calidad de la carne proveniente de bovinos venezolanos de diferente tipo racial, condición sexual y edad.

MATERIALES Y MÉTODOS

Animales

Los animales usados en este estudio preliminar, corresponden a una muestra de 23 bovinos beneficiados en el Matadero Centro-Occidental C.A., Caserío Veragacha, Edo. Lara; de acuerdo a las normas del Consejo Venezolano de Normas Industriales, 435-82 y 2072-83 (COVENIN. 1982, COVENIN. 1983). Los animales fueron segregados según su tipo racial: Tipo Romo (Romosinuano puro y Cruce de Brahman con Romosinuano puro), Tipo Compuesto (Pool genético creado por la mezcla de F1 Angus, F1 Chianina, F1 Limousin, F1 Gelbvieh, F1 Brahman) y Tipo Cebú (predominante Brahman). También se discriminaron por su condición sexual: Toro y Novillo; y edad por cronología dentaria: 2 (animales de 2 y 2.5 años) y 3 (animales de 3 y 3.5 años).

Aplicación de tratamientos y Preparación de las muestras

Después de la evisceración de las canales, se procedió a la división de las mismas; las 23 medias canales izquierdas no fueron sometidas a EE ni a AM, para dejarlas como grupo Testigo. De las 23 medias canales derechas, 16 fueron electroestimuladas con un aparato Le-Fiell® electrotender, una hora postmortem aproximadamente, con 18 descargas (impulsos) en 30 segundos de 550 Voltios y 60 Hertz de corriente alterna, de 1 a 2 amperios.

Pasadas las 48 horas de almacenamiento, se procedió al deshuese del solomo de cuerito (*longissimus dorsi*) de todas las canales. De las 16 piezas de solomo electroestimuladas, 11 se pasaron una sola vez para su lanceteado mecánico, a través de una máquina ablandadora, marca Ross Tenderizer® TC 700M (tratamiento EEAM); las cinco restantes no se ablandaron mecánicamente (Tratamiento EE) mientras que siete de los solomos no electroestimulados, provenientes de la media canal derecha, fueron ablandados mecánicamente (Tratamiento AM), FIG. 1.

Una vez aplicados los tratamientos, se procedió al retiro de tres bistés de cada una de las piezas sin hueso de solomo de cuerito grueso, para empacarlos al vacío en bolsas de plástico multilaminar y termocongelable, marca Cryo-vac® utilizando una máquina empacadora marca Koch-Ultravac®. Los bistés, empacados de esta manera, fueron identificados y luego almacenados a 2°C.

Evaluación sensorial e instrumental de la terneza

Los trozos refrigerados, se sacaron de la cámara de maduración (a 2°C) a los 7 días de almacenamiento para su utilización en las pruebas.

La preparación de las muestras para su evaluación sensorial y la determinación de mermas y tiempo de cocción se realizaron según las regulaciones de la Asociación Americana de la Ciencia de la Carne [1]. Los detalles del procedimiento fueron descritos por Jerez y col. [12].



FIGURA 1. DIAGRAMA DE TRATAMIENTOS.

Después de cocidos, dos bistés fueron evaluados por un panel entrenado de 7 catadores [11] usando una escala de ocho puntos, donde 1 correspondió a: extremadamente dura, seca e insípida con excesivo tejido conectivo y 8 correspondió a: extremadamente tierna, jugosa, de intenso sabor y sin tejido conectivo.

Un tercer bistec se sometió a la medición instrumental de la terneza, utilizando el aparato Warner-Bratzler. El bistec, luego de cocido, se dejó enfriar a temperatura ambiente para ser horadado con un sacabocados de 1,3 cm de diámetro, en dirección paralela a la fibras, cuidando de no incorporar trozos de grasa o tejido conjuntivo. De esta manera, se obtuvieron entre 4 y 10 bocados, dependiendo del área del longissimus, para medir la fuerza del corte (Kg) y promediar sus valores.

Análisis Estadístico

Los tratamientos fueron estudiados en su efecto acoplado a las variables intrínsecas del animal (tipo racial, condición

sexual y edad). Así se crearon las variables independientes compuestas: Tipo Racial-Tratamiento, Condición Sexual-Tratamiento y Edad-Tratamiento; las cuales, se consideraron como efectos principales en modelos separados. La distribución de frecuencias de las observaciones se presentan en la TABLA I.

El análisis estadístico se realizó por el método de mínimos cuadrados para datos desbalanceados (Modelo Lineal General) utilizando el paquete estadístico S.A.S. [19].

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Efecto Tratamiento-Tipo racial

El análisis de varianza reveló efectos (P<.05) de este acople de variables sobre la jugosidad, la terneza de la fibra, la cantidad de tejido conectivo (CTC) y la terneza general medidas por el panel; además sobre la resistencia al corte (en kg) medida por el aparato Warner-Bratzler (RCWB). No se detectaron efectos significativos sobre la intensidad del sabor.

En un estudio previo realizado con toros cebados con suplemento a pastoreo [18], la interacción del tipo racial con las tecnologías post-mortem (EE y maduración en bolsas al vacío por 10 días) no fue significativa en sus efectos sobre las puntuaciones dadas por los panelistas y la RCWB.

En la FIG. 2, se presenta el comportamiento de las variables: terneza de la fibra, CTC y RCWB según el tratamiento en tipo racial. En todos los tipos raciales, las carnes tratadas fueron definidas por los catadores, como más tiernas que las carnes sin tratar (Testigo) y la prueba de resistencia al corte comprobó la percepción de los catadores (P< 0.05).

