



CALIDAD DE LA CARNE DE BOVINOS ENGORDADOS EN UN SISTEMA SILVOPASTORIL INTENSIVO EN DOS EPOCAS DEL AÑO

[MEAT QUALITY FROM CATTLE FATTENED IN INTENSIVE SILVOPASTORIL SYSTEM IN TWO SEASONS OF THE YEAR]

María Esther Rodríguez Echevarría^{1*}, Gabriela Corral-Flores¹,
Baldomero Solorio Sánchez², Alma Delia Alarcón Rojo¹,
Juan Alberto Grado-Ahuir¹, Carlos Rodríguez-Muela¹,
Leonor Cortés Palacios¹, Víctor Edel Segovia Beltrán¹
and Francisco Javier Solorio Sánchez³

¹ Facultad de Zootecnia y Ecología. UACH
Email: theres_9@hotmail.com

² Fundación Produce Michoacán A. C.

³ Universidad Autónoma de Yucatán, Km 15.5 carr. Mérida-Xmatkuil, Mérida
Yucatán, México. Email. ssolorio@uady.mx

*Corresponding author

RESUMEN

El objetivo fue determinar el efecto de la época del año seca (n=10) y lluvia (n=12) en la calidad de carne de bovinos engordados en un Sistema Silvopastoril intensivo (SSPi). Se evaluaron los músculos *Longissimus dorsi* (Ld) y *Semimembranosus* (Sm) para cuantificar: grasa intramuscular (GIM), perfil de ácidos grasos, pH, color (L*a*b*), capacidad de retención de agua (CRA), pérdida de agua por goteo (PG), humedad, proteína (PC), colágeno y sodio (Na). El efecto de época se analizó con un modelo lineal general. La GIM fue diferente ($P<0.05$) entre épocas. El ácido oleico tuvo mayor concentración ($P<0.05$) en lluvia vs seca. Los ácidos linoleico, linolénico y eicosaenoico tuvieron mayor concentración ($P<0.05$) en seca vs lluvia. El ácido araquidónico (ARA) fue menor ($P<0.05$) en época de lluvia vs seca. Se concluye que los bovinos engordados con forrajes tropicales producen carne magra y porcentajes importantes de ácidos grasos poliinsaturados. En ganadería, el SSPi es una alternativa de producción sustentable por sus características es fuente de grasa saludable para la nutrición humana.

Palabras claves. Silvopastoril; calidad de carne; ácidos grasos; bovinos.

SUMMARY

The objective was to determine the effect of the seasons drought (n=10) and rainy (n=12) on meat quality intramuscular fat (IMF) and fatty acids profile in cattle of fattened in an Intensive Silvopastoril System (SSPi). *Longissimus dorsi* (Ld) and *semimembranosus* (Sm) muscles were evaluated, to quantify intramuscular fat (IMF), fatty acid profile, pH, color (L*a*b*), water holding capacity (WHC), drip loss water (DL), moisture, protein (CP), collagen and Sodium (Na). The effect of season was performed with a general linear model. The IMF was different ($P<0.05$) between seasons. Oleic acid was higher in ($P<0.05$) in drought vs rainy. Concentrations of linoleic, linolenic and eicosaenoic acids were lower ($P<0.05$) in drought vs. rainy. araquidonic acid (ARA) showed lower concentration ($P<0.05$) in drought vs. rainy. It is concluded that cattle fattened with tropical forages produced lean meat and important amounts of polyunsaturated fatty acids. For livestock, the SSPi is an alternative for sustainable meat production and promising source of healthy fat for human nutrition.

Keywords. Silvopastoril; meat quality; fatty acids; bovine.

INTRODUCCIÓN

El efecto del cambio climático producto de la inadecuada administración de los recursos naturales (FAO, 2008; Flores, 2009) y el incremento de enfermedades causadas por el sobrepeso y la obesidad que se registran en el mundo (OMS, 2011; Soriano, 2006; Valenzuela y Sanhueza, 2009) han ocasionado

cambios en el estilo de vida, demanda y tipo de alimentos para el consumo humano (Hodges, 2003). Los consumidores de carnes rojas buscan productos nutritivos, saludables y bajos en grasas saturadas (Muchenje *et al.*, 2009; Schienfeldt y Gibson, 2008). Estas demandas se traducen en cambios en la ganadería bovina que está reorientando sus sistemas de producción y engorda mediante el desarrollo y la

