



Artículo de Revisión

Producción de leche de cabra en México y uso de aceites esenciales de plantas aromáticas en su producción

Goat Milk Production in Mexico and Use of Essential Oils of Aromatic Plants on Production

Jocelyn Cyan López-Puga¹, Alondra Valadez-Pineda², Jorge R. Kawas², Suguey Ramona Sinagawa-García², Gustavo Sobrevilla-Hernández³, Sara Paola Hernández-Martínez³, Daniela Saraí Rico-Costilla¹, Gerardo Méndez-Zamora^{2*}

¹Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Francisco Villa s/n, Ex-Hacienda El Canadá, CP. 66050. General Escobedo, Nuevo León, México

² Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Agronomía, Francisco Villa s/n, Ex-Hacienda El Canadá, CP. 66050. General Escobedo, Nuevo León, México

³ Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Biológicas, Av. Universidad s/n, Cd. Universitaria, CP. 66451, San Nicolás de los Garza, Nuevo León, México

*Correspondencia: gerardo.mendezm@uanl.edu.mx (Gerardo Méndez-Zamora)

DOI: <https://doi.org/10.54167/tecnociencia.v15i3.839>

Recibido: 16 de agosto de 2021; Aceptado: 25 de noviembre de 2021

Publicado por la Universidad Autónoma de Chihuahua, a través de la Dirección de Investigación y Posgrado.

Resumen

La población de cabras resalta en los países en desarrollo. México es un país en desarrollo, donde la producción de leche de cabra crece. Sin embargo, nuevos retos y áreas de oportunidad continúan atendándose. Un desafío es la preferencia del consumidor hacia el uso de alternativas naturales en la producción animal y una de éstas son los aceites esenciales de plantas aromáticas. Los estudios comprueban que los aceites esenciales ejercen actividad antioxidante y antibacteriana selectiva en el rumen que mejora el comportamiento productivo y la composición de la leche. Aunque la información existente sobre su uso en cabras lecheras es limitada, el presente escrito recopila información sobre la producción de leche de cabra en México y el uso de los aceites esenciales de plantas aromáticas en dietas de cabras lecheras sobre la salud, producción y calidad de la leche.

Palabras clave: alternativa natural, calidad, consumidor, plantas aromáticas, rumen.

Abstract

Goat population is found in developing countries. Mexico is a developing country, where the goat milk production is growing. However, new challenges and opportunity areas continue attending it.

One challenge is consumer preference for natural alternatives in animal production. Essential oils from aromatic plants are an alternative. Studies have shown that essential oils of aromatic plants have a selective antioxidant and an antibacterial activity in the rumen, improving productive behavior and milk composition. Although existing information on use in dairy goats is limited, this review compiles information on goat milk production in México and essential oils from aromatic plants in dairy goat diets on health, production and milk quality.

Keywords: natural alternative, quality, consumer, aromatic plants, rumen

Introducción

La industria láctea caprina a nivel mundial está creciendo. Los factores decisivos en el aumento del consumo de la leche de cabra y productos derivados son los beneficios que ofrece sobre la salud humana (García *et al.*, 2014). Entre los beneficios destaca por ser menos alérgica que la leche de vaca (Park *et al.*, 2007) y es más digestible para el ser humano (Jandal, 1996). En el 2018 se produjeron 18,712.09 toneladas de leche de cabra en el mundo, donde México ocupó el lugar 24 (FAO, 2021). En este sentido, diversos sistemas de manejo y adición de ingredientes alternativos en las dietas de los animales han sido empleados, buscando mejorar la eficiencia y el rendimiento de la producción animal.

La inclusión de subproductos agroindustriales en las dietas de rumiantes puede ser de interés para reducir los costos de alimentación y disminuir el impacto ambiental asociado con la acumulación de subproductos (Vasta *et al.*, 2008; Arco-Pérez *et al.*, 2017). Recientemente, los subproductos de la industria han sido investigados sobre su impacto en la producción animal, así como en productos y subproductos de origen animal, principalmente de vacas lecheras; aunque en años recientes se ha extendido la investigación sobre su utilización en caprinos y ovinos. Algunos subproductos de la industria que han sido investigados en caprinos son los aceites vegetales, harinas, subproductos de frutas o verduras y aceites esenciales de plantas aromáticas. En la presente revisión se muestra información de la producción mundial y nacional de leche de cabra, así como el estudio de los aceites esenciales de plantas aromáticas en cabras y sus efectos sobre la salud animal, rendimiento productivo y calidad de la leche. El objetivo de la presente revisión es mostrar información útil que pueda generar nuevas hipótesis sobre la inclusión de compuestos naturales en raciones caprinas para mejorar la producción y calidad de la leche y en consecuencia los productos derivados.

Producción de leche de cabra Mundial y en México.

