

Caracterización del sistema caprino de producción extensiva en el Altiplano de Tamaulipas, México

Characterization of the extensive goat production system in the Altiplano of Tamaulipas, Mexico

Lizeth Vázquez-Rocha^{1,3} , José Fernando Vázquez-Armijo² , Benigno Estrada-Drouaillet¹ ,
Juan Carlos Martínez-González¹ , Nicolás López-Villalobos^{2,4} , Daniel López-Aguirre^{1*} 

¹Facultad de Ingeniería y Ciencias, Universidad Autónoma de Tamaulipas. Centro Universitario Adolfo López Mateos. CP. 87149. Ciudad Victoria, Tamaulipas, México.

²Centro Universitario UAEM Temascaltepec, Universidad Autónoma del Estado de México. Carretera Toluca-Tejupilco km 67.5. CP. 51300. Temascaltepec de González, Estado de México, México.

³Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Tamaulipas. Carretera Cd. Victoria-Cd. Mante km 5. CP. 87274. Ciudad Victoria, Tamaulipas, México.

⁴School of Agriculture and Environment, Massey University. Tennent Drive. 4410. Palmerston North, New Zealand.

*Autor de correspondencia: dlaguirre@docentes.uat.edu.mx

Artículo científico

Recibido: 13 de marzo 2024

Aceptado: 08 de mayo 2024

RESUMEN. En Tamaulipas la ganadería caprina extensiva de la región semiárida del Altiplano contribuye anualmente con la producción del 41% de ganado en pie y el 87% de leche en el estado. El objetivo de la investigación fue caracterizar el sistema extensivo que practican las unidades de producción caprinas de los municipios de Jaumave, Bustamante y Tula. Mediante la aplicación de encuestas estructuradas que se realizaron en meses de diciembre 2021 y enero 2022 se obtuvo información socioeconómica, alimenticia, productiva, reproductiva y sanitaria de 40 unidades de producción caprinas. Para sintetizar y tipificar la información se realizó un análisis factorial de componentes principales y un análisis clúster mediante el Programa Estadístico de Ciencias Sociales (SPSS versión 24). Se identificaron cuatro factores (manejo, producción, pastoreo y reproducción) que explican la mayor parte de la variabilidad total de los datos y se determinaron cuatro grupos de unidades de producción. La caracterización del sistema caprino de producción extensiva en el Altiplano de Tamaulipas se describe de forma general con variables de manejo y producción. Sin embargo, el análisis de las tipologías de unidades de producción mostró heterogeneidad en el sistema, en este sentido, las diferencias entre las medias de las agrupaciones que más destacaron fueron finalidad zootécnica, reproducción, producción e ingresos anuales. La subalimentación, escasez de agua y deficiente manejo reproductivo se asocian a la baja productividad y alta mortalidad de los animales.

Palabras clave: Alimentación, caprinos, producción, reproducción, ingresos económicos.

ABSTRACT. In Tamaulipas extensive goat production systems in the semi-arid region of the Altiplano contribute annually with the production of 41% of live animals and 87% of milk in the state. The objective of the study was to characterize the goat production units in the municipalities of Jaumave, Bustamante and Tula, in which a significant number of production units are located. Through the application of structured surveys conducted in December 2021 and January 2022, socioeconomic, nutritional, productive, reproductive, and sanitary information was obtained from 40 goat production units. Data was analyzed using principal component factor analysis and a cluster analysis with the Statistical Program for Social Sciences (SPSS version 24). Four factors (management, production, grazing and reproduction) explained most of the total variation of the data and four groups of production units were determined. The characterization of the extensive goat production system in the Altiplano of Tamaulipas is described in general terms with management and production variables. However, the analysis of the typologies of production units showed heterogeneity in the system, in this sense, the differences between the means of the groupings that stood out the most were zootechnical purpose, reproduction, production and annual income. Underfeeding, scarce water sources and poor reproductive management are associated with low productivity and high animal mortality.

Keywords: Animal feed, goats, production, reproduction, economic income.

Como citar: Vázquez-Rocha L, Vázquez-Armijo JF, Estrada-Drouaillet B, Martínez-González JC, López-Villalobos N, López-Aguirre D (2024) Caracterización del sistema caprino de producción extensiva en el Altiplano de Tamaulipas, México. Ecosistemas y Recursos Agropecuarios 11(2): e4061. DOI: 10.19136/era.a11n2.4061.

INTRODUCCIÓN

De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) el censo mundial de la especie caprina es de 1 300 millones, los cuales se distribuyen principalmente (más del 50%) en regiones áridas y semiáridas de los continentes asiático y africano (FAO 2022). La ganadería caprina es una alternativa productiva para complementar el ingreso económico familiar en zonas rurales de países en desarrollo (Robles *et al.* 2020). Se estima que para el año 2050 la población humana aumente a 10 mil millones y consecuente a lo anterior se intensifique la demanda de alimentos, en este contexto, la FAO sugiere que los caprinos pueden desempeñar un papel importante en el apoyo a la seguridad alimentaria, sobre todo en regiones vulnerables afectadas por la pobreza, la sequía e inundaciones (Lu 2023). Se prevé que los caprinos se adapten a las consecuencias negativas del cambio climático, debido a su gran capacidad de adaptación a la sequía, comportamiento alimentario, aptitud para producir en regiones áridas, eficiencia en la conversión alimenticia, alta resistencia a las enfermedades y a su potencial para emitir menor cantidad de gases de efecto invernadero como el metano (CH₄) en comparación con otros rumiantes (Koluman 2023).

En las regiones áridas y semiáridas de Latinoamérica es común que pequeños productores de regiones marginadas practiquen la producción de caprinos con procedimientos tradicionales de crianza y escasa tecnología (Iñiguez 2013). En México, el 80% del padrón de productores de ganado caprino pertenece al sector social, es decir, pequeños productores asociados a comunidades ejidales de bajos ingresos (Navarrete-Molina *et al.* 2020). El censo caprino nacional es de 8 824 664 animales, los cuales se localizan en diversas regiones y climas, pero se concentran en climas áridos y semiáridos (SIAP 2022). Los sistemas de producción que se practican se clasifican en intensivo, semi intensivo y extensivo, este último se practica con mayor frecuencia debido a los bajos costos de producción y a que representa un medio de subsistencia para productores con limitaciones agroecológicas y económicas (Vargas *et al.* 2019). Los sistemas de producción caprina pueden variar de acuerdo con la región geográfica y finalidad zootécnica de las unidades de producción (UP), es común que dentro de un mismo sistema existan diferentes tipologías de UP (Alejandre-Ortíz *et al.* 2016). En este sentido, el análisis de la diversidad socioeconómica, productiva y estructural de las UP que practican el mismo sistema de producción, permite agrupar las UP con alta homogeneidad e identificar fortalezas y debilidades específicas (Silva *et al.* 2022).

