

Revista de la Facultad de Agronomía, Volumen 5, Número 2, Mayo-Agosto 1979.
486-494, Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela.

Efectos del ablandamiento mecánico por lancetas sobre la culinaria y gustosidad de la carne de vaca*

NELSON HUERTA LEIDENZ**
GARY C. SMITH***
ZERLE L. CARPENTER***
MIGUEL GARCIA OCHOA****

RESUMEN

Se utilizaron cortes de carnicería estadounidenses, derivados de 8 vacas adultas, para estudiar el efecto del ablandamiento mecánico por lancetas sobre las características de gustosidad y culinaria de la carne. Los músculos *biceps femoris* (BF), *gluteus medius* (GM), *semimembranosus* (SM) y el *longissimus dorsi* en sus porciones lumbar (LDL) y torácica (LDT), se procesaron pasando los cortes a través de una ablandadora mecánica. Dos bistecs (2,54 cm espesor) de cada corte sin ablandar se usaron como testigos (OX). Las parejas de bistecs tratados fueron obtenidos después del pase único (IX) y doble (2X) del corte por la máquina. Un bistec de cada par (OX, IX ó 2X) se asó en un horno a 177°C hasta alcanzar una temperatura interna de 75°C, para obtener información sobre duración del asado, pérdidas por el asado, grado final del asado y resistencia al corte Warner-Bratzler. El otro bistec se cocinó de la misma forma y fué servido a ocho personas para la degustación de su terneza, jugosidad, cantidad de tejido conjuntivo, sabor y apetencia general. El ablandamiento por lancetas no afectó la duración del asado ni las pérdidas por el asado ($P > 0,05$). Los bistecs ablandados tendieron en general a lograr un mejor grado final de asado, pero este efecto solo fué significativo en el caso del GM (IX) y SM (2X). El ablandamiento indujo a puntuaciones mas bajas para la jugosidad del GM (IX ó 2X) ($P < 0,01$), SM (IX ó 2X) ($P < 0,05$) y BF (IX) ($P < 0,05$). El proceso redujo ($P < 0,05$) la fuerza necesaria para escindir bocados de carne asada (1.27 cm diámetro) derivada de muestras GM (IX) y LDL (2X). Sin embargo, la evaluación del panel degustador indicó que el LDL fue el único músculo mejorado significativamente ($P < 0,05$) por el proceso en su terneza, cantidad de tejido conjuntivo y apetencia general, sin afectar su sabor y jugosidad. No obstante, las puntuaciones organolépticas asignadas permanecieron en un rango considerado como inaceptable, lo cual desfavorece la utilización de la carne de vaca, ablandada mecánicamente, para el consumo directo.

ABSTRACT

Retail cuts from carcasses of eighth mature cows were used to determine the effect of blade tenderization on cooking and palatability characteristics of beef. *Longissimus dorsi* muscles from strip loins and ribs, *semimembranosus* muscles from top

* Recibido para su publicación el 25-7-1979.

** Departamento de Zootecnia. Facultad de Agronomía. Universidad del Zulia. Maracaibo, Venezuela.

*** Animal Science Dept. Texas A & M University. College Station Tx. 77843. USA.

**** Núcleo de Cojedes. Universidad Experimental de Los Llanos "Ezequiel Zamora". Venezuela.

round (SM), *biceps femoris* muscles from bottom rounds (BF) and *gluteus medius* muscles from top sirloin butts (GM) were mechanically tenderized by passing wholesale cuts through a blade tenderizing machine. Steaks removed from each cut, prior to tenderization, were used as controls. Treated steaks (IX and 2X) were removed from cuts passed through the machine one and two times, respectively. Steaks from each muscle were oven-broiled at 177°C to an internal temperature of 75°C to obtain cooking loss, cooking time, degree of doneness and shear force data. Counterpart steaks were evaluated by a sensory panel for juiciness, tenderness, amount of connective tissue, flavor and overall desirability. Neither cooking time nor cooking loss was significantly ($P > 0,05$) affected by blade tenderization. Blade tenderized steaks appeared to be more "done". Significant increases in degree of doneness were observed in GM (IX) and SM (2X). Blade tenderization resulted in lower sensory panel scores for juiciness for GM (IX or 2X) ($P < 0,01$), SM (IX or 2X) ($P < 0,05$) and BF (IX) ($P < 0,05$) muscles. The process decreased ($P < 0,05$) the force necessary to shear 1.27 cm cores from cooked GM (IX) and LDL (2X) samples. Sensory panel evaluations indicated that the *longissimus* muscle from strip loins was the only muscle which was improved significantly ($P < 0,05$) in ratings for tenderness, amount of connective tissue and overall palatability without significantly affecting inherent juiciness and flavor. Nevertheless, organoleptic ratings remained in a range considered unacceptable by panelists discouraging utilization of mechanically tenderized meat from mature cows for block beef.

INTRODUCCION

Bajo las estructuras actuales del mercado, en Venezuela, Estados Unidos y otros países la mayor parte de la carne de vacas en edad avanzada, es utilizada para el procesamiento industrial de embutidos y enlatados. La reticencia de los detallistas y consumidores al uso de esa carne, debido a sus características organolépticas, está indudablemente justificada. La dureza es una de las quejas más importantes, asociada contra la intención de comercializar la carne de vaca para consumo directo. Si esta dificultad fuera solventada, mayor cantidad de carne de baja categoría podría ser vendida al detal a precios más económicos y mejorar así la dieta de familias de bajos ingresos.

La utilización de carne de tipo industrial para consumo directo no es nada novedoso, especialmente en programas de alimentación masiva, como los militares, escolares, hospitalarios etc. Mas recientemente, se ha observado la tendencia a proliferar un nuevo segmento dentro del ramo de los restaurantes. Se trata de cadenas de negocios que venden el "bistec económico" o "parrillas baratas", en base a carne de baja calidad ablandada enzimáticamente bajo el concepto de venta familiar a bajo costo.

No obstante, han surgido problemas en relación al uso tradicional de enzimas, debido principalmente a la falta de uniformidad del ablandamiento (15). Una alternativa que se presenta para mejorar la ternera de la carne es la del ablandamiento mecánico, lo cual consiste en la incisión múltiple de lancetas a la carne sin destruir su estructura (13). Se ha indicado (14) que el ablandamiento mecánico puede ser controlado mas facilmente y aplicado con mayor uniformidad que la inmersión en enzimas, requiriendo a la vez de menos espacio y limpieza. El presente experimento, persigue constatar la efectividad del proceso para mejorar la ternera y otros factores de gustosidad de la carne de vaca, así como su influencia en las características culinarias de la misma.

