

NACAMEH Vol. 16, No. 2, pp. 55-66, 2023

Ácidos grasos en carne de bovinos producidos en cuatro regiones del estado de Puebla

Fatty acids in beef produced in four regions of the Puebla state*



Anayeli Torres Beltrán ¹, Francisco Calderón-Sánchez ²✉, Numa P. Castro-González³
, María Magdalena Crosby Galván ⁴, Jenny Nathalia Álvarez Torres ⁴.

1 Universidad Interserrana del Estado de Puebla Ahuacatlán. 2 Colegio de Postgraduados Campus-Puebla. 3 Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. 4 Colegio de Postgraduados- Campus Montecillos, PREGEP-Ganadería, Km. 36.5 Montecillo 56230, Estado de México, México. ✉ Autor de correspondencia: fsanchezs@colpos.mx

Resumen

El objetivo fue determinar el perfil de ácidos grasos de la carne de bovinos producidos en cuatro regiones del estado de Puebla: Trópico Este y Trópico Oeste (sistema semi-estabulado) y en las regiones Centro y Mixteca (sistema estabulado). El muestreo se realizó en el rastro municipal y a una muestra del músculo *Longissimus dorsi* se determinó proteína, extracto etéreo (EE) y ácidos grasos saturados: mirístico, palmítico, heptadecanoico y esteárico; además de los insaturados: palmitoleico, oleico y linoleico. En proteína se observó que la carne de la mixteca fue superior. Las diferencias más marcadas fueron en EE, que fue mayor en bovinos de la mixteca y el centro, alimentados con concentrado. En ácidos grasos el más abundante fue el oleico, que resultó superior en animales de la región tropical; sin embargo y controversialmente, el ácido palmítico que fue el segundo de mayor concentración también fue superior en animales del trópico. Se concluye que, si existen diferencias en la composición química de la carne entre animales de las diferentes regiones, particularmente en ácidos grasos; sin embargo, no se ven tendencias bien definidas atribuibles a la alimentación y la región en el perfil de ácidos grasos.

Palabras clave: Calidad de carne, sistemas de producción, grasa en carne

Recibido: 05/10/2023. Aceptado: 31/12/2023
<https://doi.org/10.24275/uam/izt/dcbs/PENDIENTE>



Abstract

The aim of this work was to determinate the fatty acids profile in beef produced in four regions of the Puebla state: West tropic, East tropic (semi-stabled system) and in the Central and Mixteca regions (stabled system). Sampling was made in the local slaughterhouse and to *Longisiums dorsi* samples protein, ethereal extract, and fatty acids (saturated, as myristic, palmitic, heptadecanoic, and stearic; besides palmitoleic, oleic, and linoleic, as unsaturated) were determined. Beef from Mixteca region presented the higher protein content. The most marked differences were observed in ethereal extract, higher in both Mixteca and Central regions, feed with concentrated. The most abundant fatty acid was oleic, higher in tropical region animals, nonetheless, palmitic was the second one found in the same region. As conclusion, there was a difference in meat chemistry among the different regions, particularly fatty acids, although there were not defined tendencies attributed to feed and region in the fatty acids profile.

Keywords: Meat quality, production systems, meat fat.

INTRODUCCIÓN

En México la producción de carne bovina proporcionalmente va disminuyendo con respecto a la de otras especies. Con base a datos oficiales, en el 2012 representaba el 30.5% de 6 millones ton de carne producidas en canal; 10 años más tarde, representó el 27.8% de 7.8 millones generadas (SIAP, 2022). Por otra parte, del 2018 al 2022, el consumo nacional per cápita de carne de todas las especies incrementó de 70.8 a 76.9 kg; sin embargo, el consumo de carne de res tuvo poca variabilidad, manteniéndose en promedio de 15.6 kg (COMECARNE, 2023), atribuyendo en parte su estancamiento a un precio más alto con respecto a la carne de otras especies, particularmente pollo y cerdo, y al nivel de ingresos de los hogares (Huerta y col., 2018).