El estado de Tamaulipas ocupa la duodécima posición en el censo nacional con una población de 278 mil caprinos, producción anual de 1 500 t de carne y 108 mil L de leche. La producción de carne la encabezan los municipios de Tula, Bustamante y Reynosa, y la producción de leche Tula, Bustamante y Jaumave, estos últimos, pertenecen a la región del Altiplano (SIAP 2022). En el Altiplano, la ganadería caprina es la cadena pecuaria prioritaria y es una fuente importante de alimentos e ingresos económicos para un gran sector de la población (Alcalá-Rico *et al.* 2020), sin embargo, se desarrolla en comunidades con ambientes limitados de recursos naturales, alta marginación, bajos recursos económicos y bajo nivel de escolaridad (Pérez *et al.* 2020). El sistema de producción que se practica es de tipo extensivo con escasa tecnología y mano de obra familiar, para la alimentación de los animales se aprovecha la vegetación de las superficies de uso común (Alva-Pérez *et al.* 2019). Por lo anterior, el objetivo de esta investigación fue

caracterizar el sistema caprino de producción extensiva que practican las UP en los municipios de Tula, Bustamante y Jaumave.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El estudio se realizó en 10 comunidades ejidales de la región localizada al suroeste de Tamaulipas denominada Altiplano de Tamaulipas (Figura 1), pertenecientes a los municipios de Jaumave, Bustamante y Tula (Tabla 1) las cuales presentan clima semiseco (Vargas *et al.* 2007) con vegetación adaptada a precipitaciones bajas, en donde destacan los bosques y matorrales rosetófilos y matorrales micrófilos (Treviño-Carreón *et al.* 2012).

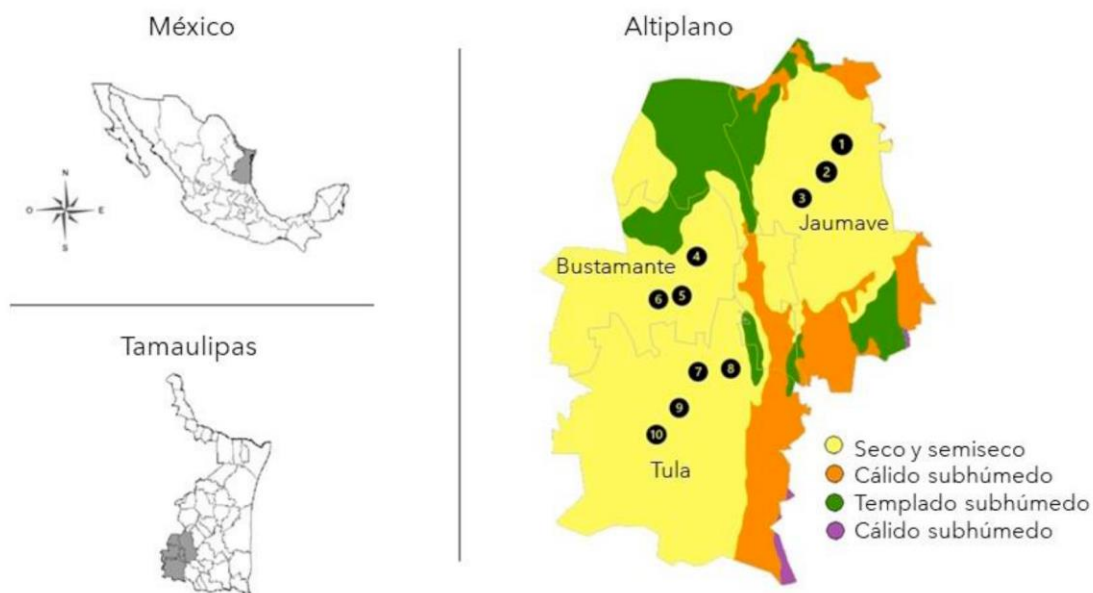


Figura 1. Localización del área de estudio.

Tabla 1. Altitud, temperatura y precipitación media anual de las comunidades evaluadas con sistemas caprinos de producción extensiva en el Altiplano de Tamaulipas, México.

Municipio	Ejido	Altitud (msnm)	Temperatura (°C)	Precipitación (mm)
Jaumave	1. José María Morelos	770	21.5	567.7
	2. Independencia	800	21.5	567.7
	3. San Juanito	810	21.5	567.7
Bustamante	4. Felipe Ángeles	1550	16.8	528.6
	5. Caracol de Álvarez	1600	18.4	454.0
	6. Plutarco Elías Calles	1730	18.4	454.0
	7. Álvaro Obregón	1390	19.9	468.5
Tula	8. Poblado Crucitas	1290	19.9	468.5
	9. Rancho Nuevo	1310	19.9	468.5
	10. Pedro Ruíz Molina	1500	19.9	468.5

Muestreo y obtención de información

Para la obtención de información se elaboró una encuesta que se estructuró en cinco secciones: variables socioeconómicas, alimentación, producción, reproducción y sanidad. En el diseño de la encuesta participaron investigadores de la Facultad de Ingeniería y Ciencias y de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia adscritos a la Universidad Autónoma de Tamaulipas, asimismo técnicos extensionistas en producción caprina de la Secretaría de Desarrollo Rural del Estado de Tamaulipas. La encuesta se conformó de 100 preguntas (20 preguntas por sección) enfocadas a obtener datos cuantitativos y cualitativos de las UP, que incluyeron respuestas a escala.

Debido a la falta de censos actualizados sobre el número de UP caprinas en la región del Altiplano, las encuestas se aplicaron mediante la metodología de bola de nieve (Otzen y Manterola 2017). En los meses de diciembre 2021 y enero 2022 se aplicaron 40 encuestas por medio de una entrevista realizada al jefe de la UP, en todos los casos fue de sexo masculino, además, para ratificar la información se realizaron recorridos en las instalaciones de las UP.

Análisis estadístico

Para analizar la información se realizó un análisis factorial de componentes principales y para la tipificación y caracterización de las unidades de producción un análisis clúster mediante el Programa Estadístico de Ciencias Sociales (SPSS, versión 24), este último se verificó mediante el dendograma para 40 casos analizados en el Programa Statistica7.

RESULTADOS

Análisis factorial de componentes principales

Del análisis factorial de componentes principales, se obtuvieron cuatro factores con valor propio mayor a uno, que explicaron el 75.77% de la varianza total (Tabla 2), lo que corrobora la adecuación del modelo para la clasificación de los datos.

Tabla 2. Factores obtenidos en el análisis factorial de componentes principales y varianza total explicada en el sistema caprino de producción extensiva del Altiplano de Tamaulipas, México.

Factor	Valor propio	% de la varianza	% acumulado
Manejo	4.611	28.818	28.818
Producción	3.314	20.712	49.530
Pastoreo	3.008	18.798	69.328
Reproducción	1.191	7.444	75.772

Método de extracción: Análisis de componentes principales. Método de rotación: Normalización Varimax con Kaiser. Prueba de medida de adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Olkin = 0.623. Prueba de esfericidad de Bartlett Chi-cuadrado = 568.949 (P < 0.000).

