



## Efecto de la maduración en húmedo sobre características físicas en músculos de toretes brangus

Wet aging effect over physical traits of brangus bull muscles

David Antonio Pérez-Araya<sup>1</sup>, Julio Rodríguez-González<sup>2</sup>

### Palabras clave

Brangus, color, maduración, ternera, fuera de corte.

### Resumen

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto del período de maduración en húmedo en siete músculos de toretes de la raza Brangus engordados en un sistema de pastoreo intensivo en San Carlos, Costa Rica. Los animales fueron engordados con forraje y un suplemento a base de alimento balanceado y se cosecharon con edades entre 28 y 32 meses. Los músculos evaluados fueron *Vastus intermedius* (centro de bolita, VI), *Longissimus dorsi* (lomo ancho, LD), *Biceps femoris* (punta de solomo, BF<sub>ps</sub>), *Biceps femoris* (solomo, BF<sub>s</sub>), *Semimembranosus* (posta de cuarto, SM), *Gluteus medius* (vuelta de lomo, GM) y *Tensor fasciae latae* (cacho de vuelta de lomo, TF). Se evaluó la pérdida de agua por efecto de la maduración (goteo) y cocción; el color (L, a\* y b\*) y la fuerza de corte medida con el equipo Warner Bratzler Shear Force (WBSF) a los días 2, 7, 10 y 14 de maduración en húmedo. Los resultados mostraron que la maduración no influyó ( $p > 0,05$ ) en el color del LD, TF, GM, BF<sub>s</sub> y VI; sin embargo, en el SM y BF<sub>ps</sub> se presentaron diferencias de color en las longitudes a\* y b\*. Se registraron diferencias ( $p < 0,05$ ) en pérdida de agua por goteo y por cocción en todos los músculos al incrementar el período de maduración. Todos los músculos respondieron al efecto de la maduración, siendo el LD el de mayor cambio en fuerza de corte en total con -1,05 kg y el BF<sub>s</sub> el de menor con -0,41 kg. La variación en fuerza de corte en general de dos a siete días de maduración fue 41,2%, entre siete y 10 días 31,2% y entre 10 a 14 días 27,5%.

### Key words

Brangus, beef color, muscles, aging, shear force.

### Abstract

The objective of this study was to evaluate the effect of the wet aging period over seven muscles from Brangus bullocks finished in an intensive grazing system San Carlos, Costa Rica. Animals were finished with forage and a balanced supplement, and harvested around 28-32 months of age. Evaluated muscles were *Vastus intermedius* (knucle, VI), *Longissimus dorsi* (strip loin, LD), *Biceps femoris* (sirloin cap, BF<sub>ps</sub>), *Biceps femoris* (outside, BF<sub>s</sub>), *Semimembranosus* (eye of round, SM), *Gluteus medius* (sirloin, GM) y *Tensor fasciae latae* (*tri tip*, TF). Drip loss due to aging (purge), cooking loss, color (L\*, a\*, b\*) and Warner Bratzler Shear Force (WBSF) were measured at two, seven, 10 and 14 days of wet aging. Aging did not affected ( $p > 0,05$ ) LD, TF, GM, BF<sub>s</sub> or VI meat color; however, a\* and b\* of the SM y BF<sub>ps</sub> did differ. Differences were find ( $p < 0,05$ ) on purge and cooking losses for all muscles as the aging period increased. All muscles responded to aging, being LD the one with greatest shear force change over the total period (-1,05 kg) and the BF the one with less change (-0,41 kg). Shear force variation for all muscles between two and seven days was 41,2%, between seven and 10 days 31,2% and 27,5% between 10 and 14 days.

1 Ing. Agrónomo, [arkdavid18@gmail.com](mailto:arkdavid18@gmail.com)

2 Ing. Agrónomo. Gerente de Ganadería CR-Nic, CIISA. [julio.rodriguez@grupociisa.com](mailto:julio.rodriguez@grupociisa.com). Profesor, Escuela de Agronomía ITCR, [jurodriguez@itcr.ac.cr](mailto:jurodriguez@itcr.ac.cr)

## Introducción

La ganadería en Costa Rica representa el 62,1% de participación en la producción agropecuaria, del cual la producción de carne es 20,1% [1]. Madrigal y Torres [2] mencionan que la producción cárnica en Costa Rica contribuye con el 23,5% del PIB pecuario y aproximadamente 0,3% del PIB total.

A pesar de la importancia económica del sector cárnico en exportaciones, el consumo nacional ha disminuido. De 2013 a 2014 hubo una reducción de 42%, donde el 20% de las personas que dejaron de consumir carne de res lo hicieron permanentemente [3]. Para 2015 el consumo de carne de res fue 14,6 kg/persona/año y en 2016 bajó a 13,7 kg/persona/año, ubicándose detrás del pollo, pescado y cerdo como la carne con menor frecuencia de compra y consumo [3]. El alto costo, las recomendaciones médicas y la baja calidad del producto son los factores que más limitan la adquisición de carne de res en Costa Rica [3].

En Costa Rica el conocimiento sobre la maduración de carne de res es escaso, por lo que el proceso es ignorado o ejecutado erróneamente [4], provocando pérdidas de producto, carnes de baja calidad y gastos extra. Debido a ello, es importante para el sector industrial conocer aspectos de la ejecución del proceso como la identificación del tiempo de maduración más eficiente por corte, la temperatura ideal para madurar y así resaltar los atributos de calidad que busca el consumidor, para satisfacerlo y ubicarse estratégicamente en el mercado. A partir de lo anterior, el objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto del período de maduración en siete músculos de toretes de la raza Brangus engordados en un sistema de pastoreo intensivo en San Carlos, Costa Rica.