Dentro del grupo Cebú, donde se logró una comparación de todos los tratamientos, TABLA I, se observó una mejor respuesta degustativa con la EE (con o sin ablandamiento mecánico), resultando las carnes electroestimuladas (EE y EEAM) más tiernas y con menor cantidad de tejido conectivo que las AM y Testigo (P<0.05). Es decir, el AM no produjo, en carnes de Cebú, una mejoría adicional a la ya lograda por la EE. Esta observación no concuerda con algunos estudios [21,25] que han demostrado una mejoría significativa de la terneza de carne Brahman con el uso combinado de EE y AM.

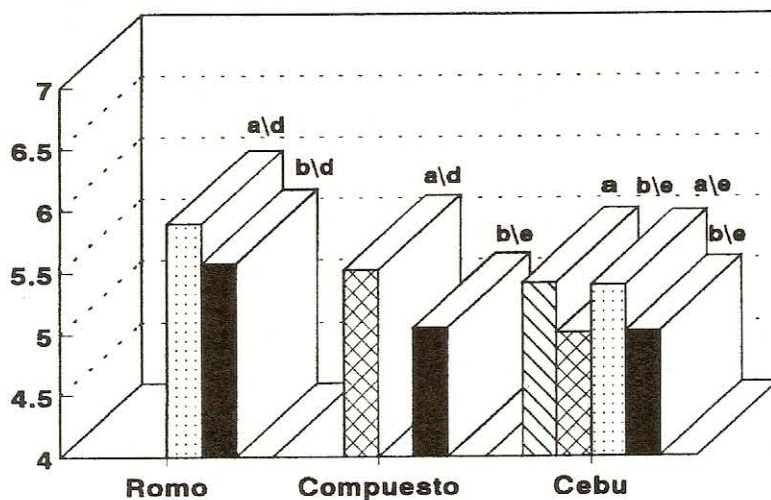
TABLA I

DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE LOS TRATAMIENTOS

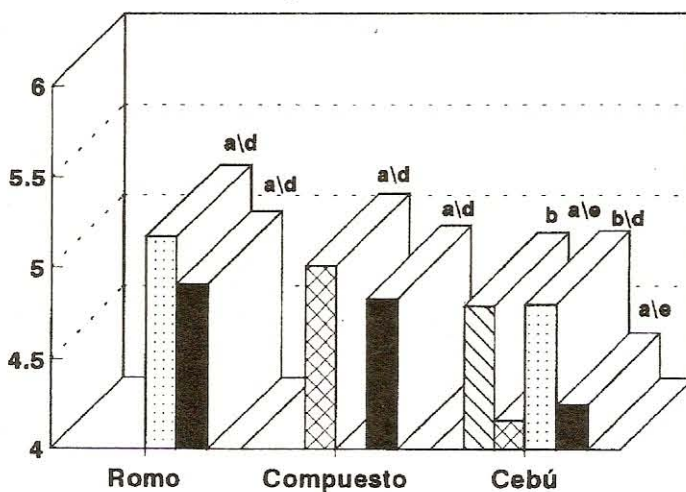
	Tipo Racial			Condición sexual		Edad (años)	
	Romo	Compuesto	Cebú	Toro	Novillo	Dos	Tres
AM	-	3	4	5	3	4	3
EE	-	-	5	3	3	-	5
EEAM	6	-	5	8	3	3	9
Testigo	6	3	14	16	7	6	17

AM= Ablandamiento mecánico; EE= Estimulación Eléctrica; EEAM= Estimulado y Ablandado; Testigo= carne sin tratar.

Terneza de la fibra



Cantidad de Tejido Conectivo



Resistencia al corte (Kg)

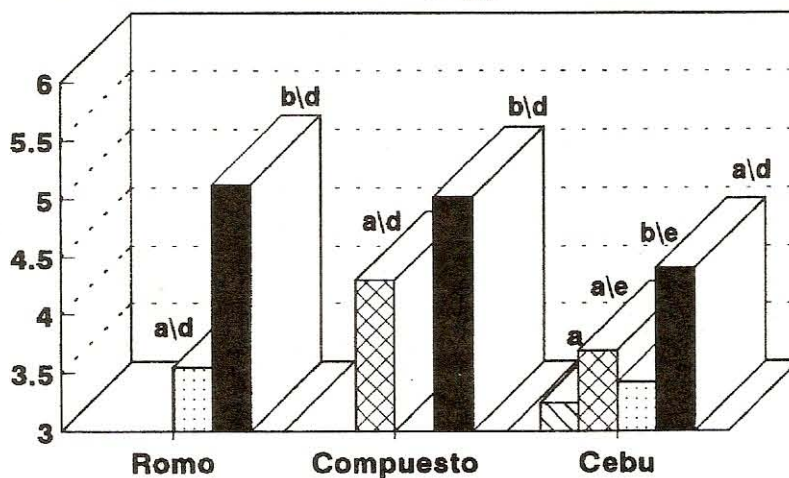


FIGURA 2. EFECTO DE LA ESTIMULACIÓN ELÉCTRICA (EE) Y EL ABLANDAMIENTO MECÁNICO (AM) SOBRE LA TERNEZA DE LA CARNE DE BOVINOS DE DIFERENTE TIPO RACIAL.