El factor 1 denominado manejo, se relaciona con las unidades de producción con mayor número de animales, sistema de pastoreo por la mañana y tarde, mayor número cabritos, mayor número de hembras en lactancia y mayor mortalidad durante el periodo de seca. El factor 2

denominado producción, se relaciona con las unidades de producción de doble propósito (carne y leche), animales con buena condición corporal, mayor producción de leche, mayor accesibilidad a fuentes de agua y mayor número de crías por hembra. El factor 3 denominado pastoreo, se relaciona con las unidades de producción localizadas en los municipios de Bustamante y Tula, menor altitud en pastoreo, mayor superficie de uso común, conservación de forrajes y menor precio por cabrito. El factor 4 denominado reproducción, se relaciona con un mayor número de hembras no gestantes y animales con buena condición corporal (Tabla 3).

Tabla 3. Coeficiente de correlación de las variables sobre los cuatro primeros factores que explican la variación del sistema caprino de producción extensiva del Altiplano de Tamaulipas, México.

Variable	Factores			
	Manejo	Producción	Pastoreo	Reproducción
Municipio (MPIO)	0.340	-0.318	0.833	0.082
Total de animales (TA)	0.820	0.182	-0.101	0.045
Hembras no gestantes (HNG)	0.407	0.011	0.019	0.800
Finalidad zootécnica (FZ)	0.149	0.821	-0.125	0.046
Altitud mínima en pastoreo (AMP)	0.399	-0.424	0.743	-0.020
Superficies de uso común (SUC)	-0.109	0.056	0.747	0.447
Horas de pastoreo por día (HPD)	0.517	0.349	0.351	0.261
Conservación de forraje (CF)	-0.246	0.231	0.743	0.111
Condición corporal (CC)	0.007	0.593	0.147	0.528
Producción leche por cabra (PRL)	0.151	0.751	-0.115	-0.282
Producción de cabritos (PRC)	0.958	0.063	0.025	0.003
Hembras en lactancia (HL)	0.960	0.011	-0.001	-0.097
Fuentes de agua (FA)	-0.494	0.627	0.172	-0.001
Crías por cabra (CPC)	-0.100	0.756	0.013	0.361
Precio venta cabrito (PVC)	0.094	-0.037	-0.666	0.249
Mortalidad en seca (MORS)	0.804	-0.215	-0.018	0.266

Método de extracción: Análisis de Componentes Principales. Método de rotación: Varimax con normalización Kaiser, la rotación ha convergido en 7 iteraciones.

De acuerdo con la Figura 2, las variables PRC y HL se encuentran en mayor asociación con el factor 1 (manejo) y las variables CPC, FZ y PRL con el factor 2 (reproducción). Las variables CC, FZ, PRL, HPD, HNG, TA, PRC y HL muestran una asociación positiva entre ellas, sin embargo, destaca la asociación de FZ con PRL y de PRC con HL. Las asociaciones negativas que sobresalen son la de FA con AMP, MPIO y MORS, así como la de CPC con AM, MPIO y MORS.

Análisis clúster

De acuerdo con el dendograma para 40 casos (Figura 3) obtenido por el método Ward's y distancia euclídea al cuadrado a partir de las coordenadas de las UP sobre los cuatro primeros factores del análisis factorial de componentes principales, se determinaron cuatro grupos de UP (GI, GII, GIII y GIV). El GI corresponde a 11 UP del municipio de Bustamante, el GII a 5 UP de los

municipios de Tula y Bustamante, el GIII a 10 UP distribuidas en los municipios de Tula, Bustamante y Jaumave y el GIV a 14 UP de los municipios Tula y Jaumave (Figura 4).

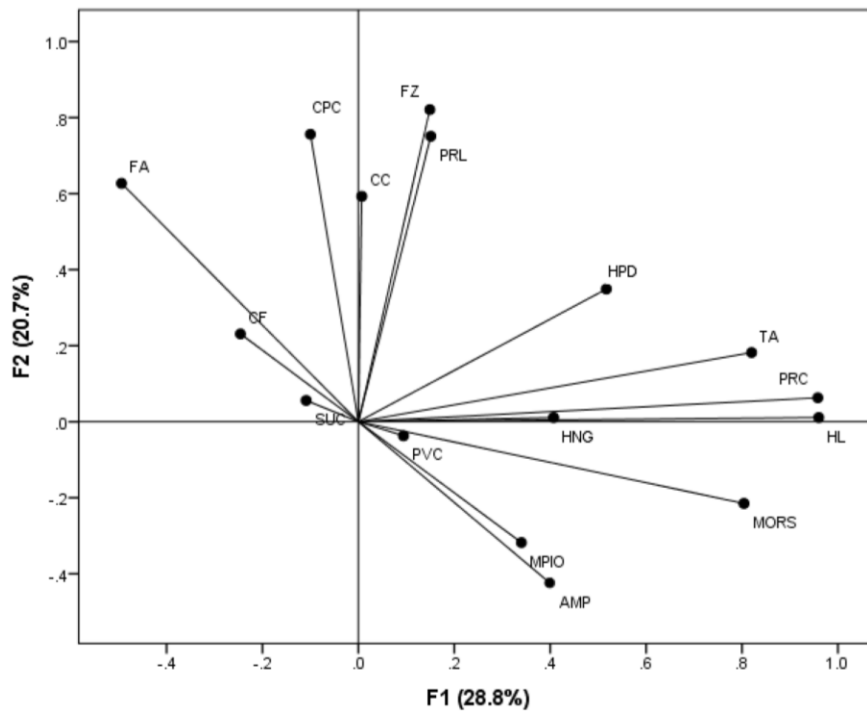


Figura 2. Gráfico de asociación de las variables del sistema caprino de producción extensiva con los dos primeros factores extraídos del análisis de componentes principales.

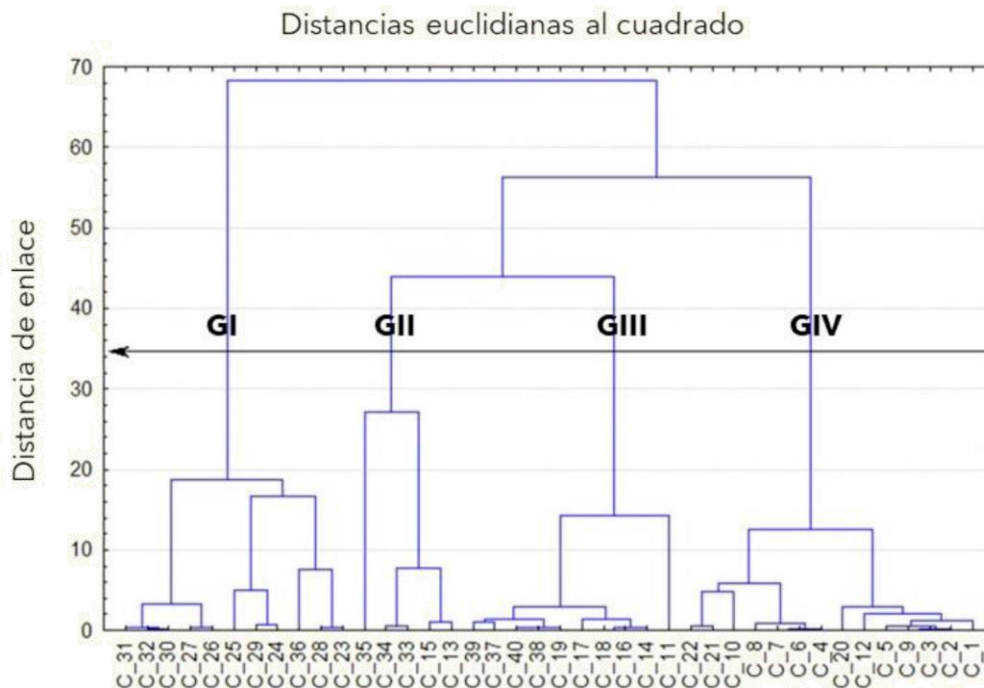


Figura 3. Dendrograma para 40 casos de UP caprinas del Altiplano de Tamaulipas. Método Ward's. Distancia euclídea al cuadrado.

