

Capítulo 2. Propuesta de aprovechamiento sustentable de heno de mota y vainas de mezquite en dieta ovina

Sonia Hernández González

Marisol Reséndiz Vega

Eduardo Hernández Sánchez

Abygail Adarely Martínez Mendoza

Universidad Tecnológica de Tula-Tepeji

Resumen

El heno motita es una planta epífita también conocida como paixtle bola, cuyo nombre científico es *Tillandsia recurvata*, se distribuye ampliamente desde Estados Unidos hasta Argentina. En México, el heno (*Tillandsia usnoides* y *Tillandsia recurvata*) es una planta bastante conocida por su uso de manera tradicional en los nacimientos navideños, así como su presencia visible y muy característica, en los últimos años, en los cables de luz y en los árboles. En nuestro país, el crecimiento de la *Tillandsia recurvata* se ha convertido en uno de los principales problemas de salud para muchos recursos forestales, maderables y no maderables. En el caso específico del Valle del Mezquital, estado de Hidalgo, la pérdida de mezquite (*Prosopis laevigata*) de igual manera se ha incrementado por el crecimiento sobre sus ramas de esta planta epífita, sin que se haya podido resolver la problemática que ello representa.

Por tal motivo, en esta investigación, como parte del programa de extensionismo rural de la Universidad Tecnológica de Tula-Tepeji, se ha propuesto desarrollar una dieta ovina mediante el aprovechamiento sustentable de manera conjunta del mezquite y heno motita para dar una opción a la disminución de la problemática presentada. Se realizó una

investigación cuantitativa experimental, en la cual se identificaron diversas características fisicoquímicas en ambas especies; se evaluó una dieta para hembras ovinas raza Dorper en temporada de estiaje con porcentaje proteínico de 11 a 12% del requerimiento adecuado para este ganado. El porcentaje de proteína y carbohidratos observados en heno motita fue de 9.5 y 3.7% respectivamente, en vainas de mezquite de 12.3% de proteína y 38.5% de carbohidratos. La dieta evaluada permitió que el peso de las hembras se mantuviera al alza acumulando en promedio 8.6 kg/animal, y fue significativamente mayor con respecto al ganado alimentado de forma convencional (3.8 kg/animal), la palatabilidad de la dieta fue alta al consumirse el total del alimento y la parición fue adecuada obteniendo 1.2 crías en promedio por animal.

Introducción

En México, los ecosistemas áridos y semiáridos ocupan más de 50% de la superficie y su vegetación es continuamente eliminada y fragmentada. Por ello, el sobrepastoreo, la expansión de la frontera agrícola, la ganadería y la extracción de especies útiles son las causas principales de la perturbación de la cobertura vegetal. Al respecto, se estima que se transforman alrededor de 50 000 ha de vegetación semiárida por año. Sin embargo, el efecto de la perturbación sobre la diversidad y composición de especies vegetales se ha documentado poco en estos ecosistemas (Montaño-Arias et al., 2006).

En el Valle del Mezquital, zona árida del estado de Hidalgo, una de las zonas más pobres de México, existen mezquites *Prosopis laevigata*, árbol que puede tener diversos usos. Desafortunadamente, esta especie se utiliza para leña por su alta capacidad calorífica, causando deforestación, erosión del suelo y pérdida de la cubierta vegetal. Aunado a ello, actualmente ha sido una de las especies más vulnerables, pues es afectada por el heno motita.

La *Tillandsia recurvata* o heno motita pertenece a la familia de las bromeliáceas, con más de 500 especies distribuidas en todo el continente americano y presente en múltiples

ecosistemas. Ciertas especies de bromeliáceas son de gran valor económico y ecológico, incluso algunas de ellas se encuentran bajo algún estatus de protección. Algunos nombres con que se le conoce en México a la *Tillandsia recurvata* son heno, motita, gallito, paxtle, paistle, roseta, entre otros (Flores, Espinoza & Castro, 2009).

La población en general no le pone atención al mezquite como especie de aprovechamiento, porque no obtiene un beneficio económico directo con éste, aunque en el pasado las comunidades del occidente del estado de Hidalgo utilizaban la fruta del mezquite y el heno motita como esquimo para los animales; sin embargo, esta práctica ha disminuido. Ante ello, en el presente proyecto se busca desarrollar una dieta ovina por medio del aprovechamiento sustentable de mezquite y heno motita, con la doble intención de que la gente pueda beneficiarse económicamente, pero que a su vez se logre un beneficio indirecto al proteger la especie y, a la vez, reducir la erosión, mejorar las emisiones de oxígeno, entre otros.