Producción Mundial

La población caprina se localiza en países en desarrollo, donde predominan los sistemas doble propósito o vaca-cría. Por otro lado, los países desarrollados han optado por una orientación especialmente lechera (Bidot-Fernández *et al.*, 2017). La producción mundial de leche de cabra de los años 2016, 2017 y 2018 se muestra en la Tabla 1 con un total de 18.15, 18.83 y 18.71 millones de toneladas de leche, respectivamente. Los primeros tres países productores son India, Sudán y Bangladesh con un total de 18.15, 18.83 y 18.71 millones de toneladas de leche, respectivamente. México ocupó el lugar 26 durante el año 2016 y 2017 con una producción de 160.0 y 162.0 mil toneladas de leche de cabra, y en el año 2018 ocupó el lugar 24 con producción de 163 mil toneladas.

Tabla 1. Producción mundial de leche de cabra del 2016 al 2018.**Table 1.** World production of goat milk from 2016 to 2018

Lugar	2016 País	Producción (miles ton)	Lugar	2017 País	Producción (miles ton)	Lugar	2018 País	Producción (mil ton)
1	India	5,752.39	1	India	6,165.50	1	India	6,098.73
2	Sudán	1,136.00	2	Sudán	1,143.00	2	Sudán	1,151.00
3	Bangladesh	1,066.87	3	Bangladesh	1,114.32	3	Bangladesh	1,122.65
4	Pakistán	867.00	4	Pakistán	891.00	4	Pakistán	915.00
5	Francia	628.44	5	Francia	648.90	5	Francia	652.33
26	México	160.22	26	México	162.32	24	México	163.65
	Otros	8,542.78		Otros	8,710.72		Otros	8,608.74
	Total	18,153.69		Total	18,835.76		Total	18,712.09

FAO, 2020.

La leche caprina contiene proteínas similares a las de leche de vacas Holstein; sin embargo, la leche caprina posee mayor contenido de grasa, permitiendo mayor rendimiento en queso (FAO, 2000). De acuerdo con la Tabla 2, Luxemburgo, Francia y Alemania representaron los primeros tres países productores en el año 2016 y 2017, mientras que en el 2018 correspondió a Bélgica (12.09 hg/An), Luxemburgo (11.00 hg/An) y Francia (7.35 hg/An). Numerosas variedades de quesos blandos y semiduros se elaboran particularmente con leche de cabra; Grecia y Francia tienen la mayor producción de queso de leche de cabra. Los quesos producidos en países europeos son considerados de excelente calidad (Pal *et al.*, 2011; Bhattarai, 2014), lo cual puede deberse a la calidad de la leche con la que son elaborados. México ocupó el lugar 33 durante el año 2016 y 2018 con un rendimiento 2.11 y 2.17 hg/An, mientras que en el año 2017 obtuvo el lugar 35 con 2.14 hg/An.

Tabla 2. Rendimiento mundial de leche de cabra del 2016 al 2018.**Table 2.** World yield of goat milk from 2016 to 2018

Lugar	2016 País ¹	Rendimiento (hg/An) ²	Lugar	2017 País	Rendimiento (hg/An)	Lugar	2018 País	Rendimiento (hg/An)
1	Luxemburgo	10.99	1	Luxemburgo	11.00	1	Bélgica	12.09
2	Francia	7.30	2	Francia	7.45	2	Luxemburgo	11.00
3	Alemania	7.19	3	Alemania	7.19	3	Francia	7.35
4	Países Bajos	7.18	4	Países Bajos	7.17	4	Alemania	7.18
5	Austria	6.57	5	Austria	6.59	5	Países Bajos	7.15
33	México	2.11	35	México	2.14	33	México	2.17
	Otros	165.50		Otros	168.30		Otros	166.12
	Total	206.84		Total	209.84		Total	213.06

² Hg/An: Hectogramo por animal (miles)

Fuente: FAO, 2020.

Producción de México

La producción de leche de cabra en México se localiza principalmente en zonas áridas y semiáridas del país (La Laguna, centro y El Bajío), y se produce cabrito como subproducto de esta

industria; además, la cabra aporta una fuente de ingresos en estas regiones y la producción de leche caprina y su transformación se ha incrementado (Escareño *et al.*, 2013). Como se muestra en la Tabla 3, los primeros tres estados productores son Coahuila, Guanajuato y Durango con un total de 163,650.0 miles de litros de leche en el 2019, donde el precio promedio por litro se estimó en \$5.51 y el total del valor de la producción en miles de pesos de 902,530.0. En el 2018, los primeros tres estados productores se representaron por Coahuila, Guanajuato y Durango, con un total de 161, 901.0 miles de litros de leche, promediando \$6.10 por litro, y \$987,347.0 el valor de la producción.