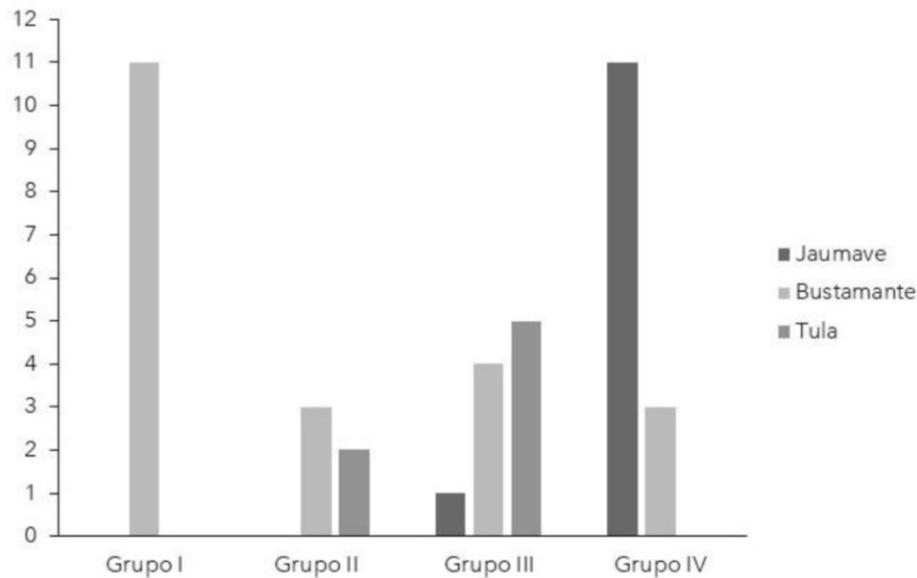


Figura 4. Proporción de UP caprinas en los grupos identificados en los municipios del Altiplano de Tamaulipas.

Variables socioeconómicas

Las UP caprinas practican la caprinocultura como una actividad familiar, con una estructura de tres a cuatro integrantes y en todos los casos con una jefatura de sexo masculino. El jefe de familia es el responsable de asistir a reuniones y capacitaciones sobre la actividad caprina, además, generalmente es quien realiza el pastoreo de los animales, en algunas ocasiones la madre de familia también realiza esta actividad y con mayor frecuencia es la que brinda atención a las crías recién nacidas, realiza la ordeña de manera manual y elabora los quesos. Los jóvenes y niños eventualmente colaboran con las actividades. Los corrales del ganado están construidos rústicamente con materiales disponibles en la región y se localizan en el mismo terreno que habitan las familias caprinocultoras. Las viviendas presentan un estado que va de regular a bueno, en todos los casos cuentan con el servicio de electricidad, sin embargo, el agua es un recurso de baja disponibilidad para el GII y GIII, así mismo estos grupos presentan el grado de marginación más elevado en las comunidades evaluadas de los tres municipios.

El GI está integrado por los productores más longevos con una media de 67 años y escolaridad de primaria incompleta (tercer grado), la media de edad del GII y GIV es de 58 años con escolaridad de bachillerato y primaria completos, respectivamente, por otro lado, el GIII muestra productores con una media de edad de 61 años con una escolaridad entre primaria y secundaria (Tabla 4). Los grupos de UP caprinas extensivas mostraron diferencias en producción e ingresos anuales (Tabla 5), sin embargo, en todos los casos, la producción de quesos muestra mayor ingreso que la producción de cabritos.

Alimentación

La principal fuente de alimentación que recibe el ganado caprino es mediante el pastoreo en las superficies de uso común con diversos relieves que, aunado a la variación anual de la disponibilidad de forraje, determinan la distancia y h diarias recorridas por el ganado en las diferentes épocas del año. Las superficies de uso común del GI, GII y GIII se caracterizan por

presentar relieves mixtos (valles y montañas), mientras que en el GIV es compuesto por valles (Tabla 6). Respecto a la distancia que el ganado recorre diariamente en el pastoreo, en el GI, GIII y GIV se encuentra entre 2.55 y 3.25 km y en el GII es de 5.10 km. La media de h diarias recorridas en los cuatro grupos se encuentra entre 6.20 y 8.60. Además de proveer alimento a los caprinos, las superficies de uso común también son aprovechadas por los ovinos, bovinos y equinos, entre otras especies silvestres de la región, sin embargo, no se realiza un ajuste de carga animal. A través de la asistencia técnica de transferencia e innovación tecnológica se ha capacitado a los productores para la conservación de forrajes, no obstante, la adopción de esta tecnología es deficiente. El periodo de seca en la región tiene una duración en promedio de cuatro meses (febrero a mayo), en este lapso se presenta la mayor mortalidad de animales, en la que destaca el GII (Tabla 6). Los caprinos en pastoreo evaluados en los tres municipios muestran consumo de especies arbóreas como escobilla (*Fraxinus greggi*), mezquite (*Prosopis glandulosa*), palo blanco (*Celtis laevigata*) y barreta (*Helietta parvifolia*), sin embargo, tienen mayor predilección por especies arbustivas como huajillo (*Acacia berlandieri*), orégano (*Lippia* spp.), tenaza (*Havardia pallens*), candelilla (*Euphorbia antisyphilitica*), palo dulce (*Eysenhardtia polystachya*), plantas suculentas como nopales (*Opuntia* spp.) y lechuguilla (*Agave lechuguilla*), así como zacates (*Bouteloua* spp.).

Tabla 4. Medias y error estándar de la media de variables sociales de los grupos de las UP caprinas del Altiplano de Tamaulipas.

