

COMUNICACIÓN CORTA

MADURACIÓN DEL SOLOMO (*Biceps femoris*) EN VACAS DE DESCARTE *Bos indicus* Y *Bos taurus*¹

Roger Alonso Cubero-Rojas², Eliana Mora-Peraza³, Rodolfo WingChing-Jones², Sandra Calderón-Villaplana³

RESUMEN

Maduración del solomo (*Biceps femoris*) en vacas de descarte *Bos indicus* y *Bos taurus*. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la maduración sobre la terneza del músculo *Biceps femoris* en vacas de descarte *Bos indicus* y *Bos taurus*. En la planta procesadora de Montecillos R.L., ubicada en Alajuela, se realizó la escogencia y sacrificio de los animales, la maduración y empaque al vacío de la carne. La cocción, determinación de la terneza y evaluación sensorial se llevó a cabo a los 0, 14 y 28 días de maduración, en el Laboratorio de Análisis Sensorial del Centro de Investigaciones en Tecnología de Alimentos de la Universidad de Costa Rica, ubicado en San Pedro de Montes de Oca, San José, en julio del año 2011. De acuerdo con la evaluación instrumental, la especie y la cronometría dental no fueron factores significativos en la determinación de la terneza de la carne, mientras que el tiempo de maduración sí mostró cambios altamente significativos ($p > 0,001$) sobre el mismo parámetro. Los mejores resultados se obtuvieron a los 28 días, donde *B. indicus* mostró 3,78 kg de fuerza al corte, mientras que para *B. taurus* se obtuvo 3,88 kg. En la evaluación sensorial, los animales *B. indicus* se calificaron como más jugosos ($p = 0,016$) y con mejor sabor ($p < 0,001$). Se determinó una relación inversa entre sabor y tiempo de maduración, lo cual indicó que a mayor tiempo de maduración el sabor de la carne se volvió menos agradable al paladar.

Palabras claves: maduración de la carne, suavidad de la carne, industrialización de la carne.

ABSTRACT

Maturation of *Biceps femoris* in cull cows *Bos taurus* and *Bos indicus*. The objective of this study was to evaluate the effect of maturation on the *Biceps femoris* muscle tenderness in *Bos indicus* and *Bos taurus* cull cows. The selection and harvesting of animals, the maturation and packaging procedures were performed at Montecillos R.L. slaughterhouse, located in Alajuela. The cooking, tenderness and sensory evaluations was carried out at 0, 14 and 28 days of ripening, in the Sensory Analysis Laboratory Research Center for Food Technology (CITA) of the University of Costa Rica, located in San Pedro de Montes de Oca, San José, in July 2011. According to the instrumental assessment, species and dental chomometry were not significant factors in determining the tenderness of the meat, while maturation time showed highly significant changes ($p > 0,001$) over the same parameter. The best maturation times were obtained at day 28; the cutting force was 3.78 in *B. indicus* and whereas *B. taurus* 3.88 kg was found. In the sensory evaluation, the animals *B. indicus* were rated juicier ($p > 0.016$) and better tasting ($p > 0.001$) rated *B. indicus* animals as juicier ($p = 0.016$) and better tasting ($p < 0.001$). An inverse relationship between taste and ripening time, which indicated that the longer the ripening flavor of the meat became less palatable.

Keywords: beef maturation, beef tenderness, beef industrialization.

¹ Recibido: 13 de febrero, 2012. Aceptado: 28 de octubre, 2013. Parte de la tesis de grado del primer autor en Ingeniería Agronómica. Escuela de Zootecnia. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.

² Escuela de Zootecnia. Centro de Investigación en Nutrición Animal (CINA). Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. cactuscubero@yahoo.com, rodolfo.wingching@ucr.ac.cr (autor para correspondencia).