Adicionalmente, el sistema de salud desde hace tiempo ha recomendado limitar el consumo de carnes rojas, asociándolas con el riesgo de enfermedades cardiovasculares, que atribuyen a su contenido de ácidos grasos saturados. Aún con diferentes factores que limitan el crecimiento de la producción y consumo de carne bovina con respecto a otras especies, en términos numéricos en los últimos cinco años la producción registró una tasa de crecimiento del 2.2% y un incremento en las exportaciones del 9% (COMECARNE, 2023)

La tendencia del mercado demanda productos cárnicos con aportes nutricionales y benéficos para la salud. De manera que el consumidor demanda información del origen y de las características de la carne, esperando un producto de superioridad que cumpla ciertos criterios de valoración (Hernández y Ríos, 2010). Dentro de estos criterios, el contenido y composición de las grasas es un factor relevante, que puede en parte modularse con el manejo de los animales en la engorda, variando este si es en estabulación o pastoreo, alimentados a base de concentrados o forrajes, uso de aditivos, etc., atribuyendo que, los animales en pastoreo y/o alimentados con forrajes, tiene un mejor

perfil en el contenido de ácidos grasos insaturados, asociados a mejorar la salud del consumidor (Montoya et al., 2016).

En México los sistemas de producción de carne, se agrupan principalmente en cuatro variantes en base a su ubicación geográfica y manejo, a) Sistema en zonas templadas, donde absorbe en sistemas estabulados la engorda de becerros Holstein derivados de la actividad lechera y engordas intensivas con becerros introducidos de la región tropical, b) Sistema de doble propósito que prevalece en los trópicos húmedo y subhúmedo, con producción de leche y becerros manejados en sistemas pastoriles con suplementación, c) Sistema vaca-cría, que es una variante del anterior donde sólo se producen becerros, que pueden ser engordados en sistemas pastoriles con suplementos o vendidos al destete y d) Sistema vaca-cría en la zona árida y semiárida, que produce becerros al destete o flacos para exportación en grandes superficies de pastizales, o para engorda en estabulación.

Por sus características edafoclimáticas, en el estado de Puebla se manejan diferentes sistemas de producción de carne bovina, con ciertas particularidades que pueden representar parte de las condiciones de producción a nivel nacional, lo que posibilita una diferenciación de las características de la producción, con interés en conocerlas para promover un posible valor agregado. Así, la región semiárida representada por la Mixteca, la zona templada que corresponde al centro del estado y trópico en sus variantes húmedo y subhúmedo. El manejo y la alimentación para cada una de las regiones citadas son diferentes, lo que pudiera resultar en la obtención de productos cárnicos con diferencias en términos de calidad. Con base a lo anterior, la finalidad del presente trabajo es determinar el perfil de ácidos grasos saturados e insaturados de la carne bovina producida en las diferentes regiones del estado de Puebla.

Metodología

Áreas de estudio

El estudio se realizó en cuatro regiones del estado de Puebla: Trópico Oeste en el Distrito de Desarrollo Rural de Huachinango, Trópico Este en el Distrito de Teziutlán, región Centro en los Distritos de Cholula, Libres y Tecamachalco y Mixteca en los Distritos de Tehuacán e Izúcar de Matamoros (Figura 1).

Región Trópico: Clima tropical, con un territorio de 9150.84 km². Su principal vegetación son las gramíneas nativas destinadas al pastoreo. Durante la época seca tienen que utilizarse esquilmos agrícolas y pastos naturales de baja calidad, que son altamente fibrosos y con bajo porcentaje de digestibilidad y proteína (SAGARPA, 2005).

Región Centro: tiene clima templado, con una superficie de 13449.43 km², su precipitación de 1 270 mm y su principal cultivo es el maíz, frijol, y algunas gramíneas introducidas (SAGARPA, 2006).

Región Mixteca: tiene un clima predominante cálido semiseco, con un territorio de 1,668.74 km². Se caracteriza por tener una cobertura de vegetación de bosque tropical caducifolio. En las zonas más desfavorables se presenta un clima de tipo semiseco muy cálido, donde la vegetación es menos densa, con presencia de plantas xerófitas (Guizar y col., 2010).

