

EFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN Y MADURACIÓN DE CARNES AL VACÍO SOBRE LA PALATABILIDAD DEL *LONGISSIMUS* DE NOVILLOS CRIOLLO LIMONERO CEBADOS A PASTOREO.

Effect of Supplementation Regimes and Vacuum Ageing on Palatability of Beef Longissimus from Criollo Limonero Steers Fattened on Pasture.

Argenis Rodas-González¹, Juan Vergara-López², Lilia Arenas de Moreno³, Nelson Huerta-Leidenz³, Merlís Leal¹ y Manuel Felipe Pirela²

¹ Facultad de Ciencias Veterinarias, Núcleo Agropecuario, Universidad del Zulia, Apartado 15252, Maracaibo 4005-A, Estado Zulia, Venezuela. argenisrodas@yahoo.es. ² Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Ministerio de Ciencia y Tecnología, Maracaibo, Venezuela. ³ Facultad de Agronomía, Núcleo Agropecuario, Universidad del Zulia, Apartado 15205, Maracaibo 4005, Estado Zulia, Venezuela.

RESUMEN

Se sacrificaron 23 novillos Criollo Limonero (CL), que a los 36 meses de edad fueron asignados a tratamientos de suplementación durante un periodo de ceba de 158 d: T1= Pastoreo (*Echinochloa polystachia*) no suplementado. T2= Pastoreo más 1,0 Kg/animal/día de concentrado al 11% PC y T3= Pastoreo más 1 h/día ramoneando *Leucaena leucocephala*. De sus canales fueron retirados bistés del músculo *longissimus* para determinar los efectos de la suplementación y periodos de maduración al vacío (2; 7; 14 y 21 días) sobre las variables culinarias (VC), resistencia al corte (RC) y atributos sensoriales evaluados por consumidores. Se efectuaron análisis de varianza-covarianza por el método de mínimos cuadrados. La RC y VC, no se vieron afectadas por la suplementación ($P>0,05$). Los consumidores, solo detectaron diferencias significativas en intensidad del sabor ($P=0,04$) a favor de la suplementación con leucaena, pero en general, todos los tratamientos obtuvieron un buen grado ($>52\%$) de aceptación, a pesar que las carnes de animales suplementados (concentrado o *Leucaena*) calificaron mayoritariamente en la categoría de carnes tiernas ($>82\%$). Los periodos de maduración superiores a 14 d., garantizaron una mayor proporción de carnes tiernas, pero desmejoraron su aceptabilidad ($<52\%$). En conclusión, a pesar de no observarse diferencias entre tratamientos, las carnes de los animales suplementados con *Leucaena* fueron bien aceptadas por parte del consumidor (58%) y garantizaron una

alta proporción (84%) de carnes tiernas (RC $<3,88\text{kg}$); e independientemente del tratamiento alimenticio, las carnes de novillos CL fueron catalogados en su mayoría ($76,55\%$) como carnes tiernas.

Palabras clave: Novillo, suplementación, criollo, *Leucaena*, palatabilidad, maduración al vacío.

ABSTRACT

Twenty three (36 mo of age) Criollo Limonero (CL) steers were subjected to supplementation treatments during 158 d of fattening on pasture as follows: T1= a non-supplemented control group, grazing *Echinochloa polystachia* grass; T2=grazing plus 1 Kg/d/head of a concentrate to 11% CP, and T3=grazing plus 1h/d of pruning an arboreal legume (*Leucaena leucocephala*). Animals were slaughtered, and 48 h *postmortem*, *longissimus* muscle samples were removed from their carcasses to evaluate cooking traits (CT), Warner-Bratzler shear force (WBS) and palatability attributes by consumer panelists, at four ageing periods (2, 7, 14 and 21 d). Analysis of variance-covariance was conducted by the least squares method. WBS values and CT were not influenced by feed supplementation ($P>0.05$). Consumers only detected significant differences on flavor intensity ($P=0.04$) favoring *Leucaena* supplementation, but in general, the CL steaks had a good consumer acceptability ($>57\%$), even though the steaks from supplemented animal (concentrate or *Leucaena*) were categorized mostly as tender meat ($>82\%$). Ageing periods longer than 14 d., guaranteed a higher proportion of tender beef, but their acceptability were affected

negatively (<52%). In conclusion, even though differences among treatments were not detected, meats from the supplemented animals with *Leucaena* had a good acceptability by consumers (58%) and showed a high proportion (84%) of tender meats (WBS<3.88kg). Regardless of feed supplementation, steaks derived from CL steers were categorized mostly (76.55%) as "tender meat".

Key words: Steer, supplementation, criollo, *Leucaena*, meat palatability, vacuum ageing.

INTRODUCCIÓN

En Venezuela, el ganado Criollo Limonero (cuyo nombre deriva de su origen geográfico: Cuenca del Río Limón y otros ríos del Norte del estado Zulia), ha sido seleccionado rudimentariamente hacia la producción láctea, y los pocos estudiosos de esta raza, han enfocado su interés en evaluar ese propósito [1]. Actualmente, existe un creciente interés en Venezuela por evaluar los atributos cárnicos de este germoplasma nativo, pero hasta la fecha sólo se conocen dos reportes [18, 19], evaluando el potencial cárnico que tiene esta raza en rasgos de crecimiento, características de la canal y su rendimiento en cortes. Aún así, falta por investigar sobre la calidad sensorial de las carnes del Criollo Limonero.