práctica de sistemas de producción sustentable (FAO, 1999) para la obtención de carne a bajo costo y con el contenido de nutrientes y la calidad que demanda el consumidor (Hodges, 2003). En esta dinámica de producción se ubican los productores del Sistema Silvopastoril intensivo (SSPi), que actualmente forman parte del proyecto estratégico de prioridad nacional para el desarrollo de ganadería sustentable y cuyos propósitos son: incrementar la disponibilidad y calidad de forrajes utilizados para la producción de carne y leche a bajo costo, abatir el rezago social mediante el fortalecimiento de la cadena de valor de cada sistema productivo y frenar el deterioro medioambiental de las zonas rurales causadas por el sobrepastoreo y la deforestación que padece el trópico Mexicano (Solorio y Flores, 2011). Diversos estudios han documentado que la carne que producen los bovinos engordados con dietas a base de forrajes verdes es benéfica para la salud por la concentración de ácidos grasos mono y poli insaturados de la carne (French, *et al.*, 2000; Jaturasitha *et al.*, 2009; Orellana *et al.*, 2009). Se conoce que el ácido oleico ayuda a la reducción de la concentración del colesterol de baja densidad en el plasma sanguíneo humano, lo que disminuye el riesgo del padecimiento de enfermedades cardiovasculares (Padre *et al.*, 2006), y los ácidos conocidos como omega 3 y 6 son benéficos para la salud y desarrollo humano (Muchenje *et al.*, 2009, Olaiz, 2006). En el estudio preliminar realizado por Rodríguez *et al.* (2011) para conocer la calidad de la carne y el perfil de ácidos grasos de un grupo de bovinos alimentados en un SSPi, se reportó que la carne es magra, con alto contenido de humedad y similar en sus componentes grasos y en sus características de calidad muy similar a la carne orgánica y a la que producen los bovinos alimentados con pastos verdes (Barrón *et al.*, 2006, Huerta-Leidenz *et al.*, 1993; Rule, 2002; French *et al.*, 2000). El objetivo de esta investigación fue dar seguimiento a los resultados obtenidos por Rodríguez *et al.* (2011) para determinar el efecto de la época del año en la calidad de la carne y composición de la grasa intramuscular de bovinos engordados en un Sistema Silvopastoril intensivo (SSPi).

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del área de muestreo

Los bovinos fueron engordados en una parcela demostrativa ubicada en el ejido la Concha, municipio de Apatzingán, Michoacán, cuyas coordenadas geográficas son 19° 04' 22" N y 102° 26' 14" O y altitud de 255 m (Flores *et al.*, 2009). Los animales fueron engordados solo con forraje verde a libre acceso en una pradera de SSPi compuesta por *L. leucocephala*, *P. maximum* y *C. plectostachyus*. Se sacrificaron en dos épocas, seca (n=10) y lluvia (n=12). El manejo del ganado durante la engorda y

sacrificio se desarrolló en base al proceso previamente descrito por Rodríguez *et al.* (2011), pero con las siguientes modificaciones: los toretes se dietaron y sacrificaron a un peso vivo (PV) de 427 ± 10.3 kg en época seca y 443 ± 9.17 kg en la de lluvia, a los 40 min *post-mortem* se registró el peso de la canal caliente (PCC), a las 24 h se midió rendimiento de la canal (RC) el área del ojo de la costilla (AOC) y grasa dorsal (GD) de acuerdo a las técnicas descritas por Smith y Carpenter, (1982); a las 72 h se obtuvieron muestras de 250 gr de los músculos *Longissimus dorsi* entre 12va y 13va costilla (Ld) y *Semimembranosus* (Sm) para determinar la composición bromatológica por las técnicas descritas por AOAC. (1990). Las variables físico-químicas se midieron como se describe a continuación: para el pH se utilizó un potenciómetro marca Hanna (Mod. HI99163); para capacidad de retención de agua (CRA) se utilizó el método de presión y la técnica de Tsai y Ockerman, (1981); la pérdida de agua por goteo (PG) fue la descrita por Honikel y Kim, (1986); el color se determinó con un colorímetro Minolta® Sensing, Inc y la medición se llevó a cabo bajo el sistema de referencia CIE (Commission Internationale Pour l'Eclairage), como se describe en la metodología de Garrido *et al.*(1994) y en la obtención del perfil de ácidos grasos se utilizó el método de extracción en frío (Bligh y Dyer, 1959; AOAC. 1997). En la identificación de los ácidos grasos se utilizó un cromatógrafo de gases Clauruss 400 (Perkin Helmer Instruments Inc.), al que se le colocó una columna SP 2380 (0.25mm X 30m X 0.2µm; Jaturasitha *et al.*, 2009), la cual se programó a una temperatura inicial de 140°C que se sostuvo por 3 min, con una rampa de 4°C/min hasta llegar a 240°C y se mantuvo constante por 8 min; el total del tiempo de corrida fue de 36 min. La temperatura del inyector, del horno y del FID (Flame Ionization Detector) fue de 220°C, con una presión de 12 psi. Para identificar y cuantificar los ácidos grasos en la carne se utilizó un estándar Supelco™ 37 FAME mix (Huerta-Leidenz *et al.*, 1993; Corral, 2011). Una vez identificados los ácidos, se cuantificaron en base a la metodología descrita por Castillo *et al.* (2011) y Padre *et al.* (2006).