³ Centro Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos (CITA). Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. eliana.mora@ucr.ac.cr, sandra.calderon@ucr.ac.cr



INTRODUCCIÓN

En Costa Rica, Feoli (2002) clasifica la canal deshuesada de bovinos en cortes finos (lomito, lomo, lomo de aguja y cola de lomo), posta de primera (vuelta de lomo, mano de piedra, posta de cuarto, bolita, solomo y punta de solomo), cortes de segunda (posta de paleta, cabeza de cecina, cacho de paleta, cacho de vuelta de lomo, cecina, lomo entraña, lomo de paleta, lomo de pescuezo, pecho y quititeña), cortes calidad industrial (BCH) (campana, candados, degolladura, gallinilla, giba, ratones, pescuezo, costillar) y otros (rabo, hueso, sebo). En este sentido, el solomo (*Biceps femoris*) se ha clasificado como un corte duro (Filho *et al.* 2005), por lo que su comercialización se ve limitada, siendo utilizada principalmente como carne molida o carne industrial (BCH); pese a que es un corte de gran tamaño y de buen sabor (Carmack *et al.* 1992). Su peso representa el 5,17% del peso de la canal, por lo que trabajar en un método que mejore su terneza y propiedades sensoriales puede aumentar las formas de comercialización de este corte (Chacón 2000).

Desde la década de los setenta, el comportamiento en la población bovina en Costa Rica presenta una tendencia cuadrática (CORFOGA y MAG 2001), producto a una serie de estímulos otorgados por el gobierno en esa década (García 1991) y a una reducción del hato a partir del censo de 1988, debido a una disminución de hembras reproductoras y a los bajos índices productivos y reproductivos por sistema (CORFOGA y MAG 2001). Debido a lo anterior, es preocupante que el 53,68% de 9896 animales sacrificados corresponden a hembras (Delgado y Martínez 2008), de ese total, el 42,14% presentan fenotipo *Bos indicus*, el 31,93% *Bos taurus* y el restante son cruces entre ambos fenotipos, en diferentes proporciones. Estos animales suelen presentar una cronometría dental entre seis y ocho dientes, lo que sugiere que son animales de descarte que han cumplido su ciclo reproductivo (Sainz y Araujo 2001); esta característica indica que la carne de estos animales es más dura, ya que la edad influye sobre ese parámetro.

La valoración de la terneza por el consumidor, se basa en tres componentes, el primero relacionado con la facilidad con que los dientes penetran dentro de la carne cuando comienza la masticación, el segundo se asocia con la menor o mayor dificultad de romper

la carne en fragmentos y el tercero a la cantidad de residuos que quedan después de masticarla (Santrich 2006).

La terneza es afectada ante *mortem* por la edad (Canacho 2008), la raza (Arce 2006), el sexo (Rodríguez 2009), el estrés (Hargreaves *et al.* 2004) y la alimentación (Gigena 2008). En general, las características sensoriales de la carne, pueden verse afectadas por los cambios que ocurren durante la conversión de músculo a carne; en donde, el animal hace ajustes fisiológicos en la frecuencia cardíaca, tasa de respiración, temperatura corporal y presión sanguínea cuando esta expuesto a condiciones adversas como temperaturas extremas, humedad, luz, sonidos y espacios no familiares, lo que genera cambios en los metabolitos del músculo que a su vez, son responsables de las características finales de la carne. La naturaleza de estos cambios depende de la duración y severidad del estrés, así como de la resistencia al estrés propia del animal, antes de su muerte (Aberle *et al.* 2001).

En etapas *post mortem* la terneza de la carne se ve afectada por procesos como el oreo de las canales, la estimulación eléctrica (Moreno 2006), el colgado horizontal (Huerta 2002), el uso de cloruro de calcio (Chacón 2000), el ablandamiento mecánico (García *et al.* 2004), la inmersión de la carne en soluciones salinas o ácidas, el uso de enzimas proteolíticas (Acuña 2003) y la maduración. Por último, el manejo que se le da a los diferentes cortes de carne durante la cocción, permite mantener o reducir los atributos cárnicos (Monteiro 2002).

