

Evaluación de la diversidad de la vegetación nativa y la caracterización de la ganadería caprina en una localidad de la Reserva de Biosfera Tehuacán-Cuicatlán

Evaluation of the native vegetation diversity and characterization of goat farming in a locality of the Tehuacán-Cuicatlán Biosphere Reserve

Joseph Manzano-Duran¹, Luis M. García-Feria^{3*}, Salvador Mandujano-Rodríguez²

¹ Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad Veracruzana-Tuxpan. Carretera Tuxpan Tampico Kilómetro 7.5, Universitaria, C.P. 92870, Tuxpam de Rodríguez Cano, Veracruz, México.

² Red Biología y Conservación de Vertebrados, Instituto de Ecología, A.C. Carretera antigua a Coatepec, No. 351, C.P. 91073, Xalapa, Veracruz, México.

³ Secretaría Técnica. Instituto de Ecología A.C. Carretera antigua a Coatepec, No. 351, C.P. 91073, Xalapa, Veracruz, México.

RESUMEN

La ganadería caprina en la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán (RBTC) han sido un factor de transformación del hábitat. La pérdida de diversidad vegetal y el deterioro de la cobertura vegetal se puede ver reflejado en la condición corporal de las cabras al ingerir especies de menor calidad. El objetivo de este estudio fue la estimación de la diversidad vegetal de los sitios de pastoreo en San Gabriel Casa Blanca, Oaxaca, así como la capacidad de carga entre estaciones y la condición corporal de las cabras. Por medio de transectos se registraron 53 especies vegetales, 36 son consumidas por las cabras y algunas bajo categorías de riesgo. El tamaño de los rebaños fue de 30 ± 26 cabras y el tiempo promedio de pastoreo es de $5 \pm 0:53$ h. El peso de las cabras no fue diferente entre estaciones, pero la condición corporal fue mayor en la estación lluviosa reflejando mediana calidad (2 puntos). La capacidad de carga (96 cabras·ha⁻¹ durante 152 d en la estación lluviosa y 18 cabras·ha⁻¹ durante 213 d en la seca) y el tiempo de pastoreo indican que no hay sobrepastoreo. Se recomienda calcular la capacidad de carga con base en los requerimientos específicos de las cabras, composición química de las plantas más consumidas y su productividad, para disminuir los impactos en la diversidad vegetal.

Palabras clave: Capacidad de carga, vegetación nativa, tamaño rebaño, tiempo pastoreo.

ABSTRACT

Goat farming in the Tehuacán-Cuicatlán Biosphere Reserve (RBTC) has been a factor in the habitat transformation. The loss of plant diversity and the deterioration of vegetation coverage can be reflected in the body condition of goats due to the intake of lower quality vegetal species. Our objectives were to assess the plant diversity of the grazing sites in San Gabriel Casa Blanca, Oaxaca, as well as the carrying capacity between seasons and the body condition of the goats. Through transects in the grazing sites, 53 plant species were recorded, 36 are consumed by goats and some in risk categories. The average herd size is 30 ± 26 goats, and the average

grazing time is $5 \pm 0:53$ h. The body weight of the goats was not different between the seasons, but the body condition was higher in the rainy season, reflecting medium quality (2 points). Both the carrying capacity (96 goats·ha⁻¹ during 152 d in the rainy season and 18 goats·ha⁻¹ during 213 d in the dry season) and grazing time indicate that there is no overgrazing. It is recommended to calculate the optimal carrying capacity based on the goats specific requirements, plants chemical composition and their productivity, to reduce the impacts on the plant diversity.

Key words: Carrying capacity, grazing time, herd size, native vegetation.

INTRODUCCIÓN

Las Reservas de la Biosfera son una alternativa de conservación de la biodiversidad y del patrimonio natural con desarrollo sustentable, no obstante, las actividades agropecuarias han afectado los procesos ecosistémicos en algunas áreas protegidas (CONANP, 2013). En la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán (RBTC), hasta el año 2000, el 14.69% de su superficie ha sido transformada por las actividades humanas incluidas las ganaderas (CONANP y FMCN, 2003). Sin embargo, la ganadería caprina ha sido parte del desarrollo cultural local y forma de vida de las comunidades indígenas desde la colonización española (Baraza *et al.*, 2008).