Variable	G I	G II	G III	G IV	Total n = 40	EEM
Edad del productor (años)*	67.91	58.00	61.20	57.79	61.45	2.11
Escolaridad del productor ^a	1.00	2.40	1.80	1.43	1.53	0.23
Ocupación (es) ^b	2.27	2.00	2.20	2.00	2.13	0.10
Estado de la vivienda ^c	2.36	2.60	2.00	2.14	2.23	0.08
Servicio de electricidad ^d	1.00	1.00	0.90	1.00	0.98	0.03
Agua de uso ^e	2.82	1.20	1.30	2.71	2.20	0.14
Integrantes de familia*	3.00	3.00	3.00	4.00	3.00	0.27
Grado marginación ^f	1.09	2.00	2.10	1.93	1.75	0.08

*Variables utilizadas en el modelo. EEM = Error estándar de la media. ^aPrimaria incompleta = 1, primaria completa = 1.5, secundaria = 2, bachillerato = 2.5. ^bGanadería = 1, ganadería y agricultura = 2, ganadería y otras = 3. ^cMalo = 1, regular = 2, bueno = 3. ^dNo = 0, si = 1 ^eLluvia = 1, presa, estanque, pozo = 2, entubada = 3. ^fMedio = 1, alto = 2, muy alto = 3.

Tabla 5. Medias y error estándar de la media de variables económicas anuales de los grupos de las UP caprinas del Altiplano de Tamaulipas.

Variable	G I	G II	G III	G IV	Total n = 40	EEM
Precio del cabrito* ^a	345.45	400.00	490.00	475.00	433.75	19.48
Ingreso por cabritos ^a	26654.55	28250.00	13140.00	28917.86	24267.50	3824.10
Precio queso (kg) ^a	72.35	53.67	0.00	95.43	60.01	7.41
Ingreso por quesos ^a	37496.97	44128.33	0.00	67816.33	39563.42	7795.41
Ingreso por UP ^a	65133.33	72378.33	13140.00	98877.04	64850.92	11139.65

*Variables utilizadas en el modelo. EEM = Error estándar de la media. ^aVariables expresadas en pesos.

Tabla 6. Medias y error estándar de la media de las variables de alimentación de los grupos de las UP caprinas del Altiplano de Tamaulipas.

Variable	G I	G II	G III	G IV	Total n = 40	EEM
Relieve en pastoreo ^a	2.09	2.20	2.00	2.79	2.33	0.12
Horas de pastoreo	7.86	8.60	6.20	6.36	7.01	0.23
Distancia recorrida diariamente (km)*	2.55	5.10	3.10	3.25	3.25	0.25
Fuente agua* ^b	4.27	0.20	0.20	4.57	2.85	0.37
Condición corporal* ^c	3.14	2.70	2.55	2.86	2.84	0.07
Meses de seca*	4.18	4.00	3.50	3.43	3.73	0.16
Mortalidad seca* ^d	6.00	30.00	9.00	1.00	7.83	2.79
Complementos en seca	2.91	2.40	2.40	2.71	2.65	0.20
Conservación de forraje* ^e	0.91	0.00	0.10	0.21	0.35	0.08

*Variables utilizadas en el modelo. EEM = Error estándar de la media. ^aMontañas = 1, mixto = 2, valles = 3. ^bJaguey = 0, pozo = 1, rio = 2, manantial = 3, toma domiciliaria = 4, dos o más de las anteriores = 5. ^cMala = 1, regular = 2, buena = 3, muy buena = 4. ^dNúmero de animales en el último periodo de seca. ^eNo = 0, si = 1.

Debido a las condiciones agroclimáticas de la región, la siembra de cultivos es de temporal, el maíz representa el principal cultivo (Tabla 7). Las UP utilizan sus cosechas para autoconsumo y/o alimentación para el ganado en época de seca, en este contexto, es importante señalar la agricultura y la ganadería caprina representan dos subsistemas dentro del sistema productivo de las familias caprinocultoras del Altiplano de Tamaulipas.

Tabla 7. Medias y error estándar de la media de las variables agrícolas de los grupos de las UP caprinas del Altiplano de Tamaulipas.

Variable	G I	G II	G III	G IV	Total n = 40	EEM
Superficie de temporal (ha)	7.41	7.10	8.02	2.46	5.79	0.78
Superficie de riego (ha)	0.00	0.00	0.00	0.79	0.28	0.13
Superficie de maíz (ha)	6.82	6.40	7.18	2.54	5.36	0.73
Superficie de frijol (ha)	0.14	0.30	0.62	0.11	0.27	0.10
Superficie de calabaza (ha)	0.06	0.40	0.07	0.00	0.09	0.04
Superficie de sábila (ha)	0.00	0.00	0.00	0.39	0.14	0.07
Total de cultivos (ha)	7.41	7.10	8.02	3.25	6.07	0.74
Uso de cultivos ^a	2.91	3.00	3.00	2.43	2.78	0.15

EEM = Error estándar de la media. ^aVenta = 1, autoconsumo = 2, autoconsumo y alimento para ganado = 3.

Producción y Reproducción

En las UP caprinas de Altiplano de Tamaulipas la raza Criolla representa la base genética de los rebaños, en donde se observaron cruzamientos con razas especializadas dentro las que destacan Alpina, Nubia, Bóer, Toggenburg y Saanen. La relación de hembras por semental en los cuatro grupos es diversa, GI (55:1), GII (30:1), GIII (18:1) y GIV (25:1). Mantener a los sementales aislados de las hembras para programar los ciclos reproductivos y/o productivos de los caprinos, es una actividad que los productores consideran difícil de realizar. Algunas unidades de producción separan e incorporan a los sementales con las hembras en ciertas épocas del año, otros casos como

el GIII, mantiene a los sementales con las hembras todo el año. Los grupos evaluados presentan dos ciclos reproductivos anuales distribuidos en las cuatro estaciones. Los empadres de primavera y verano muestran más del 60% de pariciones anuales (Tabla 8). El periodo de lactancia tiene una media de 120 d, el GIV destaca por producir 885.71 mL de leche diaria por cabra, en cambio, el GIII muestra la menor producción diaria con 430.00 mL de leche por cabra. GIV destaca por tener una media de 130 animales por UP y la mayor producción anual de kg de quesos, sin embargo, la producción de cabritos es inferior a la producida por el GI con una media de 65 animales. La finalidad zootécnica del GIV está orientada a la producción de leche, destaca por producir anualmente 705 kg de queso y 61 cabritos, con una media de 56 animales (Tabla 8).

Tabla 8. Medias y error estándar de la media de variables de reproducción y producción de las UP caprinas del Altiplano de Tamaulipas.

Variable	G I	G II	G III	G IV	Total n = 40	EEM
Total de animales*	65.00	130.00	44.00	56.00	65.00	7.32
Finalidad zootécnica* ^a	2.45	2.60	1.20	2.86	2.30	0.15
Separa sementales ^b	0.55	0.80	1.00	0.79	0.78	0.07
Ciclos producción por año*	1.91	2.00	2.00	1.93	1.95	0.03
Partos (ciclo I) ^c	1.36	1.60	1.70	2.00	1.70	0.13
Hembras en producción (ciclo I)	15.00	37.00	10.00	18.00	18.00	2.11
Partos (ciclo II) ^c	2.64	3.00	3.40	3.57	3.20	0.16
Hembras en producción (ciclo II)	25.00	25.00	15.00	20.00	21.00	3.02
Leche diaria por cabra (ml) *	604.55	630.00	430.00	885.71	662.50	49.73
Crías por cabra*	2.00	1.00	1.00	2.00	1.33	0.08
Producción anual de cabritos	69.00	62.00	25.00	61.00	54.00	7.68
Producción anual quesos (kg)	437.27	835.20	199.40	705.00	521.25	84.45

*Variables utilizadas en el modelo. EEM = Error estándar de la media. ^a1 = Carne, 2 = doble propósito, 3 = leche. ^b0 = Si, 1 = No. ^c1 = Primavera, 2 = verano, 3 = otoño, 4 = invierno.