El uso de suplementos alimenticios ha probado su utilidad para mejorar la producción tropical extensiva, ya que los pastos de estas zonas de vida no llenan, por sí solos, los requerimientos nutricionales de animales en crecimiento [15]. Los efectos de la dieta sobre la calidad de la canal y de la carne en vacunos han sido poco estudiados en la América Tropical [8]; La suplementación a base de hojas de leguminosas, especialmente con *Leucaena leucocephala*, (leucaena) está cobrando importancia en las zonas de la cuenca del Lago de Maracaibo [5, 16]. Los pocos estudios sobre suplementación de vacunos con leucaena [11, 18] reportan ligeros cambios en la canal, tales como: avances en madurez muscular, mejor silueta (conformación) de la pierna y mayor nivel de engrasamiento en los lomos. En cuanto a la calidad organoléptica, las carnes provenientes de animales suplementados con leucaena son bien aceptadas por parte de los consumidores, a pesar del color amarillo que presenta la grasa subcutánea [20].

Apartando las consideraciones raciales, existe consenso [4, 13] al afirmar que las carnes de vacunos alimentados a base de forrajes son menos palatables que las producidas a base de granos, de alto valor energético. En Venezuela se ha comprobado que la terneza inherente de las carnes mayormente de vacunos cebados en pasturas naturales es muy variable, siendo procedente la aplicación de tecnologías post-mortem, como la maduración en bolsas al vacío [10, 17] para mejorar dicho atributo.

El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de la suplementación y maduración de carnes al vacío sobre las

características culinarias, resistencia al corte y atributos de palatabilidad (evaluados por consumidores) de las carnes de novillos Criollo Limonero puros.

MATERIALES Y MÉTODOS

Animales

La fase *ante mortem* se desarrolló en la Estación Local "El Guayabo", perteneciente al Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), ubicada en la zona Sur del Lago de Maracaibo, a 5 Km de la intersección Machiques-Colon, y a 9 Km de la población de El Guayabo, municipio Catatumbo, estado Zulia. El clima y la vegetación en el área de estudio se identifican como bosque seco tropical. La precipitación anual de la zona fluctúa entre 1.200 y 2.000 mm, presentando un régimen bimodal (abril-junio, agosto-noviembre), con temperaturas medias anuales de 29,7°C, y la humedad relativa de 80% [6].

Se utilizaron 23 animales Criollo Limonero nacidos en la Estación Carrasquero, perteneciente al INIA, ubicada en el municipio Páez del estado Zulia. Estos animales fueron castrados a la semana de nacidos y destetados a los 8 meses, para luego ser trasladados a la Estación Local El Guayabo; allí se mantuvieron a pastoreo hasta alcanzar un peso y edad promedio de 309,87 Kg. y 36 meses, respectivamente, para el momento del ensayo. Al entrar a la ceba, los animales presentaban pobre musculatura debido a un período de sequía muy severo que habían experimentado durante la época seca de ese año. El periodo de ceba comprendió los meses de junio a diciembre (meses correspondientes al periodo de lluvia). Previo al inicio del este ensayo, todos los animales fueron desparasitados e inyectados con polivitamínicos.

Los animales se dividieron en tres grupos, estructurados en un diseño completamente al azar, con tres tratamientos T1= testigo con 8 animales a pastoreo con pasto Alemán (*Echinochloa polystachia*); T2= 7 animales a pastoreo con pasto Alemán más 1 Kg./d. de alimento concentrado con 11% de proteína cruda (PC), y T3= 8 animales a pastoreo de pasto Alemán más *Leucaena leucocephala*.

Los detalles de la composición química, cálculo de aportes y consumo de pasto y suplementos; como también, el manejo realizado a los animales durante la ceba, están descritos en un artículo previo por Rodas y col.[18].

Cuando los animales alcanzaron un promedio de 390 Kg y cierto nivel de engrasamiento, se dio por finalizada la ceba de los animales, siendo el tiempo transcurrido de 158 días.

Sacrificio y evaluación de la canal

El sacrificio de los animales se realizó en el Centro Cárnico del Parque Tecnológico Universitario (PTU-LUZ), ubicado en la ciudad de Maracaibo, municipio San Francisco del estado Zulia.

Debido a limitaciones de capacidad de transporte y de matanza, se hicieron dos lotes de faenado (11 animales en el primer lote y 12 animales en el segundo lote, representando los tres tratamientos) con siete días de diferencia entre matanzas. El primer lote fue enviado inmediatamente al culminar la cebsa, y el segundo lote, permaneció en la estación experimental recibiendo los tratamientos de suplementación hasta su faenado.

Los animales se pesaron en horas de la mañana (en ayuno de 14 h) antes de ser embarcados al camión y trasladados al Centro Cárnico PTU-LUZ. Allí pasaron la noche y parte de la mañana siguiente en corrales con ayuno hídrico (20 h de descanso) y luego sacrificados por el procedimiento típico. A las 24 h *post mortem*, las canales refrigeradas se evaluaron según el Decreto Presidencial N° 1896 [7], para distintas características cualitativas e indicadores de rendimiento.

Toma de muestras para los estudios de la carne

A las 48 h *post mortem*, se procedió a despostar la media canal derecha, y retirar bistés del solomo (músculo *longissimus*) para las pruebas de evaluación sensorial y de resistencia al corte. En total se retiraron 16 bistés de 2,54 cm. de grosor por animal. El solomo se seccionó en cuatro segmentos de cuatro bistés cada uno. Para evaluar cada tratamiento de maduración (2d, 7d, 14d y 21d), un par de bistés se utilizó en la degustación y otro par sirvió para las pruebas de resistencia al corte Warner-Bratzler. La toma de la muestra se realizó alternando la posición de los bistés según el destino de la misma y mediante la asignación de códigos (1, 2, 3 y 4 para 2d., 7d., 14d. y 21d.); los bistés se asignaron rotando los tratamientos de maduración, según todas las combinaciones posibles con los cuatro códigos de cada segmento. Este procedimiento evitó que algunos de los tratamientos de maduración, resultara sesgado al mantener de manera fija una determinada posición anatómica en los solomos estudiados.