REVISION DE LA LITERATURA

La edad cronológica y/o la madurez fisiológica avanzadas, son los principales factores asociados con la disminución de la ternera de la carne (1, 4). Principios de

diversa naturaleza han sido evaluados para mejorar la terneza de la carne de res (3, 12, 21). Sin embargo, son pocos los trabajos efectuados para tratar de corregir la dureza de la carne de vaca. En este sentido, Fields *et al* (6) ha reportado que la carne de vacas adultas, responde mejor al ablandamiento por la maduración en altas temperaturas, que la carne proveniente de novillos jóvenes.

Una nueva tecnología para solucionar el problema de la dureza, viene dada por el uso de las máquinas agujeadoras o lanceteadoras de carne (13). La efectividad del proceso ha sido estudiada en diferentes tipos de carne (2, 5, 8, 9, 18, 19, 20), pero es escasa la información referente a la respuesta de la carne de vacas al ablandamiento mecánico. Un primer intento ha sido reportado por Tatum *et al* (23) con resultados poco halagadores.

MATERIALES Y METODOS

Ocho vacas adultas de madurez avanzada, con pesos que oscilaban entre 286 y 398 Kg, fueron sacrificadas en el laboratorio de carnes de la Universidad Texas A & M, según los procedimientos normales de faena. Cortes de carnicería norteamericana, deshuesados 24-48 horas post-mortem a partir de la región torácica en la porción superior del costillar ("Rib eyes"), región lumbar ("Strip loins"), región sacra ("Top sirloin butt") y muslo ("Inside rounds" y "Outside rounds") de las canales, se empaquetaron con su respectiva identificación para ser congelados y almacenados a 23°C hasta su utilización en el experimento. Antes de someterse el ablandamiento mecánico, las piezas cárnicas fueron descongeladas en 18-20 horas a 5-7°C. Dos tajadas con un espesor de 2.54 cm se separaron de cada pieza para ser utilizadas como testigos. La porción restante de cada pieza fue pasada una (IX) y dos veces (2X) con el lado cubierto de grasa hacia abajo y la superficie magra hacia arriba, a través de una máquina ablandadora tipo lanceta. Un par de tajadas de 2.54 cm de espesor, se separaban de la porción cada vez que ésta pasaba a través de la ablandadora. Todas las muestras (OX, IX y 2X) se empaquetaron en papel con cubierta de polietileno, especial para la congelación. Inmediatamente, se procedió a su congelación a -34°C y almacenaje a -23°C, hasta que pudieran ser sometidas a las pruebas consiguientes. Una tajada de cada par, se utilizó para observar características de culinaria. Durante su descongelación, los músculos a estudiar se aislaban de la tajada y se procedía a darles tamaño y forma uniformes. Los músculos *biceps femoris* (BF) *semimembranosus* (SM) y *gluteus medius* (GM) derivados de cortes del muslo y región sacra (inside round, outside round y top sirloin butt, respectivamente) fueron recortados para conformar muestras de 8,0 x 8,0 x 2,5 cm con un peso aproximado de 130 g. El músculo *longissimus dorsi* se separó de las tajadas correspondientes a cortes de la región torácica (LDT) y lumbar (LDL) y se conformó en muestras de 5,0 x 5,0 x 2,5 cm con un peso aproximado de 80 g. Al alcanzar una temperatura interna de 0°C, cada muestra fue colocada en un horno a gas precalentado a 177°C, hasta que alcanzara una temperatura final de 75°C. La temperatura interna era medida por contacto con terminales insertados aproximadamente en el centro de la muestra y se graficaban con un Registrador Potenciométrico electrónico. Para cada muestra se calculó la duración (min) del asado en alcanzar la temperatura final (75°C) y las pérdidas en peso (merma) por el cocinado. Al final del horneado cada bistec-muestra era seccionado en el centro y a la superficie del corte le era asignada una puntuación en base al grado final de asado alcanzado, mediante la comparación con patrones fotográficos que correspondían a una escala de diez (10) puntos. La evaluación objetiva de la terneza se efectuó en base a los valores de resistencia al corte (Kg) de un bocado cilíndrico de carne asada (1.27 cm diámetro) con la cuchilla de Warner Bratzler. La otra tajada del par fue utilizada en pruebas organolépticas. Para ello se colocaba sin descongelar en un horno eléctrico precalentado a 177°C hasta que alcanzara una temperatura interna de 75°C. La temperatura interna fue medida con un termómetro de vidrio, insertado aproximadamente en el centro del bistec. Los

músculos *longissimus dorsi* (LDL y LDT), *semimembranosus* (SM), *biceps femoris* (BF) y *gluteus medius* (GM), fueron separados del bistec correspondiente y servidos en porciones para ser evaluadas por un panel de degustación constituido por 8 miembros. Cada muestra fué evaluada mediante el uso de escalas de puntuación en base a 8 puntos para describir la terneza, jugosidad, cantidad de tejido conjuntivo, sabor y apetencia general. El estudio estadístico de los datos se efectuó mediante un análisis de varianza. La separación de medias se hizo por la técnica de Student-Newman-Keuls (22).

RESULTADOS Y DISCUSION

Los promedios en minutos para la duración del asado de los diferentes músculos se presentan en la Tabla 1. No se observaron diferencias debidas a tratamientos en los cinco músculos estudiados. No hay ninguna tendencia definida en relación a la duración del asado de los diferentes músculos con el ablandamiento (Músculos LDL tendieron a exigir un mayor tiempo de cocinado mientras que SM y BF requerían menor tiempo de cocinado al intensificar el ablandamiento). Savell *et al* (18) reportó la disminución del tiempo de cocinado con el ablandamiento mecánico del músculo GM, pero no encontró diferencias significativas entre muestras testigo y ablandadas de los músculos SM, BF o LD. Otros autores (23) han reportado que bistecs ablandados mecánicamente de toros y vacas, requieren en general de mayor tiempo para alcanzar la temperatura final deseada.

Los valores promediados para el grado final del asado se presentan en la Tabla 1. Puede observarse la tendencia en los diferentes músculos de aparecer mejor asados (menores puntuaciones) cuando eran sometidos al ablandamiento mecánico; sin embargo, las diferencias no fueron significativas ($P > 0,05$) para músculos BF, LDL y LDT. Es necesario hacer la observación de que los bistecs ablandados exhibieron una apariencia atípica en la superficie del corte, con áreas más oscuras alrededor de las perforaciones por el lanceteado y áreas claras en las zonas no afectadas por el proceso. Esto hizo difícil la comparación del grado de asado con la escala fotográfica convencional, en cuyos modelos se produce una desnaturalización uniforme de los pigmentos cárnicos por el calor. Sin embargo, se observaron diferencias significativas ($P < 0,05$) entre las muestras tratadas (IX y 2X) y el testigo del músculo GM, con relación al grado de asado. Asimismo, el músculo SM se presentó con un mejor asado ($P < 0,05$) cuando fué pasado por la máquina dos veces (2X). Los promotores del ablandamiento mecánico aseveran que la carne procesada de esta manera se cocina más rápido y más uniformemente (14).

