

# LA SUPLEMENTACIÓN DE VITAMINA D<sub>3</sub> SOBRE LA CALIDAD DE LA CARNE EN BOVINOS MESTIZOS A PASTOREO

## Effect of Vitamin D<sub>3</sub> Supplementation on Meat Quality in Grazing Bovine Crossbred

Oneida Morón-Fuenmayor<sup>1\*</sup>, Omar Araujo-Febres<sup>1</sup>, Silvana Pietrosemolí<sup>1</sup>, Josmary Gutiérrez<sup>2</sup>,  
Layneth Machado<sup>2</sup> y Jorge Martínez<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Agronomía, La Universidad del Zulia, Maracaibo, Estado Zulia, Venezuela.

<sup>2</sup>Ingenieros Agrónomos-LUZ, <sup>3</sup>Zootecnista. \*E-mail: omoron@cantv.net

### RESUMEN

Se evaluó la aplicación de sobredosis de vitamina D<sub>3</sub> en dos niveles (6x10<sup>6</sup> y 10x10<sup>6</sup> de UI) sobre un grupo de 60 novillos mestizos, Indicus × Continental, de 2 años de edad, distribuidos aleatoriamente en tres tratamientos compuestos por 20 animales: Testigo (T1), 6x10<sup>6</sup> UI de vitamina D<sub>3</sub> (T2) y 10x10<sup>6</sup> UI de vitamina D<sub>3</sub> (T3). Se midió la resistencia al corte con Warner-Bratzler (WB) en crudo y cocinado, determinaciones de Ca en plasma y músculo. Para el análisis sensorial se realizaron dos evaluaciones: luz blanca (Apariencia total (AT) y color (CO)); y luz roja: color (CO), olor (OL), sabor (SA), sensación grasa (SG), terneza (TE), jugosidad (JU) y cantidad de tejido conectivo (TC). Los datos fueron evaluados mediante un análisis de varianza utilizando un modelo lineal general. En consumo de vitamina D<sub>3</sub> por el animal (ca) no hubo diferencia significativa (P>0,01) entre los tratamientos. Para la concentración de calcio en plasma sanguíneo los grupos suplementados con vitamina D<sub>3</sub> presentaron entre un 25 y 40% más de calcio en plasma sanguíneo que el grupo no suplementado. En textura no hubo diferencia significativa entre los tratamientos en crudo y cocido. Para la concentración de calcio en músculo se encontró diferencia, siendo la sobredosis de 10x10<sup>6</sup> UI de vitamina la que aumentó en una mayor proporción aproximadamente un 60% con respecto a la sobredosis de 6x10<sup>6</sup> UI de vitamina y al control. Se encontraron diferencias significativas (P<0,01) para CO, OL, SA, TE y TC. Se concluye que la adición ante-mortem de 6x10<sup>6</sup> UI de vitamina D<sub>3</sub> mezclado en la ración diaria de alimento aumenta la concentración de calcio en plasma sanguíneo, disminuye el WB en crudo y cocido y mejora significativamente las características organolépticas del músculo *Longissimus lumborum*.

**Palabras clave:** Carne, vitamina D<sub>3</sub>, terneza, *indicus* × *continental*.

### ABSTRACT

Sixty large framed, Indicus × Continental, crossbred beef 2-year steers grazing in a tropical dry forest environment, were used to investigate the effect of supplementing diets with various levels of vitamin D<sub>3</sub> (VITD) to provide 0, 6, and 10 million IU/(steer×d) for 8 d before slaughter on plasma (PCa) and *Longissimus lumborum* muscle Ca<sup>2+</sup> (MCa) concentrations, texture analysis (TX), and sensorial analysis of the organoleptic qualities, in which appearance (A), odor (O), flavor (F), juiciness (J), amount of connective tissue (CT), and tenderness (T) were evaluated. Steers were slaughtered using an approved humane technique. A randomly subsample of five steers of the three individual VITD treatments (n = 15) was chosen for meat quality and palatability analyses. Following a 24-h chilling period -4°C, carcasses (a randomly selected subsample n=15) were ribbed, one strip loin of *Longissimus lumborum* (LL) muscle was removed from each carcass. Steaks were vacuum-packed. The data were analyzed in a completely randomized design using the General Linear Models procedures. Warner-Bratzler shear force (WB) was measured on strip loin at 7 d postmortem. Steaks for WB and sensory evaluation were thawed to 2°C. Blood plasma Ca<sup>2+</sup> and muscle Ca concentration of cattle treated with VITD were higher (P < 0.01) than controls. VITD supplementation did not (P > 0.01) affect TX. Sensory traits of appearance, odor, flavor, juiciness, connective tissue, and tenderness were improved (P < 0.01) by all VITD treatments in LL steaks. Treatment with VITD will effectively improve tenderness in grazing crossbred *indicus* × *Continental* cattle in tropical conditions.