## Materiales y métodos

La investigación se ejecutó de febrero de 2018 a octubre de 2019 en el Laboratorio de Carne, del Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR) en San Carlos, Alajuela, Costa Rica.

Los músculos evaluados se obtuvieron de toretes Brangus (*Bos taurus* × *Bos indicus*) alimentados por 10 meses en un sistema de pastoreo intensivo y suplementados en los últimos tres meses con 3 kg concentrado/animal/día hasta alcanzar un peso vivo de 550 kg y edades de 28 a 32 meses

en promedio. Los animales fueron engordados en Upala de San Carlos (10°53'52"N y 85°00'47"O) con precipitaciones anuales de 2396 mm y temperatura media de 26°C.

Las canales fueron transportadas a la planta de proceso de la empresa "La Rosa Brangus Beef", ubicada en La Fortuna de San Carlos, para el destace y extracción de los músculos por evaluar, los cuales fueron *Biceps femoris* (solomo, BF<sub>s</sub>), *Biceps femoris* (punta de solomo, BF<sub>ps</sub>), *Gluteus medius* (vuelta de lomo, GM), *Longissimus dorsi* (lomo ancho, LD), *Tensor fasciae latae* (cacho de vuelta de lomo, TF), *Semimembranosus* (posta de cuarto, SM) y *Vastus intermedius* (centro de bolita, VI). Una vez obtenidos se empacaron individualmente al vacío para transportar al laboratorio.

De cada músculo se extrajo un bistec de 200 g a 250 g y 2,54 cm de ancho según el protocolo de AMSA [5]. Cada muestra se rotuló y refrigeró a 4°C (Thermo Fisher Scientific, mod. REL4504A22). Cada músculo se sometió a cuatro tratamientos correspondientes al periodo de maduración; siendo T1 (dos días de maduración *post* cosecha), T2 (siete días), T3 (10 días) y T4 (14 días). Por cada tratamiento hubo seis repeticiones.

Las variables evaluadas fueron:

Color: la muestra se dejó en reposo a temperatura ambiente por 15 min para permitir la oxigenación de la mioglobina. Se calibró el equipo (HunterLab MiniScan EZ 45/0) y se colocó el lente de manera que quedase en contacto con la muestra, se promediaron tres mediciones por bistec. Se obtuvo el valor de L\*, a\* y b\*.

Pérdidas de agua por goteo (%): para cada pieza se pesó individualmente la bolsa y la muestra (CAMRY modelo EK5055). Una vez cumplido cada periodo de maduración, las muestras se retiraron de la bolsa y se pesaron, también se pesó la bolsa con el líquido en ella para calcular por diferencia el porcentaje de humedad perdida.

Pérdidas por cocción (%): las muestras fueron cocidas en un horno Vulcan (Vulcan-Hart Co; Louisville; KY) precalentado a 163°C; se insertó una termocupla tipo T en el centro geométrico de cada uno para controlar la temperatura interna. Al alcanzar 50°C se volteó cada bistec y se retiraron al alcanzar 71°C [5]. Al terminar la cocción se registró su peso; la diferencia respecto al peso crudo permitió conocer las pérdidas por cocción.

Fuerza de corte (kg): con un taladro (DeWalt, mod. Dw 107) acoplado a un sacabocado de 1,27 cm de diámetro se extrajo de cada bistec ocho cilindros orientados paralelamente a la fibra muscular. Cada cilindro se trozó perpendicular a la fibra muscular [5], utilizando una máquina Dillon Quantrol (Dillon/Quality Plus Inc, Kansas City, MO) con una cuchilla Warner-Bratzler acoplada (G-H Manufacturing CO., Manhattan, KS).

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar (DBCA), siendo el factor bloque la semana de recepción de cada muestra. Se identificaron diferencias entre tratamientos utilizando la técnica de modelos lineales generales y mixtos (MLMx) con corrección de heteroscedasticidad, y se aplicó la prueba de comparación múltiple Bonferroni.

Todos los análisis se ejecutaron el programa estadístico Info Stat/P [6], con un nivel de significancia del 5%.

## Resultados y discusión

### Color

No se registró diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) en  $L^*$ ,  $a^*$  o  $b^*$  conforme transcurrió la maduración para los músculos *Vastus intermedius* (VI), *Tensor fasciae latae* (TF), *Biceps femoris* ( $BF_s$ ) o *Gluteus medius* (GM), lo que sugiere que para esos cortes la maduración no tiene efecto sobre el color de la carne. Por su parte, el *Longissimus dorsi* (LD) y el *Semimembranosus* (SM) presentaron cambios en  $a^*$  conforme transcurrió la maduración; a su vez, el SM y el *Biceps femoris* ( $BF_{ps}$ ) presentaron diferencias en  $b^*$ . Los resultados de  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$  se resumen en el Cuadro 1.

La mioglobina es el pigmento que otorga el color a la carne y su concentración influye directamente en la intensidad del color [7]. La cantidad de mioglobina depende de la especie, edad de cosecha, raza, sexo, alimentación y ejercicio del animal; también entre músculos puede haber variación en la cantidad o estabilidad del pigmento, o ambos a la vez. El manejo y conservación de la carne (tipo de empaque, duración y temperatura de conservación) también influyen en el color percibido por el consumidor; la ausencia de oxígeno del empaque al vacío prolonga la vida útil del producto y genera un color rojo oscuro como resultado del cambio metabólico a metamioglobina

[7]; al retirar la carne del empaque y exponerla al oxígeno del aire, la deoximioglobina se oxigena y pasa al estado oximioglobina, cuyo tono ideal es rojo cereza.