Dentro de la RBTC, en la comunidad San Gabriel Casa Blanca (SGCB), Oaxaca, la mayoría de los rebaños caprinos son pequeños y son llevados a tierras poco productivas con rutas fijas de pastoreo (Pérez-Solano y Mandujano, 2018) consumiendo hasta 100 especies vegetales (Mandujano *et al.*, 2019). Sin embargo, el sobrepastoreo ha llevado a problemas de erosión en la RBTC (CONANP, 2013), nuestra hipótesis es que el sobrepastoreo disminuye la disponibilidad del alimento y se refleja en la reducción de la condición corporal de los animales. En este sentido, se evaluó la diversidad de plantas de los sitios de pastoreo y el tiempo de ocupación por los rebaños en San Gabriel Casa Blanca, Oaxaca, así como la condición corporal y la capacidad de carga en las estaciones seca y lluviosa.

MATERIALES Y MÉTODOS

Sitio de estudio

La comunidad de SGCB, municipio de San Antonio Nanahuatipam, Oaxaca (17°39'-18°53'N y 96°55'-97°44'O), tiene una superficie de 5900 ha⁻¹ dentro de la RBTC (Figura 1). El clima es caluroso semidesértico con temperatura anual de 25 °C a 30 °C y la mayor precipitación ocurre en verano con 438 mm (CONANP, 2013); la estación seca comprende de enero a junio y la lluviosa de julio a diciembre. La vegetación es selva baja caducifolia y matorral crausicaule, con pequeñas áreas de pastizal inducido y cultivos (CONANP y FMCN, 2003; CONANP, 2013).

Caracterización de rebaños, sitios de pastoreo y tiempo de ocupación

Mediante entrevistas y observaciones directas a los seis productores de la comunidad SGCB se recabó información de las características del rebaño (número de hembras, hem-

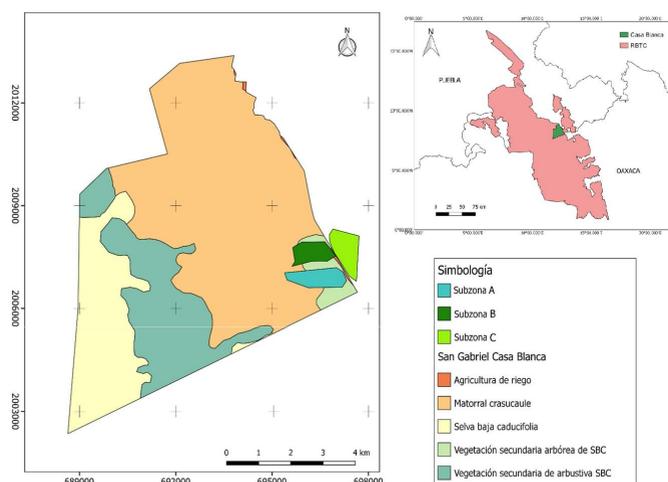


Figura 1. Tipos de vegetación y zonas de pastoreo de la comunidad San Gabriel Casa Blanca, Oaxaca, Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán.
Figure 1. Types of vegetation and grazing areas of the San Gabriel Casa Blanca community, Oaxaca, Tehuacán-Cuicatlán Biosphere Reserve.

bras con cría, machos y juveniles; Tabla 1), y las actividades y características del pastoreo entre febrero y octubre del 2017. Se registró el tiempo de duración del pastoreo y las especies vegetales consumidas. Además, se tomaron coordenadas geográficas en diferentes puntos de la ruta de pastoreo para estimar el área, y en cada punto, se registraron las especies vegetales y su frecuencia en tres transectos de 50 m de longitud. La dominancia fue evaluada con curvas de Whittaker y la diversidad con el índice de Simpson (λ) (Magurran, 2004); se compararon los sitios con una prueba de t con ajuste de Hutcheson.

Evaluación de la condición corporal

La condición corporal fue evaluada en diez cabras seleccionados al azar para cada rebaño. Sesenta cabras (17 adultas, 33 juveniles y 10 crías) fueron pesadas en ambas estaciones y la condición corporal fue estimada con la asignación de puntos, donde la puntuación 1.- pobre rendimiento en carne; puntuación 2.- rendimiento moderado de carne; puntuación 3.- contenido medio de grasa en las zonas palpadas, y, por último, la puntuación 4.- gran acumulación de grasa (McGregor, 2012). El desarrollo corporal y de crecimiento se midió con la anchura de los hombros (AH), el perímetro torácico (PT) y el diámetro dorso esternal (DDE) (Bezerra *et al.*, 2012) y se compararon entre estaciones usando los intervalos de confianza al 84 % siguiendo los criterios de MacGregor-Fors y Payton (2013).