Para ello, es necesario recuperar algunas prácticas recurrentes del pasado con acompañamiento técnico para los productores rurales y hacer propuestas respaldadas técnicamente con el propósito de que los recursos sean mejor aprovechados. Es importante considerar lo anterior, ya que el crecimiento excesivo de la *Tillandsia recurvata* (heno motita) modifica la arquitectura y la supervivencia de la planta (véase figura 1), por lo que se ha observado una respuesta en la *Prosopis laevigata* que se manifiesta con la presencia de taninos, lignina y una sustancia lipídica, así como diferentes características de la peridermis y el grosor de la corteza, las cuales se manifiestan en la corteza ante el establecimiento de la epífita (Aguilar et al., 2016).

Figura 1.

Afectación de heno motita presente en mezquites



En el caso del mezquite en el occidente del estado de Hidalgo, el heno motita, a pesar de considerarse una epífita, sí está provocando la muerte de las ramas, por lo que buscar una solución a esta problemática es esencial. Beltrán et al., (2009) mencionan que la *Tillandsia recurvata* puede utilizarse como un forraje de oportunidad para la alimentación de rumiantes en zonas áridas y semiáridas; particularmente, durante la época de sequía (primavera) como forraje auxiliar cuando el forraje es escaso. Esto después de haber realizado el análisis nutrimental de heno motita recolectado en tres sitios en el estado de San Luis Potosí en cuatro fechas diferentes.

Por su parte, Gálvez y Rosales (2015) consideran que el uso de heno motita en dietas de ganado caprino reducen la presencia de anemias al consumir hasta 30% de los requerimientos diarios derivado de la cantidad de minerales presentes en la planta, mostrando un perfil biométrico sanguíneo positivo en el ganado que ayuda a reducir la pérdida de peso y mantener la condición corporal.

Ante ello, la Universidad Tecnológica de Tula-Tepeji mediante su programa de extensionismo rural se ha propuesto, por medio del Cuerpo Académico de Ingeniería y Ciencias Ambientales, implementar una línea de investigación que esté dirigida a identificar diversas formas de aprovechamiento del mezquite de manera directa y, a su vez, crear

conciencia en la población por medio de la capacitación y el saneamiento de la especie. Derivado de lo anterior, el presente proyecto tiene el objetivo de evaluar una dieta alimenticia para ovinos estabulados utilizando harina de vainas de mezquite y heno motita henificado para mantenimiento de pies de cría en época de estiaje.

Marco de referencia teórica

El mezquite (*Prosopis laevigata*) es un árbol o arbusto pequeño que presenta ramas con espinas fuertes de 1 a 4 cm de largo. Los frutos son una vaina con poca pulpa y llena de semillas. Durante los meses de junio a septiembre, es cuando se tiene la producción del fruto y se estima que los árboles jóvenes generan aproximadamente de 20 a 25 kg de fruto por temporada; tiene un alto valor nutricional, pues contiene un pericarpio grueso y esponjoso que presenta un alto contenido de azúcares (52.14%), además de grandes cantidades de proteínas (39.34%), aunque por lo general a éste no se le da un valor agregado y sólo se destina como alimento para ganado (Valtierra, Pérez & Santos, 2020).

En el estado de Hidalgo, no existen plantaciones de mezquite, pero está distribuida en prácticamente todas las comunidades de la entidad. Habita principalmente en zonas áridas y semiáridas, donde el clima es perfecto para el crecimiento y desarrollo del árbol, que de acuerdo con sus características fisicoquímicas puede resistir sequías a largo plazo sin afectar su propagación; esto debido al grosor de sus raíces que las hace resistentes. Desde épocas remotas, el mezquite ha constituido un recurso valioso para los habitantes de zonas áridas, quienes encontraron en él múltiples beneficios, ya que todas las partes de la planta son susceptibles de ser utilizadas (Rodríguez et al., 2014).

La importancia del mezquite en la producción forestal se debe a que su madera es fuerte y durable, buena para la fabricación de muebles, pisos y artesanías y excelente como leña y carbón. Los mezquites son fuente de forraje y apoyo en las explotaciones apícolas; además, la planta excreta una goma de uso medicinal e industrial. Desde el punto de vista

ecológico, los mezquiales son fundamentales en la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas; son el hábitat para una buena cantidad de fauna silvestre, mejoran la estética del paisaje y resultan de importancia económica por su explotación para la obtención de leña y carbón (Sánchez, 2016).

El género *Tillandsia* al que pertenece el heno motita contiene poco más de 500 especies dispersas en todo el continente americano y se presenta en múltiples ecosistemas. Las bromeliáceas forman una familia de plantas que son epífitas perennes de tallo corto, con hojas arregladas en espiral y cubiertas de escamas peltadas, flores regulares, con un periantio de seis secciones en dos series parecidas (Conzatti, 1947, citado en Zavala, 2019).