Se encontró que las carnes tratadas y testigo del tipo Cebú fueron ($P < 0.05$) menos tiernas y con mayor CTC que sus contrapartes de tipos Romo y Compuesto; sin embargo, la RCWB no coincidió esta vez con las observaciones de los panelistas, ya que el esfuerzo registrado al cortar, fue menor ($P < 0.05$) en las carnes de Cebú. Numerosos autores [5,14,15, 17] han señalado la inferioridad de las razas de *Bos Indicus* (i.e., Brahman) en cuanto a la terneza de sus carnes, resultando menos tiernas y con mayor RCWB que razas del *Bos taurus*. Sin embargo, en un estudio previo, realizado con toros [8], se reportó que carnes sin tratar de tipo F1 de Brahman x Romo, resultaron con fibra muscular relativamente más dura y con mayor CTC, bajando sus puntuaciones en terneza general, a tal punto, que fueron superados cualitativamente por el Brahman puro.

En la TABLA II se muestran las medias cuadráticas de puntuaciones de jugosidad y las variables de culinaria. Las carnes tratadas y testigos de tipo Compuesto resultaron ser menos jugosas ($P < 0.05$) que las carnes de los tipos Romo y Cebú. Estos resultados difieren de los obtenidos en otro estudio [18] donde no hubo variación en jugosidad al comparar tipos F1 de Brahman con diferentes razas (Romo, Angus, Chianina, Simental) y el Brahman puro.

Las carnes de Cebú tardaron menos a la cocción (-3.2 min) que las de tipo Romo y éstas a su vez (-7.3 min) que las de tipo Compuesto ($P < 0.05$). La brevedad de la cocción de las carnes de Cebú también se mostró al ser tratadas (AM o EEAM), resultando estadísticamente diferentes ($P < 0.05$) las comparaciones de AM-Compuesto vs. AM-Cebú (-9.4 min) y EEAM-Romo vs. EEAM-Cebú (-6.5 min); y esta última comparación, arroja también la única diferencia significativa ($P < 0.05$) hallada entre tipos raciales para la merma (menor en la carne de EEAM-Cebú).

Lo hallado por Jerez y col. [12], en cuyo estudio las mermas por cocción no fueron afectadas por el tipo racial, coincide parcialmente con el presente reporte, pero difiere de Ramsey y col. [17] quienes describen mayores pérdidas por cocción en la

carnes de la raza Brahman y sus cruces que en las de razas lecheras y británicas.

En esta parte de la discusión de tratamiento en tipo racial hay que tener presente el carácter preliminar del presente estudio y reconocer, que tanto en éste como en un estudio previo [18], el número de ejemplares por tipo racial es relativamente bajo ($n < 14$), lo cual llama a la cautela a la hora de inferir o generalizar en relación al efecto genético, aunque se hayan detectado diferencias significativas. Esto puede explicar también algunas contradicciones con la literatura de otros países donde se comparan razas *B. taurus* vs. *B. indicus*, pero donde no se comparan tipos acebuados entre sí, con 50% o más del componente cebú, como los estudiados aquí.

Efecto Tratamiento-Condición sexual

El análisis de varianza reveló efectos del acople Tratamiento-Condición sexual ($P < 0.05$) sobre la RCWB y los atributos de palatabilidad, con la excepción de la intensidad del sabor.

En la FIG. 3, se presentan las variables relacionadas a la terneza de la carne para el efecto de tratamiento en condición sexual. En carne de toros, la EE disminuyó, en forma similar a la EEAM ($P < 0.05$), en 1.5 kg, el esfuerzo al corte de carne cocida (RCWB) y además, mejoró las descripciones dadas por los catadores a terneza, jugosidad y percepción de residuo al masticar (CTC) logrando escalar hasta en un punto, la descripción original de la carne no tratada (i.e., de moderada a poca CTC, de ligeramente tierna a moderadamente tierna). En cambio, el AM tuvo un efecto marginal sobre la palatabilidad de la carne de toros.

En un estudio, la EE por sí sola, sólo mejoró significativamente los atributos de palatabilidad en dos de veinte y cuatro comparaciones [21], sin reducir significativamente la RCWB. Pero se ha indicado también [4] que la EE en toros produce un efecto positivo en la facilidad de fragmentación, la CTC y la terneza. Al mismo tiempo, se nota contradicción en la literatura en cuanto al efecto que ejerce la EE sobre la jugosidad de la carne [6, 22].