Estimación de la capacidad de carga

De acuerdo con la superficie del área de pastoreo estimada se calculó la cantidad de materia seca (MS) en kg·ha⁻¹ para ambas estaciones con los valores de MS obtenidos por Barrera-Salazar (2015), quien reporta para la estación lluviosa 6.64 g MS·m² (66.4 kg MS·ha⁻¹) y para la estación seca 1.72 g MS·m² (17.2 kg MS·ha⁻¹). Posteriormente se calculó la capacidad de carga (K), en número de individuos por hectárea, con la ecuación:

$$K = \frac{FD}{C * d}$$

Tabla 1. Estructura sexo-edad de los rebaños caprinos de la comunidad San Gabriel Casa Blanca, Oaxaca. n = número de individuos; DE = Desviación estándar.
Table 1. Sex-age structure of the goat's herds of the San Gabriel Casa Blanca community, Oaxaca. n = number of individuals; DE = Standard deviation.

| Rebaño | Tamaño de rebaño | Hembras | Machos | Relación H/M | Hembras preñadas | Hembras con cría | Juveniles |
|--------|------------------|---------|--------|--------------|------------------|------------------|-----------|
| R1 | 13 | 10 | 3 | 3.3 | 1 | 1 | 5 |
| R2 | 40 | 28 | 12 | 2.3 | 15 | 5 | 20 |
| R3 | 21 | 16 | 5 | 3.2 | 5 | 4 | 4 |
| R4 | 14 | 10 | 4 | 2.5 | - | - | 3 |
| R5 | 14 | 9 | 5 | 1.8 | 2 | - | - |
| R6 | 80 | 53 | 27 | 1.9 | 20 | 8 | 30 |
| n | 182 | 126 | 56 | - | 43 | 18 | 62 |
| Media | 30.3 | 21.0 | 9.3 | 2.5 | 8.6 | 4.5 | 12.4 |
| DE | 26.4 | 17.2 | 9.2 | 0.6 | 8.4 | 2.9 | 12.1 |

donde, el FD es el forraje disponible en kg MS·ha⁻¹ del área de pastoreo; C es el consumo de forraje en kg MS para una cabra adulta (1.5 kg MS, según Nagel *et al.*, 2011) multiplicado por los días de pastoreo *d* (213 d de estación seca y 152 d de lluviosa). El cálculo del número de cabras por subzona de pastoreo y entre estaciones fue comparado con una prueba de t para muestras independientes ($P < 0.05$). Todos los análisis estadísticos se realizaron en el programa PAST 3.17 (Hammer *et al.*, 2001).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización de los rebaños, sitios de pastoreo y tiempo de ocupación

Mediante las entrevistas a los seis caprinocultores en la comunidad SGCB se detectó que el pastoreo es extensivo en 246.1 ha⁻¹ de las 328.3 ha⁻¹ establecidas por la administración de la RBTC. La zona de pastoreo está dividida en dos subzonas (Subzona A de 89.2 ha⁻¹ y Subzona B de 86.1 ha⁻¹) y es considerada una tercera área (subzona C) de 70.8 ha⁻¹ fuera de la zona de pastoreo (Figura 1). La raza criolla es la más común; el tamaño promedio del rebaño fue de 30.3 ± 26.4 cabras y no rebasa el número de cabras permitido (100 cabras). En un censo realizado en el 2015 (Barrera-Salazar, 2015) reportaron la existencia de cinco rebaños con un tamaño promedio de 24 cabras (con un mínimo de 5 cabras y un máximo de 40), esto sugiere que el número de cabras por rebaño se ha incrementado. Los rebaños están compuestos en promedio por 9.3 ± 9.2 machos, 21 ± 17.2 hembras y 12.4 ± 12.1 juveniles. La relación hembra/macho promedio es de 2.5 ± 0.6 (Tabla 1), siendo menor a la relación 1:10 recomendada para caprinos (Carrillo *et al.*, 2007), o lo manejado en otras zonas cercanas a SGCB desde 1:12 (Abrego, 2013) hasta 1:18 (Mendoza y Ortega, 2009).