Las muestras se empacaron al vacío identificándolas individualmente. Los bistés de 2 d. de maduración se congelaron de inmediato en un túnel a -20°C , y fueron almacenados a esa temperatura hasta su análisis posterior. Los bistés asignados a los tratamientos de maduración 7, 14 y 21 d. se colocaron en una refrigeradora a 4°C por el tiempo de almacenamiento correspondiente. Culminado el tiempo de maduración asignado a los bistés, éstos se congelaron y almacenaron, como se hizo con los testigos, a -20°C en la cámara del laboratorio de Carne de la Facultad de Ciencias Veterinarias de LUZ, hasta su posterior evaluación.

Culinaria, evaluación sensorial por consumidores y resistencia al corte

La preparación de las muestras, el método de cocción y determinación de variables culinarias (tiempo y mermas por cocción) de los bistés, se realizó de acuerdo con las pautas establecidas por American Meat Science Association (AMSA) [2].

El día anterior a las pruebas sensoriales se retiraron al azar los bistés congelados que representaran los tratamientos de suplementación y maduración y fueron colocados en una vitrina refrigerada para su descongelación (a 4°C por 24 h.) antes de su cocción. Las pruebas de degustación se realizaron en un salón situado a escasos 15 m. de la cocina experimental, bien iluminado (luz artificial fluorescente y luz natural a través de ventanas de vidrio), con aire acondicionado, libre de olores o ruidos perturbadores, equipado con asientos individuales y mesas de trabajo. Los grupos de voluntarios (5 a 6 personas por sesión) que degustaron las muestras se distribuyeron en las mesas, guardando una distancia aproximada de 1 m. entre sí, para evitar la influencia de evaluadores vecinos. Para cada grupo se dispuso de un facilitador que instruyó sobre el llenado de la encuesta y aclaró las dudas que se suscitaron durante la sesión. Las muestras (cubitos) fueron servidas tibias sin condimento alguno y se instruyó a los panelistas que debían enjuagarse la boca entre degustaciones.

Los consumidores dieron su opinión sobre la aceptabilidad del producto mediante la apreciación individual (sabor, intensidad de sabor y blandura) o en conjunto (impresión general) de sus atributos sensoriales. Se organizaron dos pruebas de degustación (cada una en días diferentes) con la misma encuesta para así evaluar todas las muestras en estudio. Participaron 85 comensales el primer día de prueba, y en la segunda prueba (dos días después de la primera) 73 comensales. En ambas sesiones, las personas que participaron en la degustación eran de ambos sexos, con diferentes niveles de educación, con ingresos entre \$46 y \$651, y en edades entre los 18 y 60 años. Los consumidores hicieron uso de escalas no descriptivas (escala hedónica) del 1 al 9 (1= Me disgusta muchísimo; 9= Me gusta muchísimo) de los siguientes atributos: Impresión general, Sabor, Intensidad del sabor y Blandura (terneza).

Referente a las evaluaciones de resistencia al corte, la escasa disponibilidad de asadores eléctricos y termómetros para cocinar el par de bistés por muestra, obligó completar la prueba en cuatro días, de manera intercalada, previendo que en cada día de evaluación estuvieran representados los tratamientos de suplementación y maduración. Un par de bistés, posterior a su cocción, se dejaron enfriar a temperatura ambiente para luego extraer de cuatro a diez bocados de 1,27 cm. en diámetro, dependiendo del área del solomo, siguiendo la orientación de la fibra y cuidando de no contener partículas de grasa o de tejido conjuntivo. Cada bocado fue sometido a un corte de cizalla como prueba reológica, utilizando el aparato de Warner-Bratzler (G-R Elec. Mfg. Co, Manhattan, KS. EUA). Al pasar cada bocado por la máquina se registró la fuerza de corte (en Kg.). El promedio resultante de ocho a diez lecturas por par de bistés fue utilizado para representar la fuerza (resistencia) de corte de la carne de solomo de cada animal por tratamiento.

Análisis estadístico

Para el análisis estadístico se utilizó el paquete estadístico S.A.S. [21]. Se realizó análisis de varianza por el método de cuadrados mínimos para determinar el efecto de tratamiento de suplementación, periodo de maduración (2; 7; 14 y 21 d.) y su interacción sobre las variables respuesta. Al encontrarse significación ($P < 0,05$) en el ANAVA, se realizaron pruebas de medias por el método de mínimos cuadrados con ajuste para comparaciones múltiples, de Tukey-Kramer [21].

Además se analizó el ajuste por covariables de cocción. Después de realizada la prueba de regresión simple para resistencia al corte y cada atributo de palatabilidad, se determinó que las variables "Sabor" y "Blandura" se vieron afectadas por las pérdidas por cocción (merma, g). A tal efecto, se procedió a realizar análisis de varianza-covarianza (ANAVACO) para las variables antes mencionadas [21]. Al encontrarse significación en el análisis ($P < 0,05$), se realizaron pruebas de medias por el método de mínimos cuadrados con ajuste para comparaciones múltiples, de Tukey-Kramer [21].