Las observaciones del presente estudio, no permiten sustentar este postulado, al menos en carne de vacas adultas. Sin embargo, la tendencia a un mejor asado de la carne de vacas con el ablandamiento mecánico ha sido observada también por Tatum *et al* (23) y en carne de ovinos y caprinos por Bowling *et al* (2). Savell *et al* (18) reportó que los músculos ablandados mecánicamente (IX, 2X y 3X) presentaron significativamente ($P < 0,05$), un mejor asado que los testigos (OX) en solo tres de las treinta comparaciones efectuadas. Las medias porcentuales para pérdidas por el asado se presentan en la Tabla 1. No se observaron diferencias ($P < 0,05$) debidas al tratamiento (IX ó 2X) en relación a esta variable, aunque es notable la tendencia a una mayor pérdida de jugo durante el asado, con el ablandamiento mecánico de los músculos GM, BF y LDT. En la literatura consultada, hay algunos trabajos que indican diferencias no significativas en mermas por el cocinado entre la carne ablandada y la no procesada (2, 9, 18, 19, 20), mientras otros indican que el ablandamiento mecánico por lancetas incrementa las pérdidas por el cocinado (5, 23). En contraste, Savell *et al* (18), reporta pérdidas más bajas ($P < 0,05$) por el cocinado del músculo GM que fue pasado una vez por la máquina. La misma ten-

TABLA 1. Promedios para duración del asado, grado final del asado, pérdidas por el asado y resistencia al corte de músculos ablandados mecánicamente.

Músculo ^a	Tratamiento ^b	n	Duración del Asado (min)	grado final del asado ^c	Pérdidas por el asado (porcentaje)	Resistencia al corte (Kg)
GM	OX	8	63,3 ^d	6,3 ^d	36,3 ^d	9,7 ^d
GM	IX	12	66,3 ^d	3,5 ^e	39,9 ^d	7,3 ^e
GM	2X	11	59,3 ^d	3,1 ^e	42,5 ^d	6,8 ^e
SM	OX	13	80,5 ^d	4,8 ^d	44,5 ^d	10,1 ^d
SM	IX	12	74,7 ^d	3,8 ^{de}	42,1 ^d	9,4 ^d
SM	2X	14	63,9 ^d	3,6 ^e	46,2 ^d	8,5 ^d
BF	OX	14	80,2 ^d	4,5 ^d	42,5 ^d	9,9 ^d
BF	IX	13	67,0 ^d	3,3 ^d	46,1 ^d	9,8 ^d
BF	2X	13	72,6 ^d	3,5 ^d	46,0 ^d	8,1 ^d
LDL	OX	9	63,4 ^d	4,7 ^d	45,2 ^d	11,9 ^d
LDL	IX	8	64,9 ^d	4,0 ^d	42,2 ^d	8,9 ^{de}
LDL	2X	6	66,2 ^d	3,7 ^d	44,4 ^d	7,7 ^e
LDT	OX	11	57,9 ^d	5,2 ^d	38,0 ^d	10,6 ^d
LDT	IX	10	58,9 ^d	3,7 ^d	40,4 ^d	8,9 ^d
LDT	2X	9	82,8 ^d	4,0 ^d	44,7 ^d	8,3 ^d

^aGM = *Gluteus medius*; SM = *Semimembranosus*; BF = *Biceps femoris*; LDL = *Longissimus dorsi*, porción lumbar; LDT = *Longissimus dorsi*, porción torácica.

^bOX = no ablandado; IX = pasado una vez por la máquina ablandadora; 2X = pasado dos veces por la máquina ablandadora.

^cPromedios basados en la comparación con patrones fotográficos a una escala de 10 puntos (10 = extremadamente crudo; 1 = extremadamente asado).

^{d, e} = Promedios de una misma columna y para la misma comparación con letras distintas son significativamente diferentes ($P < 0,05$).

n = número de observaciones.

dencia fue observada en 6 de 10 comparaciones en la investigación de Bowling *et al* (2).

Los resultados sobre la evaluación subjetiva de la jugosidad en los diferentes tratamientos se presentan en la Tabla 2. El ablandamiento mecánico tendió a bajar las puntuaciones para la jugosidad de los músculos. Los degustadores lograron apreciar diferencias significativas en jugosidad entre el testigo y las muestras tratadas (IX) de GM, SM y BF, pero el promedio para muestras 2X del BF no difiere significativamente ($P > 0,05$) del asignado a muestras testigo.

TABLA 2. Promedios de las puntuaciones para jugosidad, terneza, cantidad de tejido conjuntivo, sabor y apetencia general de músculos ablandados mecánicamente.

músculos *longissimus dorsi* (LDL y LDT), *semimembranosus* (SM), *biceps femoris* (BF) y *gluteus medius* (GM), fueron separados del bistec correspondiente y servidos en porciones para ser evaluadas por un panel de degustación constituido por 8 miembros. Cada muestra fué evaluada mediante el uso de escalas de puntuación en base a 8 puntos para describir la terneza, jugosidad, cantidad de tejido conjuntivo, sabor y apetencia general. El estudio estadístico de los datos se efectuó mediante un análisis de varianza. La separación de medias se hizo por la técnica de Student-Newman-Keuls (22).

RESULTADOS Y DISCUSION

Los promedios en minutos para la duración del asado de los diferentes músculos se presentan en la Tabla 1. No se observaron diferencias debidas a tratamientos en los cinco músculos estudiados. No hay ninguna tendencia definida en relación a la duración del asado de los diferentes músculos con el ablandamiento (Músculos LDL tendieron a exigir un mayor tiempo de cocinado mientras que SM y BF requerían menor tiempo de cocinado al intensificar el ablandamiento). Savell *et al* (18) reportó la disminución del tiempo de cocinado con el ablandamiento mecánico del músculo GM, pero no encontró diferencias significativas entre muestras testigo y ablandadas de los músculos SM, BF o LD. Otros autores (23) han reportado que bistecs ablandados mecánicamente de toros y vacas, requieren en general de mayor tiempo para alcanzar la temperatura final deseada.