En el occidente del estado de Hidalgo, específicamente en el municipio de Tepetitlán, los productores agrícolas mencionan que el heno motita se utilizaba para alimentar el ganado como bueyes y mulas empleados en la preparación del suelo para la siembra en los meses de enero a mayo, por lo que su población se controlaba debido a la colecta. También señalan que los pastores lo recolectaban de los mezquites para alimentar a los bovinos, caprinos y ovinos en tempora de estiaje que en la región se presenta de diciembre a mayo. Thorsten, Acebry y Toledo (2018) señalan que, en México, a la *Tillandsia recurvata* se le atribuyen propiedades terapéuticas como genitourinarias, dermatológicas, gastrointestinales y respiratorias. Por ello, lo usa la población y se considera seguro como forraje para el ganado.

En el estado de Hidalgo, la ovinocultura es la principal actividad pecuaria, siendo el segundo productor en el ámbito nacional y el principal proveedor de carne de ovino para la Ciudad de México, apoyado también por su cercanía. En Hidalgo, la producción de ganado ovino presenta un inventario de 13 536.53 toneladas anuales (SIAP, 2016). Vélez et al., (2016) observaron que en esta entidad existen productores con variantes en uso de tecnología, siendo los sistemas de pastoreo los de menor desarrollo y con mayor empleo familiar. El principal producto consumido es la carne destinada para barbacoa, plato tradicional que se consume principalmente en fiestas y fines de semana.

Método

Se realizó una investigación de campo de tipo descriptiva al analizar los componentes de los esquilmos (heno motita y mezquite), además de tipo cualitativa deductiva, ya que con los resultados obtenidos del análisis fisicoquímico de los forrajes se planteó la elaboración de una dieta y se suministró a ganado ovino para observar el efecto sobre los costos, la palatabilidad, la acumulación de peso y el número de crías.

La evaluación de una dieta ovina utilizando mezquite y heno motita deshidratado se realizó en hembras de la raza Dorper durante un periodo de 60 días. Esta evaluación se hizo en el invierno con un productor de la comunidad de Michimaloya, municipio de Tula de Allende, Hidalgo, y con el apoyo de la asociación ganadera local de Tezontepec de Aldama, Hidalgo. El heno motita y la vaina de mezquite fueron recolectadas al final del otoño (noviembre) en los municipios de Tepetitlán y Tula de Allende. Después de la colecta, a ambos insumos se les realizó un estudio bromatológico en el laboratorio de química de la Universidad Tecnológica de Tula-Tepeji de acuerdo con la metodología descrita en la NMX-Y-094-SCFI-2012 (SE, 2012).

Las vainas de mezquite se trituraron en un molino de martillo de 5 hp con una criba de 3/4". Este mismo equipo se utilizó para moler el heno motita fresco, que posteriormente se deshidrató a la intemperie, moviéndolo dos veces por día hasta que estuviera completamente seco para ser almacenado (véase figura 2).

Figura 2.

Preparación de insumos y del ganado para la evaluación de dieta ovina



El ensayo se estableció con hembras ovinas estabuladas en un corral rústico, por lo que se separaron 10 vientres en dos corrales diferentes con cinco individuos cada uno. Se utilizó un lote para el testigo y uno más para la dieta. La dieta testigo fue alimento convencional basado en zacate de maíz con grano y alfalfa henificada.

En la dieta evaluada, se utilizaron 10% de heno motita, 10% de harina de vaina de mezquite, 35% de alfalfa deshidratada molida, 10% de rastrojo de maíz molido, 32.5% de grano de maíz y 2.5% de melaza. Este alimento tiene entre 11 y 12% de proteína, requerimiento adecuado para el mantenimiento de ganado ovino. La mezcla de la dieta se realizó de forma manual hasta obtener una pasta homogénea. Una vez preparada la dieta, se suministró al ganado en relación con 3% de su peso total; por ello, la evaluación comenzó tomando el peso inicial. En el caso del ganado testigo, el suministro del alimento se dio a libre acceso. El ganado evaluado y los testigos se mantuvieron con agua limpia todo el tiempo y fueron desparasitados, además se mantuvieron aseados los corrales, bebederos y comederos. Se evaluó el peso de los animales de forma quincenal, además se pesó la cantidad de residuos de alimento, así como se estimó el costo de la dieta.

Resultados de la investigación

Análisis químico de heno motita deshidratado y harina de mezquite

En el análisis del heno motita deshidratado, se observa que esta planta contiene un porcentaje de proteína bueno para formulación de dietas; sin embargo, presenta un bajo nivel de azúcares, por lo que se recomienda emplearlo como un insumo más en el crecimiento y mantenimiento del ganado sobre la engorda (véase tabla 1).