Adicionalmente, para cada tratamiento de suplementación o maduración, se realizaron dos análisis de frecuencia. El primer análisis fue para describir la proporción de comensales que aceptaban las muestras degustadas (se declaraba aceptable una muestra cuando recibía una puntuación igual o mayor a 6 puntos = "me gusta ligeramente", en la escala hedónica de 9 puntos). El segundo análisis sirvió para describir la proporción de carnes Tiernas (valores de resistencia al corte $< 3,88$ kg.), Intermedias (valores de resistencia al corte entre 3,88 y 4,98 kg.) y Duras (va-

lores de resistencia al corte $> 4,98$ kg.) usando los umbrales de terneza descrito por Huerta y Rodas [9].

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características en canal

Las características de las canales de los animales sometidos a los tratamientos de suplementación, fueron descritos previamente por Rodas y col. [18]. En general, el ANAVA no detectó efectos significativos ($P > 0,05$) de los tratamientos de suplementación sobre las características de la canal determinadas según el Decreto Presidencial Nº 1896 [7]. En promedio, las canales de los tratamientos obtuvieron una madurez fisiológica total de "B", la cual se corresponde con la edad de los novillos. Con respecto al marmoleo, éste se ubicó en el nivel "ligero"; mientras que el color de la grasa fue de color blanco cremoso. Las canales no alcanzaron una buena cobertura de grasa (descrita como "ligeramente desprovista"), hecho que concuerda con el escaso engrasamiento medido a nivel de los lomos (espesor de grasa promedio menor de 2,5 mm).

Efecto de la suplementación

El ANAVA no detectó diferencias estadísticas en la resistencia al corte y los atributos culinarios ($P > 0,05$). La suplementación solo afectó la intensidad del sabor ($P = 0,04$). En la TABLA I se muestran los valores (medias mínimo cuadráticas \pm error estándar) para la resistencia al corte, las calificaciones de los consumidores y las variables culinarias.

TABLE I
RESISTENCIA AL CORTE, EVALUACIÓN SENSORIAL Y CARACTERÍSTICAS CULINARIA DE CARNES DE MACHOS CASTRADOS CRIOLLO LIMONERO SOMETIDOS A SUPLEMENTACIÓN/ SHEAR FORCE, SENSORY EVALUATION, COOKING TRAITS OF RIB STEAKS FROM CRIOLLO LIMONERO CASTRATED MALES UNDER DIFFERENT SUPPLEMENTATION REGIMES.

Variable	Tratamientos		
	Pastoreo (n=8)	Pastoreo + Concentrado (n=7)	Pastoreo + Leucaena (n=8)
Resistencia al corte, kg	3,27 \pm 0,12	3,36 \pm 0,10	3,30 \pm 0,11
Impresión general ^x	5,63 \pm 0,18	5,52 \pm 0,15	5,65 \pm 0,15
Sabor ^x	5,20 \pm 0,18	5,46 \pm 0,15	5,64 \pm 0,15
Sabor (ajustado) ^x	5,30 \pm 0,19	5,41 \pm 0,16	5,61 \pm 0,15
Intensidad del sabor ^x	4,54 \pm 0,18 ^a	4,87 \pm 0,15 ^{ab}	5,14 \pm 0,15 ^b
Blandura ^x	6,27 \pm 0,18	6,57 \pm 0,15	6,51 \pm 0,15
Blandura (ajustado) ^x	6,38 \pm 0,19	6,52 \pm 0,16	6,48 \pm 0,15
Características culinarias			
Tiempo de cocción, min.	76,31 \pm 3,40	80,37 \pm 3,13	77,65 \pm 3,17
Merma por cocción, g.	56,49 \pm 2,54	60,59 \pm 2,29	60,03 \pm 2,36
Merma por cocción, %.	31,99 \pm 0,72	30,92 \pm 0,62	31,73 \pm 0,64

^x: escala hedónica donde 1= me desagradó muchísimo y 9= me gustó muchísimo. estadística ($P < 0,05$).

^{a,b} = letras distintas en una misma fila denota diferencia estadística ($P < 0,05$).

La intensidad del sabor de las carnes de novillos suplementados con leucaena fueron favorecidos por los consumidores, diferenciándose significativamente ($P = 0,03$) de las carnes de los animales a solo pastoreo. Los consumidores describieron las carnes de animales suplementados con leucaena como “me es indiferente”, frente a una descripción de la carne de los animales a solo pastoreo como “me desagrada un poco”.

La aceptabilidad del consumidor, basada en una puntuación igual o mayor a 6 puntos en la escala hedónica, se muestra en la TABLA II. Todas las carnes fueron declaradas como aceptables, tomando como descripción base: “me gusta ligeramente”. El mayor nivel de aceptación lo obtuvieron las carnes suplementadas con leucaena y los animales que consumieron solo pasto; siendo declaradas como aceptables por 92 y 90 personas, respectivamente, de un total de 158 encuestados.

Aplicando los umbrales de terneza [9] a los datos de resistencia al corte de tratamientos de suplementación, se pudo observar que las carnes de animales suplementados con concentrado o leucaena calificaron mayoritariamente en la categoría de carnes tiernas. La TABLA III ilustra los resultados de este análisis de frecuencia.