Ripoll [8] evaluó por seis días el *Longissimus dorsi* (LD) de animales *Bos indicus* y encontró valores de 38,9 ( $L^*$ ), 13,8 ( $a^*$ ) y 6,7 ( $b^*$ ). Al comparar con los resultados obtenidos en los siete músculos de este ensayo, los valores se asemejan a los obtenidos en las coordenadas  $L^*$  y  $a^*$ , no así en  $b^*$ , coordenada que varía especialmente por factores como músculo, pH y vacío del empaque, los cuales pueden influir en que se mantenga o degrade la mioglobina causando carnes de color rojo con mayor o menor intensidad.

Para el *Longissimus dorsi* (lomo ancho), la coordenada  $a^*$  se mantuvo con promedio de 16,2 hasta el día 10 de maduración y disminuyó para el día 14, presentándose carnes ligeramente más oscuras. Salas y Rodríguez [9] registraron 45,2 en  $L^*$ , 14,4 ( $a^*$ ) y 14,9 ( $b^*$ ) en carne de toretes Brahman madurada por 14 días, similares a los resultados de este ensayo para el mismo periodo. Por su parte Latorre *et al.* [10] registraron 42,3 ( $L^*$ ), 22,1 ( $a^*$ ) y 14,8 ( $b^*$ ) en el *Longissimus dorsi* de toros *Bos indicus*. Purchas *et al* [11] también evaluaron el *Longissimus dorsi* de Angus engordados a pastoreo y registraron 35,6 ( $L^*$ ), 13,3 ( $a^*$ ) y 5,1 ( $b^*$ ), valores que ubican esa carne con tono más oscuro que la del presente ensayo. A partir de lo anterior, se puede deducir que la raza ejerce cierta influencia sobre el color de la carne, presentando carnes más oscuras los animales provenientes de cruces con *Bos taurus* o puros.

En *Semimembranosus* (posta de cuarto), la variable  $L^*$  no mostró diferencias entre los días de maduración; sin embargo, la coordenada  $a^*$  presentó a los dos días un valor intermedio entre los demás; a los siete y 10 días registró los valores más altos (carne más roja) y disminuyó al día 14. En la coordenada  $b^*$  los días dos y siete presentaron los valores más altos (carne más amarilla) comparada a los días 10 y 14.

En *Biceps femoris* (punta de solomo), la coordenada  $b^*$  presentó diferencias significativas entre los días de maduración, incrementando conforme se maduró la carne. Sin embargo, el cambio no fue muy alto, lo cual puede sugerir que la maduración no es relevante en el color de este corte.

**Cuadro 1.** Variables asociadas al color (L\*, a\*, b\*) en los diferentes tiempos de maduración de siete músculos madurados en húmedo, obtenidos de toretes Brangus cosechados de 24 a 35 meses de edad. San Carlos, Costa Rica.

**Table 1.** Variables associated with color (L\*, a\*, b\*) at the different aggingtimes of seven wet aged muscles, obtained from Brangus bulls harvested from 24 to 35 months of age. San Carlos, Costa Rica.

Var	Músculo	Días de maduración (Media ± E.E.)			
		2	7	10	14
L*	<i>Vastus intermedius</i>	43,40 ± 1,05	43,51 ± 1,05	43,26 ± 1,05	45,08 ± 1,05
	<i>Tensor fasciae latae</i>	42,87 ± 0,70	42,67 ± 0,70	42,58 ± 0,70	42,33 ± 0,70
	<i>Longissimus dorsi</i>	39,39 ± 0,21	39,34 ± 0,64	40,50 ± 0,37	40,88 ± 0,45
	<i>Semimenbranosus</i>	41,35 ± 0,68	42,15 ± 0,68	41,31 ± 0,68	40,57 ± 0,68
	<i>Biceps femoris</i> (BF <sub>PuntaSolomo</sub> )	39,33 ± 0,91	41,04 ± 0,88	39,91 ± 0,29	40,46 ± 0,93
	<i>Biceps femoris</i> (BF <sub>Solomo</sub> )	42,92 ± 0,74	42,92 ± 0,74	41,64 ± 0,74	42,92 ± 0,74
	<i>Gluteus medius</i>	38,96 ± 0,55	39,22 ± 0,67	39,52 ± 0,67	39,74 ± 0,67
a*	<i>Vastus intermedius</i>	14,78 ± 0,23	15,89 ± 0,51	15,47 ± 0,18	15,44 ± 0,27
	<i>Tensor fasciae latae</i>	14,34 ± 0,36	14,24 ± 0,36	14,26 ± 0,36	14,14 ± 0,36
	<i>Longissimus dorsi</i>	16,06 ± 0,15 <sup>a</sup>	16,34 ± 0,28 <sup>a</sup>	16,20 ± 0,34 <sup>a</sup>	14,44 ± 0,38 <sup>b</sup>
	<i>Semimenbranosus</i>	17,67 ± 0,37 <sup>ab</sup>	18,64 ± 0,37 <sup>a</sup>	17,73 ± 0,37 <sup>a</sup>	16,63 ± 0,37 <sup>b</sup>
	<i>Biceps femoris</i> (BF <sub>PuntaSolomo</sub> )	16,07 ± 0,44	16,64 ± 0,54	17,12 ± 0,54	16,90 ± 0,54
	<i>Biceps femoris</i> (BF <sub>Solomo</sub> )	17,14 ± 0,51	18,43 ± 0,51	18,30 ± 0,51	17,97 ± 0,51
	<i>Gluteus medius</i>	17,48 ± 0,59	17,48 ± 0,32	17,03 ± 0,22	18,19 ± 0,70
b*	<i>Vastus intermedius</i>	14,68 ± 0,54	15,60 ± 0,54	15,50 ± 0,54	15,97 ± 0,54
	<i>Tensor fasciae latae</i>	13,67 ± 0,55	13,77 ± 0,50	13,73 ± 0,39	13,17 ± 0,18
	<i>Longissimus dorsi</i>	14,27 ± 0,20	14,36 ± 0,22	14,58 ± 0,21	14,33 ± 0,21
	<i>Semimenbranosus</i>	16,44 ± 0,46 <sup>ab</sup>	17,54 ± 0,44 <sup>a</sup>	16,41 ± 0,21 <sup>b</sup>	15,64 ± 0,50 <sup>b</sup>
	<i>Biceps femoris</i> (BF <sub>PuntaSolomo</sub> )	14,24 ± 0,31 <sup>b</sup>	15,21 ± 0,38 <sup>ab</sup>	15,83 ± 0,38 <sup>a</sup>	15,58 ± 0,38 <sup>a</sup>
	<i>Biceps femoris</i> (BF <sub>Solomo</sub> )	15,91 ± 0,64	17,60 ± 0,59	16,62 ± 0,31	17,06 ± 0,23
	<i>Gluteus medius</i>	14,82 ± 0,31	15,24 ± 0,38	15,09 ± 0,38	15,55 ± 0,38