**Key words:** Beef, vitamin D<sub>3</sub>, tenderness, *indicus* × *continental*.

## INTRODUCCIÓN

La carne es uno de los componentes principales de la dieta del ser humano, por su alto contenido de proteínas de alta calidad, vitaminas y minerales. Los consumidores consideran que la terneza es el componente más importante que determina la calidad de la carne [16]. Está bien establecido que la suavidad de la carne disminuye en la medida que el porcentaje de sangre de *Bos indicus* aumenta [17, 20, 22]. Sin embargo, la percepción de que la carne de ganado cebú criado en sistemas pastoriles tropicales es menos suave y por lo tanto, de menor calidad que el ganado engordado en estabulación a grano, podría estar cambiando con la utilización de nuevas tecnologías que incluyen la vitamina D [10].

Una forma de aumentar la suavidad en la carne es añadiendo vitamina D<sub>3</sub> por unos días antes de llevar los animales a matadero [11]. La suplementación con vit D<sub>3</sub> incrementa los niveles calcio en el plasma [23] porque mejora la digestibilidad y la absorción del calcio [5]. El calcio activa a la enzima calpaina que degrada las proteínas miofibrilares troponina-T en o cerca de la línea Z del sarcómero muscular, produciendo un ablandamiento postmortem de la carne [3, 13].

Según lo planteado anteriormente, el objetivo de esta investigación fue evaluar la aplicación de sobredosis de vitamina D<sub>3</sub> en dos niveles (6x10<sup>6</sup> y 10x10<sup>6</sup> de UI) en novillos cruzados (*indicus x Continental*) en condiciones de pastoreo con suplementación.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en la hacienda Barranquilla, ubicada en el municipio Machiques de Perijá, Km 49, sector Totuco Abajo, (10° N 40'00''/ 72° W 34'00''), donde se registra una zona de vida de bosque húmedo tropical, una temperatura promedio anual de 28°C y una precipitación promedio anual de 1500 a 1800 mm por año, con un relieve colinar [6].

Se utilizaron para la evaluación un total de 60 machos mestizos *indicus x Continental*, castrados, de 2 años de edad y con peso inicial promedio de 468 kg al inicio del ensayo. Los animales fueron colocados en 7 potreros de 6 ha sembrado de pasto *Brachiaria brizantha* y con un periodo de ocupación de 5 d y 35 d de descanso. Los animales fueron asignados al azar a cada uno de los tratamientos. Durante 60 d se suplementaron con una mezcla de yacija avícola (38%), concentrado (9%; proteína 14%), agua y melaza (53%), a razón de 9 kg de suplemento por cabeza. Los animales fueron identificados mediante la colocación de collares de nylon, ningún collar para T1, 1 collar para T2 y 2 collares para T3 al inicio de la fase experimental. Todos los novillos fueron implantados 120 d antes del inicio del ensayo con 36 mg de zearanol (Ralgro®) como técnica de manejo llevada a cabo en la unidad de producción. Los novillos fueron pesados al inicio y cada 28 d hasta el final del ensayo.

En los últimos 8 d previos al sacrificio, les fue suministrada la vitamina D<sub>3</sub> marca Rovimix® D<sub>3</sub> 500 como suplemento a los animales según el tratamiento. Se suministraba cada mañana a las 08:00 h en tres corrales separados de 20 animales cada uno. Las cantidades de vitamina D<sub>3</sub>/animal/d según el tratamiento fueron:

T<sub>1</sub>: Control (sin vitamina)

T<sub>2</sub>: 6 x 10<sup>6</sup> UI Vitamina D<sub>3</sub> 12 g de Vit x 20 animales = 240 g.día<sup>-1</sup> x 8 días = 1.92 kg

T<sub>3</sub>: 10 x 10<sup>6</sup> UI Vitamina D<sub>3</sub> 20 g de Vit x 20 animales = 400 g.día<sup>-1</sup> x 8 días = 3.20 kg

Se determinó el consumo de alimento por diferencia de pesada entre lo ofrecido y lo rechazado. Se pesó diariamente cada uno de los componentes antes de ser servidos y luego se mezclaban. Para los grupos T2 y T3 después de realizada la mezcla se adicionaba la Vitamina D<sub>3</sub> en la parte central del comedero, a razón de 240 g.día<sup>-1</sup> para T2 y 400 g.día<sup>-1</sup> para T3. El alimento dejado en los comederos se recogió y se pesó para estimar el consumo promedio.