En Costa Rica, se define como carne madura, la que ha sufrido un proceso enzimático natural que busca incrementar la suavidad de la carne fresca, modifica el sabor y cuyo efecto depende del tiempo, la temperatura y el método de almacenamiento (Presidente de la República y Ministro de Economía, Industria y Comercio 2007). La investigación en maduración de cortes de carne en Costa Rica es escasa, máxime en animales hembras de descarte en donde la canal es mal valorada, debido a su edad, conformación muscular, grasa de cobertura y peso; lo que podría afectar el precio pagado al productor. En vista a lo anterior, el objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la maduración sobre la terneza del músculo *Biceps femoris* en vacas de descarte *Bos indicus* y *Bos taurus*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del proyecto. La escogencia y sacrificio de los animales, y los procedimientos de maduración y empaque al vacío se realizaron en la planta procesadora de Montecillos R.L., ubicada en Alajuela. La cocción, determinación de la terneza y evaluación sensorial se realizó en el Laboratorio de Análisis Sensorial del Centro de Investigaciones en Tecnología de Alimentos (CITA) de la Universidad de Costa Rica, ubicado en la ciudad universitaria Rodrigo Facio, San Pedro, San José, en julio del año 2011.

Evaluación preliminar de la fuerza de corte a lo largo del solomo. Para determinar, la existencia de diferencias en la suavidad del solomo según la parte a analizar, se tomó de la línea de deshuese dos piezas al azar, se empacaron al vacío, se congelaron y se dividieron en porciones de 2,54 cm de ancho con ayuda de una sierra cinta. Cada bistec se identificó según la posición en el solomo (frontal, medio o distal). Estos se cocinaron de acuerdo con la metodología propuesta por AMSA (1995); posterior a la cocción, a cada bistec se le midió la fuerza de corte en seis sitios diferentes libres de grasa y tejido conectivo.

Material experimental utilizado. Se seleccionaron e identificaron al azar, 30 hembras de desecho, 15 de origen cebuino (*B. indicus*) y 15 con características lecheras (*B. taurus*). Una vez identificados los animales en la planta de proceso, con la ayuda del Departamento de Servicio al Productor, se recolectó información del origen de los animales y cronometría. De estos, se utilizó el músculo denominado solomo (*Biceps femoris*).

Evaluación instrumental y sensorial. Del área de deshuese se recolectaron 36 solomos provenientes de los animales seleccionados. Cada pieza, se dividió en tres partes iguales y se empacaron al vacío a una presión de 3 mm bares por 15 segundos, en una bolsa de empaque de polietileno termo ajustable. De forma aleatoria, se seleccionó la carne, un tercio se congeló a -24°C, proceso equivalente al solomo fresco o sin proceso de maduración, un segundo tercio se mantuvo por 14 días a 4°C (proceso de maduración) y al último tercio, se le aplicó un período de maduración de 28 días, a la misma temperatura.

En la evaluación instrumental, se utilizaron 30 piezas de carne para cada tratamiento, 15 de animales *B. taurus* y 15 de *B. indicus*. En cambio, en la

evaluación sensorial, se utilizaron seis de los solomos, de los cuales habían tres de cada fenotipo.

a. Medición de la fuerza de corte. Una vez finalizado el período de maduración, la carne fue congelada a -24°C, con el objetivo de detener el proceso enzimático proteolítico. Cada pieza se colocó en cajas de cartón para trasladarlas a la planta piloto del CITA, en donde, se procedieron a cortar los tercios del solomo en porciones de 2,54 cm de ancho (corte transversal), para lo cual se utilizó una sierra de cinta. Una vez obtenidos los bistecs se empacaron en bolsas con cierre hermético y descongelaron en una cámara de refrigeración, a una temperatura de 6°C por 24 horas.

Descongelados los bistec se procedió a la cocción, para la cual se utilizó el procedimiento que propone la AMSA (1995), donde el horno utilizado se trabajó en modo "Broil" con un rango de temperatura entre 190 a 232°C. En el caso de la parrilla del horno, esta se usó a 15,8 cm por encima de la resistencia. A cada bistec se le colocó una termocupla (Sper Scientific 800 043) en el centro de la muestra, tanto de ancho como del largo, la cual estaba conectada a un termómetro multicanal que controló la temperatura interna de cada bistec hasta un máximo de 71°C, temperatura a la cual se finalizó la cocción, con aplicación de un volteo a los 35,5°C.