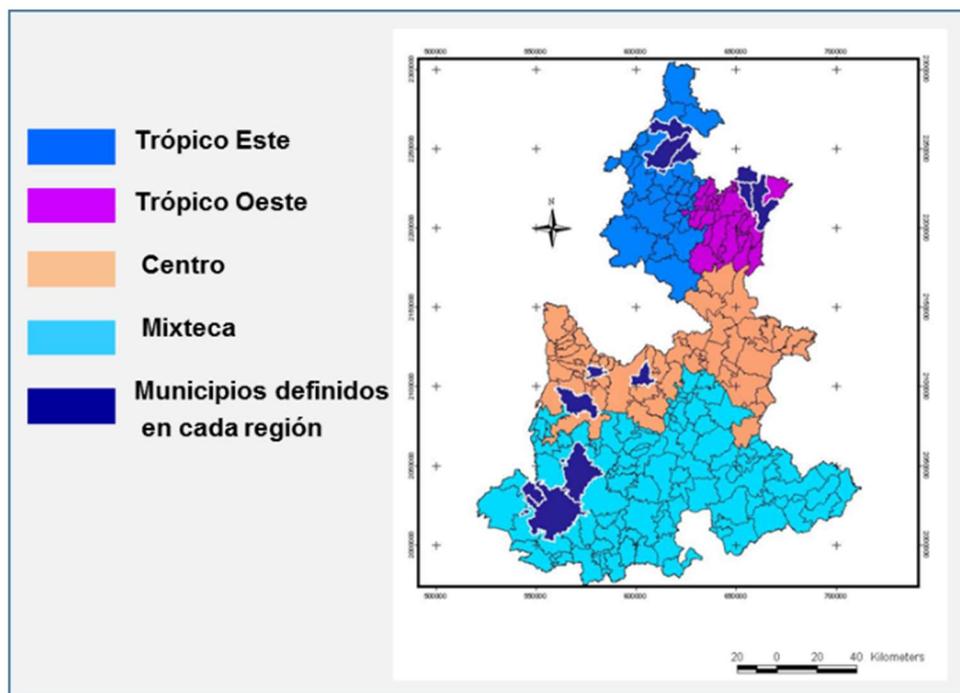


Fig. 1. Representación de las regiones muestradas en el estado de Puebla.

Muestreo de carne

Para definir los sitios de muestreo, se consideró el manejo más representativo de la región y se vinculó el proceso con productores cooperantes de las Asociaciones Ganaderas locales y regionales del estado de Puebla. Los muestreos se realizaron en rastros municipales, en cada región se consideraron tres municipios (Cuadro 1), donde se muestrearon aleatoriamente tres animales (N=36).

El muestreo consistió en que una vez sacrificados los animales, se colectaron 400 g de carne del músculo *Longissimus dorsi*, se protegió de la luz con papel aluminio y se guardó en un refrigerador a -4°C durante 10 días para su maduración, después se sometió a -15°C hasta su análisis.

Cuadro 1. Municipios definidos para el muestreo de carne en las diferentes regiones del estado de Puebla.

Trópico Este	Trópico Oeste	Mixteca	Centro
Tenampulco	Xicotepec	Huehuetlan	Atlixco
Hueytamalco	Zihuateutla	Chiautla de Tapia	Cholula
Ayotoxco	Jalpan	Izúcar de matamoros	Amozoc

Análisis en laboratorio

En el laboratorio de nutrición animal del Programa de Ganadería, del Colegio de Postgraduados Campus Montecillo, se determinó proteína, extracto etéreo, cenizas y el perfil de ácidos grasos. Para realizar la composición química se sometió la carne a 50°C en una estufa de secado. La concentración de proteína cruda (PC) se estimó a partir del contenido total de nitrógeno determinado por el método de Kjeldahl (A.O.A.C. 2005), el extracto etéreo por la técnica de Nielsen (2010) y cenizas por (A.O.A.C. 2000). La Humedad (A.O.A.C. 2000) se determinó en el laboratorio del Colegio de Postgraduados Campus Puebla.