Los valores promediados para el grado final del asado se presentan en la Tabla 1. Puede observarse la tendencia en los diferentes músculos de aparecer mejor asados (menores puntuaciones) cuando eran sometidos al ablandamiento mecánico; sin embargo, las diferencias no fueron significativas ($P > 0,05$) para músculos BF, LDL y LDT. Es necesario hacer la observación de que los bistecs ablandados exhibieron una apariencia atípica en la superficie del corte, con áreas más oscuras alrededor de las perforaciones por el lanceteado y áreas claras en las zonas no afectadas por el proceso. Esto hizo difícil la comparación del grado de asado con la escala fotográfica convencional, en cuyos modelos se produce una desnaturalización uniforme de los pigmentos cárnicos por el calor. Sin embargo, se observaron diferencias significativas ($P < 0,05$) entre las muestras tratadas (IX y 2X) y el testigo del músculo GM, con relación al grado de asado. Asimismo, el músculo SM se presentó con un mejor asado ($P < 0,05$) cuando fué pasado por la máquina dos veces (2X). Los promotores del ablandamiento mecánico aseveran que la carne procesada de esta manera se cocina más rápido y más uniformemente (14).

Las observaciones del presente estudio, no permiten sustentar este postulado, al menos en carne de vacas adultas. Sin embargo, la tendencia a un mejor asado de la carne de vacas con el ablandamiento mecánico ha sido observada también por Tatum *et al* (23) y en carne de ovinos y caprinos por Bowling *et al* (2). Savell *et al* (18) reportó que los músculos ablandados mecánicamente (IX, 2X y 3X) presentaron significativamente ($P < 0,05$), un mejor asado que los testigos (OX) en solo tres de las treinta comparaciones efectuadas. Las medias porcentuales para pérdidas por el asado se presentan en la Tabla 1. No se observaron diferencias ($P < 0,05$) debidas al tratamiento (IX ó 2X) en relación a esta variable, aunque es notable la tendencia a una mayor pérdida de jugo durante el asado, con el ablandamiento mecánico de los músculos GM, BF y LDT. En la literatura consultada, hay algunos trabajos que indican diferencias no significativas en mermas por el cocinado entre la carne ablandada y la no procesada (2, 9, 18, 19, 20), mientras otros indican que el ablandamiento mecánico por lancetas incrementa las pérdidas por el cocinado (5, 23). En contraste, Savell *et al* (18), reporta pérdidas más bajas ($P < 0,05$) por el cocinado del músculo GM que fue pasado una vez por la máquina. La misma ten-

TABLA 1. Promedios para duración del asado, grado final del asado, pérdidas por el asado y resistencia al corte de músculos ablandados mecánicamente.

Músculo ^a	Tratamiento ^b	n	Duración del Asado (min)	grado final del asado ^c	Pérdidas por el asado (porcentaje)	Resistencia al corte (Kg)
GM	OX	8	63.3 ^d	6.3 ^d	36.3 ^d	9.7 ^d
GM	IX	12	66.3 ^d	3.5 ^e	39.9 ^d	7.3 ^e
GM	2X	11	59.3 ^d	3.1 ^e	42.5 ^d	6.8 ^e
SM	OX	13	80.5 ^d	4.8 ^d	44.5 ^d	10.1 ^d
SM	IX	12	74.7 ^d	3.8 ^{de}	42.1 ^d	9.4 ^d
SM	2X	14	63.9 ^d	3.6 ^e	46.2 ^d	8.5 ^d
BF	OX	14	80.2 ^d	4.5 ^d	42.5 ^d	9.9 ^d
BF	IX	13	67.0 ^d	3.3 ^d	46.1 ^d	9.8 ^d
BF	2X	13	72.6 ^d	3.5 ^d	46.0 ^d	8.1 ^d
LDL	OX	9	63.4 ^d	4.7 ^d	45.2 ^d	11.9 ^d
LDL	IX	8	64.9 ^d	4.0 ^d	42.2 ^d	8.9 ^{de}
LDL	2X	6	66.2 ^d	3.7 ^d	44.4 ^d	7.7 ^e
LDT	OX	11	57.9 ^d	5.2 ^d	38.0 ^d	10.6 ^d
LDT	IX	10	58.9 ^d	3.7 ^d	40.4 ^d	8.9 ^d
LDT	2X	9	82.8 ^d	4.0 ^d	44.7 ^d	8.3 ^d

^aGM = *Gluteus medius*; SM = *Semimembranosus*; BF = *Biceps femoris*; LDL = *Longissimus dorsi*, porción lumbar; LDT = *Longissimus dorsi*, porción torácica.

^bOX = no ablandado; IX = pasado una vez por la máquina ablandadora; 2X = pasado dos veces por la máquina ablandadora.

^cPromedios basados en la comparación con patrones fotográficos a una escala de 10 puntos (10 = extremadamente crudo; 1 = extremadamente asado).

^{d, e} = Promedios de una misma columna y para la misma comparación con letras distintas son significativamente diferentes ($P < 0,05$).

n = número de observaciones.

dencia fue observada en 6 de 10 comparaciones en la investigación de Bowling *et al* (2).

Los resultados sobre la evaluación subjetiva de la jugosidad en los diferentes tratamientos se presentan en la Tabla 2. El ablandamiento mecánico tendió a bajar las puntuaciones para la jugosidad de los músculos. Los degustadores lograron apreciar diferencias significativas en jugosidad entre el testigo y las muestras tratadas (IX) de GM, SM y BF, pero el promedio para muestras 2X del BF no difiere significativamente ($P > 0,05$) del asignado a muestras testigo.

TABLA 2. Promedios de las puntuaciones para jugosidad, ternera, cantidad de tejido conjuntivo, sabor y apetencia general de músculos ablandados mecánicamente.

músculos *longissimus dorsi* (LDL y LDT), *semimembranosus* (SM), *biceps femoris* (BF) y *gluteus medius* (GM), fueron separados del bistec correspondiente y servidos en porciones para ser evaluadas por un panel de degustación constituido por 8 miembros. Cada muestra fué evaluada mediante el uso de escalas de puntuación en base a 8 puntos para describir la terneza, jugosidad, cantidad de tejido conjuntivo, sabor y apetencia general. El estudio estadístico de los datos se efectuó mediante un análisis de varianza. La separación de medias se hizo por la técnica de Student-Newman - Keuls (22).

RESULTADOS Y DISCUSION

Los promedios en minutos para la duración del asado de los diferentes músculos se presentan en la Tabla 1. No se observaron diferencias debidas a tratamientos en los cinco músculos estudiados. No hay ninguna tendencia definida en relación a la duración del asado de los diferentes músculos con el ablandamiento (Músculos LDL tendieron a exigir un mayor tiempo de cocinado mientras que SM y BF requerían menor tiempo de cocinado al intensificar el ablandamiento). Savelli *et al* (18) reportó la disminución del tiempo de cocinado con el ablandamiento mecánico del músculo GM, pero no encontró diferencias significativas entre muestras testigo y ablandadas de los músculos SM, BF o LD. Otros autores (23) han reportado que bistecs ablandados mecánicamente de toros y vacas, requieren en general de mayor tiempo para alcanzar la temperatura final deseada.

