

PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE LECHE DE CABRAS CRIOLLAS DEL NORTE CENTRO DE MÉXICO MANEJADAS BAJO DOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN

Manuel de Jesús Flores Nájera
Mayra Denise Herrera
César A. Rosales Nieto
Leonardo I. Vélez Monroy



**SECRETARIA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, DESARROLLO RURAL, PESCA Y
ALIMENTACIÓN**

MTRO. JOSÉ EDUARDO CALZADA ROVIROSA
Secretario

MTRO. JORGE ARMANDO NARVÁEZ NARVÁEZ
Subsecretario de Agricultura

MTRO. RICARDO AGUILAR CASTILLO
Subsecretario de Alimentación y Competitividad

MTRO. HÉCTOR EDUARDO VELASCO MONROY
Subsecretario de Desarrollo Rural

LIC. MARCELO LÓPEZ SÁNCHEZ
Oficial Mayor

**INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES, AGRÍCOLAS Y
PECUARIAS**

DR. LUIS FERNANDO FLORES LUI
Director General

DR. RAÚL GERARDO OBANDO RODRÍGUEZ
Coordinador de Investigación, Innovación y Vinculación

MC. JORGE FAJARDO GUEL
Coordinador de Planeación y Desarrollo

MTRO. EDUARDO FRANCISCO BERTERAME BARQUIN
Coordinación de Administración y Sistemas del INIFAP

CENTRO DE INVESTIGACIÓN REGIONAL NORTE CENTRO

DR. HOMERO SALINAS GONZÁLEZ
Director Regional

DR. URIEL FIGUEROA VIRAMONTES
Director de Investigación

DR. FRANCISCO JAVIER PASTOR LÓPEZ
Director de Planeación y Desarrollo

ING. RICARDO CARRILLO MOSIVÁIS
Director de Administración

DR. FRANCISCO ECHAVERRÍA CHÁREZ
Director de Coordinación y Vinculación en Zacatecas

PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE LECHE DE CABRAS CRIOLLAS DEL NORTE CENTRO DE MÉXICO MANEJADAS BAJO DOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales,
Agrícolas y Pecuarias
Progreso No. 5, Barrio de Santa Catarina
Delegación Coyoacán
México, D.F.
C.P. 04010 México, D.F.
Teléfono (55) 3871-8700

ISBN: 978-607-37-0538-7

Primera Edición: Diciembre 2015

No está permitida la reproducción total o parcial de esta publicación, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, fotocopia o por registro u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito a la institución.

Cita correcta:

Flores, M.J., Herrera, M., Rosales, C.A. y Vélez, L.I. 2015. Producción y calidad de leche de cabras criollas del norte-centro de México manejadas bajo dos sistemas de producción. Folleto Técnico Número 71. Campo Experimental Zacatecas. CIRNOC – INIFAP, 30 páginas.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
DESCRIPCIÓN DE LAS LOCALIDADES DE ESTUDIO	3
Localidad experimental altiplano de Zacatecas	3
Localidad experimental Comarca Lagunera	4
EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE LECHE DE CABRA	6
Producción de leche	6
Calidad de leche	7
RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN	8
Producción de leche de cabras criollas del altiplano Zacatecano manejadas bajo dos sistemas de producción	8
Producción de leche de cabras criollas de la Comarca Lagunera manejadas bajo dos sistemas de producción	9
Composición química de la leche de cabras criollas del altiplano de Zacatecano manejadas bajo dos sistemas de producción	13
Composición química de la leche de cabras criollas de la Comarca Lagunera manejadas bajo dos sistemas de producción	15
CONCLUSIONES E IMPLICACIONES	23
LITERATURA CITADA	25

PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE LECHE DE CABRAS CRIOLLAS DEL NORTE CENTRO DE MÉXICO MANEJADAS BAJO DOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN

Manuel de Jesús Flores Nájera¹

Mayra Denise Herrera²

César A. Rosales Nieto³

Leonardo I. Vélez Monroy⁴

INTRODUCCIÓN

En México, existen 494,000 unidades de producción caprina y aproximadamente 1.5 millones de mexicanos tienen como actividad productiva primaria o complementaria a la caprinocultura (Arechiga et al., 2008). El 90% de estas unidades de producción son alimentadas bajo condiciones de producción extensiva (Mellado, 1997). Este sistema se caracteriza por el pastoreo de los animales en tierras de uso común no aptas para actividades agrícolas ni forestales. La calidad de la dieta seleccionada por cabras en términos de proteína cruda varía entre un 7 y 12%, por lo que no alcanza

¹ Investigador del Programa Carne de Rumiantes. Campo Experimental Zacatecas. CIRNOC-INIFAP.

² Investigador del Programa Inocuidad de Alimentos. Campo Experimental Zacatecas. CIRNOC-INIFAP.

³ Investigador del Programa Carne de Rumiantes. Campo Experimental San Luis. CIRNE-INIFAP.

⁴ Investigador del Programa Leche. Campo Experimental La Laguna. CIRNOC-INIFAP.

a cubrir los requerimientos nutricionales de preñez y lactancia (Mellado *et al.*, 1991). A pesar de tales condiciones, la producción de leche varía entre 42 y 140 litros, en lactancias menores a 7 meses. El contenido de grasa normalmente sobrepasa el 5% (Mellado, 1997). Sin embargo, no sólo la calidad de la dieta que consumen las cabras en pastoreo modifica la producción y calidad de leche. La etapa de lactación es otro factor que afecta la calidad de leche. Generalmente, los contenido de grasa, proteína y lactosa son más altos a la mitad y final de la lactancia que al principio (Pavic *et al.*, 2002). Otro factor que modifica la producción y calidad de la leche es el genotipo de los animales. Estudios al respecto indican que en cabras lecheras como la raza Toggenburg y Alpina inglesa expresaron su potencial genético para producción leche aun en condiciones de alimentación extensiva, en comparación a la producción reportada por la cabra indígena de Sudáfrica (Norris *et al.*, 2011).