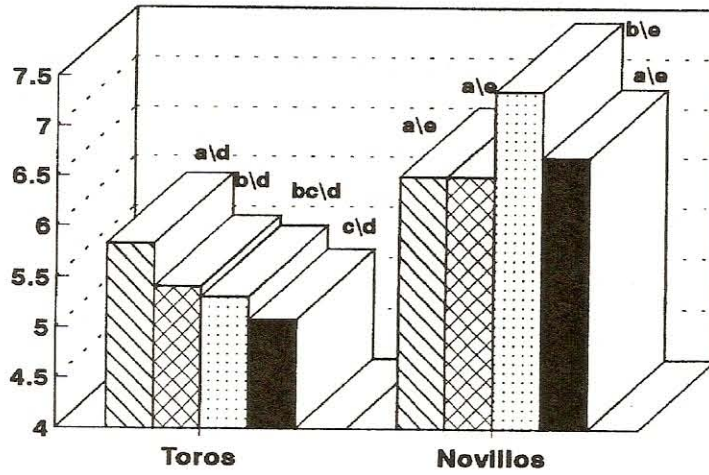
TABLA II

EFFECTO DE LA COMBINACIÓN TIPO RACIAL - TRATAMIENTO SOBRE LA CULINARIA DE LA CARNE DE RES

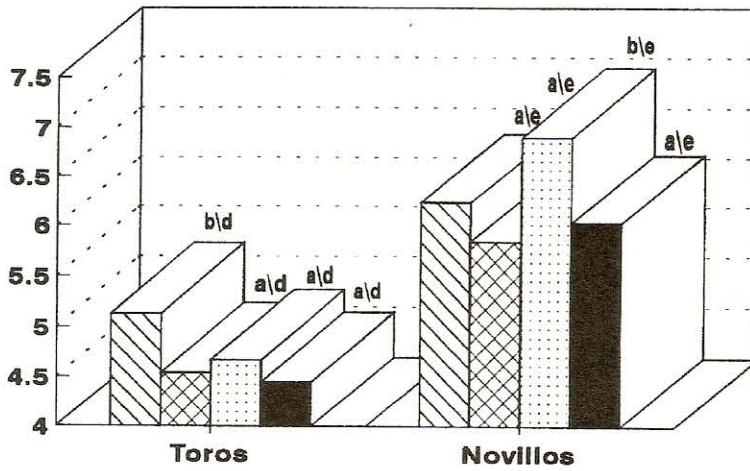
Variable	Mestizo Romosinuano		Cruce Compuesto		Cebú			
	EEAM (n=6)	Testigo (n=6)	AM (n=3)	Testigo (n=3)	AM (n=4)	EEAM (n=5)	EE (n=5)	Testigo (n=14)
Jugosidad ¹	5.5 ± 0.1 ^{a/d}	5.6 ± 0.1 ^{a/d}	4.6 ± 0.2 ^{a/d}	4.9 ± 0.2 ^{a/e}	5.4 ± 0.1 ^{b/e}	5.5 ± 0.1 ^{ab/d}	5.7 ± 0.1 ^a	5.5 ± 0.1 ^{ab/d}
Tiempo de cocción (min)	79.0 ± 1.3 ^{a/d}	80.0 ± 1.3 ^{a/d}	85.3 ± 1.9 ^{a/d}	87.3 ± 1.9 ^{a/e}	75.8 ± 1.2 ^{a/e}	72.5 ± 1.2 ^{b/e}	76.0 ± 1.2 ^a	76.9 ± 0.7 ^{a/f}
Pérdidas por cocción (%)	36.1 ± 1.4 ^{a/d}	33.6 ± 1.4 ^{a/d}	36.1 ± 2.0 ^{a/d}	34.5 ± 2.0 ^{a/d}	35.0 ± 1.4 ^{a/d}	28.4 ± 1.4 ^{b/e}	33.3 ± 1.3 ^a	32.8 ± 0.8 ^{c/d}

¹ donde 8 corresponde a extremadamente jugosa y 1 a extremadamente seca. AM= Ablandamiento mecánico; EE= Estimulación eléctrica; EEAM= Combinado de Ablandamiento y Estimulación. a,b,c/ = letras distintas en una misma línea para diferentes tratamientos dentro de un mismo tipo racial indican diferencias ($P < 0.05$). /d,e,f = letras distintas en una misma línea para diferentes tipos raciales dentro de un mismo tratamiento indican diferencias ($P < 0.05$).

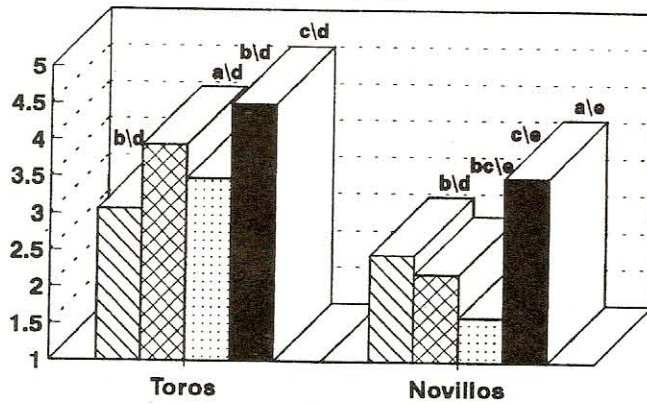
Terneza de la fibra



Cantidad de Tejido Conectivo



Resistencia al corte (Kg)



Tratamientos

EE AM EE-AM NT

FIGURA 3. EFECTO DE LA ESTIMULACIÓN ELÉCTRICA (EE) Y EL ABLANDAMIENTO MECÁNICO (AM) SOBRE LA TERNEZA DE LA CARNE DE BOVINOS DE DIFERENTE CONDICIÓN SEXUAL.