Sanidad

Las UP caprinas del Altiplano de Tamaulipas no cuentan con asistencia técnica, solo en los casos de campañas de muestreo y vacunación (Brucelosis y Tuberculosis) por parte del Comité de Fomento y Protección Pecuaria del estado de Tamaulipas. Dentro de las actividades sanitarias rutinarias que realizan las UP se encuentran la desparasitación y vacunación (pasteurelisis y clostridiasis) cada 6 meses o anual. Los padecimientos más comunes que reportaron las UP, sobre todo en el periodo de seca son respiratorios, diarreas, anemias y abortos, que los productores atribuyen a la falta de forraje en el agostadero, en relación con esto, no se realiza un diagnóstico clínico para identificar el agente etiológico. Para contrarrestar los padecimientos recurren comúnmente a hierbas medicinales o la aplicación de fármacos sin asesoría técnica.

DISCUSIÓN

Variables socioeconómicas

Las UP caprinas del Altiplano de Tamaulipas se caracterizan por constituirse de familias pequeñas con jefatura masculina. Al respecto, Barboza *et al.* (2020) señalan que la mayoría de los

sistemas de producción caprina se encuentran dirigidos por jefaturas masculinas, pero la participación femenina es indispensable para el cuidado de los animales y la comercialización de los productos. En comunidades rurales de países en desarrollo, la ganadería caprina contribuye en la sostenibilidad económica de las familias caprinocultoras (Lu 2023) y se identifica como un sistema complejo que incluye el contexto del sistema de producción, la participación familiar, el trabajo y la comercialización (López-Ojeda *et al.* 2022). De acuerdo con Anzaldo-Montoya (2020) la dimensión social de la ganadería caprina en México se divide en cuatro enfoques: socioeconómico, gestión de la economía y la innovación, enfoque crítico y perspectiva de género.

Los productores con mayor edad poseen el menor grado escolar, pero los ingresos anuales de las UP son similares a los de productores más jóvenes (Tabla 4 y 5). Al respecto, se ha relacionado la edad de los productores con la productividad de la UP, es decir, productores más longevos muestran mayor producción debido a los años de experiencia en la ganadería caprina (Salinas-González *et al.* 2016; Alvarado *et al.* 2021). Sin embargo, Pérez *et al.* (2020) señalan que la baja escolaridad de los productores es una limitante para la adopción de nuevas tecnologías, por lo que es preciso considerarlos como un grupo social que requiere acompañamiento para mejorar la productividad de sus UP.

El GI y GII con finalidad zotécnica doble propósito presentaron una media de 65 y 130 animales, respectivamente, e ingresos anuales similares, esto se atribuye al manejo reproductivo, dado que en los dos ciclos productivos de ambos grupos el número de hembras en producción fue similar. En este sentido, los programas gubernamentales de mejoramiento genético implementados en todo el país no han considerado las condiciones ambientales, lo que ha ocasionado una cruce indiscriminada de razas criollas locales (Anzaldo-Montoya 2020). Los productores se han adaptado a una ganadería de subsistencia, con la idea de que al aumentar el número de animales su productividad aumentará, no obstante, cuando se presenta el periodo de seca enfrentan una problemática mayor de subalimentación (Ehrenzweig y Alvarado 2020).

En las UP caprinas evaluadas el ingreso anual por la producción de leche transformada en queso es mayor que el ingreso por la producción de cabrito, no obstante, los grupos mostraron ingresos significativamente diferentes. Al respecto, Ramos-Martínez *et al.* (2020) indican que dentro del sistema extensivo de caprinos existen subgrupos con ciertas características los cuales requieren de estrategias específicas de tecnología y capacitación para mejorar su producción. Mientras que Barrera *et al.* (2018) afirman que la viabilidad de las UP puede mejorar con la optimización de los parámetros productivos a través de un adecuado manejo reproductivo y alimenticio, así como el valor agregado a los productos, sin embargo, es necesario considerar el impacto de los ecosistemas en los costos de producción reales de los sistemas extensivos (Sargison *et al.* 2017). En los sistemas de producción caprina de regiones marginadas es importante priorizar el uso racional de los recursos, la generación de empleo y los beneficios económicos regionales como parte de un proceso productivo más eficiente y sustentable (Navarrete-Molina *et al.* 2020).

Alimentación

En general, la alimentación de los caprinos se realiza mediante el pastoreo de los animales en las superficies de uso común. El tiempo (6.20 a 8.60 h) que el ganado recorre diariamente tiene relación positiva con el número de animales en las UP, es decir, a mayor número de animales, mayor h de pastoreo. Investigaciones similares señalan que, en México, los sistemas extensivos de

caprinos dedican entre seis y ocho h diarias de pastoreo (Ramos-Martínez *et al.* 2020). En el periodo de seca las superficies de uso común muestran la menor densidad de forraje y se presenta la mayor mortalidad de caprinos; al respecto, Ortiz-Morales *et al.* (2021) mencionan que durante esta época hay mayor competencia por los sitios de pastoreo que se comparten con otras UP, por esta razón es esencial complementar la alimentación de los animales. El ciclo productivo forrajero y las necesidades nutritivas de los animales no se encuentran sincronizados, por lo tanto, se requiere recolectar y almacenar los recursos forrajeros excedentes en periodos de abundancia, para aprovecharlos en el periodo de seca (Ruíz y Oregui 2001).

Los caprinos evaluados pastorean en altitudes que van de los 770 a los 1 730 msnm, representados por relieves mixtos (valles y montañas). Al respecto, Pateiro *et al.* (2020) señalan que la ganadería de pastoreo extensivo se encuentra relacionada con zonas de montaña y permite una gestión apropiada del ecosistema, sin embargo, en el Altiplano de Tamaulipas los productores no realizan el ajuste de carga animal. De acuerdo con Villa-Herrera *et al.* (2014) la estimación de la capacidad de carga animal en un determinado tipo de vegetación es indispensable para un manejo sustentable. La capacidad de carga animal en los agostaderos de regiones áridas y semiáridas de México ha sido objeto de diferentes estudios, la degradación gradual del pastizal y del suelo debido a la erosión y a los cambios en la vegetación nativa aumentan la necesidad de suplementar a los animales de pastoreo extensivo (Gutiérrez 2013). En este sentido, es apremiante la planificación para evitar el deterioro de recursos naturales y la pérdida de tradiciones culturales (López-Ojeda *et al.* 2022), además, los caprinos han evolucionado como herbívoros selectivos en entornos ecológicos con baja precipitación pluvial y son más eficientes que otros rumiantes domésticos en estos ambientes (Sargison *et al.* 2017).