TABLA II
NIVEL DE ACEPTABILIDAD POR PARTE DE CONSUMIDORES DE CARNES DE DIFERENTES TRATAMIENTOS DE SUPLEMENTACIÓN/ CONSUMER ACCEPTABILITY LEVEL OF RIB STEAKS FROM DIFFERENT TREATMENTS OF SUPPLEMENTATION

Tratamientos	Aceptabilidad ^a
Solo pasto	57,0%
Pasto + concentrado	52,8%
Pasto + leucaena	58,0%

^a Se declaraba aceptable una muestra de carne cocida en particular cuando recibía una puntuación igual o mayor a 6 puntos (“me gusta ligeramente”) en la escala hedónica de 9 puntos.

TABLA III
DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE LAS CARNES CATEGORIZADAS POR UMBRALES DE TERNEZA SEGÚN EL TRATAMIENTO DE SUPLEMENTACIÓN/ PROPORTION OF RIB STEAKS CATEGORIZED BY TENDERNESS THRESHOLD ACCORDING TO SUPPLEMENTATION TREATMENTS

Tratamientos	Categorización por Terneza, %		
	Tiernas	Intermedias	Duras
Solo pasto	62,96	37,04	0,00
Pasto + concentrado	82,82	18,18	0,00
Pasto + leucaena	83,87	16,13	0,00

Umbrales de terneza descrito por Huerta y Rodas [8].
Tiernas: valores de resistencia al corte <3,88 kg.
Intermedia: valores de resistencia al corte entre 3,88 y 4,98 kg.
Duras: valores de resistencia al corte >4,98 kg.

A pesar de la alta proporción de carnes categorizadas como tiernas de los animales suplementados (leucaena o concentrado) según el umbral de terneza, la proporción de comensales que las declararon como aceptables no son equiparables. Esto podría ser debido a la variación en la percepción de la terneza por parte de cada consumidor, que podría no requerir el mismo umbral de terneza para sentirse satisfecho, aunado a la influencia de otros factores como el sabor o la jugosidad, que podrían variar su percepción como carne tierna y su aceptabilidad general [14]. Contario a estos resultados, Shelton [20] indicó que las carnes provenientes de animales suplementados con leucaena son bien aceptadas por parte de los consumidores, a pesar del color amarillo que presenta la grasa subcutánea.

En suplementaciones a pastoreo en asociación con otro tipo de leguminosa, como el maní forrajero (*Archis glabrata*), Bennett y col. [3], encontraron que las carnes de los animales suplementados necesitaron mayor presión (en Kg.) para ser cortadas por el Warner-Bratzler comparadas con la de los animales alimentados a granos (6,8 vs 4,0 Kg.; $P < 0,001$); estas carnes también presentaron un sabor desagradable cuando fueron evaluadas por panelistas entrenados.

En Norteamérica, la discusión se ha centrado sobre el tema de forrajes vs granos para la alimentación del rumiante. Existe el consenso científico acerca de las bondades que los altos planos nutricionales tienen sobre los atributos organolépticos de la carne de res (terneza, jugosidad y sabor). La mejora de todos los atributos organolépticos responde en mayor o menor grado a la acumulación de grasa. Byers y col. [4] y Melton [13], en sendas revisiones de datos comparativos de regímenes alimenticios (granos vs forrajes) en Norteamérica, opinaron que las carnes de los animales alimentados a base de granos eran más tiernas y con mejor sabor a las producidas con forrajes; sin embargo, la intensidad del sabor fue mayor en la carne producida a base de forrajes.

En otros tipos de suplementación alternativa para animales a pastoreo los resultados no han sido promisorios. Huerta y col. [8] obtuvieron resultados contradictorios en dos ensayos con diferentes tipos de suplementación. En un primer ensayo (suplementación con gallinaza y pulitura de arroz), todos los atributos relacionados a la blandura de la carne (resistencia al corte, cantidad de tejido conectivo y terneza) fueron ligeramente desmejorados. En contraste, la suplementación a base de harina de pluma, harina de arroz y semilla entera de algodón, produjo carnes que resultaron, según el panel entrenado, ligeramente menos duras al corte (0,5 Kg.), más jugosas y más tiernas, que la de los animales que no recibieron suplemento [8].

Efecto de la maduración de las carnes

El ANAVA no detectó efectos significativos ($P > 0,05$) del periodo de maduración sobre los atributos culinarios, pero si se observó efecto de la maduración sobre la resistencia al corte ($P = 0,0001$) y los atributos sensoriales: impresión general

($P=0,01$), sabor ($P=0,01$) e intensidad del sabor ($P=0,03$). El efecto significativo sobre el sabor se mantuvo ($P=0,01$) al ajustar por la covariable pérdidas por cocción en gramos.

En la TABLA IV se muestran los valores (medias mínimo cuadráticas \pm error estándar) para la resistencia al corte, las calificaciones de los consumidores y las variables culinarias según el periodo de maduración. Los bistés madurados por 21 d. ofrecieron menos resistencia al corte que las carnes maduradas por 2 y 7 d. ($<0,82$ Kg.), pero sin diferenciarse estadísticamente de aquellas maduradas por 14 d. Sin embargo, los consumidores no pudieron detectar diferencias entre periodos de maduración (con o sin ajuste) como efecto principal; no obstante, hubo interacción significativa de suplementación x maduración sobre la blandura, que será explicada más adelante.