Para determinar el perfil de ácidos grasos se liofilizó la carne durante tres días, el primero a 35°C, después a 25°C y el tercero a 15°C. Se realizó una modificación a la técnica que reporta el A.O.A.C. (2005), utilizando un cromatógrafo de gases, con inyector automático. Se determinaron los ácidos grasos saturados: mirístico (C:14), palmítico (C:16), heptadecanoico (C:17) y esteárico (C18); además de los insaturados: palmitoleico (C:16:1), oleico (C:18:1) y linoleico (C18:2).

Análisis de resultados

Para conocer el efecto de la región en cada una de las variables estudiadas, se realizó un análisis de varianza con el siguiente modelo:

$$Y_{ij} = \mu + R_i + \epsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} corresponde a las diferentes variables evaluadas

μ es la media de la muestra

R_i , es el efecto región de muestreo $i=1, 2, 3, 4$

ϵ_{ij} , es el error.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis químico de la carne

En el Cuadro 2 se muestran los resultados obtenidos por región en el contenido de humedad, proteína, EE y cenizas. En la humedad y ceniza no se encontraron diferencias significativas, pero sí en proteína y EE ($P < 0.001$). El porcentaje de humedad promedió 73.04%, dato similar a aquellos reportados por Padre y col. (2006) para animales en pastoreo, y ligeramente superiores a aquellos reportados por Leheska y col. (2008) en animales alimentados con pastos y concentrados, donde el contenido de humedad fue de 71.60% y 69.52%, respectivamente. Concerniente al contenido de ceniza los valores de este estudio fueron similares a los de Moloney y col. (2008) para animales en pastoreo y para los animales con concentrado reportados por Montero y col. (2011).

El contenido de proteína fue estadísticamente mayor ($P < 0.001$) en la región de la Mixteca (24.0%) con respecto a las otras tres regiones que promediaron 21.8%. Los valores más altos en la Mixteca pudieran estar asociados en mayor medida al tipo de animal que a la dieta utilizada. Los valores de la Mixteca son ligeramente superiores a los reportados por Faucitano y col. (2011), quienes con animales alimentados a base de maíz y harina de soya encontraron valores de 23.5% de proteína. La mayoría de los datos reportados en la literatura se concentran en valores de 20 a 23% independientemente de la alimentación; sin embargo, French y col. (2001) en animales alimentados a base de pastoreo reporta una concentración de 22.58% y otros como Muchenje y col. (2008), Padre y col. (2006) y Leheska y col. (2008) encontraron porcentajes ligeramente más bajos (19.30% a 20.94%). En cuanto a los animales alimentados en pastoreo y concentrado se reporta un contenido promedio de 21.7%, similares a los de Moloney y col. (2008) y French y col. (2001).

En EE hay diferencia ($P \leq 0.05$) entre regiones, encontrando menor proporción en animales de la región del Trópico donde promediaron 2.7%, en comparación con valores de las regiones Centro y Mixteca que resultaron con 4.3 y 4.7%, respectivamente (Cuadro 2). Los datos indican que la carne de los bovinos alimentados en pastoreo contiene menos grasa, lo que puede explicarse por el esfuerzo físico que hacen los animales para conseguir su alimento, limitando la acumulación de grasa intramuscular. Los valores encontrados en el presente trabajo son congruentes con lo reportado en la literatura, donde diversos autores han reportado 5% de grasa para animales alimentados con concentrados (Minchin y col., 2009; Oliveira et al., 2011) y de 2.5 a 3.4% para animales en pastoreo (Sami y col., 2004; Zea y Carballo, 2007; Montero y col., 2011). El menor contenido de grasa en animales alimentados con pasto, desde el punto de vista de la salud humana, pueden tener consecuencias positivas, especialmente si consideramos que el patrón de consumo demanda carne con menor contenido de grasa con el objetivo de prevenir enfermedades cardiovasculares. Sin embargo, en términos de calidad por carne marmoleada, es de mejor calidad la carne producida con animales alimentados con concentrado.

Cuadro 2. Composición química de la carne de bovino en diferentes regiones del estado de Puebla (%).