L\*: más bajo indica carne más oscura, más alto indica carne más clara.

a\*: más bajos indica carne más verde, más alto = indica carne más roja.

b\*: más bajo indica carne más azul, más alto indica carne más amarilla.

\*Filas con letras diferentes indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ ), según la prueba Bonferroni.

### Pérdidas por goteo

En este ensayo se registró un efecto significativo del tiempo de maduración sobre la variable “pérdida por goteo”, en todos los músculos evaluados (Cuadro 2).

Onega *et al.* [12] señalan que en carne de res, la temperatura y tiempo de maduración no influyen la capacidad de retención de agua del producto (CRA) y consecuentemente las pérdidas por goteo, contrario a lo encontrado en este estudio.

Al segundo día de maduración no se registró pérdidas por goteo en ningún corte y, en concordancia con Morón y Zamorano [13], se observó un incremento de esta variable a medida que transcurrió la maduración de los diferentes músculos, siendo el *Semimenbranosus* el que presentó más pérdidas (4,18%) y el *Tensor fasciae latae* el menor (0,43%). La pérdida por goteo es normal en la cadena de comercialización de la carne, y puede alcanzar del 4% al 5% del peso

**Cuadro 2.** Variables asociadas a la maduración en siete músculos madurados en húmedo, de toretes Brangus cosechados de 24 a 35 meses de edad. San Carlos, Costa Rica.

**Table 2.** Variables associated with aging in seven wet aged scles of Brangus bulls harvested from 24 to 35 months of age. San Carlos, Costa Rica.

Var	Músculo	Días de maduración (Media ± E.E.)			
		2	7	10	14
Pérdida por goteo (%)	Vastus intermedius	0,0 ± 0,0 <sup>d</sup>	0,68 ± 0,07 <sup>c</sup>	1,58 ± 0,07 <sup>a</sup>	1,20 ± 0,07 <sup>b</sup>
	Tensor fasciae latae	0,0 ± 0,0 <sup>c</sup>	0,43 ± 0,05 <sup>b</sup>	0,62 ± 0,05 <sup>a</sup>	0,43 ± 0,05 <sup>b</sup>
	Longissimus dorsi	0,0 ± 0,0 <sup>d</sup>	0,38 ± 0,07 <sup>c</sup>	0,74 ± 0,06 <sup>b</sup>	1,10 ± 0,06 <sup>a</sup>
	Semimenbranosus	0,0 ± 0,0 <sup>c</sup>	3,10 ± 0,25 <sup>b</sup>	3,35 ± 0,21 <sup>b</sup>	4,18 ± 0,21 <sup>a</sup>
	<i>Biceps femoris</i> (BF <sub>PuntaSolomo</sub> )	0,0 ± 0,0 <sup>c</sup>	0,39 ± 0,09 <sup>b</sup>	0,71 ± 0,07 <sup>a</sup>	0,80 ± 0,06 <sup>a</sup>
	<i>Biceps femoris</i> (BF <sub>Solomo</sub> )	0,0 ± 0,0 <sup>c</sup>	1,59 ± 0,10 <sup>b</sup>	2,38 ± 0,11 <sup>a</sup>	1,67 ± 00,12 <sup>b</sup>
	Gluteus medius	0,0 ± 0,0 <sup>c</sup>	2,22 ± 0,22 <sup>b</sup>	3,26 ± 0,19 <sup>a</sup>	3,59 ± 0,19 <sup>a</sup>
Pérdidas por cocción (%)	Vastus intermedius	27,25 ± 1,38 <sup>b</sup>	31,53 ± 1,52 <sup>b</sup>	31,33 ± 1,38 <sup>b</sup>	39,40 ± 1,38 <sup>a</sup>
	Tensor fasciae latae	26,62 ± 0,82 <sup>c</sup>	27,85 ± 0,82 <sup>c</sup>	33,67 ± 0,82 <sup>b</sup>	37,19 ± 0,82 <sup>a</sup>
	Longissimus dorsi	30,43 ± 1,20 <sup>b</sup>	30,31 ± 1,39 <sup>b</sup>	32,87 ± 1,29 <sup>b</sup>	37,40 ± 1,20 <sup>a</sup>
	Semimenbranosus	22,41 ± 2,04 <sup>c</sup>	37,56 ± 1,82 <sup>ab</sup>	33,65 ± 1,66 <sup>b</sup>	39,21 ± 1,66 <sup>a</sup>
	<i>Biceps femoris</i> (BF <sub>PuntaSolomo</sub> )	26,50 ± 1,46 <sup>b</sup>	27,47 ± 1,46 <sup>b</sup>	33,56 ± 1,46 <sup>a</sup>	34,34 ± 1,46 <sup>a</sup>
	<i>Biceps femoris</i> (BF <sub>Solomo</sub> )	29,86 ± 1,22 <sup>bc</sup>	29,62 ± 0,12 <sup>c</sup>	33,33 ± 1,24 <sup>b</sup>	37,39 ± 0,95 <sup>a</sup>
	Gluteus medius	31,99 ± 1,44 <sup>a</sup>	31,99 ± 1,44 <sup>a</sup>	33,99 ± 1,44 <sup>a</sup>	31,98 ± 1,58 <sup>a</sup>
Fuerza de corte (kg)	Vastus intermedius	4,82 ± 0,07 <sup>a</sup>	4,57 ± 0,07 <sup>b</sup>	4,13 ± 0,06 <sup>c</sup>	3,78 ± 0,05 <sup>d</sup>
	Tensor fasciae latae	4,95 ± 0,05 <sup>a</sup>	4,67 ± 0,05 <sup>b</sup>	4,45 ± 0,04 <sup>c</sup>	4,31 ± 0,05 <sup>d</sup>
	Longissimus dorsi	6,22 ± 0,12 <sup>a</sup>	5,58 ± 0,05 <sup>b</sup>	5,34 ± 0,05 <sup>c</sup>	5,17 ± 0,04 <sup>d</sup>
	Semimenbranosus	5,28 ± 0,07 <sup>a</sup>	4,92 ± 0,06 <sup>b</sup>	4,73 ± 0,06 <sup>c</sup>	4,46 ± 0,06 <sup>d</sup>
	<i>Biceps femoris</i> (BF <sub>PuntaSolomo</sub> )	4,69 ± 0,06 <sup>a</sup>	4,46 ± 0,05 <sup>b</sup>	4,12 ± 0,06 <sup>c</sup>	3,78 ± 0,05 <sup>d</sup>
	<i>Biceps femoris</i> (BF <sub>Solomo</sub> )	5,71 ± 0,09 <sup>a</sup>	5,51 ± 0,05 <sup>b</sup>	5,37 ± 0,06 <sup>c</sup>	5,30 ± 0,05 <sup>d</sup>
	Gluteus medius	4,73 ± 0,08 <sup>a</sup>	4,39 ± 0,05 <sup>b</sup>	4,19 ± 0,07 <sup>c</sup>	4,00 ± 0,06 <sup>d</sup>