Análisis estadístico

Los datos fueron sujetos a un análisis de varianza con un Proc GLM de SAS, considerando el efecto fijo para época del año en el modelo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las medidas de canal de los toretes engordados en dos épocas del año en una pradera del SSPi del trópico michoacano se muestran en el Tabla 1. No se observó efecto ($P>0.05$) de la época de muestreo en PV, PCC, RC, AOC y GD en los animales

sacrificados a un PV similar (Seca 427 ± 10.03 kg y lluvia 443 ± 9.17 kg) y fueron engordados con el mismo tipo de forraje. Esto indica que si se establece el peso al sacrificio de los animales del mismo grupo racial es posible obtener canales homogéneas durante el año. Al comparar los resultados del presente estudio con los parámetros reportados por Méndez *et al.* (2009) en diferentes regiones ganaderas de la República Mexicana, el peso de sacrificio del ganado mexicano fluctúa entre los 400 a 500 kg, un rendimiento en canal del 54 al 65 %, con un área del ojo de la costilla de 63.6 a 85.6 cm² y un espesor de grasa dorsal de 1 a 9 mm. Lo anterior indica que los valores productivos de los toretes engordados en SSPi

se encuentran dentro del promedio nacional, ya que se observaron rendimientos en canal del 55.08 ± 0.85 vs 56.36 ± 0.78 %, AOC de 78.7 ± 3.64 vs 82.3 ± 3.33 cm², GD 0.16 ± 0.03 vs 0.12 ± 0.03 cm en la época de seca vs lluvias respectivamente. También coincide con un grupo de toretes sacrificados en el estado de Oaxaca, cuyo componente racial era ganado Cebú encastado con Pardo Suizo, donde los animales engordados en pastoreo presentaron un rendimiento en canal del 54.9 % (Hernández, 2004), lo que es literalmente igual a los resultados encontrados en este estudio.

Tabla 1. Medias de cuadrados mínimos \pm E.E. de la composición de la canal, perfil de ácidos grasos, fisicoquímicos y bromatológicos de carne de bovinos engordados en un SSPi en dos épocas del año.

Variables	Seca (n=10) Media \pm E.E.	Lluvia (n=12) Media \pm E.E.
Peso vivo (kg)	427.10 ± 10.03^a	443.08 ± 9.17^a
Peso Canal Caliente (kg)	234.91 ± 5.43^a	249.48 ± 4.96^a
Rendimiento Canal (%)	55.08 ± 0.85^a	56.37 ± 0.78^a
Área del Ojo de la Costilla (m ²)	78.71 ± 3.64^a	82.26 ± 3.33^a
Grasa Dorsal (mm)	0.16 ± 0.03^a	0.12 ± 0.03^a
Ácidos grasos (%)		
Mirístico (C _{14:0})	0.65 ± 0.33^a	0.44 ± 0.30^a
Miristoleico (C _{14:1})	0.09 ± 0.04^a	0.11 ± 0.03^a
Palmitico (C _{16:0})	24.64 ± 2.07^a	22.81 ± 1.89^a
Palmitoleico (C _{16:1})	0.85 ± 0.54^a	0.56 ± 0.49^a
Esteárico (C _{18:0})	19.79 ± 2.43^a	26.21 ± 2.22^a
Oleico (C _{18:1 n-9})	27.52 ± 3.46^b	40.69 ± 3.15^a
Linoleico (C _{18:2 n-6})	3.11 ± 0.97^a	0.10 ± 0.88^b
Linolénico (C _{18:3 n-3})	6.10 ± 0.56^a	1.67 ± 0.51^b
Eicosanoico (C _{20:5 n-3})	0.93 ± 0.20^a	0.11 ± 0.18^b
Araquidónico ARA (C _{20:4 n-6})	0.49 ± 0.11^a	0.08 ± 0.10^b
Docosahexaenoico DHA (C _{22:6 n-3})	0.45 ± 0.13^a	0.29 ± 0.12^a
<i>Fisicoquímicas</i>		
pH	5.23 ± 0.04^b	5.53 ± 0.04^a
Capacidad de retención de agua CRA (%)	59.54 ± 0.88^b	68.32 ± 0.80^a
Perdida por goteo PG (%)	10.17 ± 0.55^a	5.66 ± 0.50^b
<i>Color</i>		
L*	29.38 ± 0.68^a	18.89 ± 1.11^b
a*	10.54 ± 0.61^a	10.45 ± 0.79^a
b*	12.39 ± 0.45^a	10.04 ± 0.58^b
<i>Bromatológicas</i>		
Humedad (%)	73.49 ± 0.19^a	72.1 ± 0.20^b
Proteína cruda PC (%)	22.94 ± 0.26^a	22.45 ± 0.26^a
Sodio Na (%)	1.80 ± 0.14^a	1.59 ± 0.14^a
Colágeno (%)	2.04 ± 0.24^a	1.67 ± 0.24^a

