

# EVALUACIÓN DE DIETAS PARA OVINOS. ESTRATEGIA ALTERNATIVA CON MEZQUITE Y NOPAL PARA LA SOSTENIBILIDAD

IRMA ROBLES RODRÍGUEZ,<sup>1</sup> QUICH PAN COLEL CASTRO ANGULO,<sup>2</sup>  
ELBA GONZÁLEZ AGUAYO,<sup>3</sup> ANA CRISTINA NÚÑEZ GONZÁLEZ,<sup>4</sup>  
DIANA GUERRERO FÉLIX<sup>5</sup>

## RESUMEN

Se evaluó la ganancia de peso en ovinos en crecimiento y el ahorro económico en la alimentación a través de una dieta hecha a base de nopal enriquecido proteicamente y deshidratado con la inclusión de mezquite. Este insumo es producido con materias primas que toleran estrés hídrico, presentes en regiones áridas y semiáridas como la región norte de Jalisco, lo que permite encaminar la actividad ganadera a la sostenibilidad.

Para llevar a cabo el estudio se elaboraron tres dietas distintas. El tratamiento 3 sirvió de control; incluyó un balanceado comercial para ovino + rastrojo de maíz, mientras que a los tratamientos 1 y 2 se les agregaron maíz molido + soya + canola + urea + rastrojo de maíz + diferentes proporciones del insumo base de nopal enriquecido deshidratado con mezquite. Estos dos últimos ingrediente son locales. Todas las dietas fueron equilibradas para alcanzar un contenido de proteína de 16 %.

También, se seleccionaron 15 ovinos para formar tres grupos, asegurando una distribución uniforme en los pesos iniciales. Estos grupos fueron sometidos al régimen dietético durante un período de ocho semanas.

---

1 Maestra en Administración de Negocios, Centro Universitario del Norte, irma.robles@academicos.udg.mx

2 Maestra en Salud Pública, Universidad Vizcaya de las Américas, quichcastroangulo@hotmail.com

3 Maestra en Ciencias de los Alimentos, Centro Universitario del Norte, elba.gaguayo@academicos.udg.mx

4 Maestra en Salud Pública, Centro Universitario del Norte, ana.nunez@cunorte.udg.mx

5 Médico Veterinario Zootecnista, Universidad Autónoma de Zacatecas, dianag@uaz.edu.mx

Se utilizó el análisis de varianza y la prueba Tukey para analizar los resultados obtenidos. Se observó un aumento de peso similar en todos los grupos, lo que sugiere que las dietas elaboradas tienen propiedades alimenticias similares. Esto indica que el insumo elaborado a base de nopal y mezquite cumplió con el objetivo, y se demostró su potencial para reemplazar otras materias primas proteicas que encarecen los costos de alimentación.

Además de reducir el desperdicio de mezquite y nopal, materias primas subutilizadas, estas son una alternativa que no solo beneficia económicamente al reducir los costos de alimentación, sino que también contribuye a la sostenibilidad ambiental al disminuir la demanda de recursos más escasos y costosos.

**Palabras clave:** materias primas subutilizadas, ovinos, costo.

## INTRODUCCIÓN

La producción de carne de ovinos katahdin a bajo costo se da principalmente bajo un sistema de pastoreo extensivo, ya que se aprovechan los pastizales naturales que proveen los agostaderos; sin embargo, información proporcionada por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, en su indicador basado en datos Modis, se observa una disminución en la cobertura de tierra destinada a los pastizales. En 2001 esta área abarcaba un total de 39.931 millones de hectáreas (mdh). Para 2010, había aumentado a 51.017 millones de hectáreas, pero en 2021 se registró una disminución a 47.532 mdh, problema que podría estar relacionado con la sequía y el sobrepastoreo.