Variable	Trópico Este	Trópico Oeste	Mixteca	Centro	SD
Humedad	72.3 ^{ns}	72.9 ^{ns}	74.0 ^{ns}	72.8 ^{ns}	0.6
Proteína	21.7 ^b	22.4 ^b	24.0 ^a	21.3 ^b	1.1
EE	2.8 ^b	2.6 ^b	4.3 ^a	4.7 ^a	1.0
Cenizas	1.1 ^{ns}	1.0 ^{ns}	1.0 ^{ns}	1.0 ^{ns}	0.1

SD: Desviación estándar

a, b, c : medias con literales distintas en cada fila son diferentes ($P \leq 0.05$).

Perfil de ácidos grasos saturados

El ácido mirístico es estadísticamente menor en la región Trópico E, con respecto a las otras tres regiones, en las cuales hubo similitud entre ellas. Autores como Días y col., (2008), reportan valores entre 4.6 y 6,6%; sin embargo, autores que estudiaron los dos tipos de alimentación reportaron un mayor contenido en animales bajo condiciones de pastoreo (French y col., 2000). En el mismo sentido, Montero y col. (2011) reportó valores de 3.2% para animales en pastoreo y 2.2 en aquellos alimentados con concentrado. Con base a los anterior y de acuerdo con los datos encontrados en el presente trabajo, no se encontró una tendencia por el tipo de alimentación, dado que los animales bajo condiciones de pastoreo y concentrado, fueron más bajos que animales con un solo tipo de alimentación.

En el ácido palmítico, que es el segundo porcentualmente más importante, se encontraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre las cuatro regiones, siendo mayor en la región del TO y menor en la Mixteca (Cuadro 3). Controversialmente, se observa que los animales en condiciones de pastoreo tienen un mayor contenido de este ácido que aquellos finalizados con concentrado, resultado que de acuerdo con la literatura se esperaba fuera diferente. El valor de mayor representación porcentual fue de 29.3% para la región tropical, que es un dato que coincide con los reportados por Dias y col. (2008), quienes encontraron valores de 29.0%. Otros autores encontraron valores menores en este tipo de alimentación Razminowicz y col. (2006) y Humada y col. (2012), que obtuvieron valores de 20.5 y 24.3%, respectivamente.

En el ácido esteárico no se encontraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre las regiones del Trópico y la Mixteca, pero si para la región Centro que tuvo la cantidad más baja; Sin embargo, cuando se analizan autores que evaluaron los dos sistemas como Montero y col. (2011), reportan valores ligeramente superiores para animales que son alimentados con concentrado con respecto a los de pastoreo. En el ácido heptadecanoico se encontraron valores significativamente más altos ($P < 0.001$) en animales alimentados con pasto que aquellos en confinamiento; sin embargo, no es un patrón común que en pastoreo

sean más altos, algunos autores como French y col. (2000) y Varela y col. (2004) encontraron valores más altos en animales alimentados con concentrado que en pastoreo.

Cuadro 3. Perfil de ácidos grasos saturados de la carne de bovino en diferentes regiones del estado de Puebla (%).

Variable	Trópico Este	Trópico Oeste	Mixteca	Centro	SD
Mirístico	3.1 ^b	4.7 ^a	4.35 ^a	4.60 ^a	0.7
Palmítico	25.7 ^b	29.3 ^a	16.8 ^d	22.0 ^c	5.3
Esteárico	19.7 ^a	21.2 ^a	20.5 ^a	15.2 ^b	0.5
Heptadecanoico	2.0 ^a	2.0 ^a	1.3 ^b	1.3 ^b	0.4

SD: Desviación estándar

a, b, c : medias con literales distintas en cada fila son diferentes ($P \leq 0.05$).