Color₇₂=a las 72 horas *post mortem* L*=Blanco (100) negro (0), a*=Rojo (+) verde (-) y b*=Amarillo (+) azul (-).^{ab}
Literales distintas entre columnas denotan diferencia significativa por época del año ($P < 0.05$).

Posteriormente, Orellana *et al.* (2009) evaluaron canales de toretes Braford engordados con forraje de *P. maximum* y sacrificados a 400 kg de PV, donde encontró encontraron RC de 56.9% y AOC de 85.21 cm²; esta moderada diferencia se puede atribuir al componente genético del ganado utilizado. En relación a lo anterior, en un estudio realizado por Jaturasitha *et al.* (2009) evaluaron ganado criollo Tailandés con el mismo tipo de forraje (*P. maximum*), sacrificados a 320 kg de peso vivo, obteniendo un RC de 54.5% y un AOC de 60.4 cm². Estos parámetros coinciden en los diferentes estudios en el rendimiento en canal, pero difieren en el peso y tamaño del lomo, ya que estas medidas son afectadas por la raza del animal y no por el sistema de alimentación. En cuanto a los componentes físico-químicos de la carne la alimentación que recibe el animal tiene un efecto importante en el contenido de grasa intramuscular (GIM) y la concentración de ácidos grasos monoinsaturados y poliinsaturados, tal como puede observarse en el Tabla 1, donde los toretes engordados en época de seca produjeron menos grasa (2.47 ± 0.21 %; $P < 0.05$) *vs que evaluados en* lluvia (3.53 ± 0.22 %), estos resultados están dentro de lo permitido para la carne producida con pasto donde reportan que la GIM no debe ser más del 3.5 % (Texas Beef Council, 2009), el porcentaje de la GIM concuerda con el estudio del ganado criollo Tailandés que tubo un porcentaje de GIM del 3.35 % (Jaturasitha *et al.*, 2009) y con el ganado Braford alimentados en praderas argentinas con un 2.73 % (Orellana *et al.*, 2009). En el estudio realizado por Padre *et al.* (2006) en toretes y novillos alimentados en un sistema de pastoreo presentaron concentraciones de grasa del 1.71 y 3.38 % respectivamente, los toretes difieren de lo reportado en el estudio en ambas épocas, mientras que en los novillos tienen un comportamiento ligeramente bajo con lo reportado en la temporada de lluvia. El estudio de la calidad y composición de la carne que se vende en el mercado de México y que proviene de tres zonas ganaderas presenta porcentajes de grasa intramuscular de 3.0 % para la zona Norte, en el Centro (2.7 %) y Sur (3.6 %) del país (Rubio *et al.*, 2005), donde se observan similitudes con lo reportado en este estudio. Mientras que French *et al.* (2000), en un estudio donde evaluó la composición de la grasa intramuscular de bovinos de raza continental alimentados con forraje, presentaron 4.5 % de GIM, resultado que fue mayor a lo reportado en ambas épocas del año, lo que se puede deber al tipo de ganado utilizado en el estudio. El contenido de GIM aquí descrita concuerda con el 3.5 % de grasa en ganado alimentado únicamente con forraje, y el cual tiene una relación con la calidad de la carne y se considera por su porcentaje de grasa como selecto con un marmoleado ligero (Texas Beef Council, 2009).