TABLA III

EFECTO DE LA COMBINACIÓN CONDICIÓN SEXUAL - TRATAMIENTO SOBRE LA CULINARIA DE LA CARNE DE RES

Variable	Toro				Novillo			
	AM (n=5)	EEAM (n=8)	EE(n=3)	Testigo (n=16)	AM (n=3)	EVAM (n=3)	EE (n=3)	Testigo (n=7)
Jugosidad ¹	5.6 ± 0.1 ^{b/d}	5.6 ± 0.1 ^{b/d}	6.0 ± 0.1 ^{a/d}	5.7 ± 0.1 ^{ab/d}	5.9 ± 0.3 ^{a/d}	6.3 ± 0.3 ^{a/e}	6.3 ± 0.3 ^{a/d}	6.2 ± 0.2 ^{a/e}
Tiempo de cocción (min)	74.2 ± 1.0 ^{ab/d}	71.8 ± 0.1 ^{b/d}	72.6 ± 1.3 ^{ab/d}	75.0 ± 0.6 ^{a/d}	101.6 ± 2.5 ^{b/e}	101.1 ± 1.2 ^{b/e}	106.0 ± 2.5 ^{a/e}	103.5 ± 2.1 ^{ab/e}
Pérdidas por cocción (%)	35.3 ± 1.3 ^{a/d}	30.1 ± 1.1 ^{bc/d}	28.3 ± 1.7 ^{c/d}	31.9 ± 0.8 ^{b/d}	33.4 ± 3.2 ^{a/d}	32.8 ± 2.8 ^{a/d}	41.2 ± 3.2 ^{b/e}	32.4 ± 2.7 ^{a/d}

¹ donde 8 corresponde a extremadamente jugosa y 1 a extremadamente seca. AM= Ablandamiento mecánico; EE= Estimulación eléctrica; EEAM= Combinado de Ablandamiento y Estimulación. a,b,c/ = letras distintas en una misma línea para diferentes tratamientos dentro de una misma condición sexual indican diferencias (P<0.05). /d,e,f = letras distintas en una misma línea para diferentes condiciones sexuales dentro de un mismo tratamiento indican diferencias (P<0.05).

Por otra parte, se ha descrito [3,8,23,24] que el efecto físico de AM, incrementa la terneza y disminuye la CTC, y aunque se haya encontrado que baja las puntuaciones de jugosidad, el AM parece tener una mayor efectividad de ablandamiento que la EE [20,21].

En novillos se encontró como mejor, el efecto combinado EEAM, resultando (P<0.05) las carnes tratadas de esta manera, significativamente más tiernas y con una menor CTC, cambiando la descripción inicial del testigo de "moderadamente tierna" y con "poca" CTC a "muy tierna" y con "trazas" de CTC de las carnes tratadas de novillo.

Otro experimento con carne de novillos [2], ofrece resultados similares a los aquí obtenidos, pero indica un efecto sinérgico de los tratamientos EE y AM. Pudieran esperarse efectos de la combinación de EE y AM, por lo menos aditivos, ya que la mayoría de los autores [3,4,16,23] revelan efectos de cada tecnología por separado, pero por mecanismos distintos, en la mejora de la terneza y la disminución de la percepción de residuo al masticar. Sin embargo, esta aditividad no fue detectada significativamente en el presente experimento.

Las carnes de novillos, independientemente de su tratamiento, eran más tiernas y con menor CTC que las carnes de toros (P<0.05). Se describieron estos testigos como "moderadamente tiernas" y con "trazas" en CTC, mientras que las de toros como "ligeramente tiernas" y "poca" CTC. Las carnes de novillos EEAM y testigo también fueron más jugosas (P<0.05) que las carnes de toros del mismo tratamiento.

La literatura revela que la carne proveniente de novillos presenta mejores valores de palatabilidad y ofrece menor resistencia al corte que las de toros [4,10,12]. Por su mayor dureza, era de esperar que en carne de toros, la aplicación combinada de estas tecnologías postmortem diera una mejor respuesta y superara la palatabilidad lograda con la EE; sin embargo, no fue así. En cambio, en las carnes de novillos, el AM redujo el esfuerzo al corte y al ser aplicado a carne ya estimulada eléctricamente, mejoró significativamente la terneza y bajó la percepción de tejido conectivo, sin afectar la jugosidad. Este

comportamiento indica que la EE por sí sola, a pesar de su probada efectividad en carne de toros, tuvo un efecto imperceptible sobre la palatabilidad original, ya relativamente buena, de la carne de novillos.

En la TABLA III, se presentan el tiempo de cocción y las pérdidas resultantes (mermas). En bistés de toros, sólo los EEAM fueron diferentes (P<0.05) en el tiempo de cocción al testigo, necesitando 3,1 min menos para alcanzar la misma temperatura final. Los bistés AM mermaron (P<0.05) 5.2%, 7% y 3.4% más que los EEAM, EE y testigo, respectivamente.

Se ha reportado que las carnes con AM tardan más en alcanzar la temperatura interna deseada y que, por consiguiente, merman más durante la cocción [24]; estas mayores pérdidas son de humedad y grasa por la ruptura muscular derivada del lanceteado [2,8]. Contrario a estos estudios, un reporte indica [7] que el AM disminuye el tiempo de cocción sin afectar las mermas, mientras que otro [23] concluye que el AM no afectó la duración de la cocción ni las pérdidas que ésta acarrea.

En carnes de novillos, las mayores pérdidas y tiempos de cocción se dieron con la EE, y al ser comparada con las EE de toros resultaron con 11.1% más de mermas y duraron 33.4 min más en la cocción (P<0.05); esto no coincide con otro estudio [6] donde las pérdidas por cocción atribuidas a EE fueron insignificantes. Contradice también la tendencia natural, ya que sin aplicar tratamiento alguno, se ha observado que la carne de toros tiende a perder más peso durante la cocción que la carne de novillos [12].