La impresión general y el sabor (ajustado) fueron mejor calificados con periodos de maduración de 2 y 7 d., diferenciándose significativamente de las puntuaciones obtenidas por las muestras de carne maduradas por 21 d. En cambio, las carnes maduradas por 21 d. tuvieron mayor intensidad de sabor que las maduradas por 2 d. Estos hallazgos, pudieran atribuirse al hecho que las carnes maduradas por 14 y 21 d., presentaron sabores indeseable (a jabón o amargo) pero intenso según comentaron algunos consumidores. El nivel de aceptación se muestra en la TABLA V. El mayor nivel de aceptación se obtuvo en las carnes de 2 y 7 d. de maduración (59 y 64%, respectivamente). Esto se corresponde con lo expresado anteriormente; donde las carnes maduradas bajo refrigeración (4°C) por periodos mayores a 14 d., pudieron sufrir rancidez oxidativa o descomposición bacteriana, y en consecuencia recibir una mala calificación.

Aplicando la clasificación por ternera [9] se pudo observar, que a medida que aumentaban los días de maduración, aumentaba también la proporción de carnes clasificadas como tiernas. La TABLA VI ilustra los resultados de este análisis de frecuencia.

Nuevamente, a pesar de la alta proporción de carnes clasificadas como tiernas, a medida que duraba más la maduración, la aceptación disminuía, probablemente debido a rancidez oxidativa u otro deterioro (descomposición bacteriana). En tal sentido, a la hora de evaluar la aceptabilidad de un producto el consumidor no solo evalúa su ternera sino que engloba una serie de atributos para establecer la aceptabilidad general [14].

Existe suficiente información [10, 12, 17, 22, 23] que respalda la disminución de la resistencia al corte al aumentar los días de maduración. Recientemente, Huerta y col. [10] madurando carnes provenientes de toros F1 Senepol x Cebú cebados a pastoreo, al ser maduradas por periodos hasta de 14 d., tuvieron menos resistencia al corte ($P<0,05$), y fueron calificadas por catadores entrenados como más tiernas ($P<0,01$), con menor cantidad de tejido conectivo ($P<0,01$) y de sabor más intenso. Del grupo de bistés madurados por 2 d. 42,9% resultaron tiernos, 21,4% de ternera intermedia y 35,7% duros. Para el día 14, el 71,4% de los bistés resultaron tiernos, 21,4% intermedios y 7,1% duros.

Efecto de las interacción suplementación x periodo de maduración

El análisis de la varianza reveló efectos significativos de la interacción suplementación x maduración sobre el atributo

TABLA IV

RESISTENCIA AL CORTE, EVALUACIÓN SENSORIAL Y CARACTERÍSTICA CULINARIA DE CARNES DE MACHOS CASTRADOS CRIOLLO LIMONERO BAJO DIFERENTES PERIODOS DE MADURACIÓN/ SHEAR FORCE, SENSORY EVALUATION, COOKING TRAITS OF RIB STEAKS FROM CRIOLLO LIMONERO CASTRATED MALES UNDER DIFFERENT PERIODS OF VACUUM AGEING

Variable, %	Periodos de maduración, d.			
	2	7	14	21
Resistencia al corte, Kg.	3,90 \pm 0,13 ^a	3,50 \pm 0,13 ^a	3,17 \pm 0,13 ^{ab}	2,68 \pm 0,13 ^b
Impresión general ^x	5,82 \pm 0,18 ^a	5,89 \pm 0,21 ^a	5,60 \pm 0,17 ^a	5,09 \pm 0,18 ^b
Sabor ^x	5,59 \pm 0,18 ^{ab}	5,77 \pm 0,21 ^a	5,46 \pm 0,17 ^{ab}	4,91 \pm 0,18 ^b
Sabor (ajustado) ^x	5,60 \pm 0,18 ^a	5,78 \pm 0,21 ^a	5,46 \pm 0,17 ^{ab}	4,91 \pm 0,18 ^b
Intensidad del sabor ^x	4,56 \pm 0,18 ^a	4,70 \pm 0,21 ^{ab}	4,84 \pm 0,15 ^{ab}	5,30 \pm 0,15 ^b
Blandura ^x	6,55 \pm 0,18	6,53 \pm 0,21	6,60 \pm 0,17	6,13 \pm 0,18
Blandura (ajustado) ^x	6,56 \pm 0,18	6,54 \pm 0,21	6,60 \pm 0,17	6,13 \pm 0,18
Características culinarias				
Tiempo de cocción, min.	77,15 \pm 3,70	80,77 \pm 3,77	76,45 \pm 3,69	78,06 \pm 3,80
Merma por cocción, g.	60,13 \pm 2,76	57,94 \pm 2,75	57,61 \pm 2,75	60,46 \pm 2,83
Merma por cocción, %.	30,79 \pm 0,75	31,24 \pm 0,74	31,73 \pm 0,80	32,42 \pm 0,77

^x: escala hedónica donde 1= me desagrada muchísimo y 9= me gusta muchísimo.

^{a,b} = letras distintas en una misma fila denota diferencia estadística ($P<0,05$).

TABLA V
NIVEL DE ACEPTABILIDAD POR PARTE DE CONSUMIDORES EN CARNES DE DIFERENTES PERIODOS DE MADURACIÓN/ CONSUMER ACCEPTABILITY LEVEL OF RIB STEAKS FROM DIFFERENT PERIODS OF VACUUM AGEING

Periodo de maduración (d.)	Aceptabilidad
2	59,46%
7	64,12%
14	52,66%
21	48,67%

^aSe declaraba aceptable una muestra de carne cocida en particular cuando recibía una puntuación igual o mayor a 6 puntos ("me gusta ligeramente") en la escala hedónica de 9 puntos.