Los animales fueron trabajados en una manga con la finalidad de inmovilizarlos para tomar las muestras sanguíneas, vía vena yugular, con tubos vacutainer (10 mL). Se realizó un primer sangrado el día antes del comienzo de la adición de vitamina D<sub>3</sub> a los 60 animales, un segundo sangrado el día de inicio del ensayo a los 40 animales que recibieron la vitamina D<sub>3</sub> y un tercer sangrado a los 40 animales al siguiente día de haber finalizado la adición de la vitamina. Las muestras fueron identificadas y colocadas en una centrifugadora portátil Gemmy modelo PLC-03 de Gemmy Industries Corp., EUA, a 10 000 rpm durante 5 min, con la finalidad de separar el plasma de la muestra. Se extrajo el plasma y fue colocado en tubos vacutainer de 3 mL, posteriormente fueron llevadas al laboratorio de Química Ambiental de la Facultad Experimental de Ciencias de la Universidad del Zulia. Las muestras del músculo *Longissimus lumborum* y las de plasma fueron tomadas por triplicado para la determinación de calcio a través de un espectrofotómetro de absorción atómica marca Perkin Elmer modelo 3110, Norwalk, EUA, según el método de la AOAC [2].

Los sesenta animales fueron trasladados hasta el matadero Propiesa, sacrificados previo ayuno de 12 horas. Se tomaron al azar cinco canales de cada tratamiento para realizar la disección del músculo *Longissimus lumborum* después de 24 h post-mortem. El acondicionamiento de las muestras se realizó en el laboratorio de Tecnología de la Carne de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad del Zulia. Posteriormente fueron cortados 10 bisteces (4 para evaluación sensorial, 4 para textura y 2 para calcio en músculo) de 2,5 cm de espesor y se empacaron al vacío en bolsas de plástico de alta barrera hasta su posterior evaluación.

La determinación de textura se realizó mediante el uso de un texturómetro marca Chatillon con capacidad de 50 lbs y una precisión de .1 lbs, de The G-R Elec MFG Co., Manhattan, KS, EUA, utilizando el Warner – Bratzler (WB), las lecturas fueron expresadas en kilogramo-Fuerza (kg-F). De los 4 bisteces, dos fueron cocidos a 70°C controlando la temperatura interna con termopares tipo T de cobre (Euckla) en una parrillera de hasta 350°C y dos bisteces fueron dejados crudos. Se obtuvieron muestras cilíndricas (mínimo ocho, máximo once) usando un sacabocado de 1,4 mm de diámetro, para luego proceder a la prueba de resistencia al corte. Los resultados obtenidos fueron registrados en planillas para su posterior análisis.

La evaluación organoléptica de la carne se realizó por un grupo de panelistas previamente entrenados y conformado por 10 personas. Los panelistas degustaron la carne con la finalidad de apreciar su jugosidad, terneza, sabor, olor, sensación a grasa y cantidad de tejido conectivo, de acuerdo a lo establecido en la “Guía de Investigación para Cocción, Evaluación Sensorial y Medida Instrumental de la Terneza” [1].

Se efectuaron dos tipos de evaluaciones:

1. Evaluación sensorial con luz blanca en carne fresca, apreciación del consumidor común a la hora de comprar un corte de carne. En este tipo de evaluación el panelista tomó en cuenta la Apariencia Total (AT, 1= Extremadamente desagradable; 8= Extremadamente agradable) y el color (CO= Rojo rosado; 5= café rojizo) de cada una de las muestras colocadas en una bandeja, esta se ubicó en un sitio donde todos y cada uno de los panelistas tuviesen una clara visión de las muestras a evaluar.