Las rutas de pastoreo son elegidas por el pastor, pasando por cerros, barrancas, orillas de camino, orillas de río y zonas de cultivo de caña (Pérez-Solano y Mandujano, 2018). La hora de inicio del pastoreo para cuatro rebaños fue a las 10:00 h y el término entre 14:00 h y 15:00 h, sin embargo, otros pastores inician a las 13:00 h y regresan a las 20:00 h. En promedio las cabras pastan 5:00 ± 0:53 h, dentro de los rangos estimados para la región de la Cañada (4.6 h en estación húmeda, Barrera-Salazar, 2015; 4.2 h, Mandujano *et al.*, 2019), pero menor a lo reportado para zonas cercanas (8 h, Abrego, 2013; 10 h; Mendoza y Ortega, 2009).

Durante las rutas de pastoreo 36 especies vegetales fueron consumidas por las cabras, entre otras, *Opuntia* sp. de la cual consumen flores y frutos, de *Mimosa* sp. las hojas y las ramas, de la *Ceiba parvifolia* la flor y el fruto. *Mimosa* sp. y *Opuntia* sp. fueron de las plantas más consumidas en las tres subzonas de pastoreo, obteniendo resultados similares a Mandujano *et al.* (2019), quienes registraron que las cabras llegan a consumir retoños, hojas, flores y frutos no maduros de hasta 84 especies vegetales, de las cuales 30 especies forman parte del 75 % de la dieta.

La vegetación en las tres subzonas va desde matorral crausicaule a selva baja caducifolia. En los transectos se

contabilizaron 53 especies de plantas, teniendo la subzona A 19 especies, siendo *Hechtia tehuacana* la especie dominante (Figura 2); en la subzona B se registraron 32 especies, con dominancia de *Sanvitalia procumbens*; y en la subzona C se registraron 15 especies, con dominancia de *Opuntia pubescens*. No se pudieron clasificar 18 especies debido a la baja abundancia y/o a la falta de estructuras (flores o frutos) para su identificación.

La subzona B tuvo el valor más alto de diversidad vegetal ($\lambda = 0.899$), seguido de la subzona A ($\lambda = 0.892$) y la subzona C ($\lambda = 0.867$) y no hubo diferencias significativas entre ellas (subzona A/subzona B, $P = 0.56$; subzona A/subzona C, $P = 0.54$; y subzona B/subzona C, $P = 0.42$). La subzona B tiene mayor visita de cabras, que consumen flores y frutos de *Agave macroacantha* y *Mammillaria haageana* que están listadas bajo alguna categoría de riesgo (SEMARNAT, 2019) poniendo en peligro la reproducción de estas plantas.

Evaluación de la condición corporal de los rebaños

El peso de las cabras adultas en la estación seca fue de 46.8 ± 14.7 kg (IC 84 % = 6.2) y para la estación lluviosa de 47.1 ± 14.0 kg (IC 84 % = 4.8), aunque no hubo cambios significativos entre estaciones ($P < 0.05$), es mayor al peso registrado en otras regiones de la mixteca poblana para animales de venta en pie (30 a 40 kg; Hernández *et al.*, 2001). Los requerimientos nutricionales pueden ser compensados por la diversidad de especies vegetales disponibles, por ejemplo, las cabras de pastoreo libre y suplementadas con *Opuntia*, *Agave*, *Yucca*,

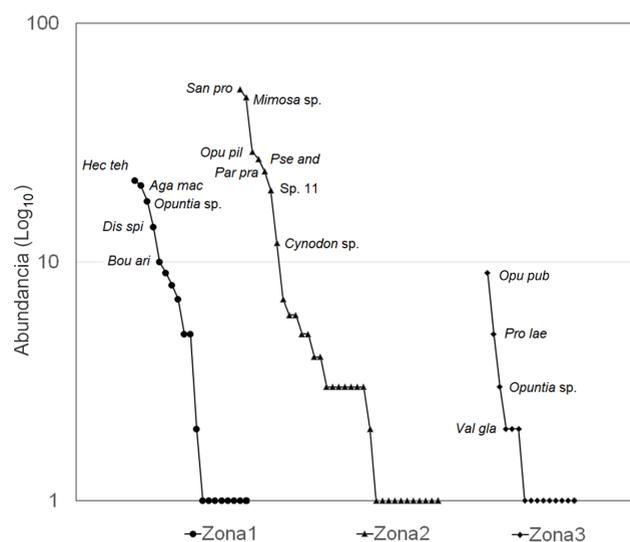


Figura 2. Curvas de rango-abundancia o de Whittaker de las comunidades vegetales de tres subzonas de pastoreo en San Gabriel Casa Blanca, Oaxaca. **Figure 2.** Range-abundance or Whittaker plot of three grazing subzones plant communities in San Gabriel Casa Blanca, Oaxaca.