Perfil de ácidos grasos insaturados

En el análisis de varianza el ácido palmitoleico se muestra en el Cuadro 4, la carne de los bovinos de la región Mixteca fue más bajo ($P \leq 0.05$) que las otras tres regiones de estudio. Dentro de los valores encontrados, los animales del TO registraron porcentajes más altos (4.7%), que los reportados por Jaturasitha y col. (2009), quienes en animales en condiciones de pastoreo reportaron valores de 4.4% y muy extremo de 0.3% reportados por Padre y col. (2006) con animales bajo el mismo régimen. En el presente trabajo no se observa una tendencia clara de la concentración de palmitoleico en función del tipo de alimentación, dado que los datos del Trópico son equiparables a los del Centro.

Cuadro 4. Perfil de ácidos grasos insaturados de la carne de bovino en diferentes regiones del estado de Puebla (%).

Variable	Trópico Este	Trópico Oeste	Mixteca	Centro	SD
Palmitoleico	4.2 ^{ab}	4.7 ^{ab}	3.5 ^b	4.1 ^{ab}	0.5
Oleico	36.0 ^a	37.2 ^a	30.1 ^c	33.7 ^b	3.1
Linoleico	2.3 ^a	1.9 ^b	1.8 ^b	2.4 ^a	0.3

SD: Desviación estándar

a, b, c : medias con literales distintas en cada fila son diferentes ($P \leq 0.05$).

El ácido oleico es el más abundante en la carne bovina, se encontraron diferencias muy marcadas por regiones y por tipo de alimentación. Las regiones del Trópico, sin diferencia entre ellas, fueron superiores ($P < 0.001$) a la del Centro y la Mixteca, éstas últimas también

diferentes. La Mixteca tuvo los porcentajes más bajos. Contrariamente a lo que se esperaba en el presente estudio, donde por tener una vegetación diversificada en la selva baja caducifolia, hipotéticamente se suponía que al ser aprovechada por los becerros, la carne tendría un mayor contenido de ácidos grasos insaturados; sin embargo, es evidente que por el manejo, los animales son crecidos en el agostadero y finalizados en corrales con dietas convencionales (sorgo, soya, rastrojo), donde la carne pierde sus propiedades. Los datos de esta región (36.6%) son similares a los reportados por Fredriksson y Pikcova (2007) y Leheska y col. (2008). Autores como Nuernberg y col. (2005) y Varela y col. (2004), reportan valores más altos para bovinos alimentados con concentrado que aquellos con pasto. Sin embargo, los datos, son coherentes con lo que teóricamente se hace referencia, la carne proveniente de sistemas pastoriles, tiene una mayor concentración de ácidos grasos insaturados, así como de carotenoides, terpenos, flavonoides y otros, que hacen que sea una carne más sana y con propiedades de tipo funcional que ayudan a prevenir ciertas enfermedades cardiovasculares y cancerígenas.

El ácido linoleico fue mayor ($P \leq 0.05$) en la carne de las regiones Centro y TE, que en la Mixteca y TO. Para el presente estudio no hay una clara tendencia por el tipo de alimentación y los valores más bajos fueron para la región Mixteca (1.9%), similares a los reportados por Padre y col. (2000) (1.7%), pero muy diferente de Varela y col. (2004) quienes obtuvieron valores de 6.0, 8.3 y 5.9 %, respectivamente.

CONCLUSIONES

En la composición química de la carne de bovino se encontraron diferencias entre regiones, resaltando que los animales alimentados con concentrado de las regiones Centro y Mixteca tienen mayor contenido de proteína y grasa; sin embargo, la carne de los animales en pastoreo de las regiones Trópico Este y Oeste, presentaron un mejor perfil de ácidos grasos, especialmente del oleico y linoleico.

Los resultados encontrados no muestran tendencias claras de acuerdo a lo planteado en la literatura, lo cual evoca a hacer un estudio más completo, analizando también los ingredientes locales y externos con los que se alimentan a los animales en las diferentes regiones.