El porcentaje de proteína observado en heno motita es un poco mayor al reportado por Frías, Olalde y Ramírez (2012), colectado en un ecosistema semiárido del estado de Guanajuato que fue de 7% y que lo propone como una opción forrajera. También Beltrán et al., (2009) observaron que la concentración de proteína en la *Tillandsia recurvata* varía en relación con la época del año y con el registro de la mayor cantidad en la primavera, aunque el valor máximo observado (6.6%) está por debajo de lo encontrado en el heno motita colectado en la región de Tepetitlán, además concluyen que esta especie puede ser utilizada como un forraje durante todo el año.

Tabla 1.

Análisis químico de heno motita deshidratado

Parámetro	Resultado
Fibra cruda	23.4%
Ceniza	7.7%
Carbono total	92.2%
Azúcares	3.7%
Grasa	0.2%
Proteína	9.5%
Plomo	7.1 mg/Kg
Cobre	7.3 mg/Kg
Fierro	235.7 mg/Kg
Zinc	136.5 mg/Kg

El heno motita se ha caracterizado como un remediador ambiental que tiene la capacidad de fijar metales pesados del ambiente, por lo que se observó que la concentración

de metales pesados en su tejido está dentro del límite permitido para plomo (0.5 a 10 mg/kg) de acuerdo con Kabata (2004), y la concentración de cobre está ligeramente por arriba del necesitado para ovinos (5.6 mg/kg); además la concentración de fierro y zinc observada en heno motita está significativamente por arriba de lo que requieren los ovinos, que es de 65.3 y 30.45 mg/kg, respectivamente (NCR, 2007), por lo que se recomienda poner atención al momento de preparar la dieta y sólo agregar los minerales complementarios (véase tabla 1).

En el resultado del análisis químico de harina de mezquite, se aprecia que este insumo contiene buena cantidad de proteína adecuada para el crecimiento y mantenimiento de ovinos; también se puede observar alta cantidad de azúcares recomendado para la engorda (véase tabla 2). Los datos de proteína (12.3%) y carbohidratos (38.5%) en vainas maduras de mezquite son similares a lo reportado por Zapata et al., (2020) en una colecta realizada en el subtrópico de Tamaulipas en el mes de junio con 11.9% y con 36%, respectivamente, por lo que concluyeron que este fruto constituye un forraje valioso para el ganado rumiante debido a su bajo contenido en fibra, altos niveles de proteína y sus características de fermentación *in vitro* moderadas y alto contenido de minerales.

Tabla 2.

Análisis químico de harina de mezquite

Parámetro	Resultado
Fibra cruda	38.7%
Ceniza	4.4%
Carbono total	95.5%
Azúcares	38.5%
Grasa	2.5%
Proteína	12.3%

Análisis de los costos de la dieta ovina

Al realizar el análisis de los costos de la dieta a base de harina de mezquite y heno motita, se puede ver que el costo se encuentra dentro de un precio competitivo para una dieta de mantenimiento de ganado ovino de la región del Valle del Mezquital, con la observación de que se consideró el costo por colecta de la vaina de mezquite (250 kg/jornal), así como de la colecta del heno motita (60 kg/jornal) y su procesamiento que implica la molienda y deshidratación (véase tabla 3).

Se considera que una borrega de 50 kg consume 3% de su peso en alimento, lo que da un consumo de 1.5 kg por día, que representa 547.5 kg al año por \$3.94, lo que da \$2 157.15 al año. El rendimiento esperado en una hembra ovina Dorper es de 1.5 partos al año y de 1.5 crías por parto, lo que da un total de 2.25 corderos al año con una mortalidad de 10%; esperaríamos 2.025 corderos al año a un costo promedio de \$1 350 por cordero, lo que da un ingreso de \$2 733.75 por vientre.

Tabla 3.

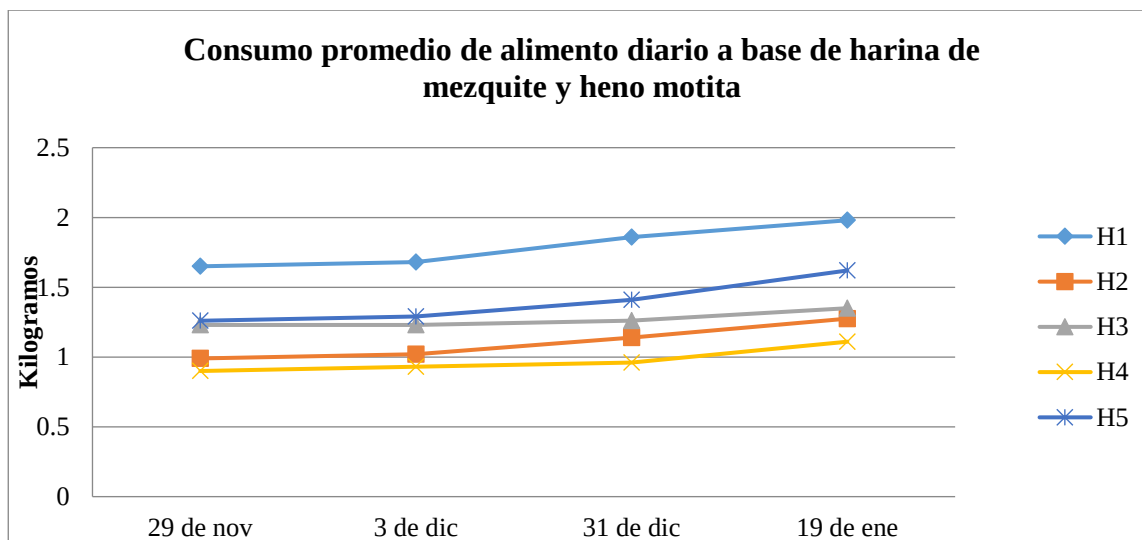
Análisis de los costos de los insumos de la dieta evaluada