En este contexto, el objetivo del presente folleto es proporcionar información obtenida a partir de la evaluación del efecto del sistema de producción (Intensiva o Extensiva) sobre la producción y calidad leche de cabras criollas del norte centro de México.

DESCRIPCIÓN DE LAS LOCALIDADES DE ESTUDIO

Localidad experimental altiplano de Zacatecas

El trabajo de investigación fue llevado a cabo en la comunidad Casa de Cerros, Pánuco, Zacatecas localizada a 22° 54' Latitud Norte y 102° 33' Longitud Oeste', y una altitud media de 2,285 msnm. La precipitación promedio anual en la región es de 400 mm. En este sitio, la alimentación de los caprinos depende exclusivamente de la vegetación nativa del agostadero y en algunas épocas del año de los esquilmos de cultivos de temporal como la paja de frijol y el rastrojo de maíz. La composición botánica de la dieta de cabras en pastoreo está compuesta en su mayor parte de arbustos (81%), hierbas (12.3%) y zacates (6.7%; Ramírez *et al.*, 1990). El complemento de esta vegetación, es la utilización de paja de frijol y rastrojo de maíz. El periodo de utilización de estos esquilmos inicia a partir del mes de septiembre, mostrando entre un 25 y 50 % de utilización en el periodo diciembre –abril y un 3-5 % de julio al mes de septiembre (Salinas y Quiroga, 1991).

Para este estudio se utilizaron 23 cabras criollas multíparas. Este tipo racial se deriva de razas españolas como la Granadina, la Murcia y Malagueña con cruzas de Alpina,

Saanen y Anglio-Nubia (Delgadillo *et al.*, 1999). Las cabras fueron divididas en dos grupos tomando en cuenta la fecha de parto, peso corporal, prolificidad y producción de leche. El primer grupo fue alimentado a base de alfalfa a razón de un 4% de su peso vivo (Sistema Intensivo; n=11). En este grupo la fecha de parto fue el 24 de octubre de 2014, el peso promedio fue de 43.3 kg, la prolificidad fue de 1.5 y la producción de leche fue de 0.97 kg/día. El segundo grupo fue alimentado bajo condiciones de pastoreo extensivo (Grupo Extensivo; n=12). En este grupo la fecha de parto fue el 24 de octubre de 2014, el peso fue de 43.1 kg, la prolificidad de 1.5 y la producción de leche de 0.95 kg/día. Este grupo de cabras salió a pastoreo desde las diez de la mañana a siete de la tarde.

Localidad experimental Comarca Lagunera

El estudio fue llevado a cabo en el ejido Zaragoza, municipio de Viesca, Coahuila localizada a 25° 54' Latitud Norte y 103° 10' Longitud Oeste', y una altitud media de 1120 msnm. El clima es seco semidesértico extremoso, Con temperatura y precipitación media anual de 23.3°C y 217.1 mm, respectivamente.

En esta región, la alimentación de los caprinos se basa en pastoreo sedentario, que incluye el pastoreo de esquilmos agrícolas, de arbustos y malezas, y en menor proporción de esquilmos de temporal como frijol y maíz, los animales no reciben ninguna suplementación en corral y los principales productos que se obtienen es cabrito y leche (Salinas et al., 1993).

En esta localidad se utilizaron 24 cabras criollas asignadas a uno de dos tratamientos tomando en cuenta su condición corporal, peso vivo y producción de leche. El primer grupo fue alimentado a base de alfalfa a razón de un 4% de su peso vivo (Sistema Intensivo; n=12). En este grupo la fecha promedio de parto fue el 23 de noviembre de 2014, el peso promedio fue de 43.3 kg, la prolificidad fue de 1.5 y la producción de leche fue de 0.63 kg/día. El segundo grupo fue alimentado bajo condiciones de pastoreo extensivo (Grupo Extensivo; n=12). En este grupo la fecha de parto fue el 25 de noviembre, el peso fue de 43.1 kg, la prolificidad de 1.5 y la producción de leche de 0.60 kg/día. Este grupo de cabras salió a pastoreo desde las 11 de la mañana a 6 de la tarde.

EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE LECHE DE CABRA

Producción de leche

En ambas localidades experimentales la producción de leche fue evaluada cada siete días, desde el parto hasta los 168 días de lactancia (localidad Zacatecas), mientras que en la localidad La Laguna la evaluación se realizó hasta los 105 días de lactancia. La producción de leche fue medida en dos fases, durante la fase de amamantamiento de las crías, y durante la fase de ordeña de las hembras. Durante la fase de amamantamiento, la producción de leche fue determinada mediante el peso diferencial de la cría antes y después de amamantarse (Ricordeau *et al.*, 1960). Un día antes de la medición, todas las hembras fueron ordeñadas a mano. El día de la medición se realizaron dos amamantamientos controlados de 4 minutos, a las 7:00 am y 19:00 pm. Además, después de cada amamantamiento, una inyección de oxitocina (2 IU; Oxilac, Proquivet, Guadalajara, México) fue inyectada en la vena yugular, seguido por el ordeño manual para extraer la leche residual. El peso de la leche residual fue agregado a la obtenida del peso diferencial de la cría, de esta manera se conformó la producción total. Después de la fase de amamantamiento

de las crías, la producción de leche fue medida mediante el ordeño manual de la hembra realizado por la misma persona a través de todo el estudio. El día anterior a su medición, todas las hembras fueron ordeñadas a las siete de la mañana. El próximo día, nuevamente todas las cabras fueron ordeñadas a las siete de la mañana y la leche colectada fue pesada. Posteriormente, 2 U.I de oxitocina fueron inyectados en la vena yugular de cada hembra para extraer la leche residual mediante ordeño manual. Esta leche residual fue agregada a la obtenida por el ordeño; ambas fracciones conformaron la producción de leche total por hembra.