ORCID

Anayeli Torres Beltrán  <https://orcid.org/0000-0002-7371-8676>

Francisco Calderón-Sánchez  <https://orcid.org/0000-0003-3193-3789>

Numa P. Castro-González  <https://orcid.org/0000-0001-5710-4829>

María Magdalena Crosby Galván  <https://orcid.org/0000-0003-4800-1574>

Jenny Nathalia Álvarez Torres  <https://orcid.org/0009-0007-6654-7112>

REFERENCIAS

- A.O.A.C. 2000. Official Methods of Analysis of the association of Official Agricultural Chemists. 17th Edition Published by the Association of Official Agricultural chemists. M.D. USA. 1:500.
- A.O.A.C. 2005. Official Methods of Analysis of the association of Official Agricultural Chemists. Published by the Association of Official Agricultural Chemists. Washington, D.C.
- COMECARNE. 2023. Compendio Estadístico 2023. Consejo Mexicano de la Carne. <https://comecarne.org/compendio-estadistico-2023/>
- DALEY, C. A., ABBOTT, A., DOYLE, P. S., NADER, G. A., & LARSON, S. 2010. A review of fatty acid profiles and antioxidant content in grass-fed and grain-fed beef. *Nutrition Journal*, 9(1):10.
- DÍAS, L. G., CORREIA, D. M., SÁ-MORAIS, J., SOUSA, F., PIRES, J. M., & PERES, A. M. 2008. Raw bovine meat fatty acids profile as an origin discriminator. *Food Chemistry*, 109(4), 840-847.
- FAUCITANO, L., BERTHIAUME, R., D'AMOURS, M., PELLERIN, D., OUELLET, D. R. 2011. Effects of corn grain particle size and treated soybean meal on carcass and meat quality characteristics of beef steers finished on a corn silage diet. *Meat science*, 88(4), 750-754.
- Fredriksson, E. S., y Pickova, J. 2007. Fatty acids and tocopherol levels in M. Longissimus dorsi of beef cattle in Sweden-A comparison between seasonal diets. *Meat science*, 76(4), 746.
- FRENCH, P., O'RIORDAN, E. G., MONAHAN, F. J., CAFFREY, P. J., MOONEY, M. T., TROY, D. J., & MOLONEY, A. P. 2001. The eating quality of meat of steers fed grass and/or concentrates. *Meat Science*, 57(4), 379-386.
- 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(11), 2849-2855.
- GUIZAR, N., GRANADOS E., CASTAÑEDA D., FLORA A. 2010. Vegetación en la porción sur de La Mixteca Poblana. Vol. 16, núm. 2. Serie ciencias forestales y del ambiente.
- HERNÁNDEZ, B. J., RÍOS R. F.G. 2010. ¿Calidad de carne o carne de calidad?. *NACAMEH Vol 4 No. 1*, pp 1-10.
- HUERTA-SANABRIA, SANDY, ÓSCAR ANTONIO ARANA-CORONADO, LETICIA MYRIAM SAGARNAGA VILLEGAS, JAIME ARTURO MATUS-GARDEA, Y JOSE DE JESUS BRAMBILA PAZ. 2018. «Impacto Del Ingreso Y Carencias Sociales Sobre El Consumo De Carne En México: Consumo De Carne En México Y Carencias Sociales». *Revista Mexicana De Ciencias Agrícolas* 9 (6). México, ME:1245-59. <https://doi.org/10.29312/remexca.v9i6.654>.