Por otra parte, sabemos que el ramoneo (consumo de brotes, hojas y ramas tiernas de arbustos y plantas) es crucial en el consumo animal (Franco-Guerra *et al.*, 2014). La Organización de las Naciones Unidas (ONU) nos muestra que en 2019 se registró una extensión de 43.775 mdh de áreas cubiertas por arbustos, pero que para 2020 esta cifra disminuyó a 43.651 mdh. Aún más preocupante es la tendencia continuada en 2021, ya que se redujo aún más y llegó a 42.540 mdh. Esta disminución a lo largo de tres años consecutivos plantea interrogantes sobre la capacidad de las regiones afectadas para mantener un equilibrio adecuado en los ecosistemas y proporcionar suficiente alimento al ganado en pastoreo extensivo (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAOSTAT], 2021).

Otro aspecto importante en esta región es la sequía. Para agosto de 2023 se categorizó en sequía extrema casi en la totalidad de su territorio. Esto significa que no hay agua en abrevaderos y los pastos y cultivos están siniestrados. Dado que 98 % de los cultivos de esta región se destinan al autoconsumo del

ganado, la ganadería enfrenta una serie amenaza debido a la escasez de alimento (Comisión Nacional del Agua [Conagua], s.f.).

Esta situación obliga a los productores a suplementar la alimentación del ganado, lo cual encarece la actividad y reduce las ganancias, ya que deben depender de proveedores externos para obtener alternativas como piensos, soja y canola. Por lo tanto, este trabajo propone utilizar materias primas nativas y con múltiples bondades con las que el productor pueda producir sus propios piensos con materias primas locales que toleran el estrés hídrico y produzcan alimento incluso en condiciones de escasa precipitación. Una de ellas es el mezquite (*prosopis spp.*), ya que esta especie regenera suelos, fija nitrógeno y sus vainas aportan carbohidratos comparables al maíz (Guevara Pérez, 2015).

La otra especie es el nopal (*Opuntia fucos indica*) proporciona forraje con el que se puede generar proteína microbiana (Flores Hernández *et al.*, 2019). Estas plantas locales reducen la dependencia de recursos costosos y mejoran la sostenibilidad y resiliencia de las comunidades rurales.

## **OBJETIVOS**

### *Objetivo general*

Evaluar el impacto del uso de un insumo alimenticio a base de nopal y mezquite, atendiendo las variables de ganancia de peso en ovinos y el ahorro económico en la dieta, con el fin de promover la sostenibilidad ambiental y la reducción de costos en la actividad ganadera.

### *Objetivos específicos*

1. Determinar la eficacia del insumo alimenticio elaborado a base de nopal y mezquite evaluando la ganancia de peso en ovinos en comparación con dietas convencionales.
2. Evaluar el impacto económico del uso del insumo alimenticio a base de nopal y mezquite en términos de ahorro en los costos de alimentación del ganado ovino.

## **METODOLOGÍA**

- Se utilizó un diseño experimental completamente aleatorizado (DCA). En este diseño, los grupos de ovinos representarían los bloques, y dentro de

cada uno se aplican diferentes tratamientos de forma aleatoria a los animales. Los grupos se seleccionaron para ser similares en edad, género y condición inicial para controlar la variabilidad inicial entre ellos (Hernández Sampieri, Fernández Collado y Baptista Lucio, 2014)

- Se seleccionaron tres grupos de ovinos de similar edad género y condición de partida.
- A cada grupo se le ofreció diferente tratamiento.
- Se realizó el pesaje de los animales al comienzo, durante y al término del experimento.
- Se evaluó ganancia de peso.
- Se determinaron los costos para cada tratamiento.

Se desarrollaron tres tratamientos que serían ofrecidos a los tres grupos de ovinos. Todos se equilibraron a un 16 % de proteína.

En el segundo tratamiento se les incluyó nopal deshidratado con mezquite, mezquite molido, maíz y rastrojo de maíz en diferentes proporciones. Todas estas materias primas son producidas localmente, y se les agregó de proveedores externos soja, nitrógeno no proteico (urea) y vitaminas y minerales.

En el tercer tratamiento solo se le agregó rastrojo de maíz de materias primas producidas localmente, y de proveedores externos se le agregó un balanceado comercial de ovino, vitaminas y minerales.