Una vez finalizada la cocción, los bistecs se sacaron del horno y se enfriaron a temperatura ambiente por una hora, antes de realizar las pruebas de corte. Para la determinación de la fuerza de corte, se emplearon cilindros de 0,5 pulgadas de diámetro (1,27 cm) y un texturómetro marca Instron modelo 1000 con una cuchilla Warner Bratzler, en modo Peak, con una velocidad del cabezal de 50 mm/min, una celda de 50 kg y un rango de 20 kg. A cada porción, se le realizó un total de seis muestreos distribuidos en los extremos y el centro del bistec, se evitó hacer lecturas en porciones con presencia de tejido conectivo, nervios y grasa.

b. Evaluación sensorial. Se realizó una prueba de tipo descriptiva. Para tal fin se utilizó la metodología descrita anteriormente para la cocción de la carne. Cuando los bistecs llegaron a la temperatura interna de 71°C, se obtuvieron cubos de carne de 1,5 cm de diámetro por el ancho del bistec (2,54 cm), con un peso promedio de 6 g cada cubo, siempre libres de tejido conectivo, grasa y orillas cocinadas, con la intención de obtener áreas lo más uniforme posible de carne. Una vez cortadas las muestras, se identificaron según el

tratamiento y se colocaron en recipientes con tapa, que a su vez se ubicaron en recipientes de vidrio con tapa.

Para las determinaciones sensoriales se trabajó con un panel de veinte jueces entrenados por el Laboratorio de Análisis Sensorial del CITA en evaluación sensorial de alimentos. El grupo de panelistas estuvo integrado por 65% mujeres y 35% hombres. A cada panelista se le colocó tres frascos en un recipiente térmico, donde cada frasco contenía dos muestras de un mismo tratamiento. En el centro del recipiente, se colocó el tratamiento control, el cuál contenía cubos de solomo con 0 días de maduración, en el caso de los otros dos espacios, se colocaron las muestras con 14 y 28 días de maduración de forma aleatoria, identificadas por un número al azar de tres dígitos.

Se evaluó jugosidad, terneza de la carne y sabor mediante una escala de 10 cm que va de 0 a 100 puntos (10 puntos por centímetro), anclada en los extremos de acuerdo a cada característica evaluada. Antes de iniciar la prueba sensorial, a cada juez se le calentó las muestras en el momento de la evaluación, por ocho segundos a una potencia equivalente al 80% del microondas de forma que alcanzara, una temperatura de 40°C; esta se corroboró con un termómetro infrarrojo Sper scientific 800 043. Por último, en los cubículos de degustación se usó luz blanca.

Diseño experimental y Análisis de la información. En el caso de la medición instrumental, se utilizó un diseño de bloques al azar completo con medidas repetidas por animal en el cual el efecto del bloque fue la especie del animal (*B. indicus* contra *B. taurus*), y el tratamiento fue el tiempo de maduración. La información recopilada se evaluó utilizando el programa SAS® (2003) mediante un modelo estadístico que incluyó las variables: especie, tiempo de maduración, interacción especie*tiempo, maduración y el efecto lineal de la cronometría dentaria como covariable. La unidad experimental fue el solomo de cada animal. Por tratarse de medidas repetidas en el tiempo, el modelo incluyó dos errores (Error A y Error B) (Cuadro 1). Cuando se obtuvieron diferencias significativas, estas se compararon mediante la prueba de Duncan ($p \leq 0,05$).

En las mediciones sensoriales la información se analizó con estadística descriptiva, realizada mediante el programa SPSS® (2003); se evaluaron los parámetros especie, tiempo de maduración y la interacción especie*tiempo de maduración de las dos especies por separado. Para tal fin, se empleó un

Cuadro 1. Desglose del modelo ANOVA, por fuente de variación con su número correspondiente de grados de libertad. San Pedro, San José, Costa Rica. 2011.