Calidad de leche

La composición química de la leche (grasa, proteína y lactosa) fue medida cada siete días desde el parto hasta los 168 días de lactancia (localidad Zacatecas), mientras que en la localidad La Laguna hasta los 98 días de lactancia. Para tal efecto, una muestra de 50 mL (25 mL de cada mitad de la glándula mamaria) de leche fue colectada de cada cabra. La muestra fue mantenida en hielo y transportada al laboratorio para la determinación de grasa, proteína y

lactosa usando un milksocan Milko Tester LTD (MasterEco, Belovo, Bulgaria).

RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN

Producción de leche de cabras criollas del altiplano Zacatecano manejadas bajo dos sistemas de producción

En la Figura 1 se puede observar que la producción de leche de las cabras criollas del altiplano Zacatecano fue más alta en el sistema de producción intensivo (0.536 kg), que en las cabras alimentadas bajo condiciones de pastoreo extensivo (0.446 kg; $P<0.001$). No obstante, el efecto del sistema de producción sobre el nivel de producción de leche difirió dependiendo de la semana de lactancia. Así, las cabras alimentadas bajo condiciones intensivas produjeron mayor cantidad de leche durante los primeros 70 días de lactancia que las cabras alimentadas bajo condiciones de pastoreo extensivo ($P<0.001$). Posteriormente, la producción de leche fue similar. Además, en ambos sistemas de producción, la producción de leche promedio varió a través del estudio. En el sistema intensivo la producción de leche varió entre 0.296 a 1.025 kg por día, mientras que en el grupo extensivo, la producción de leche varió entre 0.178 a 0.992 kg por día ($P<0.001$).

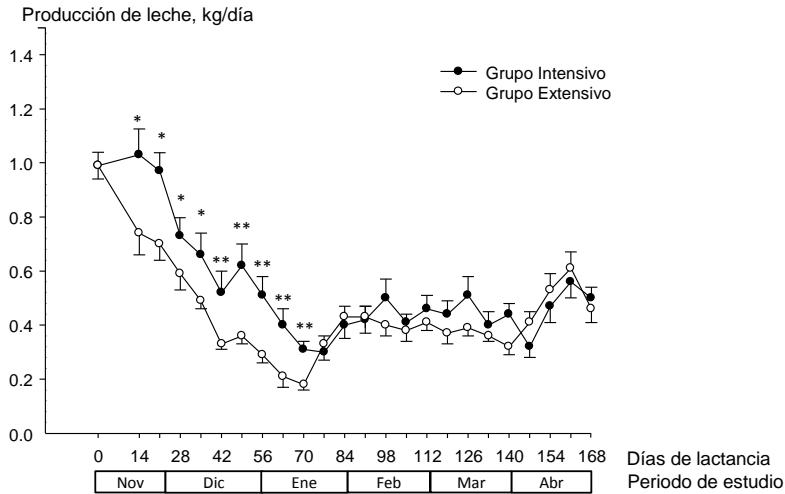


Figura 1. Producción de leche diaria promedio de cabras criollas del altiplano Zacatecano manejadas bajos dos sistemas de producción.

Producción de leche de cabras criollas de la Comarca Lagunera manejadas bajo dos sistemas de producción

En la localidad Comarca Lagunera, también hubo un efecto del sistema de producción sobre la producción de leche (Figura 2). Las cabras del grupo intensivo produjeron mayor cantidad de leche (0.865 kg) que las cabras que fueron alimentadas bajo condiciones de pastoreo extensivo (0.556 kg; $P<0.001$). De hecho, el efecto del sistema de producción sobre la producción de leche difirió dependiendo de los días de lactancia. Así, las cabras del sistema intensivo produjeron mayor cantidad de leche desde el día 35 hasta el día 84 de

lactancia que las cabras del sistema extensivo ($P<0.001$). Además, en ambos sistemas de producción, la producción de leche varió a través del estudio. En el sistema intensivo la producción de leche varió entre 0.625 kg a 1.050 kg por día, mientras que en el grupo extensivo, la producción de leche varió entre 0.600 kg a 0.904 kg por día ($P<0.001$).

Estos resultados confirman que en sistemas de producción basado en el uso de suelo; las cabras alimentadas bajo condiciones de pastoreo extensivo tiende a producir menor cantidad de leche que las cabras alimentadas bajo condiciones intensivas (Greyling *et al.*, 2004). En el presente estudio, las cabras alimentadas bajo condiciones de pastoreo produjeron menor cantidad de leche que las cabras alimentadas de manera intensiva. Esta baja productividad de los animales claramente demuestra que las condiciones alimenticias del agostadero son el principal factor que influye en la producción de leche, puesto que en la mayoría de los casos la dieta que consumen las cabras no reúne los requerimientos necesarios para la lactancia (Mellado *et al.*, 1991). En efecto, la calidad nutritiva de la dieta de caprinos en pastoreo en términos de proteína cruda es considerablemente baja en la estación de invierno (5%), en

comparación a la estación de verano (12%; Echavarría *et al.*, 2006).

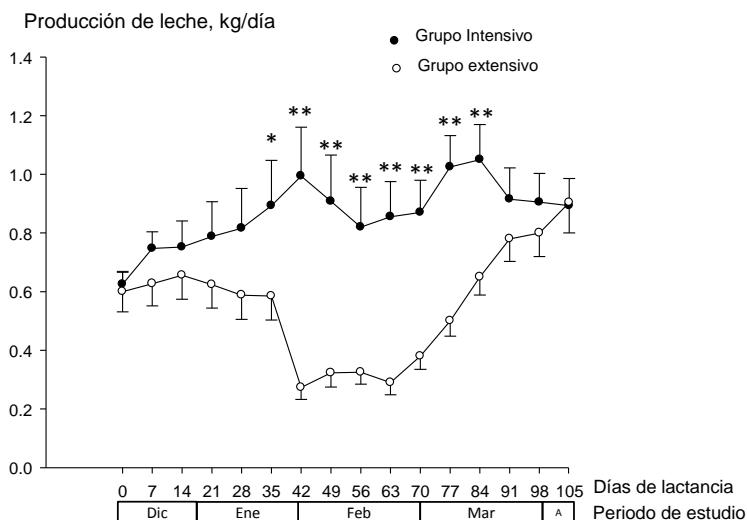


Figura 2. Producción de leche diaria promedio de cabras criollas de la Comarca Lagunera manejadas bajos dos sistemas de producción.