Los valores promediados para el grado final del asado se presentan en la Tabla 1. Puede observarse la tendencia en los diferentes músculos de aparecer mejor asados (menores puntuaciones) cuando eran sometidos al ablandamiento mecánico; sin embargo, las diferencias no fueron significativas ($P > 0,05$) para músculos BF, LDL y LDT. Es necesario hacer la observación de que los bistecs ablandados exhibieron una apariencia atípica en la superficie del corte, con áreas más oscuras alrededor de las perforaciones por el lanceteado y áreas claras en las zonas no afectadas por el proceso. Esto hizo difícil la comparación del grado de asado con la escala fotográfica convencional, en cuyos modelos se produce una desnaturalización uniforme de los pigmentos cárnicos por el calor. Sin embargo, se observaron diferencias significativas ($P < 0,05$) entre las muestras tratadas (IX y 2X) y el testigo del músculo GM, con relación al grado de asado. Asimismo, el músculo SM se presentó con un mejor asado ($P < 0,05$) cuando fué pasado por la máquina dos veces (2X). Los promotores del ablandamiento mecánico aseveran que la carne procesada de esta manera se cocina más rápido y más uniformemente (14).

Las observaciones del presente estudio, no permiten sustentar este postulado, al menos en carne de vacas adultas. Sin embargo, la tendencia a un mejor asado de la carne de vacas con el ablandamiento mecánico ha sido observada también por Tatum *et al* (23) y en carne de ovinos y caprinos por Bowling *et al* (2). Savelli *et al* (18) reportó que los músculos ablandados mecánicamente (IX, 2X y 3X) presentaron significativamente ($P < 0,05$), un mejor asado que los testigos (OX) en solo tres de las treinta comparaciones efectuadas. Las medias porcentuales para pérdidas por el asado se presentan en la Tabla 1. No se observaron diferencias ($P < 0,05$) debidas al tratamiento (IX ó 2X) en relación a esta variable, aunque es notable la tendencia a una mayor pérdida de jugo durante el asado, con el ablandamiento mecánico de los músculos GM, BF y LDT. En la literatura consultada, hay algunos trabajos que indican diferencias no significativas en mermas por el cocinado entre la carne ablandada y la no procesada (2, 9, 18, 19, 20), mientras otros indican que el ablandamiento mecánico por lancetas incrementa las pérdidas por el cocinado (5, 23). En contraste, Savelli *et al* (18), reporta pérdidas más bajas ($P < 0,05$) por el cocinado del músculo GM que fue pasado una vez por la máquina. La misma ten-

TABLA 1. Promedios para duración del asado, grado final del asado, pérdidas por el asado y resistencia al corte de músculos ablandados mecánicamente.

Músculo ^a	Tratamiento ^b	n	Duración del Asado (min)	grado final del asado ^c	Pérdidas por el asado (porcentaje)	Resistencia al corte (Kg)
GM	OX	8	63,3 ^d	6.3 ^d	36.3 ^d	9.7 ^d
GM	IX	12	66.3 ^d	3.5 ^e	39.9 ^d	7.3 ^e
GM	2X	11	59.3 ^d	3.1 ^e	42.5 ^d	6.8 ^e
SM	OX	13	80.5 ^d	4.8 ^d	44.5 ^d	10.1 ^d
SM	IX	12	74.7 ^d	3.8 ^{de}	42.1 ^d	9.4 ^d
SM	2X	14	63.9 ^d	3.6 ^e	46.2 ^d	8.5 ^d
BF	OX	14	80.2 ^d	4.5 ^d	42.5 ^d	9.9 ^d
BF	IX	13	67.0 ^d	3.3 ^d	46.1 ^d	9.8 ^d
BF	2X	13	72.6 ^d	3.5 ^d	46.0 ^d	8.1 ^d
LDL	OX	9	63.4 ^d	4.7 ^d	45.2 ^d	11.9 ^d
LDL	IX	8	64.9 ^d	4.0 ^d	42.2 ^d	8.9 ^{de}
LDL	2X	6	66.2 ^d	3.7 ^d	44.4 ^d	7.7 ^e
LDT	OX	11	57.9 ^d	5.2 ^d	38.0 ^d	10.6 ^d
LDT	IX	10	58.9 ^d	3.7 ^d	40.4 ^d	8.9 ^d
LDT	2X	9	82.8 ^d	4.0 ^d	44.7 ^d	8.3 ^d

^aGM = *Gluteus medius*; SM = *Semimembranosus*; BF = *Biceps femoris*; LDL = *Longissimus dorsi*, porción lumbar; LDT = *Longissimus dorsi*, porción torácica.

^bOX = no ablandado; IX = pasado una vez por la máquina ablandadora; 2X = pasado dos veces por la máquina ablandadora.

^cPromedios basados en la comparación con patrones fotográficos a una escala de 10 puntos (10 = extremadamente crudo; 1 = extremadamente asado).

^{d, e} = Promedios de una misma columna y para la misma comparación con letras distintas son significativamente diferentes ($P < 0,05$).

n = número de observaciones.

dencia fue observada en 6 de 10 comparaciones en la investigación de Bowling *et al* (2).

Los resultados sobre la evaluación subjetiva de la jugosidad en los diferentes tratamientos se presentan en la Tabla 2. El ablandamiento mecánico tendió a bajar las puntuaciones para la jugosidad de los músculos. Los degustadores lograron apreciar diferencias significativas en jugosidad entre el testigo y las muestras tratadas (IX) de GM, SM y BF, pero el promedio para muestras 2X del BF no difiere significativamente ($P > 0,05$) del asignado a muestras testigo.

TABLA 2. Promedios de las puntuaciones para jugosidad, terneza, cantidad de tejido conjuntivo, sabor y apetencia general de músculos ablandados mecánicamente.