Por otro lado, datos oficiales de la FAO (2021) registraron una producción de 12,005,692 toneladas de leche fresca de vaca producida en México en 2018; sin embargo, debido a la alta demanda de leche en el país, fueron importadas 37,174.0 toneladas el mismo año, lo cual indica que es importante mejorar la producción en la industria lechera. La leche caprina puede servir como una fuerte alternativa a la leche bovina que complementa esta demanda. Sin embargo, es importante atender algunas áreas de oportunidad como el mejoramiento genético del hato, los sistemas de producción y mejorar la formulación de las dietas.

Tabla 3. Producción Mexicana de leche de cabra durante 2018 y 2019.

Table 3. Mexican production of goat milk during 2018 and 2019.

2018					2019				
Lugar	Estado	Producción (miles L)	Precio (\$/L)	Valor (miles \$)	Lugar	Estado	Producción (miles L)	Precio (\$/L)	Valor (miles \$)
1	Coahuila	45,065.22	6.01	270,821.86	1	Coahuila	44,956.73	5.26	236,280.14
2	Guanajuato	42,196.38	5.80	244,748.02	2	Guanajuato	43,766.86	5.20	227,454.91
3	Durango	25,180.58	6.09	153,264.78	3	Durango	25,687.50	5.31	136,400.33
4	Jalisco	9,015.30	6.26	56,391.06	4	Jalisco	8,767.49	5.87	51,501.91
5	Chihuahua	7,340.81	6.00	44,009.13	5	Chihuahua	7,220.68	5.62	40,574.60
	Otros	29,206.38	6.96	190,379.91		Otros	29,324.74	6.95	184,792.69
	Total	161,901.26	6.10	987,347.70		Total	163,650.43	5.51	902,530.93

Fuente: SIAP, 2020.

El rumen: enfoque de análisis en la síntesis de leche

El microbioma ruminal está conformado por bacterias (1010-1011 células/mL), arqueobacterias (107-109 células/mL), protozoarios (104-106 células/mL), hongos (103-106 células/mL) y bacteriófagos (109-1010 células/mL), poblaciones importantes en el desarrollo productivo del rumiante, ya que promueven las condiciones óptimas (factores químicos y físicos) para llevar a cabo la fermentación y metabolismo ruminal (Portela-Díaz, 2018).

La fermentación producida por las bacterias del rumen produce ácidos grasos volátiles (acético, propiónico y butírico), los cuales son absorbidos por las papilas ruminales y son importantes para el metabolismo en la producción de leche y carne, aunque también el metano es liberado durante este proceso (Klein, 2013). Por otro lado, el crecimiento y productividad del rumiante están en función de la alimentación y poblaciones bacterianas; por lo que las cantidades de poblaciones bacterianas y producción de gases pueden variar. En consecuencia, la fermentación ruminal puede ser controlada para alterar las poblaciones bacterianas con el fin de disminuir gases como el metano y producir cierto tipo de ácido graso volátil en mayor o menor cantidad, y por ende mejorar la producción láctea (Calabrò, 2015).

Antibióticos en la producción de leche y alternativas naturales

Durante años los ionóforos (antibióticos coccidiostáticos) han sido usados como aditivos en la dieta de rumiantes debido a que mejoran la relación de ácido propiónico: ácido acético y disminuyen la degradación de proteína en amoníaco (Russell and Strobel, 1989), previenen la acidosis y mejoran el metabolismo energético, la producción de leche y su composición (Duffield and Bagg, 2000). Sin embargo, el uso incontrolado de los antibióticos ha generado resistencia bacteriana de microorganismos patógenos que pueden poner en riesgo la salud humana (Wallace, 2004; Castanon, 2007; Martínez-Martínez *et al.*, 2015). Esta situación causó la prohibición de estos compuestos en la Unión Europea en el 2000 (Anadón *et al.*, 2018).

En consecuencia, los compuestos naturales y plantas medicinales han sido evaluados como alternativa a los ionóforos, entre ellos los aceites esenciales (AE) de plantas aromáticas; esto debido a que el microbioma ruminal es dinámico, por lo que las poblaciones de microorganismos se adaptan con facilidad al consumo de diferentes ingredientes de la dieta (Portela-Díaz, 2018). Los AE son metabolitos secundarios de plantas aromáticas con actividad antimicrobiana y antioxidante. Estos se consideran seguros para el consumo humano, lo cual ha propiciado su evaluación en la microbiota ruminal (Kim *et al.*, 2019). La adición de plantas aromáticas en las dietas de cabras u ovejas proporciona compuestos fenólicos que enriquecen los productos de leche y carne (Boutoia *et al.*, 2013). Adicionalmente, estas dietas suplementadas con compuestos aromáticos pueden beneficiar el comportamiento productivo de las cabras debido a la actividad antibacteriana selectiva e inhibir la degradación de proteínas en el rumen, lo que aumenta potencialmente el suministro intestinal de aminoácidos (Wallace, 2004; Chaves *et al.*, 2008). Ha sido descrito que la reformulación de las dietas para caprinos e incorporación de nuevos ingredientes de plantas aromáticas ofrecen resultados prometedores (García *et al.*, 2014). En la Tabla 4 se observa información de artículos en cabras lecheras donde se estudiaron los AE.