2. Evaluación sensorial con luz roja en carne cocida. La cocción de la carne se realizó controlando la temperatura interna del bistec a través de un termopar portátil KEY K-type, marca Hanna Instruments, Mauricio, hasta alcanzar unos 70°C. Una vez cocinada la carne se cortó en cubos de 1×1×2,54 cm. A cada uno de los panelistas se les asignaron puestos individuales al momento de realizar la evaluación sensorial con luz roja, para determinar olor (OL), sabor (SA), sensación grasa (SG), terneza (TE), jugosidad (JU) y cantidad de tejido conectivo (TC) según los tratamientos asignados [1].

Los datos fueron evaluados mediante un análisis de varianza utilizando un modelo lineal general. Las medias de las variables consumo de alimento y concentraciones de calcio en plasma y músculo fueron comparadas a través de procedimiento LSMmeans, SAS [21]. Las variables de evaluación sensorial, por ser no paramétricas fueron transformadas utilizando la raíz cuadrada [22]

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del consumo de materia seca del suplemento en los animales sometidos durante los 8 d del ensayo se observan en la TABLA I. Sin embargo, como los animales se encontraban a pastoreo no se puede inferir sobre el consumo de materia seca del pasto. Resultados obtenidos en animales estabulados, indican que el consumo de materia seca se redujo significativamente en los animales suplementados con vit D<sub>3</sub> [9]; no así, lo reportado por Montgomery y col. [12], quienes señalaron que no hubo ningún efecto de la suplementación con vit D<sub>3</sub> sobre el peso final o el consumo diario promedio de materia seca, pero si sobre la ganancia diaria de peso durante los 21 d que duró la suplementación, mostrando una reducción lineal al incremento de la dosis diaria de vit D<sub>3</sub>. La suplementación diaria con vit D<sub>3</sub> no afectó negativamente el consumo diario de materia seca del suplemento.

La suplementación oral de vitamina D<sub>3</sub> por ocho días consecutivos aumenta la concentración de calcio en el plasma, como puede ser observado en la TABLA II. La suplementación con vitamina D<sub>3</sub> (T3 y T2) no afecta el nivel de calcio en el plasma al día 2. Todos los tratamientos suplementados con vit D<sub>3</sub> presentaron una mayor concentración de calcio (P<0,01) en el plasma cuando se compara con el control para el día de la matanza, entre un 25 y 40%, respectivamente. El grupo no suplementado no mostró cambios en los niveles de calcio sanguíneo.

Cuando la vitamina D<sub>3</sub> es absorbida en el tracto intestinal, es transportada al hígado, allí es hidroxilada en la posición 25 convirtiéndose en 25-OH-D<sub>3</sub>, luego es transportada al riñón en donde se formará el 1-25-di-OH-D<sub>3</sub> el cual es el metabolito activo, que incrementa la absorción y metabolismo del calcio en el organismo [18]. Este proceso toma de 3 a 5 d [12, 15]. La principal función de la vitamina D<sub>3</sub> es aumentar la concentración del calcio en el plasma [14].

**TABLA I**  
**CONSUMO DE MATERIA SECA DEL SUPLEMENTO POR ANIMAL (CA) DURANTE 8 D DE LOS ANIMALES TRATADOS Y SIN TRATAR CON VITAMINA D<sub>3</sub> / SUPPLEMENT DRY MATTER INTAKE DURING 8 D PERIOD BY VITAMIN D<sub>3</sub> TREATED AND NON-TREATED ANIMALS.**

Tratamiento	Suplemento ofrecido (kg)	Rechazo (kg)	Consumo (kg)	Consumo por animal (kg)
Control, (n=20)	190,28	20,13	170,15	8,50
6 x 10 <sup>6</sup> UI, (n=20)	190,32	9,6	180,96	9,04
10 x 10 <sup>6</sup> UI, (n=20)	189,87	19,45	170,42	8,52

La administración oral de vitamina D<sub>3</sub>, 6 o 10 × 10<sup>6</sup> UI aumentó (P<0,01) la concentración de calcio en músculo *Longissimus lumborum*, como puede observarse en la TABLA III. Los niveles de vitamina D<sub>3</sub> en el músculo de animales tratados con 6 × 10<sup>6</sup> UI fueron 73% superior al control, mientras que en los animales tratados con 10 × 10<sup>6</sup> UI el aumento fue 46% superior.

Resultados similares han sido reportados por numerosos autores. Se encontró una concentración superior en un 43% cuando trataron a los novillos con 5 × 10<sup>6</sup> UI de vitamina D<sub>3</sub> [23]. Otros autores señalan que, la concentración de calcio en el músculo de los novillos tratados se incrementó 24 veces en relación a los novillos control [7].