Efecto Tratamiento-Edad

El análisis de varianza reveló efecto significativo del acople Tratamiento-edad (P<0.05) sobre los atributos de palatabilidad, no así para la intensidad del sabor.

La FIG. 4 muestra que en animales más jóvenes (2 años), la combinación EEAM, comparada con AM y el grupo testigo, resultó (P<0.05) en carnes percibidas por los panelistas como más tiernas y con menor CTC, siendo estos resultados concordantes con la prueba RCWB (P<0.05). La prueba

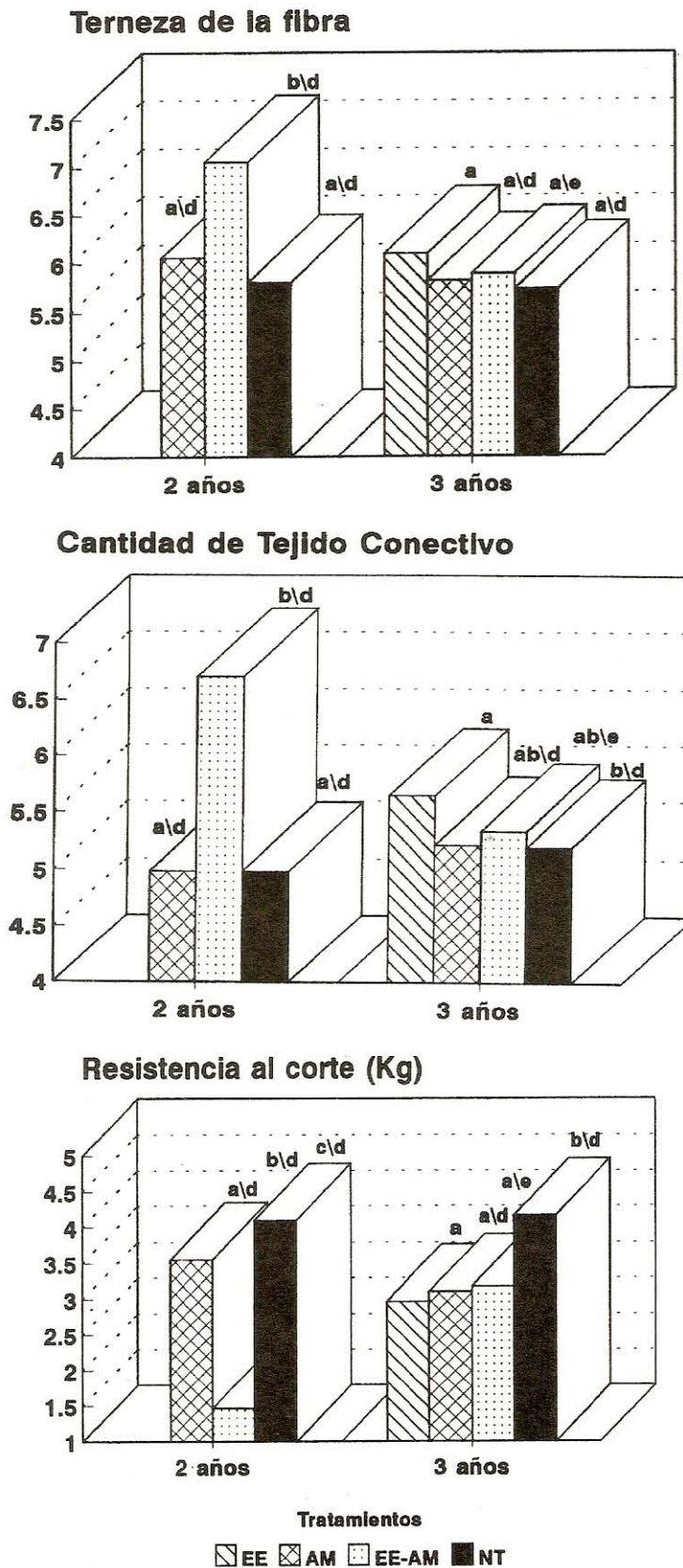


FIGURA 4. EFECTO DE LA ESTIMULACIÓN ELÉCTRICA (EE) Y EL ABLANDAMIENTO MECÁNICO (AM) SOBRE LA TERNEZA DE LA CARNE DE BOVINOS DEDIRERENTE EDAD.

TABLA IV

EFECTO DE LA COMBINACIÓN EDAD - TRATAMIENTO SOBRE LA CULINARIA DE LA CARNE DE RES

Variable	2 años			3 años			
	AM (n=4)	EEAM (n=3)	Testigo (n=6)	AM (n=3)	EEAM (n=9)	EE (n=5)	Testigo (n=17)
Jugosidad ¹	5.8 ± 0.2 ^{b/d}	6.3 ± 0.2 ^{a/d}	6.0 ± 0.2 ^{ab/d}	5.6 ± 0.2 ^{b/d}	5.7 ± 0.1 ^{b/e}	6.0 ± 0.2 ^a	5.8 ± 0.1 ^{ab/d}
Tiempo de cocción (min)	84.8 ± 1.7 ^{a/d}	85.4 ± 1.8 ^{a/d}	89.0 ± 1.4 ^{b/d}	92.2 ± 1.6 ^{a/e}	87.7 ± 1.3 ^{b/d}	90.4 ± 1.5 ^a	90.2 ± 1.2 ^{a/d}
Pérdidas por cocción (%)	35.6 ± 2.3	31.5 ± 2.4	33.5 ± 1.9	35.2 ± 2.2	31.4 ± 1.7	33.5 ± 2.0	32.3 ± 1.6