Tabla 4. Aceites esenciales investigados en dietas de cabras para la producción y calidad de leche.

Table 4. Essential oils studied in goat diets on production and quality of milk

Autor	Planta		Forma utilizada	Dosis	Tiempo de estudio	Resultados sobresalientes
	Nombre común	Nombre científico				
Paraskevakis (2015)	Orégano	<i>Origanum vulgare ssp. hirtum</i>	Hoja seca molida	30 g de hoja (equivalente a 1 mL de aceite/animal/día)	24 días	Mejóro el sistema antioxidante, redujo la producción de metano y estimuló la proteólisis
Paraskevakis (2017)	Orégano	<i>Origanum vulgare ssp. hirtum</i>	Hoja seca molida	20 g de orégano seco y molido (equivalente a 1 mL de aceite/animal/día)	69 días	Disminuyó las poblaciones de bacterias metanogénicas
Kholif <i>et al.</i> (2012)	Ajo; Canela; Jengibre	<i>Alilum sativum</i> ; <i>Cinnamomum cassia</i> ; <i>Zingiber officinale</i>	Aceite esencial	2 mL / animal / día	90 días	Aumentó la producción de leche (16.48%), proteína y sólidos no grasos e incrementó los CLA (ácido linoleico conjugado); Disminuyó el colesterol, aumentó la glucosa, proteína en suero

Boutoial et al. (2013)	Romero	<i>Rosmarinus officinalis</i> L.	Hoja seca	115 g y 230 g hoja seca/animal/día	7 meses	sanguíneo y producción láctea (23.74%). Aumentó la producción de leche (18.85%), el contenido de proteínas y sólidos no grasos. Inclusión de 20% disminuyó el tiempo de coagulación de la leche y 10% aumentó los AGP (ácidos grasos poliinsaturados). Mejoró la digestibilidad nutricional y la producción láctea (15.11%); Mejoró la producción de leche (11.70%) y la digestibilidad de los nutrientes.
Kholif et al. (2017)	Romero; Zacate de limón	<i>Rosmarinus officinalis</i> L.; <i>Cymbopogon citratus</i> (DC.) Stapf.	Hoja seca	10 g / animal /día	12 semanas	Aumentó la producción de leche (31.67% aceite esencial y 57.01% hoja seca), el contenido de grasa y mejoró el crecimiento de cabritos cuando las madres fueron alimentadas con hojas de romero.
Smeti et al. (2014)	Romero	<i>Rosmarinus officinalis</i> L.	Hoja seca y aceite esencial	0.36g aceite esencial de romero/animal/día y 36 g de hojas de romero/animal/día	95 días	Aumentó enzimas importantes para el sistema antioxidante.
Yesilbag et al. (2016)	Enebro	<i>Juniperus communis</i>	Aceite esencial	0.4, 0.8 y 2 ml/kg de aceite esencial de enebro esparcido	60 días	Aumentó la producción (6%), el rendimiento en leche y ácidos grasos insaturados.
Kholif et al. (2018)	Moringa	<i>Moringa oleifera</i>	Extracto	10, 20 y 40 mL/cabra/día	7 días	

Aceites esenciales en la producción lechera caprina

Aceite esencial de orégano

El aceite esencial de orégano (AEO) se ha estudiado en la producción animal. Se puede obtener del orégano griego (*Origanum vulgare ssp. hirtum*) y orégano mexicano (*Lippia berlandieri* Schauer y *Poliomintha longiflora* Gray). El AEO contiene más de 30 compuestos, donde el carvacrol y timol constituyen del 78% al 82% de su composición, mismos que poseen propiedades antioxidantes y antimicrobianas (Bakry et al., 2015).

Paraskevakis (2015) evaluó la inclusión de 30 g de orégano griego molido (*Origanum vulgare ssp. hirtum*); equivalente a 1 mL de AEO por animal, en la dieta de cabras Alpinas en lactación. Estos autores encontraron que hubo aumento significativo del glutatión peroxidasa y reductasa en sangre y en leche, resaltando que mejoró el sistema antioxidante, minimizando el daño oxidativo durante el periodo de lactancia. Además, la suplementación de orégano griego seco con un perfil rico en carvacrol y bajo en timol redujo la población total de metanógenos, afectando la producción de metano en las cabras y estimuló la proteólisis, aumentando así la producción de amoníaco. En ovinos ha sido reportado que la inclusión en la dieta de AEO produce cambios en la fermentación ruminal, aumentando la producción de ácidos grasos volátiles (Chaves et al., 2008). Lo anterior sugiere que lo mismo ocurra en caprinos, aunque es necesaria más investigación en este tema. Por otro lado, Paraskevakis (2017) evaluó la adición a la dieta de 1 mL AEO/animal/día para evaluar cambios en la fermentación ruminal de cabras Alpinas adultas no lactantes. Encontró que el AEO aumentó la actividad de la proteasa y la concentración de amoníaco en el rumen; además, observó que

Peptostreptococcus anaerobius y *Clostridium sticklandii* eran los microorganismos más sensibles al AEO bajo las condiciones en su estudio. Así mismo, la población total de bacterias metanogénicas disminuyó, comprobando que la adición a la dieta de AEO puede suprimir microorganismos específicos del rumen, entre ellos bacterias metanogénicas.