Hay evidencias de que el músculo esquelético es un órgano objetivo para los metabolitos de la vitamina D. El principal rol de la vitamina D es el control del metabolismo del calcio. El Ca<sup>2+</sup> es el principal catión bivalente extracelular; y es el regulador fisiológico de la contracción muscular. La unión del Ca<sup>2+</sup> con el complejo troponina-tropomiosina anula este efecto inhibitor permitiendo la interacción de la actina con la miosina. La energía para esta interacción también depende del calcio como activador de la ATP-asa de las miofibrillas [14].

La respuesta a la suplementación de vitamina D<sub>3</sub> sobre la resistencia al corte del músculo *Longissimus lumborum* crudo o cocinado, medida con el texturómetro Warner-Bratzler se muestra en la TABLA IV. Para la variable textura medida con el Warner-Bratzler no hubo diferencia significativa entre los tratamientos para ambas condiciones crudo y ni en cocido. En líneas generales, las carnes en crudo resultaron de extremada-

mente dura a muy dura; cuando fueron sometidas a cocción, tendieron a ser de moderadamente dura a ligeramente blanda.

Estos resultados difieren de los reportados en la literatura. Swanek y col. [23] encontraron que los valores de resistencia al corte de los animales tratados con vitamina D<sub>3</sub> y madurados fueron inferiores (P<0,01) al día 7 postmortem con respecto al control, pero no así al día 14 o 21; mientras que otros señalan que hay valores inferiores (P<0,10) para los cortes de animales tratados con vitamina D<sub>3</sub> para el día 14 comparados con el control [7]. En este ensayo, los valores encontrados para la resistencia al corte en las carnes crudas o cocidas son inferiores a los reportados en la literatura aún cuando no fue madurada la carne.

La mayor o menor resistencia al corte viene dada por la acción de las enzimas que actúan *postmortem* sobre las proteínas de la carne. Las enzimas  $\mu$ -calpaína y m-calpaína presentes en el músculo, actúan coordinadamente sobre los procesos de maduración, que causa proteólisis *postmortem* de las proteínas miofibrilares, lo cual le proporciona una mayor ternura [8]. Las calpaínas son enzimas citosólicas, que requieren Ca para ser activas, degradar la proteína miofibrilar cerca de la línea Z del sarcómero muscular dando origen al ablandamiento de la carne [14]. Por el contrario, investigaciones recientes indican que la  $\mu$ -calpaína pierde su actividad proteolítica en la primeras 48 a 72 h de almacenamiento *postmortem*. La m-calpaína retiene mucha de su actividad proteolítica hasta 6 d *postmortem* a 25°C y con pH 7,5 pero prácticamente no tiene ninguna actividad a pH 5,8 [4]. Estos resultados sugieren que la  $\mu$ - ni la m-calpaína podrían ser proteolíticamente activas en

TABLA II

**CONCENTRACIONES DE CALCIO (mg/L) EN EL PLASMA DE LOS ANIMALES TRATADOS ORALMENTE CON SOBREDOSIS DE VITAMINA D<sub>3</sub>/ PLASMA CALCIUM CONCENTRATIONS (MG/L) IN ANIMALS ORALLY TREATED WITH VITAMIN D<sub>3</sub>.**

Tratamiento	Concentración de calcio (mg/L)		
	Inicial	Día 2	Día 8
Control (n=20)	2,75 ± 0,09	2,74 ± 0,10	2,74 ± 0,23 <sup>a</sup>
6 x 10 <sup>6</sup> (n=20)	2,25 ± 0,11	2,82 ± 0,12	4,67 ± 0,27 <sup>c</sup>
10 x 10 <sup>6</sup> UI (n=20)	2,22 ± 0,10	2,64 ± 0,11	3,72 ± 0,28 <sup>b</sup>

<sup>a, b, c</sup> Letras distintas en una misma columna indican diferencias (P<0,01).