- HUMADA, M. J., SERRANO, E., SAÑUDO, C., ROLLAND, D. C., Y DUGAN, M. E. R. 2012. Production system and slaughter age effects on intramuscular fatty acids from young Tudanca bulls. *Meat science*, 90(3), 678-685.
- JATURASITHA, S., NORKEAW, R., VEARASILP, T., WICKE, M., KREUZER, M. 2009. Carcass and meat quality of Thai native cattle fattened on Guinea grass (*Panicum maxima*) or Guinea grass-legume pastures. *Meat science*, 81(1), 155-162.
- LEHESKA, J. M., THOMPSON, L. D., HOWE, J. C., HENTGES, E., BOYCE, J., BROOKS, J. C., MILLER, M. F. 2008. Effects of conventional and grass-feeding systems on the nutrient composition of beef. *Journal of Animal Science*, 86(12), 3575-3585.
- MINCHIN, W., BUCKLEY D., KENNY F., MONAHAN L. 2009. Effect of grass silage and concentrate based finishing strategies on cull dairy cow performance, carcass and meat quality characteristics. *Meat Science*.
- MOLONEY, A., KEANE M., DUNNE P., MOONEY M., TROY D. 2008. Effect of concentrate feeding pattern in a grass silage/concentrate beef finishing system on performance, selected carcass and meat quality characteristics. *Meat science*.
- MONTERO, L. M., JUÁREZ L. F. I., GARCÍA H. S. 2011. Perfil de ácidos grasos en carne de toretes Europeo x Cebú finalizados en pastoreo y en corral. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, Vol. 2, Nº. 2, 2011, págs. 137-149
- MONTOYA, C., GARCÍA J. F. Y BARAHONA R. 2016. Contenido de ácidos grasos en carne de bovinos cebados en diferentes sistemas de producción en el trópico colombiano. *Vitae, revista de la facultad de ciencias farmacéuticas y alimentarias*. ISSN 0121-4004 / ISSNe 2145-2660. Volumen 22 número 3, año 2015, págs. 205-214
- MUCHENJE, V., DZAMA, K., CHIMONYO, M., RAATS, J. G., & STRYDOM, P. E. 2008. Meat quality of Nguni, Bonsmara and Aberdeen Angus steers raised on natural pasture in the Eastern Cape, South Africa. *Meat Science*, 79(1), 20-28.
- NUERNBERG, K., DANNENBERGER, D., NUERNBERG, G., ENDER, K., VOIGT, J., SCOLLAN, N. D., RICHARDSON, R. I. 2005. Effect of a grass-based and a concentrate feeding system on meat quality characteristics and fatty acid composition of longissimus muscle in different cattle breeds. *Livestock Production Science*, 94(1), 137-147.
- OLIVEIRA, D. M., LADEIRA, M. M., CHIZZOTTI, M. L., NETO, O. M., RAMOS, E. M., GONÇALVES, T. M., RIBEIRO, J. S. 2011. Fatty acid profile and qualitative characteristics of meat from Zebu steers fed with different oilseeds. *Journal of animal science*, 89(8), 2546-2555.
- PADRE, R. D. G., ARICETTI, J. A., MOREIRA, F. B., MIZUBUTI, I. Y., DO PRADO, I. N., VISENTAINER, J. V., MATSUSHITA, M. 2006. Fatty acid profile, and chemical composition of Longissimus muscle of bovine steers and bulls finished in pasture system. *Meat Science*, 74(2), 242-248.

- RAZMINOWICZ, R. H., KREUZER, M., SCHEEDER, M. R. aL. 2006. Quality of retail beef from two grass-based production systems in comparison with conventional beef. *Meat Science*, 73(2), 351-361.
- SAGARPA. 2005. Proyecto Especial para la Seguridad Alimentaria PESA (Comportamiento productivo de ganado alimentado con ensilaje bajo condiciones de Trópico seco. <http://teca.fao.org/read/7230>
- SAGARPA. 2006. Situación actual y perspectivas de la producción de carne de bovino en México 2006. <http://www.financierarural.gob.mx/informacionsectorrural/Documents/SAGARPA/PerspectivaCarneBovino2006.pdf>
- SAMI, A. S., AUGUSTINI, C., SCHWARZ, F. J. 2004. Effects of feeding intensity and time on feed on performance, carcass characteristics and meat quality of Simmental bulls. *Meat science*, 67(2), 195-201.
- SIAP. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. 2012 y 2022. Consultada el 20 de septiembre de 2023. <https://www.gob.mx/siap/acciones-y-programas/produccion-pecuaria>
- VARELA, A., OLLETE, B., MORENO, T., PORTELA, C., MONSERRAT, L., CARBALLO, J. A., & SÁNCHEZ, L. 2004. Effect of pasture finishing on the meat characteristics and intramuscular fatty acid profile of steers of the Rubia Gallega breed. *Meat Science*, 67(3), 515-522.
- ZEA, J., CARBALLO J.C. 2007. Effect of breed sex and feeding type on beef quality. *Zootec.56 (Sup.1)737:743.2007.*