Componentes	Kg	Costo \$/kg	Total	Costo \$/kg de dieta
Heno motita deshidratado	10	4.44	44.4	3.94
Harina de vaina de mezquite	10	2	20	
Alfalfa deshidratada	35	3.57	124.95	
Zacate de maíz	10	1	10	
Maíz	32.5	5	162.5	
Melaza	2.5	13	32.5	
Total	100		394.35	

Para el suministro de la dieta, se consideró el recomendado para una hembra en gestación tardía (CSIRO Publishing, 2007), el cual fue de 3% con relación a su peso (véase figura 3), por lo que el suministro de alimento se incrementa a medida que el animal pesa más.

Figura 3.

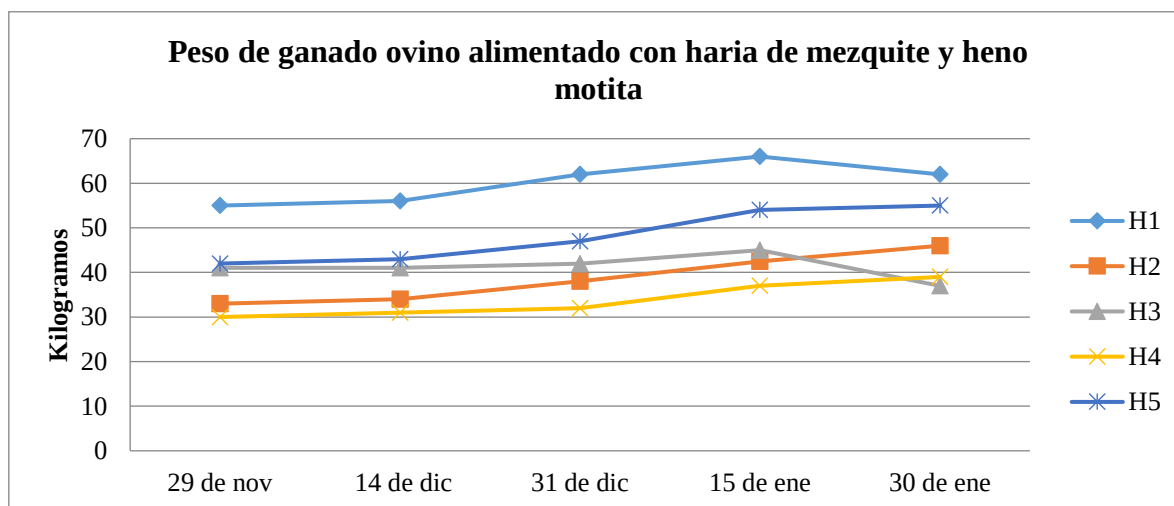
Consumo promedio de alimento por pie de cría ovino durante dos meses



En la figura 4, se observa que el peso de las hembras ovinas se mantuvo al alza de forma quincenal, por lo que se considera que la dieta es adecuada para el mantenimiento del ganado. En la última fecha de evaluación, se puede observar que el peso de tres hembras H1, H5 y H3 se reduce, pero es porque en esa quincena de evaluación estas tres hembras parieron y en total se contabilizaron cuatro crías.

Figura 4.