La etapa de lactación fue otro factor que modificó el nivel de producción de leche en ambos sistemas de producción y en las dos localidades experimentales (Randy *et al.*, 1988). En el altiplano de Zacatecas, las cabras del sistema intensivo produjeron mayor cantidad de leche durante los primeros 70 días de lactancia que las cabras del sistema extensivo. Posteriormente, la producción de leche fue similar entre grupos. En cambio, en la localidad experimental La Laguna,

las cabras del sistema intensivo produjeron mayor producción de leche desde el día 35 hasta el día 84 de lactancia que las cabras del sistema extensivo. La máxima producción de leche que expresaron las cabras al inicio de la lactación puede estar asociada a la tasa de secreción de leche por día, la cual depende del número de células diferenciadas que alcanzan su máximo potencial después del parto (Knight and Wilde, 1993). En cambio, el decline de la producción de leche durante la lactación se debe probablemente a un descenso de la tasa secretora de leche provocado por la apoptosis celular llevada a cabo en la glándula mamaria (Knight et al., 1998).

El genotipo de los animales es otro factor que modificó el nivel de producción de leche de los animales (Greyling et al., 2004). En Zacatecas, el principal sistema producto es la carne de chivo cebado, por lo que la orientación de las cabras no es la producción de leche, sino la producción de carne (Flores et al 2005). En cambio, en el sitio experimental La Laguna el principal sistema caprino es la producción de leche y cabrito (Escareño et al., 2011). Estudios previos han demostrado que en este sitio los animales han sido sometidos a cruzamiento con razas de origen europeo durante los últimos 20 años (Delgadillo et

al., 1999). Por lo que el nivel de producción de leche y duración de la lactancia ha ido mejorando (Escareño *et al.*, 2011). Es por ello que el nivel de producción de leche entre ambos sistemas fue mayor en el sitio experimental La Laguna que en el sitio experimental Zacatecas.

Composición química de la leche de cabras criollas del altiplano Zacatecano manejadas bajo dos sistemas de producción

La composición química de la leche de cabras (grasa, proteína y lactosa) criollas del altiplano Zacatecano, depende del sistema de producción ($P<0.001$). En efecto, el contenido de grasa en leche fue mayor para las cabras alimentadas bajo condiciones de pastoreo extensivo (4.3%) que para las cabras alimentadas bajo condiciones intensivas (3.4%; Figura 3). En ambos sistemas, el porcentaje de grasa en leche varió a través de todo el estudio ($P<0.001$). En el sistema intensivo el porcentaje de grasa varió entre 2.4 y 4.5, mientras que en el sistema extensivo, el porcentaje varió entre 3.3 y 6.0. Además, el efecto del sistema de producción sobre el porcentaje de grasa en leche difirió dependiendo de los días en lactancia (interacción sistema de producción x días de lactancia; $P<0.001$).

Relativo al porcentaje de proteína de leche, los datos mostraron un efecto del sistema de producción sobre este componente ($P<0.001$); las cabras alimentadas bajo condiciones intensivas presentaron mayor porcentaje de proteína (3.4%; Figura 3) que las cabras alimentadas bajo condiciones de pastoreo extensivo (3.2%). En ambos sistemas, el porcentaje de proteína en leche varió a través de todo el estudio ($P<0.001$). En el sistema intensivo el porcentaje de proteína varió entre 3.2 a 3.6, mientras que en el sistema extensivo, el porcentaje varió entre 3.1 a 3.4. Ninguna interacción fue encontrada entre sistema de producción y semana de lactancia ($P>0.05$).

Con respecto al contenido de lactosa en leche, los datos indican que las cabras alimentadas bajo condiciones intensivas presentaron mayor porcentaje de lactosa en leche (5.1%) que las cabras del sistema extensivo (4.8%; Figura 3). De hecho, el efecto de sistema de producción sobre el porcentaje de lactosa en leche difirió dependiendo de la semana de lactancia (interacción grupo x tiempo; $P<0.05$). Además, el porcentaje de lactosa en leche varió a través de todo el estudio ($P<0.001$). En el sistema intensivo el porcentaje de lactosa de leche varió entre 4.8 a 5.2,

mientras que en el sistema extensivo, el porcentaje de lactosa de leche varió entre 4.5 a 5.0.

Composición química de la leche de cabras criollas de la Comarca Lagunera manejadas bajo dos sistemas de producción

La composición química (grasa, proteína y lactosa) de la leche de cabra criolla de la Comarca Lagunera depende del sistema de producción (Figura 4). Por ejemplo, el porcentaje de grasa de leche fue más alto en el grupo de cabras alimentadas bajo condiciones de pastoreo extensivo (5.3%), que el grupo alimentando bajo condiciones intensivas (2.6%; $P<0.001$). De hecho, el efecto del sistema de producción sobre el porcentaje de grasa de leche difirió dependiendo de los días de lactancia (interacción sistema de producción x días de lactancia; $P<0.001$). Las cabras del grupo extensivo produjeron mayor cantidad de grasa de leche durante todo el periodo de estudio que las cabras del grupo intensivo. Además, en ambos grupos, hubo un efecto del tiempo de estudio (días de lactancia) sobre la producción de grasa de leche ($P<0.001$). En el sistema intensivo el contenido de grasa varió entre 1.5 y 4.5%, mientras que para el grupo extensivo este componente varió entre 3.7 y 7.4%.