El perfil de ácidos grasos de la carne de bovinos engordados en el SSPi descritos en el Tabla 1 y Gráfica 1, no presenta diferencia ($P > 0.05$) para ácidos grasos saturados (AGS) como el mirístico (C_{14:0}), palmítico (C_{16:0}) y esteárico (C_{18:0}), al igual que los monoinsaturados como el ácido miristoleico (C_{14:1}) y palmitoleico (C_{16:1}) entre las épocas del año. Valores similares en las concentraciones de estos ácidos se encuentran reportados en diferentes estudios (Enser *et al.*, 1998; French *et al.*, 2000; Jaturasitha *et al.*, 2009; Padre *et al.*, 2006; Orellana *et al.*, 2009), lo cual indica que el tipo de alimentación puede modificar su concentración. Los ácidos grasos saturados en carne magra se mantienen en bajas concentraciones. El ácido oleico (C_{18:1 n-9}) presentó menor ($P < 0.05$) concentración en época de seca (27.52 ± 3.46 %) en comparación con lluvia (40.69 ± 3.15 %). En el estudio realizado por French *et al.* (2000), reportaron concentraciones de 40.58 % similares a la temporada de lluvia y los bovinos criollos de Tailandia muestran concentración de oleico de 39.36 % (Jaturasitha *et al.*, 2009), valores que son superiores al perfil de ácidos grasos encontrados en la época de seca, pero iguales en la época de lluvia. Dadas estas observaciones, es recomendable determinar el perfil de ácidos grasos del forraje que consume el ganado en el SSPi a través del año. En el trabajo de Padre *et al.* (2006). los toretes acumularon el 28.53% de ácido oleico y los novillos un 33.73%, valores que son similares a los toretes sacrificados en la época seca y también a los reportados por Orellana *et al.* (2009) en los bovinos Braford con 30.53 mg de ácido oleico por cada gramo de carne. En resumen, la producción de carne con altas concentraciones de ácido oleico tiene un impacto positivo en la salud humana, esto es debido a que ayuda a minimizar las concentraciones de colesterol de baja densidad (LDL) en la sangre, el cual ocasiona enfermedades cardiovasculares e incrementa el colesterol de alta densidad (HDL) (Padre *et al.*, 2006). Los ácidos grasos poliinsaturados como el linoleico (C_{18:2 n-6}), tuvo mayor concentración ($P < 0.05$) en temporada de seca (3.11 ± 0.97 %) en comparación con la de lluvias (0.10 ± 0.88 %), presentaron resultados ligeramente similares para época de seca en los bovinos continental alimentados con forraje que presentaron 2.11 % (French *et al.*, 2000); estos resultados difieren con los toretes (1.68 %) y novillos (1.27 %) engordados con *P. maximum* (Padre *et al.*, 2006), los cuales fueron menores a las épocas de seca y lluvia. En el ganado criollo de Tailandia se observó un porcentaje de 2.70 % (Jaturasitha *et al.*, 2009) menor a la época de seca y mayor a la de lluvia. El ácido linolenico (C_{18:3 n-3}) presentó mayor ($P < 0.05$) porcentaje en seca (6.10 ± 0.56 %) *vs* lluvia (1.67 ± 0.51 %), lo cual difiere con lo reportado por French *et al.* (2000) en los bovinos continental, quienes acumularon 1.13 %, y los mismos resultados se presentaron en el estudio