Las especies forrajeras que consume el ganado caprino varían de acuerdo con la época de año, no obstante, muestran preferencia de consumo por las especies arbustivas. Lo que coincide con Martínez-González *et al.* (2017) quienes señalan que el pastoreo de los animales en zonas comunales de vegetación nativa, se realiza preferentemente en arbustos. Mientras que Sargison *et al.* (2017) indican que el valor nutritivo de las especies forrajeras de los animales en pastoreo está determinado por la variación estacional. El sistema caprino de producción extensiva en el Altiplano de Tamaulipas tiene relación directa con el pastoreo, por lo que la alimentación de los caprinos en estas condiciones es rentable para las UP que practican este tipo de sistema, es decir, los productores no adquieren insumos para la alimentación de sus animales (Barrera *et al.* 2018). El 75% de las UP caprinas no realizan técnicas de conservación de forraje y el 35% lo realiza mediante el ensilado de maíz. Existen varios factores que pueden estar asociados a la baja adopción de esta tecnología, como la falta de conocimiento, prolongadas sequías que desestabilizan la siembra de cultivos a ensilar o la falta de maquinaria para el proceso de ensilaje (Silva *et al.* 2022). En este sentido, se recomienda que los productores del sector pecuario se involucren en las actividades agrícolas para generar sinergia con un crecimiento sostenible (Galván-Vera *et al.* 2019).

Reproducción y producción

En las UP caprinas evaluadas se observan diferentes grados de cruzamientos de razas criollas con especializadas en producción de leche, carne o doble propósito. Al respecto, Ramos-Martínez *et al.* (2020) reportan que los rebaños caprinos extensivos del norte de México se conforman en mayor proporción por razas criollas. Mientras que Ortiz-Morales *et al.* (2021)

mencionan que en los sistemas caprinos extensivos de México se han ejercido programas gubernamentales de mejoramiento genético, con la incorporación de razas especializadas como Boer y Nubia, pero estas razas no están adaptadas a las largas jornadas de pastoreo y son propensas a enfermar. La raza criolla está adaptada a los sistemas de pastoreo y requiere menos insumos que las mejoradas, no obstante, su capacidad de producción es menor (Vargas *et al.* 2019). Sobre lo mismo Ehrenzweig y Alvarado (2020) indican que, en los sistemas de tipo extensivo, las razas caprinas especializadas en producción de leche disminuyen su capacidad de producción diaria de 3.0 a 0.5 L debido a la subalimentación. La media general de animales por UP es de 65, similar a la media (68 animales) reportada en las UP caprinas de la Comarca Lagunera (Alvarado *et al.* 2021). Por otro lado, el 78% de los productores no separa a los machos de las hembras y los partos se presentan con mayor frecuencia en las estaciones de verano y otoño, en este aspecto, Alva-Pérez *et al.* (2019) reportaron que el 63% de las UP mantiene al semental con las hembras y los partos se presentan en otoño e invierno.

Sanidad

Las UP caprinas carecen de asistencia técnica para realizar diagnósticos y brindar los tratamientos adecuados cuando se presenta alguna enfermedad. Los padecimientos respiratorios, diarreas, anemias y abortos afectan de forma considerable la producción. Al respecto, Salinas-González *et al.* (2016) mencionan que, en los sistemas extensivos, las principales causas de mortalidad en cabritos son las neumonías, asfixias y diarreas, por otro lado, en hembras adultas los abortos son frecuentes. En este sentido, la eficiencia de la producción caprina reside en la sanidad, nutrición y reproducción de los animales (Sargison *et al.* 2017) y requiere la implementación de la medicina preventiva, iniciando con medidas de control a partir de los factores predisponentes (Vargas *et al.* 2019).

CONCLUSIONES

La caracterización del sistema caprino de producción extensiva en el Altiplano de Tamaulipas se describe de forma general con variables de manejo y producción. El análisis de las tipologías de UP mostró heterogeneidad en el sistema, en relación con eso, las medias de las agrupaciones que más destacaron fueron finalidad zootécnica, reproducción, producción e ingresos anuales. La subalimentación, escasez de agua y manejo reproductivo se asociaron con la baja productividad y alta mortalidad en las UP.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Humanidades, Ciencia y Tecnología (CONAHCYT) por la beca de doctorado otorgada al primer autor y a los caprinocultores de la región del Altiplano tamaulipeco por su colaboración en la recolección de datos.

CONFLICTO DE INTERÉS

Los autores declaran que no tienen intereses en competencia.

LITERATURA CITADA

- Alva-Pérez J, López-Corona LE, Zapata-Campos CC, Vázquez-Villanueva J, Barrios-García HB (2019) Condiciones productivas y zoonositarias de la producción caprina en el Altiplano de Tamaulipas, México. *Interciencia* 44: 154-160.
- Alvarado MLF, Perales GMV, Cabral MA, Alvarado MTE (2021) Diseño e implementación del FODA y el plan estratégico para los caprinocultores sociales de la comarca lagunera. *Revista Mexicana de Agronegocios* 48: 723-738.
- Alcalá-Rico JSGJ, Avilés-Ruiz R, Ramos-Cruz CM, López-Benítez A, García-Gordillo A (2020) Forraje y suplementación en la alimentación de caprinos del municipio de Bustamante, Tamaulipas. *Ciencia e Innovación* 3: 585-592.
- Alejandre-Ortiz ME, Rubio-Tabárez E, Pérez-Eguía E, Zaragoza-Martínez L, Rodríguez-Galván G (2016) Los recursos caprinos de México. En: Vargas BJE, Zaragoza ML, Delgado BJV, Rodríguez GG (comp). *Biodiversidad caprina iberoamericana*. Bogotá, Colombia. pp. 95-107.
- Anzaldo-Montoya M (2020) Entre la vulnerabilidad y la invisibilidad científica. Estudio sobre los aportes de las ciencias sociales a la investigación sobre la ganadería caprina en México. *Estudios Sociales, Revista de Alimentación Contemporánea y Desarrollo Regional* 30(55): 1-25. <https://dx.doi.org/10.24836/es.v30i55.915>.
- Barboza MMA, Jiménez CJP, Porras SAJ, Miranda BO, Camacho CMI (2020) Caracterización de los sistemas de producción caprinos en la Región Huetar Norte de Costa Rica mediante la utilización de técnicas estadísticas multivariantes. *Revista Perspectivas Rurales* 18: 158-191.
- Barrera POT, Sagarnaga VLM, Salas GJM, Leos RJA, Santos LR (2018) Viabilidad económica y financiera de la ganadería caprina extensiva en San Luis Potosí, México. *Mundo Agrario* 19: 1-21.
- Ehrenzweig EH, Alvarado MLF (2020) Crítica a la metodología del extensionismo oficial: cambiar el sistema de manejo de pastoreo a semiestabulado en el ganado caprino lechero. *Revista Mexicana de Agronegocios* 46: 430-443. <https://dx.doi.org/10.22004/ag.econ.303884>.
- FAO (2022) Cultivos y productos de ganadería. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <https://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL>. Fecha de consulta: 15 de febrero de 2024.
- Galván-Vera A, García-Fernández F, Serna-Hinojosa JA (2019) Diversificación en agronegocios en México y Tamaulipas; una propuesta de modelo para el desarrollo regional. *Agro productividad* 12(12): 67-73. <https://doi.org/10.32854/agrop.vi0.1532>.
- Gutiérrez LR (2013) Descripción y problemática de los tipos de vegetación nativa en los sistemas de producción de rumiantes menores de las zonas áridas y semiáridas en México. En: Iñiguez RL (ed) *La producción de rumiantes menores en las zonas áridas de Latinoamérica*. Brasilia, Brasil. pp. 59-69.
- Iñiguez RL (2013) La problemática de la producción de rumiantes menores en las zonas áridas de Latinoamérica y limitaciones para el cambio tecnológico. En: Iñiguez RL (ed) *La producción de rumiantes menores en las zonas áridas de Latinoamérica*. Brasilia, Brasil. pp. 13-40.
- Koluman N (2023) Goats and their role in climate change. *Small Ruminant Research* 228: 1-5. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2023.107094>.
- Lu CD (2023) The role of goats in the world: Society, science, and sustainability. *Small Ruminant Research* 227: 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2023.107056>.
- López-Ojeda JC, Ramírez-Bribiesca JE, Arias-Margarito L, Mendoza-Pedroza SI, Herrera-Haro JG, Váldez-Hernández JI, Ortiz-Morales O (2022) Diagnosis and customs revealed by peasants and shepherds during the transhumant grazing of pastoreña goats in the mixteca of Oaxaca, Mexico. *Sustainability* 14: 1-17. <https://doi.org/10.3390/su141811171>.
- Martínez-González JC, Castillo-Rodríguez SP, Villalobos-Cortés A, Hernández-Meléndez J (2017) Sistemas de producción con rumiantes en México. *Ciencia Agropecuaria* 26: 132-152.