La hoja triturada de orégano griego (*Origanum vulgare* ssp. *hirtum*) mejoró los valores de actividad antioxidante mediante la prueba FRAP en leche, por lo que Paraskevakis (2015) concluyó que, en el caso de hoja triturada, el consumo de orégano girego seco puede fortalecer el sistema antioxidante enzimático y no enzimático minimizando el daño oxidativo en la lactancia de las cabras. La actividad antioxidante se atribuyó a las propiedades de activación de enzimas antioxidantes y directamente a través de la eliminación de especies reactivas de oxígeno (ROS). Por otro lado, en vacas lecheras suplementadas con AEO, se demostró durante el análisis sensorial de la leche, que los evaluadores percibieron la leche proveniente de vacas suplementadas con aceite de orégano como leche más fresca (Lejonklev et al., 2016). Este hallazgo podría ser información útil para utilizarlo en cabras lecheras y así favorecer en el sabor de la leche proveniente de los caprinos.

Aceite esencial de Ajo

El aceite esencial de ajo (*Allium sativum*) se caracteriza por sus compuestos que contienen azufre como la aliína, sulfuros de dialilo y alicina, mismos que le confieren su efecto antibacteriano y reductor de metano (Amagase et al., 2001; Kholif et al., 2012). Kholif et al. (2012) adicionaron aceite de ajo (*Alilum sativum*) en dosis de 2 mL/cabeza/día a la dieta de cabras Damasco lactantes durante 90 días; sus resultados mostraron que el aceite de ajo aumentó la producción de leche, el contenido de proteínas y sólidos no grasos; sin embargo, el porcentaje de grasa y el nitrógeno no proteico de la leche disminuyeron. El aceite de ajo incrementó ácidos grasos insaturados en la leche especialmente C18: 1n9c y ácidos linoleicos conjugados (CLA) (Kholif et al., 2012).

Aceite esencial de romero

El romero se adiciona en la dieta de los animales como fuente de polifenoles, entre ellos el rosmanol, genikwanina, carnosol, rosmadial, cafeico, rosmarínico y ácido carnósico (Cuvelier et al., 1996; Boutoial et al., 2013). Los autores han reportado que el aceite esencial de romero beneficia la producción de leche y favorece la producción de quesos maduros (Boutoial et al., 2013; Smeti et al., 2014). Kholif et al. (2017) evaluaron romero en dosis de 10 g/animal/día sobre el consumo de alimento, la producción de leche, la composición y el perfil de ácidos grasos en cabras lactantes de Damasco; esos autores concluyeron que la inclusión de romero mejoró la digestibilidad de los nutrientes, producción de leche y mejoró la fermentación ruminal sin afectar el pH.

Los efectos de la adición de hojas de romero o la inclusión de aceite esencial de romero sobre el rendimiento productivo de las cabras se investigaron por Smeti et al. (2014). Entre sus principales hallazgos en encuentra el incremento de la producción diaria de leche para los grupos de romero en comparación con la dieta control. El romero aumentó el contenido de grasa y proteína en leche; también evaluaron el crecimiento de los cabritos alimentados con leche proveniente de las madres suplementadas con los tratamientos, y se observó mayor crecimiento de los cabritos para el grupo de hojas de orégano respecto al grupo de aceite esencial de romero. Las dos formas de adicionar los compuestos a la dieta mostraron resultados favorables en comparación con la dieta control.

Boutoial et al. (2013) estudiaron la inclusión de un suplemento (50% hojas destiladas de *R. officinalis* spp. y 50% cebada) en 10 y 20% (115 y 230 g hoja seca de romero/animal/día) adicional a la dieta control de cabras Murciano-Granadina en la composición fisicoquímica, el conteo de células somáticas de leche pasteurizada y queso Mucia Al Vino. El experimento se realizó desde el parto