Con respecto al contenido de proteína en leche, los datos muestran que esta variable no mostró diferencias entre sistemas de producción ($P>0.05$; Figura 4). En ambos grupos el porcentaje de proteína fue de 3.2. Sin embargo, el efecto del sistema de producción sobre el contenido de proteína en leche difirió dependiendo de los días de lactancia (interacción sistema de producción x días de lactancia; $P<0.001$). Así, la mayor cantidad de proteína de leche la presentó el sistema de producción intensivo durante los días 7,21 y 70 de lactancia, mientras que el grupo intensivo presentó valores más altos durante los días 56 y 91 de lactancia. Además, en ambos grupos, el contenido de proteína de leche varió a través del tiempo ($P<0.001$). En ambos sistemas de producción éste componente varió entre 3.0 y 3.4%.

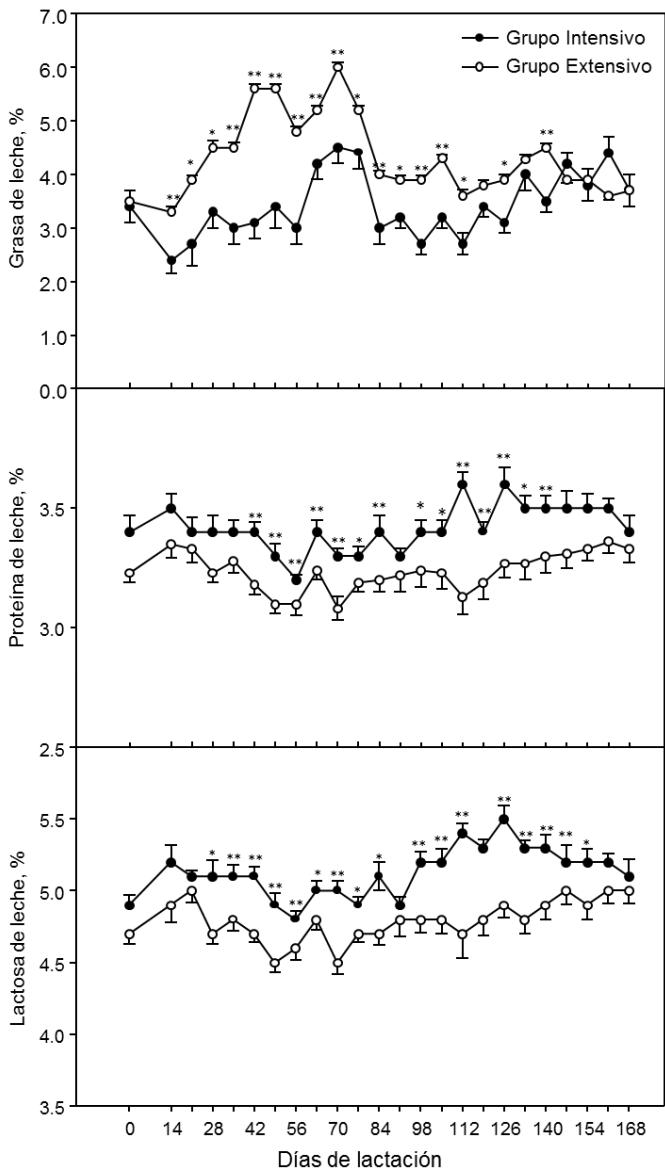


Figura 3. Composición química de la leche de cabra criolla del altiplano Zacatecano bajo dos sistemas de producción.

El contenido de lactosa de leche de cabras criollas de las Comarca Lagunera difirió entre sistemas de producción ($P<0.001$; Figura 4). Las cabras alimentadas bajo condiciones intensivas presentaron valores más alto de lactosa (4.8%) que las cabras alimentadas bajo condiciones de pastoreo extensivo (4.6%). De hecho, el efecto del sistema de producción sobre el contenido de lactosa difirió dependiendo de los días de lactancia (interacción sistema de producción x días de lactancia). Así, las cabras del sistema de producción intensivo, produjeron mayor cantidad de lactosa de leche que las cabras del sistema extensivo durante los días 7, 14, 21, 28, 35, 56 y 70 de lactancia, mientras que las cabras del grupo intensivo fueron mayores en contenido de lactosa durante el día 98 de lactancia. Además, en ambos grupos, el porcentaje de lactosa de leche varió de manera a través del tiempo. En el grupo intensivo, el porcentaje de lactosa varió entre 4.6 a 5.1, mientras que en el grupo extensivo, el porcentaje varió entre 4.5 a 5.0 ($P<0.001$).