TABLA III

**CONCENTRACIONES DE CALCIO EN EL MÚSCULO *LONGISSIMUS LUMBORUM* DE LOS ANIMALES TRATADOS ORALMENTE CON SOBREDOSIS DE VITAMINA D<sub>3</sub>/ *LONGISSIMUS LUMBORUM* MUSCLE CALCIUM CONCENTRATIONS IN IN ANIMALS ORALLY TREATED WITH VITAMIN D<sub>3</sub>.**

Tratamiento	Concentración de calcio (mg/L)		
	Inicial	Día 2	Día 8
Control	2,41 ± 0,06	2,39 ± 0,08 <sup>a</sup>	2,39 ± 0,16 <sup>a</sup>
6 x 10 <sup>6</sup> UI	2,25 ± 0,07	2,85 ± 0,09 <sup>b</sup>	4,15 ± 0,18 <sup>c</sup>
10 x 10 <sup>6</sup> UI	2,22 ± 0,07	2,65 ± 0,09 <sup>b</sup>	3,48 ± 0,20 <sup>b</sup>

<sup>a, b, c</sup> Letras distintas en una misma columna indican diferencias (P < 0,01).

**TABLA IV**  
**RESISTENCIA AL CORTE CON EL TEXTURÓMETRO WARNER BRATZER DEL MUSCULO LONGISSIMUS LUMBORUM**  
**CRUDO O COCINADO/ WARNER-BRATZLER SHEAR FORCE IN RAW OR COOKED LONGISSIMUS LUMBORUM MUSCLE.**

Tratamientos	Resistencia al Corte (Kg-F)	
	Crudo	Cocido
Control	1,15 ± 0,34	3,44 ± 0,26
6 x 10 <sup>6</sup> UI	1,06 ± 0,34	4,81 ± 0,26
10 x 10 <sup>6</sup> UI	1,77 ± 0,34	5,38 ± 0,26

**TABLA V**  
**EVALUACIÓN SENSORIAL/ SENSORIAL EVALUATION.**

Característica Organoléptica	Tratamientos		
	1	2	3
Color	3,42 ± 0,19 <sup>a</sup>	2,67 ± 0,19 <sup>b</sup>	3,14 ± 0,19 <sup>a,b</sup>
Apariencia total	6,02 ± 0,21	5,92 ± 0,20	5,44 ± 0,21
Olor	5,81 ± 0,26 <sup>a</sup>	4,93 ± 0,24 <sup>b</sup>	4,64 ± 0,25 <sup>b</sup>
Sabor	6,27 ± 0,20 <sup>a</sup>	6,10 ± 0,20 <sup>a,b</sup>	5,61 ± 0,20 <sup>b</sup>
Sensación grasa	6,01 ± 0,21	6,38 ± 0,21	5,90 ± 0,21
Terneza	6,42 ± 0,29 <sup>a</sup>	6,04 ± 0,19 <sup>a,b</sup>	5,50 ± 0,21 <sup>b</sup>
Jugosidad	5,25 ± 0,29	4,71 ± 0,25	4,56 ± 0,29
Cantidad de tejido conectivo	6,06 ± 0,15 <sup>a</sup>	6,28 ± 0,15 <sup>a</sup>	5,50 ± 0,15 <sup>b</sup>

<sup>a,b</sup> Letras distintas en una misma fila indican diferencias significativas (P<0,01).

el músculo bovino después de 24 h *postmortem* a pesar de las evidencias acumuladas en lo pasados 30 años [4].

Resultados obtenidos en el presente estudio de la evaluación sensorial de los bisteces de *Longissimus lumborum* se muestran en la TABLA V. Se encontraron diferencias significativas (P<0,01) para color (CO), olor (OL), sabor (SA), terneza (TE) y tejido conectivo (TC). No hubo diferencia para la apreciación de apariencia total (AT) del corte ni para jugosidad (JU) y sensación grasa (SG).

Color (1= Rojo rosado; 5= Café rojizo). Apariencia total del corte a la vista (1= Extremadamente desagradable; 8= Extremadamente agradable). Olor (1= Extremadamente suave; 8= Extremadamente intenso). Sabor (1= Extremadamente insípido; 8= Extremadamente sabroso). Sensación grasa (1= Abundante; 8= Ninguna). Terneza (1= Extremadamente duro; 8= Extremadamente blando). Jugosidad (1= Extremadamente seca; 8= Extremadamente jugosa). Cantidad de tejido conectivo (1= Abundante; 8= Ninguna).

Los resultados indican que la suplementación con vitamina D<sub>3</sub> mejoró las características organolépticas de la carne como es señalado en otras investigaciones [23]. Siendo el tratamiento de 6 x 10<sup>6</sup> UI de Vitamina D<sub>3</sub> el más destacado, encontrándose carnes de color rojo cereza, moderadamente agradable a la vista, olor ligeramente intenso, moderadamente

sabrosas, con trazas de sensación grasa, moderadamente blanda, ligeramente jugosas y con trazas de tejido conectivo.