Hec tec = *Hechtia tehuacana*, *Aga mac* = *Agave macroacantha*, *Dis spi* = *Distichlis spicata*, *Bou ari* = *Bouteloua aristoides*, *San pro* = *Sanvitalia procumbens*, *Opu pil* = *Opuntia pilifera*, *Pse and* = *Pseudosmodium andrieuxii*, *Par pra* = *Parkinsonia praecox*, *Opu pub* = *Opuntia pubescens*, *Pro lae* = *Prosopis laevigata*, *Val gla* = *Vallesia glabra*.

Prosopis y *Acacia* en la estación seca reducen o minimizan la pérdida de peso y de condición corporal (Baraza *et al.*, 2008; Bezerra *et al.*, 2012). Los rebaños de cabras en SGCB consumen *Opuntia* sp., *Mimosa* sp., *Prosopis* sp. y *Ziziphus* sp. que son muy buscados en la estación seca (Mandujano *et al.*, 2019), razón por la cual se sugiere que el peso de los animales no presente una variación notable entre las estaciones.

Según el indicador del grado de engorde (McGregor, 2012) muestra que las cabras son de mediana calidad (puntaje 1.94 ± 0.6), ya que a la palpación los procesos espinales se diferencian y fueron algo redondeados. Dos rebaños mantuvieron un puntaje mayor a 2 en ambas estaciones. En el subtrópico mexicano, las cabras bien alimentadas presentan una condición corporal por arriba de los 2.3 puntos, y las mal alimentadas logran los 1.5 puntos (Aguilar, 2008). En ocasiones en la estación seca, la condición corporal llega a disminuir por la escasez del forraje y las cabras tienen que realizar rutas de pastoreo más largas para obtener su alimento (Pérez-Solano y Mandujano, 2018). El promedio de las variables morfométricas en la estación seca para las cabras adultas fue de 2 ± 0.6 puntos de estado de carnes (IC 84 % = 0.3), AH de 18.8 ± 3.5 cm (IC 84 % = 1.5), PT de 70.1 ± 13.6 cm (IC 84 % = 5.8) y DDE con 84.0 ± 14.1 cm (IC 84 % = 6.0). Para la estación lluviosa el estado de carnes promedio tuvo un puntaje de 2 ± 0.6 (IC 84 % = 0.2), la AH fue de 28.8 ± 5.4 cm (IC 84 % = 1.8), PT de 79.4 ± 14.9 cm (IC84 % = 5.1) y DDE de 91.1 ± 15.6 cm (IC84 % = 5.3). La anchura de los hombros, el perímetro torácico y el diámetro dorso-esternal tendieron a ser mayores en la estación de lluvias (AH: $P < 0.05$; PT: $P = 0.01$; DDE: $P = 0.04$) cuando la vegetación es más abundante y los recorridos de pastoreo de las cabras son más cortos (Pérez-Solano y Mandujano, 2018). Por el contrario, en la estación seca la disponibilidad de nutrientes es crítica y obliga al ganado a consumir plantas con bajo contenido nutricional y alto contenido en metabolitos secundarios (Baraza *et al.*, 2008), lo que puede limitar el crecimiento y engorda de los animales (Mandujano *et al.*, 2019). No obstante, se ha reportado que las concentraciones bajas de taninos pueden tener efectos positivos en la digestión y la obtención de nutrientes (p.e. incremento en la cantidad de proteína de sobrepaso), ya que los caprinos tienen la capacidad de consumir plantas taniníferas y obtener nutrientes básicos para su supervivencia (Torres-Acosta *et al.*, 2008).