Fuente de variación	Grados de libertad
Especie	1
Error A: animal (especie)	28
Tiempo de maduración	2
Especie x tiempo	2
Cronometría dental	1
Error B: error experimental	55
Total	89

análisis de varianza de medidas repetidas en el tiempo de maduración, seguido de una prueba post hoc LSD ($\alpha=0,05$)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Comparación entre dos especies del género *Bos*. Los animales *B. taurus* y *B. indicus* contaron con una cronometría dental de ocho dientes, lo cual indica, que son animales entre 52 y 60 meses de edad en el caso de *B. indicus* y entre 36 y 56 meses de edad en *B. taurus* (Sainz y Araujo 2001), datos que concuerdan con lo informado por CORFOGA (2010), donde el 54% de los sacrificios de hembras evaluados presentó ocho dientes.

Medición preliminar de la fuerza de corte en el solomo. El valor promedio obtenido para este parámetro fue de $5,46 \pm 0,82$ kg, con un rango entre 4,24 a 7,07 kg, lo que indica que la fuerza de corte aplicada, necesaria en este músculo, no difiere de forma significativa según la posición donde se realice la lectura ($p > 0,05$) (Cuadro 2). Los resultados determinados en esta investigación, presentan similitud con lo informado por Chacón (2000) y Arce (2006), quienes no encontraron diferencias significativas en la lectura de fuerza de corte a lo largo de la pieza de solomo.

Medición de la fuerza de corte en el solomo de animales de dos de las especies del género *Bos*. Los resultados obtenidos mostraron que la especie ($p=0,1523$) y la cronometría dental ($p=0,3940$) del animal, no fueron factores que generaron diferencias

Cuadro 2. Medición preliminar de la fuera de corte en el solomo según la posición de la lectura en vacas de descarte. San Pedro, San José, Costa Rica. 2011.

Posición	Observación	Solomo 1 (kg)	Solomo 2 (kg)	
Frontal	1	4,49	5,36	
	2	5,91	3,99	
	3	5,41	6,56	
	4	4,50	6,72	
	Promedio	5,08	5,66	
	Desviación estándar	0,70	1,27	
	Valor máximo	5,91	6,72	
	Valor mínimo	4,49	3,99	
	Media	1	6,21	5,80
		2	4,67	7,43
3		6,71	4,71	
4		5,06	6,02	
Promedio		5,66	5,99	
Desviación estándar		0,96	1,12	
Valor máximo		6,71	7,43	
Valor mínimo		4,67	4,71	
Distal		1	4,58	6,15
		2	5,22	5,50
	3	3,95	5,75	
	4	-	5,78	
	Promedio	4,58	5,80	
	Desviación estándar	0,64	0,27	
	Valor máximo	5,22	6,15	
	Valor mínimo	3,95	5,50	

significativas en la resistencia al corte del músculo *Biceps femoris* (Cuadro 3). Sin embargo, el tiempo de maduración (0, 14 y 28 días) resultó altamente significativo ($p < 0,0001$), lo que indica que en ambas especies, este proceso, mejoró la suavidad de la carne (Cuadro 3). La mejora en suavidad indica que las fibras del colágeno del músculo se hincharon, lo que propicia la ruptura de los enlaces cruzados, existentes entre las cadenas polipéptidas (Lawrie 1977).

Cuadro 3. Fuerza de corte promedio según especie y tiempo de maduración para el músculo *Biceps femoris* en vacas de descarte. San Pedro, San José, Costa Rica. 2011.

Especie	Tratamiento (kg)			
	0 días	14 días	28 días	Promedio
<i>Bos indicus</i>	5,60	5,05	3,78	4,81
<i>Bos taurus</i>	5,58	4,28	3,88	4,56
Promedio	5,59 a*	4,66 b	3,83 c	4,70

Letras diferentes son altamente significativas ($p < 0,05$).

Para la interacción especie*tiempo, se obtuvo una tendencia ($p = 0,0572$) a disminuir la fuerza necesaria para cortar el solomo, en donde, la especie *B. taurus*, alcanza a los 14 días de maduración, una mejora en la suavidad del corte, mientras que, la especie *B. indicus*, requiere del doble de tiempo para que se genere ese cambio. Tal comportamiento, podría estar explicado, por la relación calpastatfina/calpaína, presente en los animales *B. indicus*; esta especie posee una mayor cantidad de calpastatfina, enzima inhibitoria de la calpaína, la cual se encarga del proceso proteolítico enzimático de la terneza de la carne *post mortem*, razón por la cual, la calidad de esta carne, en términos de suavidad, ha sido calificada como pobre en comparación con la de raza *B. taurus* (Shackelford *et al.* 1995a, Teira 2004).