hasta los siete meses de lactación. La inclusión de 20% de romero en la dieta redujo el tiempo de coagulación de la leche (3.68% a comparación del control), reduciéndolo hasta la materia seca y el contenido de lactosa, mientras que la adición del 10% de esta planta disminuyó el porcentaje de ácidos grasos C14:0 y aumentó el contenido de C18:2 y AGP (ácidos grasos poliinsaturados); por otro lado, la suplementación con 20% de romero disminuyó el contenido de ácidos grasos C10:0 y C14:0, y aumentó el porcentaje de ácidos grasos C17:0, C18:2 y AGP. También observaron que el 20% de inclusión de hojas de romero, hubo diferencia en proteína, pH y actividad del agua de los quesos. Finalmente, en los parámetros sensoriales, la adición del 10% de romero afectó el olor del queso Mucia Al Vino. Gillian *et al.* (2008) atribuyen un mayor contenido de ácidos grasos saturados a enfermedades cardiovasculares y obesidad, mientras que los ácidos grasos insaturados tienen un efecto positivo en la salud humana (Boutoial *et al.*, 2013).

Aceite esencial de zacate de limón

El limoncillo o zacate limón (*Cymbopogon citratus*) está compuesto por citral, que es esencial para la síntesis de vitamina A, y también ha llamado la atención por tener actividad selectiva ruminal, actividad antioxidante y anti-hiperproductora de amoníaco (Wanapat *et al.*, 2008; Kholif *et al.*, 2017). Además, el limoncillo ejerció un efecto en la utilización del alimento, la producción de leche, su composición y el perfil de ácidos grasos se mostró similar a los encontrados en la adición de romero en la ración (Kholif *et al.*, 2017).

Otros aceites esenciales

El aceite esencial de enebro se evaluó en 0.4 mL/kg, 0.8 mL/kg o 2 mL/kg sobre el crecimiento, parámetros de fermentación y población de protozoos en el rumen, enzimas antioxidantes de la sangre y el contenido fecal en cabritos Saanen en crecimiento por Yesilbag *et al.* (2016). En su estudio, determinaron que las enzimas más responsables de la neutralización de ROS en el sistema antioxidante (superóxido dismutasa), catalasa y actividades antioxidantes totales) aumentaron significativamente en los grupos experimentales con este aceite.

En un experimento realizado por Kholif *et al.* (2018) se evaluó la administración oral de extracto de hoja de *Moringa oleifera* a diferentes dosis y demostró que este extracto mejoró la producción de leche (6%), la composición y el perfil de ácidos grasos en cabras Nubias. Las dosis consistieron en 0, 10, 20 o 40 mL diarios del extracto. Se observaron mayores rendimientos de leche y contenido de energía bruta en leche, sólidos totales, sólidos no grasos, grasas, proteínas, lactosa y cenizas con el extracto de *M. oleifera*, y a medida que la dosis aumentó, los efectos mostraron un comportamiento lineal en las concentraciones de sólidos totales, sólidos no grasos, grasas y lactosa en la leche. En la leche, las proporciones de ácidos grasos insaturados y ácidos linoleicos conjugados incrementaron, mientras que los ácidos grasos saturados disminuyeron, por lo que este extracto redujo un 4.6% los ácidos grasos individuales y totales en 4.6-5.6%, y aumentó los ácidos grasos insaturados individuales y totales entre 11.5 y 13.9%.

Conclusiones

México se encuentra en los primeros 30 países productores de leche de cabra, y a nivel nacional Coahuila es el principal productor. Los aceites esenciales de plantas aromáticas son una alternativa en los sistemas de producción de leche de cabra en México, sobre todo en la producción orgánica.

Los estudios demuestran que los aceites esenciales en las dietas de cabras son capaces de modificar la fermentación ruminal, por lo que son una alternativa en la alimentación de las cabras lecheras, y tienen efectos positivos en el sistema antioxidante y salud de las cabras, como el caso de la adición a la dieta de hoja seca de orégano. Los aceites esenciales de ajo, jengibre, romero y zacate limón mejoran la producción de leche, mientras que el aceite esencial de canela disminuye el contenido de colesterol en leche y el aceite esencial de romero reduce el tiempo de coagulación de la leche. Estos compuestos naturales en las dietas de cabras lecheras pueden tener un efecto en el procesamiento de los productos lácteos, lo que serían benéficos para la salud del consumidor, desde el punto de vista funcional.

Conflicto de interés

No existe conflicto de interés entre los autores.