Según varios autores de los factores de calidad que los consumidores aprecian y afectan la sensación de satisfacción, la jugosidad, sabor, y terneza son los más importantes pero son los que se muestran más variables [14,19]. Estos autores no encontraron ningún efecto de la vitamina D sobre los valores de jugosidad, cantidad de tejido conectivo, sabor, sensación grasa para los músculos estudiados [12, 14].

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en esta investigación, se concluye que la adición *ante-mortem* de 6x10<sup>6</sup> UI de vitamina D<sub>3</sub> mezclado en la ración diaria de alimento durante los 8 d previos al sacrificio aumenta la concentración de calcio en plasma sanguíneo, afecta la resistencia al corte (Warner-Bratzler) tanto en crudo como en cocido y además mejora significativamente las características organolépticas del músculo *Longissimus lumborum*, en cuanto a un color rojo agradable a la vista, sabor, olor y terneza, con poca cantidad de tejido conectivo.

Por lo anteriormente expuesto, se recomienda al productor de carne bovina, mejorar y/o implementar un programa de



manejo integral donde considere aspectos relacionados al mejoramiento genético del rebaño y la alimentación, que permitan lograr transformar un producto final de alta calidad.

### AGRADECIMIENTO

Agradecemos a la hacienda Barranquilla por facilitar sus instalaciones y animales; a la Facultad Experimental de Ciencias de LUZ por su valiosa colaboración en la evaluaciones sensoriales y Facultad de Ciencias Veterinarias, laboratorio de Industrias Cárnicas. Proyecto N° CC-0543-06 co-financiado por el CONDES y G-2005000431 co-financiado por el FONACIT.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] AMERICAN MEAT SCIENCE ASSOCIATION (AMSA). Research guidelines for cookery, sensory evaluation and instrumental tenderness measurements of fresh meat. 47 pp. 1995.
- [2] ASSOCIATION OFFICIAL ANALYSIS CHEMICAL (AOAC). Official methods of Analisis. Chapter 39. 16<sup>th</sup>. Ed. Arlington, VA. 1-7 pp. 1997.
- [3] BOEHM, M.L.; KENDALL, T.L.; THOMPSON, V.F.; GOLL, D.E.. Changes in the calpains and calpastatin during postmortem storage of bovine muscle. **J. Anim. Sci.** 76:2415-2434. 1998.
- [4] CAMOU, J.P.; MARCHELLO, J.A.; THOMPSON, V.F.; MARES, S.W.; GOLL, D.E.. Effect of postmortem storage on activity of i and m-calpain in five bovine muscles. **J. Anim. Sci.** 85:2670–2681. 2007.
- [5] CONRAD, H.R.; HANSARD, S.L. Effects of massive doses of vitamin D on physiological behavior of calcium in cattle. **J. Appl. Physiol.** 10: 98-102. 1957.
- [6] COPLANARH. Inventario Nacional de Tierras, región del Lago de Maracaibo (Región 1, Sub-región 1A, 1B y 1C). Publicación XXXIV. Caracas, Venezuela. QE45E 48. 42 pp. 1975.
- [7] FOOTE, M.R.; HORST, R.L.; HUFF-LONERGAN, E.J.; TRENKLE, A.H.; PARRISH, F.C., JR.; BEITZ, D.C.. The use of vitamin D3 and its metabolites to improve beef tenderness. **J. Anim. Sci.** 82:242-249. 2004.
- [8] GEESINK, G.H.; KUCHAY, S.; CHISHTI, A.H.; KOOHMARAIE, M.  $\mu$ -Calpain is essential for postmortem proteolysis of muscle proteins. **J. Anim. Sci.** 84:2834–2840. 2006.
- [9] KARGES, K.; BROOKS, J.C.; GILL, D.R.; BREAZIILE, J.E.; OWENS, F.N.; MORGAN, J.B. Effects of supplemental vitamin D3 on feed intake, carcass characteristics, tenderness, and muscle properties of beef steers. **J. Anim. Sci.** 79:2844-2850. 2001.