Filas con letra diferente indican diferencias significativas ( $p < 0,5$ ), según la prueba Bonferroni.

inicial, aunque preferiblemente no deben superar el 1,5% o 2%.

Estudiar la capacidad de retención de agua (CRA) es importante para caracterizar la calidad de la carne ya que de ella dependen su color, suavidad y jugosidad [12]. Bianchi *et al.* [14] indican que la capacidad de retención agua puede variar según el músculo ya que no todos presentan la misma conformación de fibras musculares, lo que coincide con los valores diferentes entre músculos registrados en este ensayo.

Otro factor que potencia la pérdida por goteo es el pH muscular. La rápida caída del pH de la canal puede incrementar las pérdidas de agua al desnaturizarse las proteínas estructurales de la membrana celular (entre ellas conectina y desmina), lo que disminuye la CRA entre las fibras; a partir de ello se observan cortes con mayor o menor cantidad de líquido perdido y por tanto se obtienen carnes exudativas [15]. Incluso pueden existir pérdidas por goteo distintas entre un mismo músculo dependiendo de las condiciones de evaluación; por ejemplo, en este ensayo el músculo

*Longissimus dorsi* presentó pérdidas menores que el evaluado por Salas y Rodríguez [9] en toretes Brahman, quienes registraron 2,35% al madurar por 14 días.

Otro factor importante es el punto isoelectrónico, que es el pH al cual la carga de la molécula proteica es neutra; es decir, el número de cargas positivas igual a las negativas, por lo que la carga neta es cero. El punto isoelectrónico de las proteínas de la carne ocurre a un pH de 5,4 [16]. Herrera [17] explica que la CRA depende del pH y que hay un punto mínimo de la CRA donde las proteínas llegan a ser insolubles en agua debido a la anulación de fuerzas en el punto isoelectrónico.

### Pérdidas por cocción

La variable pérdidas por cocción es relevante en la evaluación de la calidad de la carne ya que de esta dependen otras propiedades como la suavidad y jugosidad; además, la jugosidad es de las características más utilizadas en la aceptación positiva de la carne, por lo que es necesario reducir los factores que favorecen las pérdidas por cocción.

En general, se observó que al incrementar los días de maduración, la pérdida por cocción también lo hizo, indicando que conforme avance la maduración los cortes pierden mayor cantidad de líquidos durante la cocción.

Las pérdidas por cocción, al igual que las pérdidas por goteo, varían según el músculo analizado. En este ensayo, el *Semimembranosus* presentó menores pérdidas por cocción (22,41%) a los dos días de maduración, y el *Vastus intermedius* presentó las mayores pérdidas (39,21%) a los 14 días. Palka y Daun [18] registraron hasta 27,8% en el *Semitendinosus* madurado en húmedo por seis días y estudios similares realizados por Hearne *et al.* [19] registraron valores similares a los del presente ensayo.