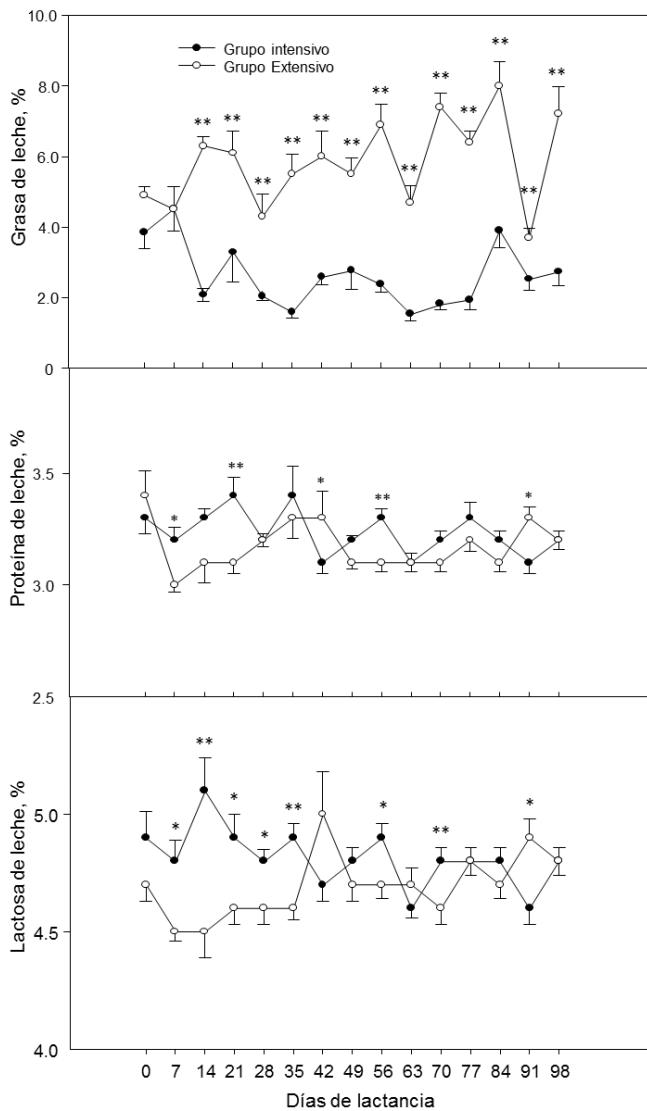


Figura 4. Composición química de la leche de cabra criolla de la Comarca Lagunera bajo dos sistemas de producción.

La calidad de la leche de cabra puede ser definida como el potencial para tolerar diferentes tratamientos tecnológicos con el fin de obtener un producto con la capacidad de satisfacer la demanda de sus consumidores, en términos de salud, valor nutricional, seguridad y atributo sensorial (García *et al.*, 2014). Con respecto al valor nutricional de la leche, destaca la composición química; grasa, proteína y lactosa. Estos tres componentes de la leche pueden variar, según la raza, estado de lactación, estado nutricional y sistema de producción (Mestawet *et al.*, 2012; Strzałkowska *et al.*, 2009; Pulina *et al.*, 2008; Never *et al.*, 2015).

En ambas localidades experimentales, el contenido de grasa de leche fue modificado por el sistema de producción. Las cabras del sistema extensivo produjeron mayor cantidad de grasa de leche que las cabras del sistema intensivo. Esa diferencia generalmente está asociado a un efecto llamado “dilución de la grasa en leche” (Flamant and Morand-Fehr, 1982), puesto que las cabras que producen mayor cantidad de leche tienden por lo general a tener menor cantidad de grasa de leche que las cabras que producen menor cantidad de leche. Este efecto fue observado en ambos sitios experimentales, las cabras alimentadas bajo condiciones de

pastoreo extensivo produjeron menor cantidad de leche, pero con mayor contenido de grasa. En cambio, las cabras del sistema intensivo produjeron mayor cantidad de leche, pero con menor cantidad de grasa. Otro factor que modificó el contenido de grasa de leche fue el efecto del estado de lactación de las hembras (Strzalkowska et al., 2009). Efectivamente, en el altiplano de Zacatecas, las cabras del sistema extensivo produjeron mayor cantidad de grasa de leche durante las primeras semanas de lactación, mientras que en el sitio la Laguna, el mayor contenido de grasa de leche fue observado al final del periodo de lactancia. En rumiantes, esta variación es muy común durante el pico de lactación, debido a que un 30 a 40% de las reservas corporales pueden ser sujetas a lipólisis, provocando cambios en el contenido de ácidos grasos y en consecuencia en el contenido de grasa (Strzałkowska et al., 2009). De hecho, cuando se presenta este estado fisiológico, los altos valores de ácidos grasos ($> 2.0 \text{ mmol/l}$) pueden provocar un sabor indeseable de la leche, lo cual puede ser inaceptable para los consumidores (Eknaes et al., 2009).

En relación al contenido de proteína de leche, los resultados muestran que en la localidad experimental altiplano de Zacatecas, las cabras del sistema intensivo presentaron

porcentajes más altos de proteína que los obtenidos por cabras del sistema extensivo. Sin embargo, en la localidad La Laguna, el porcentaje de proteína de leche fue similar entre ambos sistemas de producción. Esta diferencia entre sitios experimentales puede ser atribuida al genotipo de animales (Merin *et al.*, 1988). En la Comarca Lagunera los animales son de orientación lechera (Escareño *et al.*, 2012), mientras que en el altiplano de Zacatecas, la cabras son de orientación cárnicia (Salinas *et al.*, 1993). En la localidad altiplano de Zacatecas, el contenido de proteína de leche puede estar asociado al volumen de producción de leche, puesto que las cabras del sistema intensivo produjeron mayor cantidad de leche que las cabras del sistema extensivo. A este respecto Greyling *et al.* (2004) reportaron que en cabras indígena de Sudáfrica, encontraron una correlación positiva entre el contenido de proteína de leche y la producción de leche. En general, el contenido de proteína de leche depende del genotipo de los animales y de la producción de leche.

El contenido de lactosa de leche difirió entre sistemas de producción. Las cabras alimentadas bajo condiciones de pastoreo extensivo produjeron menores cantidades de lactosa que las cabras alimentadas bajo condiciones

intensivas. La diferencia en el contenido de lactosa entre ambos grupos de cabras se debió a que este carbohidrato está relacionado al volumen de la leche (Pollot, 2004). Las cabras del grupo intensivo produjeron mayor cantidad de leche que el grupo extensivo, por lo tanto, produjeron mayor contenido de lactosa. Por otro lado, está comprobado que las concentraciones de lactosa declinan conforme progresó la lactación (Singh y Sengar, 1990). En el presente estudio, el contenido de lactosa de leche progreso de manera uniforme a través de todo el estudio, a pesar de que en ambos sistemas de producción se redujo el volumen de leche.