- Navarrete-Molina C, Meza-Herrera CA, Herrera-Machuca MA, Macias-Cruz U, Veliz-Deras FG (2020) Not all ruminants were created equal: Environmental and socio-economic sustainability of goats under a marginal-extensive production system. *Journal of Cleaner Production* 255: 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120237>.
- Ortíz-Morales O, Arias-Margarito L, López-Ojeda JC, Soriano-Robles R, Almaraz-Buendía I, Ramírez-Briebesca E (2021) Estudio descriptivo de la producción caprina tradicional en las regiones mixteca y valles centrales de Oaxaca, México. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios* 8: 1-13. <https://doi.org/10.19136/era.a8n2.2840>.
- Otzen T, Manterola C (2017) Técnicas de muestreo sobre una población a estudio. *International Journal of Morphology* 35: 227-232. <http://doi.org/10.4067/S0717-95022017000100037>.
- Pateiro M, Munekata PES, Domínguez R, Lorenzo JM (2020) Ganadería extensiva frente al cambio climático en España. *Información Técnica Económica Agraria* 116: 444-460. <https://doi.org/10.12706/itea.2020.024>.
- Pérez RN, Carrera PS, Méndez EJA, Ramírez JJ, Regalado LJ (2020) Identidad territorial: el caso de la caprinocultura en Santa Ana Teloxtoc, Puebla. *Regiones y Desarrollo Sustentable* 39: 95-115.
- Ramos-Martínez J, Salinas-González H, Medina-Elizondo M, Figueroa-Viramontes U, Maldonado-Jáquez J (2020) La organización y agrupación como eje toral para el diseño de esquemas de atención a caprinocultores en el norte de México: Estudio de caso. *Abanico Veterinario* 10: 1-19. <http://dx.doi.org/10.21929/abavet2020.13>
- Robles RJM, Hernández HJE, Moreno MS, Ibarra FFA, Martín RMH, Rodríguez CJDC (2020) Línea base de indicadores productivos y reproductivos de la caprinocultura de la mixteca poblana en México. *Revista Mexicana de Agonegocios* 47: 585-594. [10.22004/ag.econ.308714](https://doi.org/10.22004/ag.econ.308714)
- Ruíz R, Oregui LM (2001) El enfoque sistémico en el análisis de la producción animal: revisión bibliográfica (Revisión). *Investigación Agraria, Producción y Sanidad Animales* 16: 29-61.
- Salinas-González H, Valle MED, De Santiago MMA, Veliz DFG, Maldonado JJA, Vélez MLI (2016) Análisis descriptivo de unidades caprinas en el suroeste de la región lagunera, Coahuila, México. *Interciencia* 41: 763-768.
- Sargison ND, Ivil SAJ, Abubaker SPS, Hopker AM, Mazeri S, Otter IA, Otter N (2017) Investigation of productivity in a south Indian Malabari goat herd shows opportunities for planned animal health management to improve food security. *Veterinary Record* 180: 278-278. <https://doi.org/10.1136/vr.103801>.
- SIAP (2022) Población ganadera. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. <https://www.gob.mx/siap/documentos/poblacion-ganadera-136762>. Fecha de consulta: 6 de noviembre de 2023.
- Silva OL, De Oliveira FNR, Maia ND, Florentino SA, Biagioli B, Gonzalez-Esquivel CE, Molina de Almeida TIA (2022) Typology of dairy goat production systems in a semiarid region of Brazil. *Small Ruminant Research* 216: 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2022.106777>.
- SMN (2023) Normales climatológicas por estado. Servicio Meteorológico Nacional. <https://smn.conagua.gob.mx/es/informacion-climatologica-por-estado?estado=tamps>. Fecha de consulta: 10 de diciembre 2023.
- Treviño J, Gutiérrez J, Vargas V, Aguirre MJ, Fernández J (2012) La vegetación del Altiplano de Tamaulipas. En: Ruíz-Cancino E, Coronado-Blanco JM (comps) *Recursos naturales*. Universidad Autónoma de Tamaulipas. México. pp. 1-11.
- Vargas LS, Bustamante GA, Torres HG, Vanegas OJG, Zaragoza JL, Trejo GAA (2019) La cría de caprinos en México: de la dependencia externa a un plan de mejora integrado al desarrollo pecuario nacional. En: Cavallotti VBA, Ramírez VB, Cesín VJA (coords) *La ganadería ante escenarios complejos*. Universidad Autónoma de Chapingo, Estado de México, México. pp. 191-208
- Vargas TV, Hernández RME, Gutiérrez LJ, Plácido DCJ, Jiménez CA (2007) Clasificación climática del estado de Tamaulipas, México. *Ciencia UAT* 2: 15-19.
- Villa-Herrera A, Paz-Pellat F, Pérez-Hernández MJ, Rojas-Montes C, Rodríguez AM, Ortiz-Acosta S, Casiano-Domínguez M, Díaz-Solís H (2014) Estimación de la capacidad de carga animal en agostaderos usando un índice de vegetación de pendientes normalizadas. *Agrociencia* 48: 599-614.