realizado por Padre *et al.* (2006) en toretes (0.85 %) y novillos (0.53), con el mismo comportamiento del ganado criollo tailandés cuyo valor fue 0.18 % (Jaturasitha *et al.*, 2009). El ácido eicosanoico (C_{20:5 n-3}) presentó diferencia ($P < 0.05$) para seca (0.93 ± 0.20 %) vs lluvia (0.11 ± 0.18 %), resultados que difieren nuevamente con el ganado continental de 0.23% (French *et al.*, 2000), lo mismo en los toretes (0.33 %) y novillos (0.25 %; Padre *et al.*, 2006) para seca pero en comparación a lluvia fueron mayores. El ganado criollo de Tailandia presentó concentraciones menores de 0.35% en comparación con el reciente estudio. Para el ácido Araquidónico (C_{20:4 n-6}), hubo mayor porcentaje ($P < 0.05$) en seca (0.49 ± 0.11 %) vs lluvia (0.08 ± 0.10 %), en el trabajo realizado por French *et al.* (2000) nuevamente se observa menor concentración de este ácido graso en la raza continental engordado con forraje con un 0.32 % ligeramente bajos para época de seca y alto para la temporada de lluvia, mientras que para Padre *et al.* (2006) en el estudio de toretes (0.53 %) y novillos (0.38) fueron ligeramente mayores para temporada de seca y altos para temporada de lluvia. El estudio realizado por Jaturasitha *et al.* (2009) presenta ligeras concentraciones para el ganado nativo tailandés que fue de 0.44 % para la temporada de seca, mientras que para la de lluvia se presenta en mayor concentración. El ácido docosahexaenoico (DHA; C_{22:6 n-3}) presentó diferencia ($P > 0.05$) en época del año, con una concentración en la temporada de seca 0.45 vs lluvia 0.29%, concentraciones que difieren con Padre *et al.* (2006), quienes observaron menores porcentajes en toretes (0.02 %) y novillos (0.03%). Las características físico-químicas de la carne se reportan en el Tabla 1, donde se muestra que la carne es más ácida ($P < 0.05$) en la época de seca (5.23 ± 0.04) vs lluvias (5.53 ± 0.04), lo cual puede ser debido al manejo *ante-mortem* durante el proceso de sacrificio debido a que no tienen un área de descanso y el constante estrés que sufrieron los animales y *post-mortem* debido a que algunos de los bovinos fueron sacrificados en la época de lluvia no fueron correctamente insensibilizados debido al mal funcionamiento de la pistola de insensibilización, esto sin duda alguna tuvo un efecto negativo en algunos de los parámetros, ya que como lo mencionan Lawrie y Ledward, 2006 una insensibilización mal aplicada afecta la glucólisis post mortem y evita que el pH descienda correctamente hasta llegar a su punto óptimo. Jaturasitha *et al.* (2009) reportaron que en ganado criollo de la región de Tailandia, el pH fue de 5.52 similar a la temporada de lluvia; Orellana *et al.* (2009) alimentaron con *P. maximum* al ganado Braford cuyo pH fue de 5.45 donde se observó ligeramente alto para temporada de seca y bajo para lluvia. La CRA presentó menor porcentaje ($P < 0.05$) en época de seca (59.54 ± 0.88 %) vs lluvia (68.32 ± 0.80 %) lo que difiere significativamente con el ganado Braford (20.95%) alimentado con *P.*

maximum (Orellana *et al.*, 2009); quizás esta diferencia se deba al manejo que se tuvo durante el sacrificio y esta variable se puede ver afectada por el pH durante la glucólisis *post-mortem*. En PG se observó mayor ($P < 0.05$) porcentaje en seca (10.77 ± 0.55 %) vs lluvia (5.66 ± 0.50 %), lo cual difiere para temporada de seca con los resultados de los bovinos criollo tailandés (5.50%; Jaturasitha *et al.*, 2009), la presencia de una pérdida por goteo tan alta en la época de seca se puede deber a que su CRA fue menor y por eso se incrementó la PG. No se debe olvidar que CRA y PG tiene una correlación negativa y esto se puede explicar por qué si la CRA baja, la PG sube y viceversa. En los parámetros de color, L* presentó mayor ($P < 0.05$) luminosidad en seca (29.38 ± 0.68) vs lluvia (18.89 ± 1.11), lo que difiere con los bovinos criollo de Tailandia con 36.0 (Jaturasitha *et al.*, 2009), pero concuerda con los resultados de Braford, en bovinos con valores de 37.56, ambos alimentados con *P. maximum* (Orellana *et al.* 2009) (indicar las unidades de luminosidad). En un estudio realizado para observar la composición y calidad de la carne en el mercado Mexicano, se observa mayor luminosidad en las región Norte (39.4), Centro (39.1) y Sur (38.3) del país (Rubio *et al.* 2005), resultados que difieren de lo obtenido en el reciente estudio pero concuerdan entre los autores. En a* (tendencia al rojo), no se observó diferencia ($P > 0.05$) entre épocas, mientras que en b* (tendencia al amarillo) se denota diferencia ($P < 0.05$) en época de seca (12.39 ± 0.45) en comparación a las lluvias (10.04 ± 0.58). Los resultados reportados por Jaturasitha *et al.* (2009) presentan menor tendencia al amarillo en el bovino nativo de Tailandia con 5.6, los bovinos Braford con 8.75 (Orellana *et al.* 2009) mismos resultados presentaron Rubio *et al.* (2005) en la zona Norte con 7.3, Centro con 7 y Sur con 6.4.

En el Tabla 1, se describen las variables físico-químicas de la carne de las cuales la humedad presenta mayor porcentaje ($P < 0.05$) en el periodo de secas (73.49 ± 0.19 %) en comparación con las lluvias (72.10 ± 0.20 %) y similares al de los bovinos Tailandeses (73.2%). Orellana *et al.* (2009) presentan menor porcentaje en el ganado Braford (70.02%), por otro lado, para PC, Na y Colágeno no se presentaron diferencias ($P > 0.05$) entre épocas del año.