Evaluación de la capacidad de carga y su impacto en la zona de pastoreo

Aunque se han realizado algunos estudios de vegetación y alimentación de rebaños de cabras en la región de la Cañada (Mandujano *et al.*, 2019), no se han realizado estimaciones de la capacidad de carga, ni una valoración de la presión que ejerce el pastoreo en la vegetación nativa. Comúnmente la capacidad de carga está basada en el coeficiente de agostadero con base en la vegetación nativa y en años con precipitación normal, que para Oaxaca es de 4.12 ha^{-1} . Unidad Animal al año (COTECOCA, 2014) (1UA = vaca de 400 - 450 kg; una cabra equivale a 0.17 UA; SAGARPA, 2000); considerando este valor, la vegetación en la SGCB puede sostener $1.43 \text{ cabras} \cdot \text{ha}^{-1}$ al año en forma permanente y sin deteriorar los recursos naturales. La vegetación cambia no solamente entre años sino entre estaciones por la disponibilidad de lluvias y la fenología de las plantas, esto hace que las cabras tengan que moverse más en la estación seca para cubrir sus requerimientos (Pérez-Solano y Mandujano, 2018). En el tiempo de investigación se observó que 74 cabras (3 rebaños) pastan en la subzona A; a la subzona B solo van 94 cabras (2 rebaños), y en la subzona C únicamente fue visitado por 14 cabras (Tabla 2).

La capacidad de carga en el área estimada por las rutas de pastoreo fue de $72 \text{ cabras} \cdot \text{ha}^{-1}$ para la estación lluviosa y de $13 \text{ cabras} \cdot \text{ha}^{-1}$ para la seca. De acuerdo con la materia seca disponible y su consumo, para la zona de pastoreo asignada (328.33 ha^{-1}) la capacidad de carga en la estación lluviosa fue de $96 \text{ cabras} \cdot \text{ha}^{-1}$ y de $18 \text{ cabras} \cdot \text{ha}^{-1}$ para la estación seca estando ambas por debajo del total de cabras de los seis rebaños censados (Tabla 1 y Tabla 2). El número de cabras en pastoreo tuvieron diferencias entre estaciones ($P < 0.05$), pero no entre subzonas (SZ1/SZ2: $P = 0.97$; SZ1/SZ3: $P = 0.84$; SZ2/SZ3: $P = 0.86$), no obstante, la capacidad de recuperación de la vegetación y la sequía que se da por la temporalidad, la capacidad de carga estimada es suficiente para evitar un sobrepastoreo. Aunque las cabras son altamente adaptables a condiciones de escasa vegetación, las afectaciones ambientales por la caprinocultura son evidentes cuando las prácticas de manejo no son adecuadas (Rosa-García *et al.*, 2012). Se ha documentado que las cabras pueden ser fuertes competidores por alimento con los herbívoros silvestres por su forma de consumo no selectivo (Rosa-García *et al.*, 2012),

Tabla 2. Estimaciones de la capacidad de carga de ganado caprino en tres subzonas de pastoreo en las estaciones lluviosa y seca en San Gabriel Casa Blanca, Oaxaca.

Table 2. Goat cattle load capacity estimates in three grazing subzones during the rainy and dry seasons in San Gabriel Casa Blanca, Oaxaca.

| Zonas | Superficie (ha ⁻¹) | Número de cabras | Capacidad de carga (cabras·ha ⁻¹) | |
|---------------------------|--------------------------------|------------------|---|---------------|
| | | | Estación lluviosa | Estación seca |
| Subzona A | 89.23 | 74 | 25.99 | 4.80 |
| Subzona B | 86.12 | 94 | 25.08 | 4.64 |
| Subzona C | 70.79 | 14 | 20.62 | 3.81 |
| Zona de Pastoreo Estimada | 246.14 | 182 | 71.68 | 13.25 |
| Zona de Pastoreo Total | 328.33 | 182 | 95.62 | 17.68 |

ya que consumen flores, frutos, hojas y retoños lo que hace que las plantas retarden o disminuyan su reproducción, y en consecuencia la productividad de la zona. La baja productividad, principalmente en temporadas críticas del año, puede derivar en sobrepastoreo cuando la competencia se incrementa (Bryant *et al.*, 1979; Rosa-García *et al.*, 2012). No obstante, bajo un manejo adecuado y controlado, el pastoreo puede ser compatible con algunas especies de herbívoros silvestres como el venado de cola blanca, *Odocoileus virginianus* (Bryant *et al.*, 1979; Rosa-García *et al.*, 2012).