Comportamiento de peso observado durante el consumo de una dieta ovina



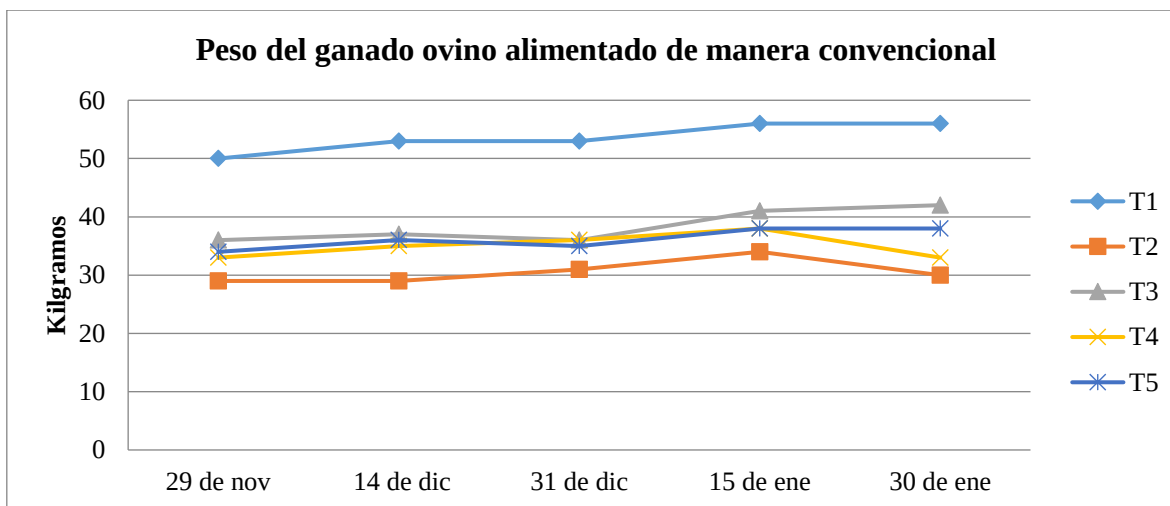
La dieta ovina con *Tillandsia recurvata* y harina de *Prosopis laevigata* fue bien aceptada por los animales, ya que todo lo que se les dio, lo consumieron, por lo que se considera tiene buena palatabilidad y el ganado no manifestó ningún signo de toxicidad. Entonces se puede considerar a ambas especies como seguras para alimentar a este ganado, así como otras especies del género *Tillandsia* (*argentina*, *ixioides* y *xiphioides*) y del género *Prosopis* (*alba*), que son recomendadas para alimentar a los ovinos en pastoreo en la región de Catamarca, Argentina (Jiménez & Martínez, 2019).

El consumo total de la dieta con heno motita y harina de mezquite, así como la ganancia de peso de los animales, se pudo deber a que el mezquite se considera un aditivo filogenético (60 g harina de mezquite extraído en 100 mL de agua a 100 °C), suministrado todos los días (6 mL/día) aumenta la digestibilidad en 14%, el balance de N (27%) y el rendimiento (8.82% del peso corporal final, 21.81% de ganancia de peso total y 30.81% de ganancia diaria promedio) en ovinos (Santa Inés × Dorper F1) alimentados en pastoreo con pasto (Férrer et al., 2021). Esto al considerar que los aditivos filogenéticos son moléculas orgánicas que también mejoran la fermentación ruminal, convirtiendo a los individuos suplementados en animales más productivos, sin dañar el bienestar de la población.

En el caso de la dieta testigo, se puede observar que también se mantiene al alza el peso del ganado, por lo cual podemos mencionar que la dieta es adecuada para el ganado. Al final de la evaluación, las hembras T2 y T4 parieron; por ello, se puede ver que el peso de ambos animales bajó y se contabilizaron tres crías (véase figura 5).

Figura 5.

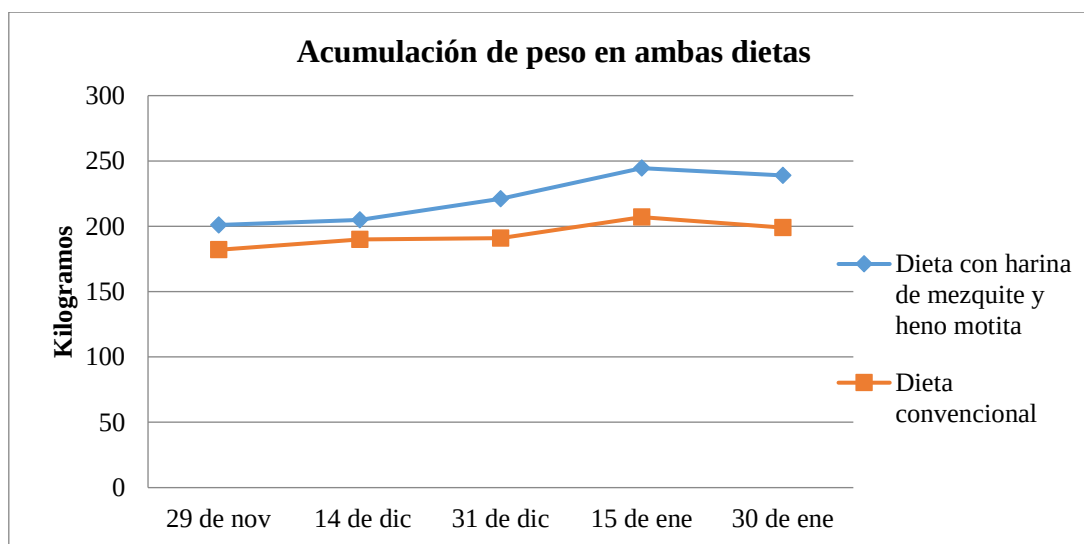
Comportamiento de peso en ganado ovino alimentado con dieta convencional