¹ donde 8 corresponde a extremadamente jugosa y 1 a extremadamente seca. AM= Ablandamiento mecánico; EE= Estimulación eléctrica; EEAM= Combinado de Ablandamiento y Estimulación. a,b,c/ = letras distintas en una misma línea para diferentes tratamientos dentro de una misma edad indican diferencias (P<0.05). /d,e = letras distintas en una misma línea para diferentes edades dentro de un mismo tratamiento indican diferencias (P<0.05).

de RCWB también reveló que los bocados de carne tratada, de animales de tres años, requerían, aproximadamente, de 1 kg menos de fuerza de corte (P<0.05) que aquellos de testigos, pero esta vez, los panelistas no pudieron detectar (P>0.05) esas diferencias.

Es necesario señalar que los testigos, para las dos edades, no fueron significativamente diferentes en terneza y RCWB. En un estudio previo [12] las carnes de animales con edades comprendidas entre 2 y 4 años tampoco difirieron en la RCWB (P>0.05). Sin embargo, con otra muestra de animales [13] se encontraron diferencias entre animales de 2 y 3 años, resultando los de mayor edad con los valores menos deseables en terneza y CTC.

Las carnes sin tratar de animales de dos años, calificadas por igual a las de animales de tres años (P>0.05), al ser tratadas con EEAM, presentaron una menor RCWB (P<0.05) y mejoraron sus puntuaciones, a tal punto, que fueron descritas como más jugosas y con menor tejido conectivo; calificaciones éstas diferentes a las de animales de tres años (P<0.05), indicando aparentemente, una mayor respuesta de los tejidos jóvenes al tratamiento combinado (P< 0.05).

En jugosidad, también el tratamiento EEAM fue mejor que el tratamiento singular con AM. En otro estudio [4] la EE tuvo un ligero efecto negativo, aunque insignificante, en los valores de jugosidad para todas la edades consideradas (12-15-18 meses de edad). Sin embargo, mejoró los indicadores de terneza en los animales más jóvenes (12 meses), posiblemente al prevenir el efecto de encogimiento de la fibra muscular por el frío, de mayor ocurrencia en canales jóvenes con poca cobertura de grasa. Esta mayor susceptibilidad de las canales jóvenes al "encogimiento por frío" puede explicar, en nuestro caso, porqué respondieron degustativamente más a tratamiento (EE) que los de mayor madurez (>3 años).

El análisis de varianza no reveló efectos de la combinación tratamiento-edad sobre las pérdidas por cocción, pero sí sobre la duración del cocinado, TABLA IV. En cualquier grupo de edad, EEAM resultó en carnes de cocimiento rápido

(P<0.05); en animales de 2 años, las carnes tratadas con AM resultaron también (P<0.05) más breves a la cocción que aquellas de animales de 3 años.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En general, las carnes tratadas fueron definidas por los catadores como más tiernas que las carnes no tratadas. El AM no produjo en carnes de Cebú, y especialmente en toros, una mejoría adicional a la ya lograda por la EE. Sin embargo, en carnes más tiernas, como la de novillos, con menos CTC que los toros, la EE necesitó combinarse con el efecto de ruptura mecánica del tejido con AM, para mejorar y asegurar significativamente la respuesta a tratamiento. De la misma manera, la carne de animales de menor edad (dos años), respondió al efecto sucesivo de electricidad y lanceteado (EEAM) resultando en carnes catalogadas por los catadores como más jugosas y tiernas, algo que no pudo lograrse con animales de mayor edad (tres años). La cocción de las carnes de Cebú fue más breve; lo mismo caracterizó a las carnes tratadas con EEAM, mientras que el comportamiento de las muestras en cuanto a mermas por cocción, debidas a la combinación de factores, no estuvo bien definido. Se sugiere conducir estudios con arreglos factoriales completos incluyendo un mayor número de observaciones por celda para la comprobación de los resultados y las tendencias señaladas con el presente estudio.

AGRADECIMIENTO

Se agradece la colaboración permanente del personal de la empresa Matadero Industrial Centro-Occidental C.A (MICO-CA), en la conducción del presente experimento y el apoyo del Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico de LUZ.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] American Meat Science Association (AMSA). Guidelines for cookery and sensory evaluation of meat. National Livestock and Meat Board, Chicago, IL. pp. 17. 1978.