Referencias

- Amagase, H., Petesch, B. L., & Matsuura, H. (2001). Intake of garlic and its bioactive components. *The Journal of Nutrition*, 131, 955S-962S. <http://doi.org/10.1093/jn/131.3.955S>
- Anadón, A., Martínez-Larrañaga, M. R., Ares, I., & Martínez, M. A. (2018). Regulatory aspects for the drugs and chemicals used in food-producing animals in the European Union. *Veterinary Toxicology*, 103-131. <http://doi.org/10.1016/B978-0-12-811410-0.00007-6>
- Arco-Pérez, A.; Ramos-Morales, E.; Yáñez-Ruiz, D. R.; Abecia, L., & Martín-García, A. I. (2017). Nutritive evaluation and milk quality of including of tomato or olive by-products silages with sunflower oil in the diet of dairy goats. *Animal Feed Science and Technology*, 232, 57–70. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2017.08.008>
- Bakry, A. M., Abbas, S., Ali, B., Majeed, H., Abouelwafa, M. Y., Mousa, A., & Liang, L. (2015). Microencapsulation of oils: A comprehensive review of benefits, techniques, and applications. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 15, 143–182. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12179>
- Bhattarai, R. R. (2014). Importance of goat milk. *Journal of Food Science and Technology Nepal*, 7, 107-111. <https://doi.org/10.3126/jfstn.v7i0.11209>
- Bidot-Fernández, A. (2017). Composición, cualidades y beneficios de la leche de cabra: revisión bibliográfica. *Revista de Producción Animal*, 29, 32-41. <https://bit.ly/3yao0Ix>
- Boutoia, K., Ferrandini, E., Rovira, S., García, V., & López, M. B. (2013). Effect of feeding goats with rosemary (*Rosmarinus officinalis* spp.) by-product on milk and cheese properties. *Small Ruminant Research*, 112, 147–153. <https://doi.org/10.1016/J.SMALLRUMRES.2012.12.002>
- Calabrò, S. (2015). Plant Secondary Metabolites. In *Rumen Microbiology: From Evolution to Revolution*. (pp. 153-159). Springer, New Delhi.

- Castanon, J. I. R. (2007). History of the use of antibiotic as growth promoters in European poultry feeds. *Poultry Science*, 86, 2466-2471. <https://doi.org/10.3382/ps.2007-00249>
- Cuvelier, M. E., Richard, H., & Berset, C. (1996). Antioxidative activity and phenolic composition of pilot-plant and commercial extracts of sage and rosemary. *The Journal of the American Oil Chemists' Society*, 73, 645-652. <https://doi.org/10.1007/BF02518121>
- Chaves, A. V., Stanford, K., Gibson, L. L., McAllister, T. A., & Benchaar, C. (2008). Effects of carvacrol and cinnamaldehyde on intake, rumen fermentation, growth performance, and carcass characteristics of growing lambs. *Animal Feed Science and Technology*, 145, 396-408. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2007.04.016>
- Duffield, T. F., & Bagg, R. N. (2000). Use of ionophores in lactating dairy cattle: a review. *The Canadian veterinary journal*, 41, 388-394. <https://bit.ly/3KDLmsE>
- Escareño, L., Salinas-Gonzalez, H., Wurzinger, M., Iñiguez, L., Sölkner, J., & Meza-Herrera, C. (2013). Dairy goat production systems. *Tropical Animal Health and Production*, 45, 17-34. <https://doi.org/10.1007/s11250-012-0246-6>
- FAO (2000). <http://www.fao.org/3/v5290s/v5290s00.htm#TopOfPage>
- FAO. (2020). <http://www.fao.org/faostat/es/#data/OCL>
- FAO. (2021). <http://www.fao.org/faostat/es/#data/TCL>
- García, V., Rovira, S., Boutuol, K., & López, M. B. (2014). Improvements in goat milk quality: A review. *Small Ruminant Research*, 121, 51–57. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2013.12.034>
- Gillian, B., Nielsen, J. H., Slots, T., Seal, C., Eyre, M. D., Sanderson, R., & Leifert, C. (2008). Fatty acid and fat soluble antioxidant concentrations in milk from high- and low-input conventional and organic systems: seasonal variation. *Journal of the Science Food Agriculture*, 88, 1431-1441. <https://doi.org/10.1002/jsfa.3235>
- Jandal, J. M. (1996). Comparative aspects of goat and sheep milk. *Small Ruminant Research*, 22, 177-185. [https://doi.org/10.1016/S0921-4488\(96\)00880-2](https://doi.org/10.1016/S0921-4488(96)00880-2)
- Kholif, A. E., Matloup, O. H., Morsy, T. A., Abdo, M. M., Abu Elella, A. A., Anele, U. Y., & Swanson, K. C. (2017). Rosemary and lemongrass herbs as phytogenic feed additives to improve efficient feed utilization, manipulate rumen fermentation and elevate milk production of Damascus goats. *Livestock Science*, 204, 39-46. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2017.08.001>
- Kholif, A., Gouda, G., Olafadehan, O., & Abdo, M. (2018). Effects of replacement of *Moringa oleifera* for berseem clover in the diets of Nubian goats on feed utilisation, and milk yield, composition and fatty acid profile. *Animal*, 12, 964-972. <https://doi.org/10.1017/S1751731117002336>