Al comparar la acumulación de peso de ambas dietas, nos percatamos de que en ambas el peso del ganado se mantiene al alza; sin embargo, en la dieta donde se utilizó harina de mezquite y heno motita el peso quincenal es mayor que el ganado testigo (véase figura 6). Por ello, se considera que la acumulación de peso promedio por animal previo a la parición (15 de enero) alimentado de forma convencional fue 2.26 veces menor (3.8 kg/animal) que cuando se utilizó harina de mezquite y heno motita (8.6 kg/animal).

Figura 6.

Acumulación de peso en ambas dietas observadas



Propuesta o aportación

En el occidente del estado de Hidalgo, se ha incrementado la pérdida de mezquite por el crecimiento de heno motita sobre sus ramas. Por esta razón, se ha propuesto mitigar la problemática mediante el aprovechamiento sustentable del mezquite y heno motita en la elaboración de dietas ovinas; esto como parte del programa de extensionismo rural de la Universidad Tecnológica de Tula-Tepeji. Ante ello, se planteó el objetivo de evaluar una dieta alimenticia para ovinos estabulados utilizando harina de vainas de mezquite y heno motita henificado para mantenimiento de pies de cría en época de estiaje.

En los sistemas de producción ovina tanto en pastoreo como en confinamiento, cuando la disponibilidad, el precio excesivo o la calidad del forraje no es suficiente para alcanzar los parámetros productivos, se recurre a esquimos locales, principalmente en las épocas de estiaje. Por ello, es necesario buscar alternativas de ingredientes. Entonces se buscan alimentos que tengan un costo por unidad de proteína o energía más bajo que los ingredientes tradicionales.

Por otro lado, en el occidente del estado de Hidalgo, las condiciones climáticas son áridas y una de las pocas especies que prosperan en la región es el mezquite, el cual no es aprovechado eficientemente. Por otra parte, la producción pecuaria que se practica es extensiva limitando el pastoreo a 6 u 8 meses, por lo que hay que proveer alimento a los animales en un periodo de entre 4 y 6 meses, lo que encarece el modelo de producción. Por esta razón, se considera la utilización de mezquite y heno motita como esquimo, ya que al ser *Fabaceae* y *Bromeliaceae*, respectivamente, cuentan con propiedades nutrimentales idóneas para los animales de granja. Con el presente proyecto, se busca tener un alcance regional hacia los municipios de Tepetitlán, Chapantongo, Alfajayucan, Nopala de Villagrán y Huichapan. En estos municipios aún existen áreas donde crecen los mezquites y se practica la ganadería extensiva por lo que son necesarias fuentes de alimento económicas y que prosperen en la región.

Conclusiones

Los resultados sugieren que el heno motita y el mezquite combinado con otros alimentos son una buena opción para el mantenimiento de ovinos en temporada de estiaje, ya que mediante su uso es posible obtener ganancias de peso similares a las logradas con otros insumos alimenticios comúnmente utilizados por los productores, como es el sorgo y la soya, pero disminuyendo significativamente los costos de alimentación y, por lo tanto, adquiriendo mejores ganancias.

La vaina de mezquite y el heno motita son una alternativa para la alimentación del ganado ovino en la región occidente del estado de Hidalgo, con propiedades nutritivas adecuadas para el ganado.