## **RESULTADOS**

En el tratamiento 1 se observó que las materias primas producidas de manera local cubrieron un 68.58 % de la dieta total, con un costo de \$393.00 por 100 kg, lo que equivale a \$3.93 por kg. Por otro lado, las materias primas obtenidas con proveeduría externa representaron 31.42 % de la dieta, con un costo de \$180.00 por 100 kg o \$1.80 por kg.

Al considerar ambos costos se determinó que el precio total de 100 kg de alimento es de \$573.00, lo que se traduce en \$5.73 por kg de alimento. Comparado con el costo del concentrado comercial, que es de \$664.00 por 100 kg de alimento, el ahorro para el productor utilizando el tratamiento 1 sería de \$91.00 por cada 100 kg de alimento

**Tabla 1.** Composición porcentual, ingredientes y costos de las dietas experimentales

Tratamiento 1: Dieta equilibrada 16 % proteína		
Materias primas	Porcentaje	Costo/kg
Proveeduría local		
Insumo base nopal deshidratado con mezquite		
Mezquite	68.58	\$ 3.93
Maíz		
Rastrojo de maíz		
Proveeduría externa		
Soja		
Vitaminas y minerales	31.42	\$ 1.80
Nitrógeno no proteico (urea)		
Total		\$ 5.73

**Fuente:** Elaboración propia.

En el tratamiento 2 se observó que las materias primas producidas de manera local cubrieron 65.51 % de la dieta total, con un costo de \$342.00 por 100 kg, lo que equivale a \$3.42 por kg. Por otro lado, las materias primas obtenidas con proveeduría externa representaron 34.49 % de la dieta, con un costo de \$180.00 por 100 kg o \$1.80 por kg.

Al considerar ambos costos se determinó que el precio total de 100 kg de alimento era de \$522.00, lo que se traduce en \$5.22 por kg de alimento. Comparado con el costo del concentrado comercial, que es de \$664.00 por 100 kg de alimento, el ahorro para el productor utilizando el tratamiento 2 sería de \$142.00 por cada 100 kg de alimento.

**Tabla 2.** Composición porcentual, ingredientes y costos de las dietas experimentales

Tratamiento 2: Dieta equilibrada 16 % proteína		
Materias primas	Porcentaje	Costo/kg
Proveeduría local		
Insumo base nopal deshidratado con mezquite		
Mezquite	65.51	\$ 3.42
Maíz		
Rastrojo de maíz		
Proveeduría externa		
Soja		
Vitaminas y minerales	34.49	\$ 1.80
Nitrógeno no proteico (urea)		
Total		\$ 5.22

Fuente: Elaboración propia.

En el tratamiento 3 se observó que las materias primas producidas de manera local cubrieron 20 % de la dieta total, con un costo de \$133.00 por 100 kg, lo que equivale a \$1.33 por kg. Por otro lado, las materias primas obtenidas con proveeduría externa representaron 80 % de la dieta, con un costo de \$531.00 por 100 kg o \$5.31 por kg.

Al considerar ambos costos se determinó que el precio total de 100 kg de alimento era de \$664.00, lo que se traduce en \$6.64 por kg de alimento. Comparado con el costo del concentrado comercial, que es de \$664.00 por 100 kg de alimento, que comparado con el concentrado donde las materias primas son producidas de manera local, sí existe un ahorro significativo, de \$ 91.00 y \$ 142.00 respectivamente de los tratamientos 1 y 2.

**Tabla 3.** Composición porcentual, ingredientes y costos de las dietas experimentales

Tratamiento 3: Dieta equilibrada 16 % proteína		
Materias primas	Porcentaje	Costo/kg
Proveeduría local		
Insumo base nopal deshidratado con mezquite		
Mezquite	20	\$ 1.33
Maíz		
Rastrojo de maíz		
Proveeduría externa		
Soja		
Vitaminas y minerales	80	\$ 5.31
Nitrógeno no proteico (urea)		
Total		\$ 6.64

**Fuente:** Elaboración propia.

Los resultados evidenciados de este estudio muestran que los tratamientos 1 y 2 ofrecen una alternativa sostenible económicamente para la alimentación del ganado. En relación con los grupos de los animales que recibieron estas dietas, los pesos fueron los siguientes.