CONCLUSIONES E IMPLICACIONES

La producción de leche de las cabras criollas de la región norte centro de México depende del sistema de producción; las cabras alimentadas bajo condiciones intensivas produjeron mayor cantidad de leche que las cabras alimentadas bajo condiciones de pastoreo extensivo. En cada localidad experimental, la diferencia en la producción entre los sistemas dependió de los días de lactación. En la localidad experimental altiplano de Zacatecas; la producción de leche entre sistemas de producción difirió únicamente

durante los primeros 70 días de lactancia. En cambio, en la localidad experimental La Laguna, la producción de leche entre sistemas de producción difirió durante gran parte de la lactación.

Con respecto a la calidad de la leche (grasa, proteína y lactosa) de cabra. El porcentaje de grasa fue más alto en leche de cabras alimentadas bajo condiciones de pastoreo extensivo que en leche de cabras alimentadas en condiciones intensivas. En cambio, los contenidos de proteína y lactosa fueron más altos en leche de cabras alimentadas bajo sistema intensivo.

Es evidente que para desarrollar un programa apropiado de suplementación nutricional para cabras en lactancia, se requiere de un conocimiento detallado del sitio de pastoreo. No obstante, el nivel de producción y calidad de leche puede ser otro indicar confiable de la cantidad de los recursos alimenticios en el agostadero. En el presente estudio, las cabras alimentadas bajo condiciones de pastoreo extensivo produjeron menor cantidad de leche, pero con aceptables porcentajes de grasa, proteína y lactosa. Sin embargo, para sostener un nivel de producción de leche razonable es

necesario establecer estrategias de suplementación a través del periodo de lactancia.

LITERATURA CITADA

- Arechiga, C.F., Aguilera, J.I., Rincon, R.M., Méndez de Lara, S., Bañuelos, V.R., Meza-Herrera, C.A. 2008. Situación actual y perspectivas de la producción caprina ante el reto de la globalización. *Tropical and Subtropical Agroecosystem*. 9:1-14.
- Delgadillo, J.A., Canedo, G.A., Chemineau, P., Guillaume, D. 1999. Evidence for an annual reproductive rhythm independent of food availability in male goats in subtropical northern Mexico. *Theriogenology*. 52: 727-737.
- Echavarría, F.G., Gutiérrez, R., Ledesma, R.I., Bañuelos, R., Aguilera, J.I., Serna, A. 2006. Influencia del sistema de pastoreo con pequeños rumiantes en un agostadero del semiarido Zácatecano. I Vegetación nativa. *Técnica Pecuaria de México*. 44: 203-217.
- Eknaes, M., Havrevoll, O., Volden, H., Hove, K. 2009. Fat content, fatty acid profile and off-flavours in goats milk- effects of feed concentrates with different fat

- sources during the grazing season. Animal Feed Science and Technology. 152: 112-122.
- Escareño, L.M., Wurzinger, M., Pastor, F., Salinas, H., Sölkner, J. Iñiguez, L. 2011. La Cabra y los sistemas de producción caprina de los pequeños productores de la Comarca Lagunera, en el Norte de México. Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente. 17: 235-246.
- Escareño, L., Salinas, H., Wurzinger, M., Iñiguez, L., Sölkner, Meza, C.A. 2012. Dairy goat production system. Status quo, perspectives and challenges. Tropical Animal Health Production. 45: 17-34.
- Flamant, J.C., Morand-Fehr, P., 1982. Milk production in sheep and goats. In, Sheep and Goat production (editor I E coop). World Animal Science Series, Elsevier, Amsterdom. 26: 275-295.
- Flores, M.J., Echavarría, F.G., Salinas, H. 2005. GGAVATT “Caprinocultores de Pánuco” Integración y Diagnóstico Estático. Folleto para Productores No. 32. Instituto Nacional de Investigaciones, Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Zacatecas. Calera de Víctor Rosales, Zacatecas, México. 20 p.

- García, V., Rovira, K., Boutejal, K., López M.B. 2014. Improvements in goats milk quality: A review. Small Ruminante Research. 121: 51-57.
- Greyling, J.P.C., Mmbengwa, V.M., Schwalbach, L.M.J., Muller, T. 2004. Comparative milk production potential of indigenous and boer goats under two feeding system in South Africa. Small Ruminant Research. 55: 97-105.
- Knight, C. H., Peaker, M., Wilde, C.J. 1998. Local control of mammary development and function. Reprod. 3:104–112.
- Knight, C. H., Wilde, C.J.. 1993. Mammary cell changes during pregnancy and lactation. Livestock Production Science. 35:3–19.
- Mellado, M. 1997. La Cabra criolla en América Latina. Veterinaria México. 28; 333-343.
- Mellado, M., Foote, R.H., Rodríguez, A., Zarate, P. 1991. Botanical composition and nutrient of diets selected by goats grazing on desert grassland in northern Mexico. Small Ruminant Research. 6: 141-150.

Merin, U., Rosenthal, I., Maltz, E. 1988. The composition of goat milk as affected by nutritional parameters. *Mitchwissenschaft*. 43 (6), 363–365.

Mestawet, T.A., Girma, A., Adnøy, T., Devold, T.G., Narvhus, J.A., Vegarud, G.E. 2012. Milk production, composition and variation at different lactation stages of four goats breeds in Ethiopia. *Small Ruminant Research*. 105: 176-181.

Never, A. 2015. Effects of nutrition on yield and milk composition in sheep and goats. *Scientific Journal of Animal Science*. 4: 1-10.

Norris, D., Ngambi, J.W., Benyi, K., Mbajiorgu, C.A. 2011. Milk production of three exotic dairy goat genotypes in limpopo province, South Africa. *Asian Journal Animal Veterinary Advances*. 6: 274-281.

Pavic, V., Antunac, N., Mioc, B., Ivankovic, A., Havranek, J.L. 2002. Influence of stage of lactation on the chemical composition and physical properties of sheep milk. *Czech Journal Animal Science*. 47: 80-84.