- Kholif, S. M., Morsy, T. A., Abdo, M. M., Matloup, O. H., & Abu El-Ella, A. A. (2012). Effect of supplementing lactating goats rations with garlic, cinnamon or ginger oils on milk yield, milk composition and milk fatty acids profile. *Journal of Life Sciences*, 4, 27-34. <https://doi.org/10.1080/09751270.2012.11885191>
- Kim, H., Jung, E., & Lee, H. (2019). Essential oil mixture on rumen fermentation and microbial community-an *in vitro* study. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences (Animal Bioscience)*, 32, 808-814. <https://doi.org/10.5713/ajas.18.0652>
- Klein, B. G. (5^oEd). (2013). Digestion: The Fermentative Processes. In *Cunningham's Textbook of Veterinary Physiology* (pp. 320-341). Elsevier Inc.
- Lejonklev, J., Kidmose, U., Jensen, S., Petersen, M. A., Helwing, A. L. F., Mortensen, G., Weisbjerg, M. R., & Larsen, M. K. (2016). Effect of oregano and caraway essential oils on the production and flavor of cow milk. *Journal of Dairy Science*, 99, 7898-7903. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-10910>
- Martínez-Martínez, R., Ortega-Cerrilla, M. E., Herrera-Haro, J.G., Kawas-Garza, J. R., Zarate-Ramos, J. J. & Robles-Soriano, R. (2015). Uso de aceites esenciales en animales de granja. *Interciencia*, 40, 744-750. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33942541003>
- Pal, U. K., Mandal, P. K., Rao, V. K., & Das, C. D. (2011). Quality and utility of goat milk with special reference to India: An overview. *Asian Journal of Animal Sciences*, 5, 56-63. <https://doi.org/10.3923/ajas.2011.56.63>
- Paraskevakis, N. (2015). Effects of dietary dried Greek Oregano (*Origanum vulgare* ssp. hirtum) supplementation on blood and milk enzymatic antioxidant indices, on milk total antioxidant capacity and on productivity in goats. *Animal Feed Science and Technology*, 209, 90-97. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2015.09.001>
- Paraskevakis, N. (2017). Effects of dietary Greek oregano (*Origanum vulgare* ssp. hirtum) supplementation on rumen fermentation, enzyme profile and microbial communities in goats. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 102, 701-705. <https://doi.org/10.1111/jpn.12812>
- Park, Y. W., Juárez, M., Ramos, M., & Haenlein, G. F. W. (2007). Physico-chemical characteristics of goat and sheep milk. *Small Ruminant Research*, 68, 88-113. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2006.09.013>
- Portela-Díaz, D. F. (2018). Importancia de la interacción de bacteriófagos y bacterias ruminales en el desarrollo productivo del rumiante. *Revista Ciencias Agropecuarias*, 4, 41-45. <https://doi.org/10.36436/24223484.244>
- Russell, J. B., & Strobel, H. J. (1989). Effect of ionophores on ruminal fermentation. *Applied and environmental microbiology*, 55, 1-6. <https://dx.doi.org/10.1128%2Faem.55.1.1-6.1989>
- SIAP. (2020). https://nube.siap.gob.mx/cierre_pecuario/

- Smeti, S., Hajji, H., Bouzid, K., Abdelmoula, J., Muñoz, F., Mahouachi, M., & Atti, N. (2014). Effects of *Rosmarinus officinalis* L. as essential oils or in form of leaves supplementation on goat's production and metabolic statute. *Tropical Animal Health and Production*, 47, 451-457. <https://doi.org/10.1007/s11250-014-0721-3>
- Vasta, V., Nudda, A., Cannas, A., Lanza, M., & Priolo A. (2008). Alternative feed resources and their effects on the quality of meat and milk from small ruminants. *Animal Feed Science and Technology*, 147, 223-246. <https://doi.org/10.1016/j.ANIFEEDSCI.2007.09.020>
- Wallace, R. J. (2004). Symposium on plants as animal foods: a case of catch 22?. Antimicrobial properties of plant secondary metabolites. *Proceedings of the Nutrition Society*, 63, 621-629. <https://doi.org/10.1079/PNS2004393>
- Wanapat, M., Cherdthong, A., Pakdee, P., & Wanapat, S. (2008). Manipulation of rumen ecology by dietary lemongrass (*Cymbopogon citratus* Stapf.) powder supplementation. *Journal of Animal Science*, 86, 3497-3503. <https://doi.org/10.2527/jas.2008-0885>
- Yesilbag, D., Biricik, H., Cetin, I., Kara, C., Meral, Y., Cengiz, S. S., Orman, A., & Udum, D. (2016). Effects of juniper essential oil on growth performance, some rumen protozoa, rumen fermentation and antioxidant blood enzyme parameters of growing Saanen kids. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 101, e67-e76. <https://doi.org/10.1111/jpn.12560>

2021 TECNOCENCIA CHIHUAHUA.

Esta obra está bajo la Licencia Creative Commons Atribución No Comercial 4.0 Internacional.



<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>