En la estación seca se recomiendan suplementar con algunas especies vegetales nativas (Baraza *et al.*, 2008; Nagel *et al.*, 2011; Bezerra *et al.*, 2012; Rojas *et al.*, 2016), pero debe considerarse el estado de conservación y vulnerabilidad de las plantas. Por ejemplo, en la RBTC 50 especies de plantas son endémicas y bajo una categoría de riesgo (Casas *et al.*, 2001; SEMARNAT, 2019), pero también existen aproximadamente 450 especies con potencial forrajero (Casas *et al.*, 2001). Es recomendable estimar la productividad y hacer un manejo adecuado de ellas (Casas *et al.*, 2001; Rojas *et al.*, 2016) para mitigar los posibles impactos de la caprinocultura en el ecosistema.

CONCLUSIONES

Aunque el tiempo de pastoreo fue limitado, las cabras presentaron condición corporal moderada o satisfactoria y un peso corporal con pocos cambios entre estaciones. La diversidad de plantas podría estar ayudando en el incremento del peso de las cabras y su recuperación de la condición corporal en la estación lluviosa. Además, la capacidad de carga manejada en SGCB no sobrepasa la capacidad de carga calculada, reflejándose en la condición corporal de las cabras. Se recomienda evaluar la capacidad de carga tanto en años con precipitación arriba como debajo de la media, así como con base en los requerimientos específicos de las cabras, análisis bromatológico de las especies vegetales más consumidas y su productividad, para un mejor manejo del agostadero y disminuir el impacto de la caprinocultura en este ecosistema.

AGRADECIMIENTOS

Al CONACYT por el apoyo al Proyecto No.26826 otorgado a SMR. A los caprinocultores de San Gabriel Casa Blanca, Oaxaca, por aportar sus conocimientos y permitir acompañarlos en sus actividades ganaderas. A Adriana Sandoval Comte, Luz Adriana Pérez Solano, Odalis Mortero Montiel y Zulema Bautista por el apoyo en la colecta de datos y logística en campo.

REFERENCIAS

- Abrego, R. 2013. El sistema de producción y clasificación fenotípica de las cabras de la mixteca poblana. Tesis de Maestría. Colegio de Posgraduados, Puebla, México.
- Aguilar, M. 2008. La condición corporal no afecta la actividad reproductiva de las cabras alpino del subtrópico mexicano. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro", Saltillo, Coahuila, México.

- Baraza, E., Ángeles, S., García, A. y Valiente-Banueta, A. 2008. Nuevos recursos naturales como complemento de la dieta de caprinos durante la época seca, en el Valle de Tehuacán, México. *Interciencia*. 33(12): 891-896. <https://www.redalyc.org/pdf/339/33913805.pdf>
- Barrera-Salazar, A. 2015. Estimación de la capacidad de carga del hábitat de venado cola blanca y ganado caprino en una "UMA" extensiva de la Reserva de la Biosfera de Tehuacán-Cuicatlán. Tesis de Maestría. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, México.
- Bezerra, S.B., Chaves, A.S., Silva, D.K., Ferreira, M., Pereira, K.P., Santos, G.R., Rodrigues, A.L. y Cavalcanti de Almeida, O. 2012. Morphometry and carcass characteristics of goat submitted to grazing in the Caatinga. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 41(1): 131-137. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982012000100020>
- Bryant, F.C., Kothmann, M.M. y Merrill, L.B. 1979. Diets of sheep, Angora goats, Spanish goats and White-tailed deer under excellent range conditions. *Journal of Range Management*. 32(6): 412-417. <https://doi.org/10.2307/3898549>
- Carrillo, E., Véliz, F.G., Flores, J.A. y Delgadillo, J.A. 2007. El decremento en la proporción macho-hembra no disminuye la capacidad para inducir la actividad estral de cabras anovulatorias. *Técnica Pecuaria en México*. 45: 319-328. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61345306>
- Casas, A., Valiente-Banueta, A., Viveros, J.L., Caballero, J., Cortés, L., Dávila, P., Lira, R. y Rodríguez, I. 2001. Plant Resources of the Tehuacán-Cuicatlán Valley, Mexico. *Economic Botany*. 55(1): 129-166. <http://www.jstor.org/stable/4256396>
- CONANP. 2013. Programa de manejo de la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Secretaría de Medio Ambiente y Recurso Naturales. México. https://simec.conanp.gob.mx/pdf_libro_pm/123_libro_pm.pdf
- CONANP y FMCN. 2003. Estimación de la tasa de transformación del hábitat en la reserva de la biosfera "Tehuacán-Cuicatlán" Periodo 1986-2000. Informe Final. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas y Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza A. C. México. https://simec.conanp.gob.mx/TTH/Tehuacan/Tehuacan_TTH_1986_2000.pdf
- COTECOCA. 2014. Comisión Técnico Consultivo de Coeficientes de Agostadero. SAGARPA. [Consultado 17 marzo 2020] Disponible en: http://dgeiawf.semarnat.gob.mx:8080/ibi_apps/WFServlet?IBIF_ex=D2_AGRIGAN04_06&IBIC_user=dgeia_mce&IBIC_pass=dgeia_mce&NOMBREENTIDAD=*
- Hammer, O., Harper, D.A.T. y Ryan, P.D. 2001. PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. *Paleontología Electrónica*. 4:9. https://palaeo-electronica.org/2001_1/past/past.pdf
- Hernández, J.S., Rodero, E., Herrera, M., Delgado, J.B., Barba, C. y Sierra, A. 2001. La caprinocultura en la mixteca poblana (México). Descripción e identificación de factores limitantes. *Archivos de Zootecnia*. 50: 231-239.
- MacGregor-Fors, I. y Payton, M.E. 2013. Contrasting diversity values: statistical inferences based on overlapping confidence intervals. *PLOS ONE*. 8(2): e56794. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0056794>
- Magurran, A.E. 2004. *Measuring biological diversity*. 2nd ed. Blackwell Science Ltd. Oxford.