TABLA VI
DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE LAS CARNES CATEGORIZADAS POR UMBRALES DE TERNEZA SEGÚN EL PERIODO DE MADURACIÓN/ PROPORTION OF RIB STEAKS CATEGORIZED BY TENDERNESS THRESHOLD ACCORDING TO DIFFERENT PERIODS OF VACUUM AGEING

Periodo de maduración (d)	Categorización por Terneza, %		
	Tiernas	Intermedias	Duras
2	52,17	47,83	0,00
7	73,91	26,09	0,00
14	86,96	13,04	0,00
21	95,45	4,45	0,00

Umbral de terneza descrito por Huerta y Rodas [8].
 Tiernas: valores de resistencia al corte <3,88kg.
 Intermedia: valores de resistencia al corte entre 3,88 y 4,98kg.
 Duras: valores de resistencia al corte >4,98kg.

de blandura (terneza) medida por los consumidores ($P = 0,03$) ajustado por las mermas de cocción (g). En la FIG. 1, se presenta la variable relacionada a la terneza de la carne para el efecto de tratamiento alimenticio x maduración.

Las carnes provenientes de animales suplementados con concentrado maduradas por 21d presentaron menores calificativos de blandura con respecto a la de los periodos 7 y 14 d. ($P = 0,02$). Posiblemente, las carnes de animales suplementadas con concentrados y maduradas por 21 d. fueron las muestras que más sufrieron de oxidación y descomposición, produciendo el rechazo del consumidor al degustarlo, originando una evaluación incorrecta de dicho atributo.

CONCLUSIONES

A pesar de no observarse diferencias entre tratamientos de suplementación, para resistencia al corte y atributos organolépticos, las carnes de los animales suplementados con leu-

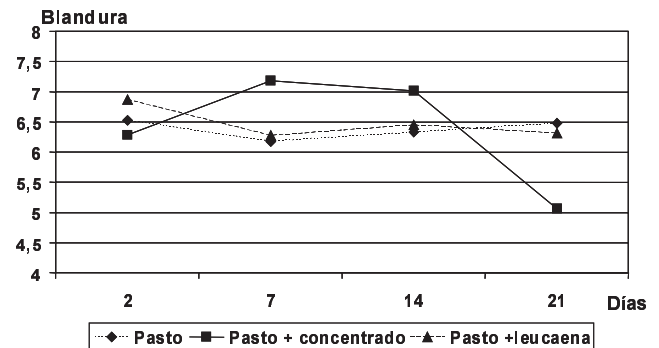


FIGURA 1. EFECTO DE LA INTERACCIÓN SUPLEMENTACIÓN x PERIODOS DE MADURACIÓN SOBRE LA BLANDURA DE LA CARNE DE MACHOS CASTRADOS CRIOLLO LIMONERO/ EFFECT OF SUPPLEMENTATION x VACUUM AGEING PERIOD INTERACTION ON RIB SEATKS TENDERNESS FROM CRIOLLO LIMONERO CASTRATED MALES.

caena fueron bien aceptadas por parte del consumidor (58%) y garantizaron una alta proporción (84%) de carnes tiernas.

Los periodos de maduración superiores a 14 d., garantizan una mayor proporción de carnes tiernas, pero no la aceptabilidad del consumidor.

La resistencia al corte en cualquier tratamiento de suplementación, fue inferior a 3,88kg, un valor que permite declararlas como tiernas.

Los novillos Criollo Limonero a pesar de la edad avanzada al iniciar el ensayo (>36 m), pueden producir carnes tiernas.

AGRADECIMIENTO

Al Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), Centro Cárnico del Parque Tecnológico Universitario (PTU-LUZ) y al Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico de la Universidad del Zulia (CONDES-LUZ, programa CC-039004) por el financiamiento otorgado a este proyecto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ABREU, O.; LABBE, S.; PEROZO, N. El Ganado Criollo venezolano puro y mestizado en la producción de leche y carne. **FONAIAP. Boletín Técnico** No. 1. 77 pp. 1977.
- [2] AMERICAN MEAT SCIENCE ASSOCIATION (AMSA). **Guidelines for cooking and sensory evaluation of meat**. Published by American Meat Science Association in cooperation with The National Livestock and Meat Board. Chicago, Illinois, USA. 48pp. 1995.
- [3] BENNETT, L.L.; HAMMOND, A.C.; WILLIAMS, M.J.; KUNKLE, W.E.; JHONSON, D.D.; PRESTON, R.L.;