Pollott, G.E., 2004. Deconstructing milk yield and composition during lactation using biologically based lactation models. *Journal of Dairy Science*. 87, 2375-2387.

Pulina, G., Nudda, A., Battacone, G., Fancellu, S., Francesconi A.H.D. 2008. Nutrition and quality of goats milk. In: Dairy goats feeding and nutrition. CAB International 2008. Bologna, Italy. Pages 1-30

Randy, H.A., Sniffen, C.J., Heintz, J.F. 1988. Effect of age and stage of lactation on dry matter intake and milk production in alpine does. Small Ruminant Research. 1: 145-149.

Ramírez, R.G., Rodríguez, A., Flores, J.L., Carlos, J.L., García, J.G. 1990. Botanical composition of diets selected by range goats in Northeastern Mexico. Small Ruminant Research. 3: 97-107.

Ricordeau, G., R. Boccard., Denamur, R. 1960. Mesure de la production laitière des brebis pendant la période d'allaitement. Ann. Zootech. 9:97–120.

Salinas, H., Flores, R.T., Falcón J.A. 1993. Diagnóstico del sistema de producción de carne en el estado de Zacatecas. En: Reporte del proyecto de sistemas de producción caprino en la Comarca Lagunera y Zacatecas. Publicación Especial No. 10. Instituto Nacional de Investigaciones, Forestales y Agropecuarias. Centro Internacional de Investigaciones

para el Desarrollo Rural. Campo Experimental Calera. Calera, de Víctor Rosales, Zacatecas. México.75 p.

Salinas, H. y Quiroga, M. 1991. Reporte del proyecto de sistemas de producción caprino en la Comarca Lagunera y Zacatecas. Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Instituto Nacional de Investigaciones, Forestales y Agropecuarias. Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo Rural. Campo Experimental Calera. Calera de Víctor Rosales, Zacatecas. México.55 p.

Singh, S.N and Sengar, O.P.S., 1990. Studies on the combining ability of desirable characters of important goat breeds. Final Technical Report. RBS College, Bichpuri, Agra, India. 480 p.

Strzałkowska, N., Jóźwik, A., Bagnicka, E., Krzyżewski, J., Horbańczuk, K., Pyzel, B., Horbańczuk J. O. 2009. Chemical composition, physical traits and fatty acid profile of goat milk as related to the stage of lactation. Animal Science. Poland. 4: 311-320.

AGRADECIMIENTOS

**Al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales,
Agrícolas y Pecuarias**

Por el apoyo financiero al proyecto:

“Contenido de ácidos grasos en la dieta y leche de cabras en pastoreo y su efecto sobre las características fisicoquímicas y organolépticas de la leche”.

Del cual se desprende esta publicación

REVISIÓN TÉCNICA

M.C Pedro Hernández Rojas
Sitio Experimental Zaragoza-INIFAP

Ing. Manuel Reveles Hernández
Campo Experimental Zacatecas-INIFAP

DISEÑO DE PORTADA

Dr. Manuel de Jesús Flores Nájera

GRUPO COLEGIADO DEL CEZAC

Presidente: Dr. Jaime Mena Covarrubias
Secretario: Dr. Francisco G. Echavarría Cháirez
Comisión Editorial y Vocal: Dr. Manuel de Jesús Flores Nájera
Vocal. Dr. Guillermo Medina García
Vocal: Dr. Jorge A. Zegbe Domínguez
Vocal: Dr. Luis Roberto Reveles Torres
Vocal: M.C. Mayra Denise Herrera

La presente publicación se terminó de imprimir en el mes de Diciembre de 2015 en “Paus” Impresiones, Calle Real del Calvario #125, Col. Real de Calera. C. P. 98500, Calera de V. R., Zacatecas, México.

Tel. (478) 98 5 22 13

Su tiraje constó de 500 ejemplares

DIRECTORIO

CAMPO EXPERIMENTAL ZACATECAS

Dr. Francisco G. Echavarría Cháirez

Director de Coord. y Vinculación

PERSONAL INVESTIGADOR

Nombre	Programa de Investigación
Dr. Alfonso Serna Pérez	Fertilidad de Suelos y Nutrición Vegetal
Ing. José Ángel Cid Ríos	Fríjol y Garbanzo
M.C. Blanca I. Sánchez Toledano*	Socioeconomía
M.C. Enrique Medina Martínez	Maíz
M.C. Francisco Rubio Aguirre	Pastizales y Cultivos Forrajeros
Dr. Guillermo Medina García	Agrometeorología y Modelaje
Dr. Jaime Mena Covarrubias	Sanidad Forestal y Agrícola
Dr. Jorge A. Zegbe Domínguez	Frutales
M.C. Juan José Figueroa González	Frijol y Garbanzo
Dr. Luis Roberto Reveles Torres	Recursos Genéticos: Forestales, Agrícolas, Pecuarios y Microbianos
Ing. Manuel Reveles Hernández	Hortalizas
Dr. Manuel de Jesús Flores Nájera	Carne de Rumiantes
M.C Miguel Servín Palestina	Fertilidad de Suelos y Nutrición Vegetal
M.C. Nadiezhda Y. Z. Ramírez Cabral*	Agrometeorología y Modelaje
Dr. Ramón Gutiérrez Luna	Pastizales y Cultivos Forrajeros
Dra. Raquel Karina Cruz Bravo	Inocuidad de Alimentos
Ing. Ricardo A. Sánchez Gutiérrez*	Pastizales y Cultivos Forrajeros
Dr. Rodolfo Velásquez Valle	Sanidad Forestal y Agrícola
M.C. Valentín Melero Meraz	Frutales
MC. Mayra Denise Herrera	Inocuidad de alimentos

*Becarios

WWW.INIFAP.GOB.MX