Músculo ^a	Tratamiento ^b	n	Puntuaciones para				
			Jugosidad ^c	Terneza ^d	Cantidad de Tejido conjuntivo ^e	Sabor ^f	Apetencia ^f general
GM	OX	13	6.1 ^g	3.1 ^g	3.2 ^g	4.5 ^g	3.5 ^g
GM	IX	13	4.7 ^h	4.0 ^g	4.0 ^g	4.3 ^g	4.0 ^g
GM	2X	12	4.8 ^h	4.0 ^g	3.8 ^g	4.2 ^g	3.9 ^g
SM	OX	11	5.5 ^g	3.0 ^g	3.0 ^g	4.4 ^g	3.3 ^g
SM	IX	14	4.2 ^h	4.1 ^g	4.1 ^g	4.5 ^g	4.0 ^g
SM	2X	12	4.4 ^h	3.8 ^g	3.5 ^g	4.0 ^g	3.5 ^g
BF	OX	13	5.4 ^g	3.1 ^g	3.0 ^g	4.3 ^g	3.3 ^g
BF	IX	13	4.0 ^h	3.0 ^g	2.7 ^g	3.8 ^g	3.0 ^g
BF	2X	14	4.6 ^{gh}	3.4 ^g	2.8 ^g	4.0 ^g	3.4 ^g
LDL	OX	9	5.2 ^g	2.5 ^g	2.8 ^g	4.3 ^g	3.1 ^g
LDL	IX	11	4.3 ^g	3.4 ^h	3.3 ^{gh}	4.1 ^g	3.5 ^{gh}
LDL	2X	7	4.3 ^g	4.2 ^h	4.0 ^h	4.2 ^g	4.2 ^h
LDT	OX	11	4.8 ^g	2.9 ^g	2.8 ^g	4.1 ^g	3.0 ^g
LDT	IX	11	4.1 ^g	3.0 ^g	3.0 ^g	4.0 ^g	3.3 ^g
LDT	2X	8	4.0 ^g	3.0 ^g	3.1 ^g	4.2 ^g	3.3 ^g

^aGM = *Gluteus medius*; SM = *Semimembranosus*; BF = *Biceps femoris*; LDL = *Longissimus dorsi*, porción lumbar; LDT = *Longissimus dorsi*, porción torácica.

^bOX = No ablandado, IX = pasado una vez por la máquina ablandadora; 2X = pasado dos veces por la máquina ablandadora.

^cPromedios basados en una escala de 8 puntos (1 = extremadamente seco; 8 = extremadamente jugoso).

^dPromedios basados en una escala de 8 puntos (1 = extremadamente duro; 8 = extremadamente tierno).

^ePromedios basados en una escala de 8 puntos (1 = abundante; 8 = ninguna).

^fPromedios basados en una escala de 8 puntos (1 = extremadamente desagradable; 8 = extremadamente gustoso).

^{g,h}Promedios de una misma columna y para la misma comparación con letras distintas son significativamente diferentes ($P < 0,05$).

n = número de observaciones.

El principio del proceso Jaccard (13) contiene la afirmación de que las múltiples incisiones hechas durante el procesamiento no destruyen la estructura de la carne y así se mantienen los jugos naturales de la carne. Sin embargo, la pérdida de humedad en piezas de carne sujetas al ablandamiento mecánico puede ser factible, al menos teóricamente. La mayor parte del agua en el músculo está presente en la forma de moléculas libres dentro de la fibra y entre las estructuras del tejido conjuntivo (24). Grau (10) y Hamm (11) indican que las moléculas de agua que están firmemente unidas pueden ser liberadas al ejercerse presiones relativamente leves. La presión ejercida (125 psi) sobre piezas cárnicas deshuesadas mientras las lancetas penetran y desgarran fibras musculares durante el pasaje a través de la máquina, puede inducir a un desarreglo de la estructura física de la carne y a la pérdida consiguiente de su capacidad de retención de agua. Existen evidencias acerca de mayores pérdidas por exudación en carnes ablandadas mecánicamente (7). Tatum *et al* (23) en cambio, no reporta ninguna diferencia debida al tratamiento, en pérdidas por exudación en carne de vacas, aunque se registraron mayores pérdidas de peso al descongelar la carne de vacas que la de toros. Por su parte Davis *et al* (5) sugirió que el mayor por-

centaje de pérdidas, observada al cocinarse carne ablandada de res, podría ser debido a pérdidas de humedad a través de los orificios dejados por las lancetas.

Normalmente existe una relación inversa entre las pérdidas por el cocinado y la evaluación sensorial de la jugosidad. Si esto es así, podría considerarse como real la tendencia observada en algunos músculos (GM, BF y LDT) de incrementarse las pérdidas por el asado con el ablandamiento mecánico. Pérdidas de la jugosidad con el proceso también han sido reportadas por Savell *et al* (18) y Petersohn *et al* (16) y sugeridas por Bowling *et al* (2). Los valores Warner - Bratzler (WB) de resistencia al corte (Kg) se presentan en la Tabla 1. El ablandamiento mecánico (IX ó 2X) de músculos GM resultó en menores valores de resistencia al corte ($P < 0,05$). Una respuesta altamente significativa ($P < 0,01$) al ablandamiento se obtuvo cuando músculos LDL se pasaron dos veces por la máquina. La reducción en valores WB para muestras ablandadas de los músculos SM, BF y LDT no fue significativa ($P > 0,05$). En investigaciones previas el ablandamiento por lancetas ha probado su efectividad al reducir valores WB (7, 8, 9, 18, 20) y este efecto es generalmente mejorado cuando sucede la repetición de los pases (2, 18, 20).

De acuerdo con Ramsbottom *et al* (17) los músculos *gluteus medius* y *longissimus dorsi* pertenecen al grupo de músculos "tiernos", mientras que el *biceps femoris* y *semimembranosus* pertenecen a las categorías de "Terneza intermedia" y "Levemente duros"; respectivamente. De acuerdo a los resultados obtenidos los porcentajes de incremento en terneza van desde 16.0 a 35.3 por ciento para músculos LD y GM y desde 1.0 a 18.2 por ciento para músculos SM y BF lo cual indica que una mayor respuesta al ablandamiento mecánico, dada por la reducción en valores WB, fue observada en los músculos del grupo considerados como "tiernos". Los resultados de la evaluación subjetiva de la terneza se presentan en la Tabla 2. El análisis de los datos reveló que los degustadores solo fueron capaces de detectar diferencia significativa ($P < 0,05$) en el caso del músculo LDL, el cual mejoró su terneza en 36 por ciento (IX) y 68 por ciento (2X) al ser ablandado mecánicamente. En los otros músculos se observa la tendencia a elevarse ligeramente las puntuaciones con el proceso, pero cabe señalar que en ningún caso éstas llegan a un nivel de aceptabilidad para el degustador. En la investigación de Tatum *et al* (23) los bistecs de toros y vacas procesadas mecánicamente obtuvieron en general mejores promedios en terneza que los testigos, pero la descripción de las puntuaciones asignadas, correspondían a un rango considerado como inaceptable, aún después del proceso. Las puntuaciones para la apreciación de la cantidad de tejido conjuntivo se presentan en la Tabla 2. Con excepción del LDL, el ablandamiento mecánico no afectó significativamente las puntuaciones dadas a los diferentes músculos para la cantidad de tejido conjuntivo. Al músculo LDL se le detectó una menor cantidad ($P < 0,01$) de tejido conjuntivo cuando se sometió al ablandamiento doble (2X). En investigaciones previas se ha demostrado el uso del ablandamiento mecánico por lancetas para reducir la cantidad detectable de tejido conjuntivo (2, 18, 23).