Con relación a los valores de fuerza de corte determinados a los 28 días de maduración (Cuadro 2), los solomos de ambas especies son clasificadas por Canacho (2008) y Vásquez *et al.* (2007), como carne ligeramente tierna; sin embargo, Shackelford *et al.* (1997) en su escala de calificación la cataloga como carne dura, debido a que se encuentran entre 3,63 y 5,44 kg. También, los valores de terneza alcanzados a los 28 días (3,83 kg) fueron menores a los obtenidos por Chacón (2000) en el mismo corte con siete días de maduración a 7°C (5,5 kg) y a los reportados por Shackelford *et al.* (1995b) con 14 días de maduración en animales *B. indicus* y *B. taurus*, (4,1 y 4,8 kg, respectivamente) para el mismo músculo; también Mišćević *et al.* (2007) con un período de 14 días de maduración informó de un valor de 4,93 kg para el *Biceps femoris*. Diferencias que podrían deberse al tipo, edad y manejo propio del sistema.

Por último, al comparar la fuerza de corte promedio obtenida a 28 días de maduración (3,83 kg),

con otros músculos de la canal, como el *Longissimus dorsi*, se observó que con 14 días de maduración se reportaron valores más altos (4,6 kg) a los obtenidos (Shackelford *et al.* 1995b); en este mismo músculo en animales castrados, con un periodo de 28 días de maduración, Arce (2006) informó de un valor de 4,14 kg, siendo todavía superior al presentado en esta investigación. Este mismo autor, pero en el músculo *Vastus lateralis* (Bolita) en un lapso de 28 días de maduración, alcanzó un valor de 4,35 kg, resultados que potencian el cambio de uso del solomo sin madurar a otros cortes de mayor valor con el solomo madurado (Chacón 2000).

Por tanto, con base en la información anterior y según la escala de calificación usada, el corte evaluado, después de 28 días de maduración, pasa de ser una carne considerada como dura o muy dura a una carne tierna, lo cual aporta una mejora importante en uno de los parámetros de calidad más apreciados por el consumidor final. También, la maduración de la carne se muestra como una opción para mejorar el valor agregado de este corte, favoreciendo al productor, al procesador y al consumidor de un corte de alta calidad nutricional y sensorial.

Comparación sensorial del *Biceps femoris* de dos especies del género *Bos*. Los resultados obtenidos para la variable jugosidad, terneza y sabor indican un efecto significativo entre especies ($p=0,016$), donde se cataloga a la especie *B. indicus*, como una carne más jugosa, con mayor sabor y mejor índice de terneza. En cambio, con respecto al tiempo de maduración, la percepción de jugosidad no fue significativa ($p>0,05$), y según la calificación utilizada en el laboratorio de Análisis Sensorial del CITA, se consideró el solomo como una carne de media a jugosa. En el caso de la terneza, el tiempo de maduración fue significativo ($p=0,005$), y se optimizó el valor de suavidad a los 28 días de maduración ($p=0,001$). Por último, el período de maduración, afectó el sabor del solomo ($p=0,004$), pero se encontró una relación inversa entre tiempo y sabor, donde, conforme pasan los días de maduración, el sabor se evaluó como menos deseable, comparado con la carne fresca.

Una de las razones que podría explicar este fenómeno podría ser el desconocimiento al sabor de la carne madura, ya que al ser un sabor nuevo o diferente, los panelistas lo calificaron como un sabor diferente a la carne fresca. Al respecto, CORFOGA (2002) en su estudio de mercado, sobre hábitos de

consumo de carne en Costa Rica, reconoce que se debe dar a conocer la carne madura, ya que la mayoría de las personas prefiere adquirir carne de res en estado fresco y no maduro, debido al desconocimiento que tienen sobre las cualidades de la carne madura, entre las que destacan las mejoras en los atributos de sabor y suavidad, aspectos que no se han asociado a este término; contrario a la creencia de que la carne madura es vieja y se encuentra en mal estado, lo cual puede ser perjudicial para la salud del consumidor.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Cooperativa Montecillos R.L. y al Laboratorio de Análisis Sensorial del CITA, por el apoyo brindado durante el desarrollo de este trabajo