- [10] LAWRENCE, R.W.; DOYLE, J.; ELLIOTT, R.; LOXTON, I.; MC MENIMAN, J.P.; NORTON, B.W.; REID, D.J.; TUME, R.W. The efficacy of a vitamin D<sub>3</sub> metabolite for improving the myofibrillar tenderness of meat from *Bos indicus* cattle. **Meat Sci.** 72:69-78. 2006.
- [11] MONTGOMERY, J.L.; PARRISH, F.C., JR.; BEITZ, D.C.; HORST, R.L.; HUFF-LONERGAN, E.J.; TRENKLE, A.H.. The use of vitamin D<sub>3</sub> to improve beef tenderness. **J. Anim. Sci.** 78:2615-2621. 2000.
- [12] MONTGOMERY, J.L.; CARR, M.A.; KERT, C.R.; HILTON, G.G., PRICE B.P.; GALYEAN, M.L.; HOSRT, R.L.; MILLER, M.F. Effect of vitamin D<sub>3</sub> supplementation level on the postmortem tenderization of beef from steers. **J. Anim. Sci.** 80:971-981. 2002.
- [13] MONTGOMERY, J.L.; BLANTON, J.R.; HORST, R.L.; GALYEAN, M.L.; MORROW, K.J., JR.; WESTER, D.B.; MILLER, M.F. Effects of biological type of beef steers on vitamin D, calcium, and phosphorus status. **J. Anim. Sci.** 82:2043-2049. 2004a.
- [14] MONTGOMERY, J.L.; KING, M.B.; GENTRY, J.G.; BARHAM, A.R.; BARHAM, B.L; HILTON, G.G.; BLANTON, J.R.; HORST, R.L.; GALYEAN, M.L.; MORROW, K.J., JR.; WESTER, D.B.; MILLER M. F. Supplemental vitamin D3 concentration and biological type of beef steers. II. Tenderness, quality, and residues of beef. **J. Anim. Sci.** 82:2092-2104. 2004b.
- [15] MONTGOMERY, J.L.; GALYEAN, M.L.; HORST, R.L.; MORROW, K.J., JR; BLANTON, J.R.; WESTER, D.B.; MILLER, M.F. Supplemental vitamin D3 concentration and biological type of beef steers. I. Feedlot performance and carcass traits. **J. Anim. Sci.** 82:2050-2058. 2004c.
- [16] MORGAN, J.B.; SAVELL J.W.; HALE, D.S.; MILLER, R.K.; GRIFFIN, D.J.; CROSS, H. R.; SHACKELFORD, S. D. National beef tenderness survey. **J. Anim. Sci.** 69:3274-3283. 1991.
- [17] O'CONNOR, S.F.; TATUM, J.D.; WULF, D.M.; GREEN, R.D.; SMITH, G.C. Genetic Effects on beef tenderness in *Bos indicus* composite and *Bos taurus* cattle. **J. Anim. Sci.** 75:1822–1830. 1997.
- [18] RENKEMA, K.Y.; NIJENHUIS, T.; VAN DER EERDEN, B.C.J.; VAN DER KEMP, A. W.C.M.; WEINANS, H.; VAN LEEUWEN, J.P.T.M.; BINDELS, R.J.M.; HOENDEROP, J.G.J. Hypervitaminosis D mediates compensatory Ca<sup>2+</sup> hyperabsorption in TRPV5 Knockout mice. **J. Am. Soc. Nephrol.** 16:3188-3195. 2005.
- [19] SHACKELFORD, S.D.; WHEELER T.L.; KOOHMARAIRE D.M. Relationship between shear force and trained sensory panel tenderness rating of 10 major muscle from *Bos indicus* and *Bos Taurus* cattle. **J. Anim. Sci.** 73:3333-3340. 1995.

- [20] SMITH, T.; DOMINGUE, J.D.; PASCHAL, J.C.; FRANKE, D.E.; BIDNER, T.D.; WHIPPLE, G.. Genetic parameters for growth and carcass traits of Brahman steers. **J. Anim. Sci.** 85:1377–1384. 2007.
- [21] STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE. SAS/STAT User's guide. Version 6,2. Cary, NC. 1996.
- [22] STEEL, R.G; TORRIE, J.H. Principles and procedures of statistics a biometrical approach. Regression. **Transformations on the dependent variable**. 2da Ed. Chapter 9. 233-237pp. 1980
- [23] SWANEK, S.S.; MORGAN, J.B.; OWEN, F.N.; GILL, D.R.; STRASIA, C.A.; DOLEZAL, H.G.; RAY, F.K.. Vitamin D3 supplementation of beef steers increases *Longissimus* tenderness. **J. Anim. Sci.** 77:874-881. 1999.