Las puntuaciones para el sabor se muestran en la Tabla 2. No se observó ningún efecto significativo ($P > 0,05$) del ablandamiento mecánico sobre el sabor de la carne de vacas y las puntuaciones permanecieron en un nivel descrito como "Levemente indeseable". La mayoría de las investigaciones realizadas indican que no hay diferencia significativa en el sabor de la carne ablandada mecánicamente (2, 5, 16), a pesar de que se ha señalado (14) que la carne ablandada mecánicamente posee un mejor sabor. El efecto del ablandamiento mecánico sobre la apetencia general de los diferentes músculos se observa en la Tabla 2. El proceso solo mejoró ($P < 0,05$) la apetencia general del músculo LDL cuando éste no fue pasado por la máquina dos veces (2X). La apetencia general de los otros músculos no fue alterada con el lanceteado ($P > 0,05$). Bowling *et al* (2) reportó que el ablandamiento mecánico no bajó las

puntuaciones dadas a la satisfacción general percibida al degustar la carne de ovinos y caprinos y por otra parte, Petersohn *et al* (16) informa que el proceso mejora la aceptabilidad de carne clasificada como de baja calidad.

CONCLUSIONES

El ablandamiento mecánico no afectó significativamente las mermas por el asado o el tiempo necesario para alcanzar la temperatura interna final de 75°C en los bistecs. Sin embargo el proceso intensificó el grado final del asado de los músculos GM (IX) y SM (2X).

El pasaje de los músculos GM (IX) y LDL (2X) por la máquina se tradujo en la disminución de la fuerza requerida para escindir bocados cilíndricos de 1.27 cm de diámetro. Sin embargo la degustación de las muestras indicó que el LDL fue el único muslo favorecido por el proceso en su terneza, cantidad de tejido conjuntivo y aptencia general sin que se afectaran su sabor y jugosidad. No obstante, las puntuaciones organolépticas permanecieron en un rango considerado como inaceptable por los degustadores, lo cual desfavorece la utilización de la carne ablandada de vaca para el consumo directo.

LITERATURA CITADA

1. BERRY, B.W., SMITH, G.C. & CARPENTER, Z.L. Beef carcass maturity indicators and palatability attributes. *Journal of Animal Science*. 38: 507-514. 1974.
2. BOWLING, R.A., SMITH, G.C., CARPENTER, Z.L., MARSHALL, W.H. & SHELTON, M. Blade tenderization of wholesale cuts from ram lambs and kid goats. *Journal of Animal Science*. 43: 122-130. 1976.
3. BRATZLER, L.J. Palatability factors and evaluation. En "The Science of Meat and Meat Products". 2nd ed. W. H. Freeman and Co., San Francisco, California. 1970.
4. BREIDENSTEIN, B.B., COOPER, C.C., CASSENS, R.G., EVANS, G. & BRAY, R.W. Influence of marbling and maturity on the palatability of beef muscle. I. chemical and organoleptic considerations. *Journal of Animal Science*. 27: 1532. 1968.
5. DAVIS, K.A., HUFFMAN, D.L. & CORDREY, J.C. Effect of post-mortem treatments on quality of forage fed beef. *Journal of Animal Science*. 40: 167. 1975.
6. FIELDS, P.A., CARPENTER, Z.L. & SMITH, G.C. Effects of elevated temperature conditioning on youthful and mature beef carcasses. *Journal of Animal Science*. 42: 72-83. 1976.
7. GLOVER, E.E., FORREST, J.C., JOHNSON, H.R., BRAMBLETT, V.D. & JUDGE, M.D. Palatability and cooking characteristics of mechanically tenderized beef. *Journal of Food Science*. 42: 871-874. 1977.
8. GOLDNER, W.J. & MANDIGO, R.W. The effects of mechanical tenderization and press/cleave portioning on boneless pork loins. *Journal of Animal Science*. 39: 971. 1974.
9. GOLDNER, W.J., MANDIGO, R.W. & SCHWARTZ, W.C. The effect of mechanical tenderization of fresh and tempered boneless pork loins. *Journal of Animal Science*. 39: 169. 1974.
10. GRAU, R. Composición química de la carne. En "Carne y productos cárnicos", 1a. ed. Editorial Acribia. Zaragoza, España. 1965.
11. HAMM, R. Water-holding capacity of meat. En "Meat" 1st. ed. Butterworth and Co., Great Britain. 1975.
12. HOSTETLER, R.L., LANDMAN, W.A., LINK, B.A. & FITZHUGH, H.A. Jr. Influence of carcass position during rigor mortis on tenderness of beef muscles. *Journal of Animal Science*. 31: 47-50. 1970.
13. KARMAS, E. Fresh meat technology. *Food Technology Review* N° 23, Noyes Data Corp. Park Ridge, New Jersey. 1975.
14. MILLER, S.G. Mechanical tenderization of meat in the HRI trade. Trabajo presentado en la 28th Reciprocal Meat Conference. Columbia, Missouri. 1975.

15. McKINNON, T.Q. Fast foods. Reciprocal Meat Conference. Memoria. 27: 384-392. 1974
16. PETERSOHN, R.A., TOPEL, D.G., WALKER, H.W. & KRAFT, A.A. Storage stability and palatability of mechanically tenderized beef. *Journal of Animal Science*. 42: 1345. 1976.
17. RAMSBOTTOM, J.M., STRANDINE, E.J. & KOONZ, C.H. Comparative tenderness of representative beef muscles. *Food Research*. 10: 497. 1945.
18. SAVELL, J.W., SMITH, G.C. & CARPENTER, Z.L. Blade tenderization of four muscles from three weight-grade groups of beef. *Journal of food Science*. 42: 866-870. 1977.
19. SCHWARTZ, W.C. & MANDIGO, R.W. Effect of conveyor speed on mechanical tenderization of beef inside rounds. *Journal of Animal Science*, 44: 581-584. 1977.
20. SEIDEMAN, S.C., SMITH, G.C., CARPENTER, Z.L. & MARSHALL, W.H. Mechanical tenderization of beef psoas major semitendinosus muscles. *Journal of food Science*. 42: 1510-1512. 1977.
21. SMITH, G.C., WEST, R.L., REA, R.H. & CARPENTER, Z.L. Increasing the tenderness of bullock beef by use of antemortem enzyme injection. *Journal of food Science*. 38: 182-183. 1973.
22. STEEL, R.G.D. & TORRIE, J.H. Principles and procedures of statistics. McGraw-Hill, New York. 1960.
23. TATUM, J.D., CARPENTER, Z.L. & SMITH, G.C. Blade-tenderization of four muscles from cow and bull carcasses. *Journal of Animal Science*. 43: 247. 1976.
24. WISMER-PEDERSEN, J. WATER. En "The Science of Meat and Meat Products". 2nd ed. W.H. Freeman and Co., San Francisco, Cal. 1970.

puntuaciones dadas a la satisfacción general percibida al degustar la carne de ovinos y caprinos y por otra parte, Petersohn *et al* (16) informa que el proceso mejora la aceptabilidad de carne clasificada como de baja calidad.