LITERATURA CITADA

- Aberle, ED; Forrest, J; Gerrard, D; Mills, E; Hedrick, H; Judge, M; Merkel, R. 2001. Principles of meat science. 4 ed. Iowa, USA, Kendall/Hunt Publishing Company. 354 p.
- Acuña, M. 2003. Estudio de la factibilidad técnica y económica relacionado con la utilización de la enzima papaína en los cortes de carne bovina normalmente duros, para el mejoramiento de la ternura y el control de la maduración. Tesis de licenciatura. San José, Costa Rica, Universidad de Costa Rica. 118 p.
- AMSA (American Meat Science Association). 1995. Guidelines for cookery, sensory evaluation and instrumental tenderness measurements of fresh meat. Chicago Illinois, USA, American Meat Science Association. National Livestock and Meat Board. 47 p.
- Arce, E. 2006. Efecto de la maduración sobre la suavidad de la carne de animales cebuinos bajo condiciones de pastoreo. Tesis de licenciatura. San Carlos, Costa Rica, Instituto Tecnológico de Costa Rica. 49 p.
- Canacho, R. 2008. Evaluación del efecto de algunas características inherentes al animal sobre la terneza de la carne bovina. Comunicaciones en Estadística 1(1):1-12.
- Carmack, C; Kastner, C; Dikeman, M; Schwenke, J. 1992. A comparison of beef flavor intensity among major muscles. USA, Agricultural Experiment Station and Cooperative Extension Service. Kansas State University. 3 p.