Arce [20] evaluó el *Longissimus dorsi* de toretes *Bos indicus* cosechados entre 25 y 30 meses de edad, con la misma metodología de cocción que en el presente ensayo y registró pérdidas por cocción de 18,7% a los dos días de maduración, 18,9% a los siete días, 20,7% a 14 días, 18,3% a los 21 días y 22,4% a los 28 días; valores inferiores si se comparan a los del Cuadro 2. En el mismo ensayo Arce [20] registró pérdidas en *Vastus*

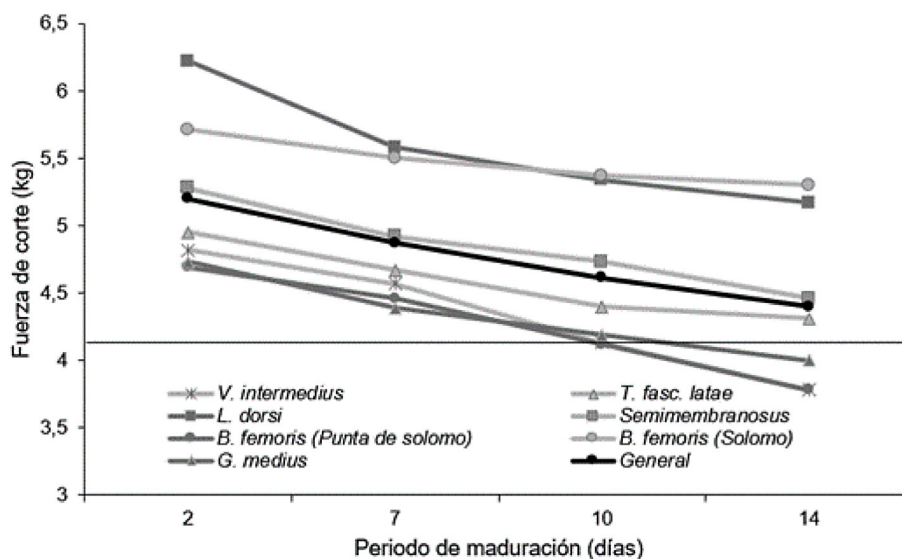
*intermedius* de 25,7% a los dos días, 27,1% a siete días, 20,9% a los 14 días, 17% a 21 días y 17,8% a los 28 días, resultados inferiores a los del Cuadro 2 para el mismo músculo y que los de su ensayo para *Longissimus dorsi*. De acuerdo con Hearne *et al.* [19], las variaciones en pérdidas por cocción pueden deberse al congelamiento de las canales o muestras por analizar, mientras que Arce [20] lo atribuye a la anatomía interna del músculo, que le permite retener con mayor o menor fuerza el agua intramuscular. También la temperatura de cocción influye sobre esta variable, por ejemplo García *et al.* [21] evaluaron el músculo *Pectoralis* de animales *Bos indicus* x *Bos taurus* y registraron 33% de pérdidas al cocinar la carne a 70°C. Los autores registraron que al aumentar la temperatura, incrementan las pérdidas por cocción, generando cortes con poca jugosidad.

### Fuerza de corte

La fuerza de corte determina la suavidad de la carne, y la industria cárnica se enfoca en la producción de carne con un valor de fuerza de corte igual o menor a 4,1 kg por el método Warner-Bratzler, para asegurar que el consumidor perciba la carne suave y alcanzar hasta 98% de aceptabilidad [22].

En general, las fuerzas de corte registradas se acercaron al punto de inflexión y disminuyeron conforme transcurrió el periodo de maduración (Cuadro 2). Específicamente el *Vastus intermedius*, *Tensor fasciae latae* y *Gluteus medius* se acercaron desde el día dos al punto de inflexión. La disminución de la fuerza de corte conforme transcurrió la maduración correspondió con la tendencia registrada por Rodas *et al.* [23], Panea *et al.* [24] y Franco [25], quienes indican que el cambio en fuerza de corte se minimiza a partir de 14 días de maduración, lo cual se ilustra en la Figura 1.

El efecto racial influencia la suavidad de la carne. Generalmente el *Bos taurus* presenta menor fuerza de corte que el *Bos indicus*, los cuales presentan más de 6 kg de fuerza de corte y tienen mayor variabilidad entre sí [26]. Arce [20] en *Bos indicus* encontró que la fuerza de corte más baja en el *Longissimus dorsi* se alcanzó a los 21 días de maduración (6,2 kg) y la más alta a los dos días (9,9 kg); los resultados del presente para el mismo músculo lo ubican más suave respecto al de Arce



**Figura 1.** Curvas de fuerza de corte (kg) general y por músculo evaluado durante los distintos tiempos de maduración; San Carlos, Costa Rica, 2018 - 2019. Línea de inflexión (4,1 kg) señalada en negro.

**Figure 1.** Shear force curves (kg) overall and by muscle evaluated during different aged times; San Carlos, Costa Rica, 2018 - 2019. Inflection line (4.1 kg) marked in black.

[20], lo cual pudo deberse al efecto del Angus en este ensayo a pesar de cosecharse a edades similares (25 a 30 meses). Rodríguez [27] registró en *Bos indicus*, que el *Gluteus medius* madurado por dos, siete, 14 y 28 días presentó 8,3 kg, 6,8 kg, 6,4 kg y 5,7 kg de fuerza respectivamente, superiores al presente ensayo, donde se usó ganado Brangus; aún así, el cambio del *Gluteus medius* indica que su respuesta a la maduración es bastante aceptable, lo cual favorece la percepción final del consumidor.