- Mandujano, S., Barrera-Salazar, A. y Vergara-Castrejón, A. 2019. Similitud de las especies de plantas consumidas por rebaños de cabras en el bosque tropical seco de la Cañada, Oaxaca. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*. 10: 490-505. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v10i2.4370>
- McGregor, B.A. 2012. The role of objective and subjective evaluation in the production and marketing of goats for meat. En: *Goat meat production and quality*. O. Mahgoub, I.T. Kadim y E.C. Webb (eds.), pp. 209-230. CAB International.
- Mendoza, A. y Ortega, J.L. 2009. Caracterización de la caprinocultura en el municipio de Tepelmeme Villa de Morelos, Oaxaca, México. *Revista Chapingo Serie Zonas Áridas*. 8: 75-80. <https://www.redalyc.org/pdf/4555/455545064011.pdf>
- Nagel, P., Wurzinger, M., Iñiguez, L., Echavarría-Chairez, F.G., Flores-Nájera, M.J., Pinos, J.M., Gómez, W.J. y Zollitsch, W. 2011. Sistemas de alimentación para las cabras y evaluación cualitativa de los piensos a los que tienen acceso durante la temporada seca: dos estudios de caso del altiplano mexicano. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*. 17: 247-258. <https://doi.org/10.5154/rchscfa.2010.09.089>
- Pérez-Solano, L.A. y Mandujano, S. 2018. Radiotelemetría GPS: aplicación en el monitoreo del ganado caprino en la Reserva de la Biosfera de Tehuacán-Cuicatlán, Oaxaca, México. *Agroproductividad*. 11(10): 63-69. <https://doi.org/10.32854/agrop.v11i10.1246>
- Rojas, Y.S., Lara, A., Castellón, J.L., Uribe, M. y Zaragoza, J.L. 2016. Disponibilidad forrajera de tres arbustos en la Reserva de la Biósfera Tehuacán-Cuicatlán. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas Publicación Especial*. 16: 3381-3390. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=263146726018>
- Rosa-García, R., Celaya, R., García, U. y Osoro, K. 2012. Goat grazing, its interactions with other herbivores and biodiversity conservation issues. *Small Ruminants Research*. 107: 49-64. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2012.03.021>
- SAGARPA. 2000. Tabla de equivalencias de ganado mayor y menor. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. [Consultado 5 marzo 2020]. Disponible en: http://www.dof.gob.mx/nota_to_doc.php?codnota=2054508.
- SEMARNAT. 2019. MODIFICACIÓN del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio. [Consultado 20 junio 2020]. Disponible en: http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5578808&fecha=14/11/2019
- Torres-Acosta, J.F.J., Alonso-Díaz, M.A., Hoste, H., Sandoval-Castro, C. A. y Aguilar-Caballero, A.J. 2008. Efectos negativos y positivos del consumo de forrajes ricos en taninos en la producción de caprinos. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 9(1): 83-90. <https://www.redalyc.org/pdf/939/93911227008.pdf>