CONCLUSIONES

La carne de los toretes que fueron alimentados en un SSPi, no presentó diferencias entre épocas del año en sus características productivas y composición de la canal, por lo que el sistema no afectó negativamente la calidad de la carne. Por lo tanto alimentar ganado con forrajes verdes del SSPi, favorece la producción de carne magra, y un perfil de ácidos grasos deseable ya que se destaca la presencia del ácido oleico en ambas épocas.

REFERENCIAS

- A.O.A.C. 1990. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists, 15th (K Helrick Ed.), U. S. A. 1230.
- A.O.A.C. 1997. Fatty acids in oils and fats preparation of methyl esters boron trifluoride method. 969.33. Washington. D. C. U.S.A.
- Barrón, G. S., Mora, O.I., Castaño, V. M., Shimada, A.M. 2006. La pigmentación amarilla del tejido adiposo de bovinos finalizados en pastoreo y su relación con su concentración de carotenoides y el perfil de ácidos grasos. *Técnica Pecuaria en México*. 44(2): 231-240.
- Bligh E. G., Dyer, W.J. 1959. A rapid method of total lipid extraction and Purification. *Canadian Journal Biochemistry and Physiology*. 37:911-917.
- Castillo, F., Díaz, Y., Islas, A., Martínez-Pérez, M.F., Dupas, N.J., Soto-Navarro, I.S.A. 2011. Effect of level of dry distillers grains plus soluble and supplementation of organic copper of fatty acid composition in feedlot lambs. *Journal of Animal Science*. E-SUPPL. 2:196.
- Corral, F.G. 2011. El efecto de los polimorfismos de *TG5* y *DGATI* en la calidad de la carne, el contenido de grasa intramuscular y el perfil de ácidos grasos. *Disertación Doctoral*. Facultad de Zootecnia y Ecología. Universidad Autónoma de Chihuahua. Chihuahua, México.112.
- Enser, M., Hallett, K.G., Hewewtt, B., Fursey, G.A.J., Wood, J.D., Harrington, G. 1998. Fatty acid content and composition of UK beef and lamb muscle in relation to production system and implications for human nutrition. *Meat Science*. 49(3):329-341.
- FAO, 1999. FAO advierte del peligro que representan los subsidios de la agricultura y el proteccionismo en los países desarrollados. <http://www.fao.org>. Revisado el 14 de octubre del 2010.
- FAO, 2008. Diversidad del Ganado y cambio climático. <http://www.fao.org/corp/copyright/es>. Revisado el 14 de octubre del 2010.
- Flores, E.M.X. 2009. La investigación local de los SSPi “una experiencia para el desarrollo territorial regional de México. *Memorias II Congreso sobre Sistemas Silvopastoriles Intensivos 3, 4 y 5 de noviembre*. Morelia y Tepalcatepec, Michoacán, México. 187-190.
- Flores, E.M.X., Ávila, N.A.R., Solorio, B.S. 2009. Modelo de consenso silvopastoril intensivo para la ganadería sostenible del trópico Michoacano. *Ruta Silvopastoril Valle de Apatzingán Tepalcatepec, Mich/México*. Editorial Fundación Produce Michoacán A. C. Morelia, Mich. pp 4-30
- French, P., Stanton, C., Lawless, F., O’Riordan, E.G., Monahan, F.J., Caffrey, P.J., Moloney, A.P. 2000. Fatty acid composition, including conjugated linoleic acid, of intramuscular fat from steers offered grazed grass, grass silage, or concentrate-based diets. *Journal of Animal Science*. 78:2849-2855.
- Garrido, M.D., Bañón, S., Pedayue, J. and Laencina, J. 1994. Objective meat quality measurements of ham: a practical classification method on the slaughterline. *Meat Science*. 37(3):421-429.
- Hernández, J.B. 2004. Rendimiento de la canal y quinto cuarto de novillos cebú X pardo Suizo en el trópico. Programa especial de investigación. Facultad de Zootecnia y Ecología. Universidad Autónoma de Chihuahua. Chihuahua, México.29.
- Hodges, J. 2003. Livestock, ethics and quality of life. *Journal of Animal Science*. 81:2887-2894.
- Honikel, K.O., Kim, C.J. 1986. Causes of the development of PSE pork. *Fleischwirsch*. 66:349-351
- Huerta-Leidenz, N.O., Cross, H.R., Savell, J.W., Lunt, D.K., Baker, J.F., Pelton, L.S., Smith, S.B. 1993. Comparison of the fatty acid composition of subcutaneous adipose tissue from mature Brahman and Hereford cows. *Journal of Animal Science*. 71:625-630.
- Jaturasitha, S., Norkeaw, R., Vearasilp, T., Wicke, M., Kreuzer, M. 2009. Carcass and meat quality of Thai native cattle fattened in guinea grass (*Panicum máximum*) or guinea grass legume (*Stylosanthes guianensis*) pastures. *Meat Science*. 81:155-162.
- Lawrie, R.A. and Ledward, D.A. 2006. *Lawrie’s meat science*. 7th ed. Woodhead Publishing Limited. Cambridge, U.K.
- Méndez, R.D., Meza, C.O., Berruecos, J.M., Garcés,