Los cruzamientos también parecen tener un efecto sobre la suavidad de la carne. Ramírez [28] evaluó animales Brahman × Charolais castrados y cosechados entre 21 y 24 meses de edad; la fuerza de corte del *Longissimus dorsi* a 14 días de maduración fue 5,3 kg, similar a lo obtenido en este ensayo (5,17 kg) e inferior a los 6,9 kg registrados en su estudio para animales *B. indicus*. La principal razón biológica para las diferencias de terneza entre especies es la actividad calpastatínica 24 horas *post mortem*, la cual explica hasta 44% de la variación y presenta gran heredabilidad. Las razas *Bos indicus* presentan mayor nivel de actividad física que las *Bos taurus*, resultando en carnes más duras [29]. Además, Gama *et al.* [30] indican que los cruces *Bos indicus* × *Bos taurus* presentan

altos grados de heterosis que benefician la calidad de carne (*B. taurus*) y permiten la adaptabilidad a condiciones tropicales (*Bos indicus*). A pesar del efecto racial, Pittaluga *et al.* [31] explican que conforme aumenta el período de maduración las diferencias de fuerza de corte entre *Bos taurus* y *Bos indicus* disminuyen sustancialmente.

## Conclusiones

El tiempo de maduración no infuyó en el color de los músculos *Longissimus dorsi*, *Tensor fasciae latae*, *Gluteus medius*, *Biceps femoris* (solomo) o *Vastus intermedius*.

El tiempo de maduración influyó la coordenada  $a^*$  de color del músculo *Semimembranosus* y el *Longissimus dorsi*, siendo esta mayor al día siete y 10, con respecto al día 14. El tiempo de maduración influyó la coordenada  $b^*$  del músculo *Biceps femoris* (punta de solomo), incrementando conforme transcurrió; y en el *Semimembranosus*, disminuyendo conforme se maduró la carne.

El periodo de maduración tiene efecto sobre las pérdidas por goteo y pérdidas por cocción, incrementando conforme transcurren los días de maduración.

En los músculos evaluados el periodo de maduración ejerció efecto positivo sobre la fuerza de corte medida con instrumento Warner Bratzler, decreciendo conforme transcurrieron los días de maduración. El cambio más significativo en fuerza de corte ocurrió entre los dos días y siete días (41,2%), seguido por el periodo de siete a 10 días (31,2%) y entre 10 y 14 días (27,5%).

El *Longissimus dorsi* fue el músculo con mayor cambio de fuerza de corte en 14 días de evaluación (1,05 kg), seguido por el *Vastus intermedius* (1,04 kg), *Biceps femoris* (punta de solomo, 0,91 kg), *Semimembranosus* (0,82 kg), *Gluteus medius* (0,73 kg), *Tensor fasciae latae* (0,64 kg); mientras que el *Biceps femoris* (solomo) fue el de menor cambio (0,41 kg).

Considerando el punto de inflexión (4,1 kg), a los 14 días de maduración los siguientes músculos se consideraron aceptables por el consumidor: *Vastus intermedius*, *Semimembranosus*, *Biceps femoris* (punta de solomo), *Gluteus medius* y *Tensor fasciae latae*; mientras que el *Biceps femoris* (solomo) y el *Longissimus dorsi* no.

El cruce de animales *Bos indicus* × *Bos taurus* mejoró considerablemente la calidad de la carne tanto en aspectos sensoriales como físicos, especialmente la suavidad de la carne.

## Bibliografía

- [1] CORFOGA (Corporación Ganadera). Situación actual y perspectivas de la ganadería costarricense", 2017. [Online]. Disponible en: <https://www.corfoga.org/download/situacion-actual-y-perspectivas-de-la-ganaderia-costarricense/> [Accesado: 28 Mar., 2019].
- [2] B. Madrigal, L. Torres, "Informe Estadístico Anual 2016", 2017 [Online]. Disponible en: <http://www.corfoga.org/download/informe-estadistico-corfoga-2016/> [Accesado: 28 Feb., 2019].
- [3] CORFOGA (Corporación Ganadera), "Informe de consumo, uso y actitudes al consumo de carne de res (Cuas 2017)", 2017. [Online]. Disponible en: <https://www.corfoga.org/download/informe-de-consumo-uso-y-actitudes-al-consumo-de-carne-de-res-cuas-2017/> [Accesado: 29 Mar., 2019].
- [4] A. Cubero, E. Mora, R. WingChing, S. Calderón, "Maduración del solomo (*Biceps femoris*) en vacas de descarte *Bos indicus* y *Bos taurus*. Agronomía Mesoamericana, vol. 24, no. 2, pp. 433-440, 2013.
- [5] AMSA (American Meat Science Association), "Research guidelines for cookery, sensory evaluation, and instrumental tenderness measurements of fresh meat", Chicago: AMSA, 2015.
- [6] J.A. Di Rienzo, F. Casanoves, M.G. Balzarini, L. Gonzalez, M. Tablada, C.W. Robledo. InfoStat versión 2018. Córdoba, Centro de Transferencia InfoStat, 2018.
- [7] C. Garriz, "Calidad organoléptica de la carne vacuna, influencia de factores biológicos y tecnológicos", 2001. [Online]. Disponible en: [https://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/carne\\_y\\_subproductos/14-calidad\\_organoleptica\\_de\\_la\\_carne\\_vacuna.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/carne_y_subproductos/14-calidad_organoleptica_de_la_carne_vacuna.pdf) [Accesado: 23 Feb., 2019].
- [8] G. Ripoll, P. Albertí, "La importancia real del proceso de maduración en las carnes. Aragón", 2016. [Online]. Disponible en: <https://foroagroganadero.com/la-importancia-real-del-proceso-de-maduracion-en-las-carnes/> [Accesado: 28 Mar., 2019].
- [9] J.C. Salas-Elizondo, J. Rodríguez-González, "Comparación entre toretes y novillos de la raza Brahman sobre el crecimiento, rendimiento y la calidad de la carne en un sistema estabulado en el Pacífico Norte de Costa Rica", Revista AgrolInnovación en el Trópico Húmedo, vol. 2, no. 2, pp: 27-40, 2019.
- [10] M. Latorre, S. Iezzi, S. Christensen, P. Purslow, "Bovinos machos jóvenes castrados versus enteros: calidad de carne y propiedades del tejido conectivo", RIA, vol. 43, no. 1, pp. 73-77, 2017.
- [11] R. Purchas, D. Burnham, S. Morris, "Effects of growth potential and growth path on tenderness of beef longissimus muscle from bulls and steers", Journal of Animal Science, vol. 80, no. 12, pp. 3211-3221, 2002.
- [12] M. Onega, "Evaluación de la calidad de carnes frescas: aplicación de técnicas analíticas, instrumentales y sensoriales", Tesis Ph.D. Universidad Complutense de Madrid, Madrid, España, 2005.
- [13] E. Morón, L. Zamorano, "Pérdida por goteo en carne cruda de diferentes tipos de animales", Revista científica veterinaria, vol. 14, no. 1, pp. 36-39, 2004.
- [14] G. Bianchi, O. Bentancur, C. Sañudo, "La maduración de la carne de cordero como una herramienta para mejorar su terneza y calidad sensorial", Revista Argentina de Producción Animal, vol. 26, no. 1, pp. 39-55, 2006.
- [15] G. Orozco, "Utilización de carne de conejo en la elaboración de un jamón cocido tipo californiana", Tesis Lic. Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, 2005.
- [16] C. Herrera, N. Bolaños, G. Lutz, "Química de alimentos: Manual de laboratorio", San José: Editorial de la Universidad de Costa Rica, 2003.
- [17] J. Herrera, "Análisis de la composición química y determinación de características de la calidad (pH, CRA, color, textura) y biológicas (microorganismos psicrófilos anaerobios), así como del efecto del