CONCLUSIONES

El ablandamiento mecánico no afectó significativamente las mermas por el asado o el tiempo necesario para alcanzar la temperatura interna final de 75°C en los bistecs. Sin embargo el proceso intensificó el grado final del asado de los músculos GM (IX) y SM (2X).

El pasaje de los músculos GM (IX) y LDL (2X) por la máquina se tradujo en la disminución de la fuerza requerida para escindir bocados cilíndricos de 1.27 cm de diámetro. Sin embargo la degustación de las muestras indicó que el LDL fue el único muslo favorecido por el proceso en su terneza, cantidad de tejido conjuntivo y apetencia general sin que se afectaran su sabor y jugosidad. No obstante, las puntuaciones organolépticas permanecieron en un rango considerado como inaceptable por los degustadores, lo cual desfavorece la utilización de la carne ablandada de vaca para el consumo directo.

LITERATURA CITADA

1. BERRY, B.W., SMITH, G.C. & CARPENTER, Z.L. Beef carcass maturity indicators and palatability attributes. *Journal of Animal Science*. 38: 507-514. 1974.
2. BOWLING, R.A., SMITH, G.C., CARPENTER, Z.L., MARSHALL, W.H. & SHELTON, M. Blade tenderization of wholesale cuts from ram lambs and kid goats. *Journal of Animal Science*. 43: 122-130. 1976.
3. BRATZLER, L.J. Palatability factors and evaluation. En "The Science of Meat and Meat Products". 2nd ed. W. H. Freeman and Co., San Francisco, California. 1970.
4. BREIDENSTEIN, B.B., COOPER, C.C., CASSENS, R.G., EVANS, G. & BRAY, R.W. Influence of marbling and maturity on the palatability of beef muscle. I. chemical and organoleptic considerations. *Journal of Animal Science*. 27: 1532. 1968.
5. DAVIS, K.A., HUFFMAN, D.L. & CORDREY, J.C. Effect of post-mortem treatments on quality of forage fed beef. *Journal of Animal Science*. 40: 167. 1975.
6. FIELDS, P.A., CARPENTER, Z.L. & SMITH, G.C. Effects of elevated temperature conditioning on youthful and mature beef carcasses. *Journal of Animal Science*. 42: 72-83. 1976.
7. GLOVER, E.E., FORREST, J.C., JOHNSON, H.R., BRAMBLETT, V.D. & JUDGE, M.D. Palatability and cooking characteristics of mechanically tenderized beef. *Journal of Food Science*. 42: 871-874. 1977.
8. GOLDNER, W.J. & MANDIGO, R.W. The effects of mechanical tenderization and press/cleave portioning on boneless pork loins. *Journal of Animal Science*. 39: 971. 1974.
9. GOLDNER, W.J., MANDIGO, R.W. & SCHWARTZ, W.C. The effect of mechanical tenderization of fresh and tempered boneless pork loins. *Journal of Animal Science*. 39: 169. 1974.
10. GRAU, R. Composición química de la carne. En "Carne y productos cárnicos", 1a. ed. Editorial Acribia. Zaragoza, España. 1965.
11. HAMM, R. Water-holding capacity of meat. En "Meat" 1st. ed. Butterworth and Co., Great Britain. 1975.
12. HOSTETLER, R.L., LANDMAN, W.A., LINK, B.A. & FITZHUGH, H.A. Jr. Influence of carcass position during rigor mortis on tenderness of beef muscles. *Journal of Animal Science*. 31: 47-50. 1970.
13. KARMAS, E. Fresh meat technology. *Food Technology Review* N° 23, Noyes Data Corp. Park Ridge, New Jersey. 1975.
14. MILLER, S.G. Mechanical tenderization of meat in the HRI trade. Trabajo presentado en la 28th Reciprocal Meat Conference. Columbia, Missouri. 1975.

15. MCKINNON, T.Q. *Fast foods. Reciprocal Meat Conference. Memoria.* 27: 384-392. 1974
16. PETERSOHN, R.A., TOPEL, D.G., WALKER, H.W. & KRAFT, A.A. *Storage stability and palatability of mechanically tenderized beef. Journal of Animal Science.* 42: 1345. 1976.
17. RAMSBOTTOM, J.M., STRANDINE, E.J. & KOONZ, C.H. *Comparative tenderness of representative beef muscles. Food Research.* 10: 497. 1945.
18. SAVELL, J.W., SMITH, G.C. & CARPENTER, Z.L. *Blade tenderization of four muscles from three weight-grade groups of beef. Journal of food Science.* 42: 866-870. 1977.
19. SCHWARTZ, W.C. & MANDIGO, R.W. *Effect of conveyor speed on mechanical tenderization of beef inside rounds. Journal of Animal Science.* 44: 581-584. 1977.
20. SEIDEMAN, S.C., SMITH, G.C., CARPENTER, Z.L. & MARSHALL, W.H. *Mechanical tenderization of beef psoas major semitendinosus muscles. Journal of food Science.* 42: 1510-1512. 1977.
21. SMITH, G.C., WEST, R.L., REA, R.H. & CARPENTER, Z.L. *Increasing the tenderness of bullock beef by use of antemortem enzyme injection. Journal of food Science.* 38: 182-183. 1973.
22. STEEL, R.G.D. & TORRIE, J.H. *Principles and procedures of statistics. McGraw-Hill, New York.* 1960.
23. TATUM, J.D., CARPENTER, Z.L. & SMITH, G.C. *Blade-tenderization of four muscles from cow and bull carcasses. Journal of Animal Science.* 43: 247. 1976.
24. WISMER-PEDERSEN, J. WATER. En *"The Science of Meat and Meat Products"*. 2nd ed. W.H. Freeman and Co., San Francisco, Cal. 1970.