- P., Delgado, E.J. and Rubio, M.S. 2009. A survey of beef carcass quality and quantity attributes in México. *Journal of Animal Science*. 87:3782-3790.
- Muchenje, V., k. Dzama, M. Chimonyo, P. E. Strydom, A. Hugo y J. G: Raats. 2009. Some biochemical aspects pertaining to beef eating quality. *Food Chemistry* 112:279-289.
- Olafiz, R. U., Shama T., Rojas R. 2006. Encuesta Nacional de Salud y Nutrición. *Rev. Instituto Nacional de Salud Pública*. 85-106.
- OMS. 2011. Sobre peso y obesidad. <http://www.oms.org>. Revisado el 14 de septiembre del 2011
- Orellana, C., F. Peña, A. García, J. Perea, J. Martos, V. Domenech y R. Acero. 2009. Carcass characteristics, fatty acid composition, and meat quality of criollo Argentino and Braford steers raised on forage in a semi-tropical region of Argentina. *Meat Science*. 81:57-64.
- Padre, G. R., J. A. Aricetti, F. B. Moreira, I. Y. Mizubuti, I. N. Prado, J. V. Visentainer, N. E. de Souza, M. Matsushita. 2006. Fatty acid profile and chemical composition of *Longissimus* muscle of bovine steers and bull finished in pasture system. *Meat Science*. 74:242-248.
- Rubio, M. S., E. J. Delgado, F. A. Iturbe, R. d. Méndez, L. Cassis, R. Rosiles. 2005. Composición y calidad de la carne nacional é importada en el mercado formal de México. II Encuentro Participación de la Mujer en la Ciencia 19 y 20 de Mayo. León, Guanajuato.
- Rule, D. C., K.S. Broughton, S. M. Shellito y G. Maiorano. 2002. Comparison of muscle fatty acid profiles and cholesterol concentrations of bison, beef, elk and chicken. *Journal of Animal Science*. 80:1202.
- Rodríguez, E.M.E., Corral, G.F., Solorio, B.S., Alarcón, A.D.R., Grado, J.A.A., Rodríguez-Muela, C. 2011. Características físicas y químicas de carne de bovinos engordados en un SSPi con leucaena y pasto tanzania. Memoria del III. Congreso sobre Sistemas Silvopastoriles Intensivos para la Ganadería Sostenible del Siglo XXI. 2, 3 y 4 Marzo. Morelia y Tepalcatepec, Mich. 199
- SAS, Statistical Analysis System 7.0. 2007. SAS. Institute Ins., Cary, N.C. U.S.A.
- Schönfeldt, H.C. and Gibson, N. 2008. Changes in the nutrient quality of meat in an obesity context. *Meat Science*. 80:20-27.
- Smith, G.C., King, G.T., Carpenter, Z.L. 1982. Beef Carcass Evaluation. In: *Laboratory Manual for Meat Science*. Prentice-Hall, 3^a ed Englewood Cliffs, NJ. E.U. p. 215.
- Solorio, B.S. and Flores, M.X.E. 2011. 1era etapa del proyecto estratégico de prioridad nacional. Editorial Fundación Produce Michoacán. Morelia, Mich. P. 47.
- Soriano, C.J.M. 2006. Nutrición básica humana. Editorial Universidad de Valencia. 77-84.
- Texas Beef Council. 2009. <http://www.texasbeefquality.com>. Revisado el 24 de febrero del 2012.
- Valenzuela, B.A. and Sanhueza, J.C. 2009. El tejido adiposo: algo más que un reservorio de energía. *Grasa y Aceite*, 60(5):437-450.

*Submitted July 07, 2012– Accepted March 01, 2013
Revised received July 04, 2013*