- CaCl<sub>2</sub> sobre estas en carne de conejo (*Oryctolagus cuniculus*) madurada”, Tesis Lic. Universidad de Costa Rica, San José, 2015.
- [18] K. Palka, H. Daun, “Changes in texture, cooking losses, and myofibrillar structure of bovine *M. semitendinosus* during heating”, *Meat Science*, vol. 51, pp. 237–243, 1999.
- [19] L. Hearne, M. Penfield, G. Goertz, “Heating effects on bovine *Semitendinosus*: shear, muscle fibre measurements, and cooking losses”, *Journal of Food Science*, vol. 43, no. 3, pp. 10-12, 1978.
- [20] E. Arce, “Efecto de la maduración sobre la suavidad de la carne”, Tesis Lic. Instituto Tecnológico de Costa Rica, San Carlos, 2007.
- [21] P. García, A. Andrés, J. Martínez, “Effect of cooking method on mechanical properties, color and structure of beef muscle (*M. pectoralis*). *Journal of Food Engineering*, vol. 80, no. 3, pp. 813-821, 2007.
- [22] T. Wheeler, S. Shackelford, M. Koohmaraie, “Standardizing collection and interpretation of Warner-Bratzler shear force and sensory tenderness data”, *Proc. Recip. Meat Conf.* vol 50, pp. 68-77, 1997.
- [23] A. Rodas-González, J. Vergara-López, L. Arenas de Moreno, N. Huerta-Leidenz, M. Leal, M., M.F. Pirela, “Efecto de la suplementación y maduración de carnes al vacío sobre la palatabilidad del *Longissimus* de novillos criollo limonero cebadas a pastoreo”, *Revista Científica*, vol. 17, no. 3, pp. 280-287, 2007.
- [24] B. Panea, C. Sañudo, J.L. Olleta, D. Civit, “Efecto del método de maduración, tiempo de maduración, método de cocinado y espesor de la muestra sobre las características de textura de la carne bovina”, *Eurocarne*, vol. 167, pp. 1-8, 2008.
- [25] D. M. Franco, “Calidad de la carne en cuatro razas de vacuno a lo largo de la maduración”, Tesis Doctoral, Universidad de Zaragoza, 2004.
- [26] G. Bavera, “Producción bovina de carne”, 2004. [Online]. Disponible en: <http://www.agromeat.com/Nota.asp?page=2&categoria=1&id=933> [Accesado: 19 Ago., 2019].
- [27] Rodríguez, J, “Evaluación del efecto de la castración en bovinos de carne sobre el rendimiento, la calidad y terneza de la carne”, San Carlos: Instituto Tecnológico de Costa Rica, 2012.
- [28] J. Ramírez, “Evaluación de niveles crecientes de energía en la suplementación de novillos de engorde en pastoreo”, Tesis Lic. Instituto Tecnológico de Costa Rica, San Carlos, 2014.
- [29] G. Teira, “Actualidad y perspectivas de un componente principal de la calidad de carnes bovinas: la terneza”, *Ciencia, Docencia y Tecnología*, vol. 15, no. 28, pp. 215-244, 2004.
- [30] L. Gama, M. Bressan, E. Rodrigues, L. Rossato, O. Moreira, S. Alves, R. Bessa. “Heterosis for meat quality and fatty acid profiles in crosses among *Bos indicus* and *Bos taurus* finished on pasture or grain”, *Meat Science*, vol. 93, no. 1, pp. 98-104, 2013.
- [31] O. Pittaluga, G. Brito, J. Soares de Lima, D. de Mattos, D. Correa, “Evaluación de reses de novillos Braford en Uruguay, incluyendo características de calidad de carne”, *Revista Cebú and Braford*, vol. 8, no. 10, pp. 43-48, 2003.

De acuerdo con la norma IEEE, este documento debe citarse:

D. A. Pérez-Araya, J. Rodríguez-González, “Efecto de la maduración en húmedo sobre características físicas en músculos de toretes brangus”, *Revista AgrolInnovación en el Trópico Húmedo*, vol. 3 no. 2, pp 29-37, 2022. DOI: 10.18845/rath.v3i2.6614.