- Chacón, A. 2000. Estudio de la maduración, la inyección de cloruro de calcio, la cocción y el congelamiento como fundamentos de un proceso para el mejoramiento de la suavidad del solomo. Tesis de licenciatura. San José, Costa Rica, Universidad de Costa Rica. 176 p.
- CORFOGA (Corporación de Fomento Ganadero); MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería). 2001. Censo ganadero. Costa Rica. 10 p. (en línea). Consultado 24 ago. 2010. Disponible en <http://corfoga.org/2012/wp-content/uploads/2012/09/censo.pdf>
- CORFOGA (Corporación de Fomento Ganadero). 2002. Estudio de mercado hábitos de consumo de la carne. Costa Rica. 272 p. (en línea). Consultado 24 ago. 2010. Disponible en http://corfoga.org/2012/wp-content/uploads/2012/10/habitos_consumo_carne.pdf
- CORFOGA (Corporación de Fomento Ganadero). 2010. Implementación de plan piloto de clasificación de canales. Costa Rica. Información estadística generada por el proyecto anualmente periodo 2007-2009. (en línea). Consultado 24 ago. 2010. Disponible en http://www.corfoga.org/proyecto_clasificacion_de_canales_bovinas.php
- Delgado, M; Martínez, G. 2008. Informe de la práctica laboral y profesional II realizada en la planta de la Cooperativa Matadero Nacional de Montecillos R.L. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. 77 p.
- Feoli, C. 2002. Efecto de la edad y el sexo del ganado cebuino de dos zonas del norte de Costa Rica sobre el rendimiento y las características de la calidad de la carne. Tesis de licenciatura. San José, Costa Rica, Universidad de Costa Rica. 74 p.
- Filho, A; Macedo, R; Pereira, A; Silva, S; Leme, P; Feitosa, G. 2005. Hanging the beef carcass by the forequarter to improve tenderness of the *Longissimus dorsi* and *Biceps femoris* muscles. *Science Agriculture* 62(5): 483-486.
- García, E. 1991. Impacto de las actividades agropecuarias sobre el ambiente. Serie Problemas Ecológicos. Sección de Ciencias Biológicas. Escuela de Estudios Generales. Costa Rica, Universidad de Costa Rica. 175 p.
- García, G; Quintero, R; López, M. 2004. Biotecnología alimentaria. México, Limusa. 617 p.
- Gigena, M. 2008. El bienestar animal y la calidad de carne de novillos en Uruguay con diferentes sistemas de terminación y manejo previo a la faena. Tesis de doctorado. Uruguay, Universidad Politécnica de Valencia. 230 p.
- Hargreaves, A; Barrales, L; Peña, I; Larraín, R; Zamorano, L. 2004. Factores que influyen en el pH último e incidencia de corte oscuro en canales de bovinos. *Ciencia e investigación agraria*. 31(3):155-166.
- Huerta, N. 2002. Caracterización de ganado y carne bovina como base científica de la clasificación de canales en el trópico americano. *In Memoria XI Congreso de producción e industria animal*. Universidad de Zulia. Venezuela. 18 p.
- Presidente de la República; Ministro de Economía, Industria y Comercio. 2007. Decreto 33744-MEIC. Reglamento Técnico RTCR 400:2006. Etiquetado de carne fresca cruda, molida, marinada, adobada, tenderizada y viscerada. *La Gaceta* 95 (18 de mayo del 2007). San José, Costa Rica. 5 p.
- Lawrie, R. 1977. *Ciencia de la carne*. Acribia. España. 456 p.
- Miščević, B; Aleksić, S; Sretenović, L; Pantelić, V; Trivunović, S; Ostojić-Andrić, D. 2007. The effect of time of maturation and CaCl₂ on quality of young beef. *Biotechnology in Animal Husbandry* 23(5-6):49-58.
- Monteiro, M. 2002. Terneza: Una característica a tener en cuenta. Uruguay, Instituto Plan Agropecuario. 4 p.
- Moreno, B. 2006. *Higiene e inspección de carnes*. España, Días de Santos. 623 p.
- Rodríguez, J. 2009. Evaluación del efecto de la castración temprana, al destete, al año sobre el rendimiento la calidad y terneza de la carne en bovinos de carne. Anteproyecto Tesis de Maestría. USA, Kansas, State University. 34 p.
- Rodríguez, R. 2003. Caracterización de canales bovinas en animales cebuinos de la zona de Guanacaste. Tesis de licenciatura. San Carlos, Costa Rica, Instituto Tecnológico de Costa Rica. 154 p.
- SAS (SAS Institute Inc, US). 2003. SAS 9.1.3 for Windows. Service Pack 4. Win_ Pro plataforma. Copyright © 2002-2003 Cary NC.
- Santrich, D. 2006. Evaluación de la calidad y composición química de la carne de res proveniente de animales de dos grupos de edad en Puerto Rico. Tesis de maestría. Puerto Rico, Universidad de Puerto Rico. 92 p.
- Sainz, R; Araujo, F. 2001. Tipificación de carcasas de bovinos e suinos. Davis, CA, USA, Animal Science Dept, University of California. 15 p.
- Shackelford, S; Koohmaraie, M; Wheeler, T. 1995a. Effects of slaughter age on meat tenderness and USDA carcass maturity scores of beef females. *Journal of Animal Science* 73:3304-3309.
- Shackelford, S; Wheeler, T; Koohmaraie, M. 1995b. Relationship between shear force and trained sensory panel tenderness ratings of 10 major muscles from *Bos indicus* and *taurus* cattle. *Journal of Animal Science*. 73:3333-3340.

- Shackelford, S; Wheeler, T; Koohmaraie, M. 1997. Tenderness classification of beef: I: Evaluation of beef *Longissimus* shear force at 1 or 2 days *postmortem* as a predictor of aged beef tenderness. *Journal of Animal Science* 75:2417-22422.
- SPSS (Statistical Product and Service Solutions). 2003. SPSS 12.0 for Windows. Standar version. Copyright © 2003 SPSS Inc. Il, Chicago, USA.
- Teira, AG. 2004. Actualidad y perspectivas de un componente principal de la calidad de carnes bovinas: la terneza. *Ciencia, Docencia y Tecnología* 28:215-244.
- Vásquez, R; Ballesteros, H; Muñoz, C. 2007. Factores asociados con la calidad de la carne. I parte: la terneza de la carne bovina en 40 empresas ganaderas de la región Caribe y el Magdalena Medio. *Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria* 8(2):60-65.