Referencias

- Aguilar, R. S., Terrazas, T., Huidobro, S. M. E., & Aguirre, L. E. (2016). Anatomical and histochemical bark changes due to growth of *Tillandsia recurvata* (ball moss). *Botanical Science*, 94(3), 551-562.
- Beltrán, L. S., Gámez, V. H. G., Loredó, O. C., Bañuelos, V. R., & Rincón, D. R. M. (2009). Análisis químico proximal de *Tillandsia recurvata* L. para evaluar su potencial como planta forrajera. Universidad Autónoma de Nuevo León-Instituto Tecnológico de Estudios Superiores Monterrey. VI Simposio Internacional de Pastizales, del 4 al 7 de noviembre.
- CSIRO Publishing (2007). *Nutrient Requirements of Domesticated Ruminants*. 270 pp. Australia: CSIRO Publishing. Recuperado de <https://bit.ly/38uzSa1>.
- Férrer, J. P., Da Cunha, M. V., Dos Santos, M. V. F., Torres, T. R., Da Silva, J. R. C., Vêras, R. M. L., Da Silva, D. C., Da Silva, A. H., Queiroz, L. M. D., Férrer, Neto E. L. S., Jaramillo, D. M., & De Souza, E. J. O. (2021). Mesquite (*Prosopis juliflora*) extract as a phytogenic additive for sheep finished on pasture in the semiarid region. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 81(1).
- Flores, J. D. F., Espinoza, M. T., & Castro, J. A. N. (2009). Situación del heno de motita *Tillandsia recurvata*, en el estado de Coahuila. Colegio de Postgraduados, 175.
- Frías, J., Olalde, V., & Ramírez, R. (2012). Producción y características nutricionales del paixtle (*Tillandsia recurvata*) en ecosistemas semiáridos del estado de Guanajuato: una opción de uso como forraje. En *La biodiversidad en Guanajuato: estudio de estado*, vol. I, 302 pp. México: CONABIO.
- Gálvez, V. H. G., & Rosales, N. C. A. (2015). Incorporación de *Tillandsia recurvata* en la dieta de ganado caprino para evitar la condición anémica en el norte centro de México: *Tillandsia recurvata*, balance metabólico, biometría sanguínea, caprinos. Tecnología generada 2015. Proyecto: 1496561F. México: INIFAP-SAGARPA.
- Jiménez, E. N. D., & Martínez, G. S. (2019). Plantas que mantienen al ganado: conocimiento campesino asociado a especies forrajeras en la Sierra de Ancasti (Catamarca, Argentina). *Bol. Soc. Argent. Bot.*, 54(4).
- Kabata, P. A. (2004). Soil-plant transfer of trace elements-an environmental issue. *Geoderma*, 122, 143-149.

- Montaño-Arias, N. M., García-Sánchez, R., Ochoa-de la Rosa, G., & Monroy-Ata, A. (2006). Relación entre la vegetación arbustiva, el mezquite y el suelo de un ecosistema semiárido en México. *Terra Latinoamericana*, 24(2), 193-205.
- National Research Council (NRC) (2007). *Nutrients requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids, and New World Camelids*. Washington, D. C.: The National Academies Press.
- Rodríguez, S. E. N., Rojo, M. G. E., Ramírez, V. B., Martínez, R. R., Cong, H. M., Medina, T. S. M., & Piña, R. H. H. (2014). *Análisis técnico del árbol del mezquite (Prosopis laevigata Humb. & Bonpl. ex Willd)*. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/461/46131111013.pdf>.
- Sánchez, H. R. J. (2016). Aprovechamiento del mezquite: una alternativa de desarrollo sustentable. En *Análisis de potencialidades y estrategias de desarrollo rural con perspectiva sustentable en Benjamín Hill, Sonora*. México: Universidad Tecnológica de Hermosillo. 51-63 pp. Recuperado de <https://bit.ly/3jrxwzf>.
- Secretaría de Economía (SE) (2012). Alimentos para animales—determinación de fibra cruda en alimentos balanceados e ingredientes mayores. México: SE. Recuperado de https://caisatech.net/uploads/XXI_2_MXD_C20_NMX-Y-094-SCFI-2012_R0_8MAY2012.pdf.
- Secretaría de Gobierno (Segob) (2016). *Atlas agroalimentario. Servicio de información agroalimentaria y pesquera*. México: Segob.
- Thorsten, K., Acebry, A. R., & Toledo, A. T. (2018). Aprovechamiento de plantas epífitas. En *De la recolección a los agroecosistemas: soberanía alimentaria y conservación de la biodiversidad*, 175-196. México: Universidad Veracruzana-Centro de Investigaciones Tropicales.
- Valtierra, M. H. H., Pérez, M. G., & Santos, J. L. (2020). Biología del mezquite. En *Compendio de usos de mezquite con contribuciones del público mexicano*. Recuperado de <https://bit.ly/2UYFN4j>.
- Vélez, A., Espinosa, J. A., De la Cruz, L., Rangel, J., Espinoza, I., & Barba, C. (2016). Caracterización de la producción de ovino de carne del estado de Hidalgo, México. *Arch. Zootec.*, 65 (251), 425-428.x

- Zapata, C. C., García, M. J. E., Salinas, C. J., Ascacio, V. J. A., Medina, M. M. A., & Mellado, M. (2020). Chemical composition and nutritional value of leaves and pods of *Leucaena leucocephala*, *Prosopis laevigata* and *Acacia farnesiana* in a xerophilous shrubland. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 32(10), 723-730.
- Zavala, A. J. C. (2019). *Manejo integral de heno motita (Tillandsia recurvata L.)*. [Tesis de licenciatura]. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Coahuila, México.