- [2] Bidner, T.D.; Montgomery, R.E.; Bagley, C.P. and McMillin, K.W. Influence of electrical stimulation, blade tenderization and postmortem vacuum aging upon the acceptability of beef finished on forage or grain. *J. Anim. Sci.* 61(3):584-589. 1985.
- [3] Bowling, R.A.; Smith, G.C.; Carpenter, Z.L.; Marshall, W.H. and Shelton, M. Blade tenderization of wholesale cuts from ram lambs and kid goats. *J. Anim. Sci.* 43(1): 122-130. 1976.
- [4] Cross, H.R.; Crouse, J.D. and MacNeil, M.D. Influence of breed, sex, age and electrical stimulation on carcass and palatability traits of three bovine muscles. *J. Anim. Sci.* 58(6):1358-1365. 1984.
- [5] Crouse, J.D.; Cundiff, L.V.; Koch, R.M.; Koohmaraie, M. and Seideman, S.C. Comparisons of *Bos indicus* and *Bos taurus* inheritance for carcass beef characteristics and meat palatability. *J. Anim. Sci.* 67:2661-2668. 1989.
- [6] Davis, G.W.; Cole Jr, A.B.; Backus, W.R. and Melton, S.L. Effect of electrical stimulation on carcass quality and meat palatability of beef from forage and grain finished steers. *J. Anim. Sci.* 53(3):651-657. 1981.
- [7] Glover, E.E.; Forrest, J.C.; Johnson, H.R.; Bramblet, V.D. and Judge, M.D. Palatability and cooking characteristics of mechanically tenderized beef. *J. Food. Sci.* 42(4):871-874. 1977.
- [8] Huerta-Leidenz, N.; Carpenter, Z.L. y Smith, G.C. Carne de torete, culinaria y gustosidad cuando es ablandada mecánicamente por lancetas. *La industria cárnica Latinoamericana*. No.22, año 5:26-31. 1978.
- [9] Huerta-Leidenz, N.; Carpenter, Z.L.; Smith, G.C. y García-Ochoa, M. Efectos del ablandamiento mecánico por lancetas sobre la culinaria y gustosidad de la carne de vaca. *Rev. Fac. Agron. LUZ.* 5(2):486-494. 1979.
- [10] Huerta-Leidenz, N. y Ríos, G. La castración del bovino a diferentes estadios de su crecimiento. II. Las características de la canal. Una revisión. *Rev. Fac. Agron. LUZ.* 10:163-187. 1993.
- [11] Huerta-Leidenz, N.; Jerez-Timaure, N.; Morón-Fuenmayor, O.; Rincón-Urdaneta, E. y Caro, R. Experiencias en el entrenamiento de un panel de degustación de carne vacuna a nivel de un matadero frigorífico industrial venezolano. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición.* 46(1): 47. 1996.
- [12] Jerez-Timaure, N.; Huerta-Leidenz, N.; Rincon-Urdaneta, E. y Arispe, M. Estudio preliminar sobre las características que afectan las propiedades organolépticas de solomos de res en Venezuela. *Rev. Fac. Agron. LUZ.* 11:283-295. 1994a.
- [13] Jerez-Timaure, N. Factores que afectan la culinaria y la calidad organoléptica de la carne de res en Venezuela.. *Fac. Agronomía. LUZ. Instituto de Investigaciones Agro-nómicas. (Trabajo de ascenso)* pp.75. 1994b.
- [14] Luckett, R.L.; Bidner, T.D.; Icaza, E.A. and Turner, J.W. Tenderness studies in straightbred and crossbred steers. *J. Anim. Sci.* 40(3):468-475. 1975.
- [15] Marshall, D.M.. Breed differences and genetic parameters for body composition traits in beef cattle. *J. Anim. Sci.* 72:2745-2755. 1994.
- [16] McKeith F.K.; Smith, C.G.; Dutson, T.R.; Savell, J.W.; Hostetler, R.L. and Carpenter, Z.L. Electrical Stimulation of intact or split steer or cow carcasses. *J. Food Protection.* 43(10):795-793. 1980.
- [17] Ramsey, C.B.; Cole, J.W.; Meyer, B.H. and Temple, R.S. Effects of type and breed of British, Zebu and dairy cattle on production, palatability and composition. II. Palatability differences and cooking losses as determined by laboratory and family panel. *J. Anim. Sci.* 22:1001-1008. 1963.
- [18] Riera-Sigala, T.R. Crecimiento y Características en canal de toros de cinco tipos raciales y el efecto de tecnologías postmortem sobre la calidad de la carne. Universidad Rafael Urdaneta. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Escuela de Zootecnia. Maracaibo. (Tesis de Grado) pp. 69. 1994.
- [19] S.A.S. Inst., Inc. S.A.S. User's Guide: Statistics (Release 6.03). Cary, NC. 1982.
- [20] Savell, J. Electrical Stimulation: An overview of the Worldwide Science and Technology Associated with its Use to Improve Meat Quality and Palatability. *Proceedings. International Symposium Meat Science and Technology. Lincoln, Nebraska* : 78-89. 1982a.
- [21] Savell, J.W.; McKeith, F.K.; Murphey, C.E.; Smith, G.C. and Carpenter, Z.L. Singular and combined effects of electrical stimulation, postmortem ageing and blade tenderisation on the palability attributes of beef from young bulls. *Meat Science.* 6:97-109. 1982b.
- [22] Savell, J.W.; Smith, G.C. and Carpenter, Z.L. Beef quality and palatability as affected by electrical stimulation and cooler aging. *J. Food. Sci.* 43:1666. 1978.
- [23] Seideman, S.C.; Smith, G.C.; Carpenter, Z.L. and Marshall, W.H. Blade tenderization of beef psoas major and semitendinosus muscles. *J. Food. Sci.* 42(6): 1510-1512. 1977.
- [24] Tatum, J.D.; Carpenter, Z.L. and Smith, G.C. Blade-Tenderization of four muscles from cow and bull carcasses. *J. Anim. Sci.* 43:247. 1976.
- [25] Wheeler, T.L.; Savell, J.W.; Cross, H.R.; Lunt, D.K. and Smith, S.B. Mechanisms associated with the variation in tenderness of meat from Brahman and Hereford cattle. *J. Anim. Sci.* 68:4206-4220. 1990.