- MILLER, M.F. Performance, carcass yield and carcass quality characteristics of steers finished on Rhizoma peanut (*Arachis glabrata*)-tropical grass pasture or concentrate. **J. Anim. Sci.** 73:1881-1887. 1995.
- [4] BYERS, F.; CROSS, M.; SCHELLING, T. Integrated nutrition, genetics and growth management programs for lean beef production. In: National Res. Council (Ed). **Designing Foods. Animal Product Options in the Marketplace.** National Academy Press, Washington D.C., USA. 283-291pp. 1988.
- [5] CLAVERO, T.; PÉREZ, J. J.; RAZZ, R.; LEMUS, M.; PALMAR, F. Consumo voluntario y balance de nitrógeno de diferentes raciones de *Leucaena leucocephala* en ovinos. **Rev. Científ. FCV-LUZ.** VII (3): 165-168. 1997.
- [6] COMISIÓN DEL PLAN NACIONAL DE APROVECHAMIENTO DE LOS RECURSOS HIDRÁULICOS (COPLANARH). **Inventario Nacional de Tierras, Región del Lago de Maracaibo.** Ministerio de Agricultura y Cría. Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Caracas. Nº. 34. 1-50pp. 1974.
- [7] REPÚBLICA DE VENEZUELA. DECRETO PRESIDENCIAL. Nº. 1896. **Gaceta Oficial.** Nº. 36.242. Caracas, Venezuela. 4pp. 1997.
- [8] HUERTA-LEIDENZ, N.; RODRÍGUEZ-MATOS, C.; JEREZ-TIMAURE, N. Efectos de la dieta alimenticia sobre la calidad de la canal y de la carne. En: D. Plasse, N. Peña de Borsotti y R. Romero (Eds). **XIII Cursillo sobre bovinos de Carne.** Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias Veterinarias, Maracay, 23 y 24 de octubre. Venezuela. 41-55pp. 1997.
- [9] HUERTA-LEIDENZ, N.; RODAS-GONZÁLEZ, A. El ganado doble propósito. ¿Carne para consumidores exigentes? En: **Mejora de la Ganadería Mestiza de Doble Propósito.** C. Gonzalez-Stagnaro; N. Madrid-Bury; E. Soto-Belloso (Eds). Ed. Astro Data S.A. Maracaibo (Venezuela). Cap. XXX.609-629pp. 1998.
- [10] HUERTA-LEIDENZ, N.; RODAS-GONZÁLEZ, A.; SMITH, G.C. Effect of vacuum aging and influence of sire on palatability of beef longissimus from grass-fed F1 Zebu bulls. **Rev. Científ. FCV-LUZ.** XIV(5):263-269. 2004.
- [11] KHY, V.; PRUCSASRI, P.; KANTHAPANIT, C.; CHITWACHIRAWONG, A. Comparison of growth, feed efficiency and carcass characteristics of Kamphaengsaen steers fed two TMR fiber sources during two different feeding period. **Kasetsart J. (Nat. Sci).** 34:216-226. 2000.
- [12] MARIA, G.A.; VILLARROEL, M.; SAÑUDO, C.; OLLETA, J.L. GEBRESENBET, G. Effect of transport time and ageing on aspect of beef quality. **Meat Sci.** 65:1335-1340. 2003.
- [13] MELTON, S. Effects of feeds on flavor of red meat: a review. **J. Anim. Sci.** 68:4421-4435. 1990.
- [14] MILLER, M.F.; CARR, M.A.; RAMSEY, C.B.; CROCKETT, K.L.; HOOVER, L.C. Consumer thresholds for establishing the values of beef tenderness. **J. Anim. Sci.** 79:3062-3068. 2001.
- [15] MOYA, A. La suplementación estratégica del ganado a pastoreo. Experiencias Venezolanas. En: **El ganado Brahman en el umbral del Siglo XXI** (Brahman Cattle on the threshold of the 21st Century). Cap. VII. N. Hueta-Leidenz, K.E. Belk (Eds). Ed. Astro Data S.A. Maracaibo, Venezuela. 125-147pp. 1996.
- [16] RAZZ, R. Comportamiento de la *Leucaena leucocephala* (LAM) de WIT sometida a diferentes frecuencias y alturas de corte. Facultad de Agronomía y Ciencias Veterinarias, Universidad del Zulia. Tesis de Maestría. 85 pp. 1991.
- [17] RIERA, T.J.; HUERTA-LEIDENZ, N.; RODRÍGUEZ-MATOS, C.; MORÓN-FUENMAYOR, O.E. Crossbreeding and postmortem technologies to improve beef quality of savannah-fed Brahman bulls. **J. Anim. Sci.** 73(suppl):157. 1995.
- [18] RODAS-GONZÁLEZ, A.; VERGARA-LÓPEZ, J.; ARENAS DE M., L.; HUERTA-LEIDENZ, N.; PIRELA, M.F. Características al sacrificio, rasgos de la canal y rendimiento carnicero de novillos Criollo Limonero sometidos a suplementación durante la fase de ceba a pastoreo. **Rev. Científ. FCV-LUZ.** XIV (5):263-269. 2006.
- [19] RODRIGUEZ-VOIGT, A.; NOGUERA, E.; RODRIGUEZ, H.L.; HUERTA-LEIDENZ, N.O.; MORON-FUENMAYOR, O.; RINCÓN-URDANETA, E. Crossbreeding Dual-purpose cattle for beef production in tropical regions. **Meat Sci.** 47(3/4): 177-185. 1997.
- [20] SHELTON, M. El género *Leucaena* y su potencial para los trópicos. En: T. Clavero C. (Ed.). **Leguminosas forrajeras arbóreas en la agricultura tropical.** Centro de Transferencia de Tecnología en Pastos y Forrajes. La Universidad del Zulia. 17-28pp. 1996.
- [21] STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE (S.A.S.). **User's Guide: Statistics** (Release 6,03). Cary. NC. 1996.
- [22] TATUM, J.D.; GREEN, R.D.; O'CONNOR, S.F.; SMITH, G.C. Puntos críticos de control genético para mejorar la terneza en carnes de res de cruces de bovinos tolerantes al calor. En: **El ganado Brahman en el umbral del Siglo XXI** (Brahman Cattle on the threshold of the 21st Century). N. Hueta-Leidenz, K.E. Belk (Eds). Ed. Astro Data S.A. Maracaibo, Venezuela. Cap. XIX. 375-403pp. 1996.
- [23] WHEELER, T.L.; SAVELL, J.W.; CROSS, H.R.; LUNA, D.K.; SMITH, S.B. Effect of postmortem treatments on the tenderness of meat from Hereford, Brahman and Brahman-cross beef cattle. **J. Anim. Sci.** 68:3677-3686. 1990.