Al grupo 1 le fue asignado el tratamiento 1. Presentó entre todos los integrantes un total de peso de 166 kilos, con un promedio de 33.2 kg por cordero y con una ganancia diaria de 173 g por cordero. No hubo diferencia significativa con el grupo 2, lo que indica que ambos tratamientos son igualmente efectivos en términos de ganancia de peso; sin embargo, sí se encontró diferencia significativa con el tratamiento 3.

Al grupo 2 le fue asignado el tratamiento 2. Presentó entre todos los integrantes un total de peso de 152 kilos, con un promedio de 30.4 kg por cordero y con una ganancia diaria de 157 g por cordero. No hubo diferencia significativa con el grupo 1, pero sí con el grupo 3.

Al grupo 3 le fue asignado el tratamiento 3. Presentó entre todos los integrantes un total de peso de 129 kilos, con un promedio de 25.8 kg por cordero y con una ganancia diaria de 102 g por cordero, y presentó diferencia

significativa con los tratamientos 1 y 2, lo que indica una eficiencia superior para el crecimiento sobre el tratamiento 3.

**Tabla 4.** Resultado de comparaciones por pares utilizado en el método Turkey y 95 % de confianza

Factor	Factor	N	Agrupación media
Ganancia F1	5	15.60	A
Ganancia F2	5	14.20	A
Ganancia C1	5	9.20	A B
Ganancia F1	4	0.11458	B C
Ganancia F2	4	0.1042	B C
Ganancia C1	4	0.0625	C

**Nota:** Las medias que no comparten letras son significativamente diferentes.

**Fuente:** Elaboración propia.

## DISCUSIÓN

El uso de materias primas locales para la alimentación del ganado reduce significativamente los costos de producción. Uno de los recursos más ampliamente distribuidos en las diferentes regiones del país es el nopal, el cual también muestra una capacidad de adaptación sobresaliente. Por lo anterior, algunos investigadores han realizado estudios específicos para su uso en alimentación animal. Por ejemplo, Castillo Hernández (2013) evaluó el uso de enzimas celulasa comerciales y extracto enzimático de celulasa en la alimentación de borregos criollos utilizando nopal (*Opuntia ficus indica*) como parte de la dieta. A pesar de no encontrar diferencias significativas en la variable de ganancia de peso, el extracto enzimático de celulasa demostró ser competitivo, pues ofrece una alternativa viable y más accesible económicamente en comparación con las enzimas producidas en laboratorios comerciales.

Uno de los retos a la hora de hacer uso del nopal en la alimentación animal es la temporalidad y su vida útil. Considerando estas premisas, Muciño Castillo (2014) evaluó la deshidratación del nopal como método de conservación y su utilización como forraje en la alimentación de borregos Rambouillet. Mediante este estudio se determinó que la inclusión de 50 % de harina de nopal en la dieta redujo la ganancia diaria de peso a 175 g/día, en comparación con las dietas



con 0 % y 25 % de harina de nopal (298 y 267 g/día, respectivamente). Con esta información identifiqué que la inclusión de hasta 25 % de harina de nopal en las dietas para engorda de borregos es una opción viable sin comprometer el rendimiento animal. Un estudio similar realizado por Aguilar Yáñez (2010) evaluó el efecto de la suplementación con nopal fresco y deshidratado en corderos machos de cruza comerciales, en el que resultó que la inclusión de nopal en la dieta de los corderos ofrece los mismos beneficios que una dieta convencional en términos de comportamiento productivo, pues se observó únicamente diferencia en la grasa dorsal.

Otra materia prima con gran potencial en la alimentación animal por sus características nutrimentales es el mezquite. En consideración de lo anterior, Fernández Marcial (2019) evaluó el costo y la viabilidad del uso de mezquite en la alimentación de ovinos de traspatio, centrándose en la recolección, secado y molienda de las vainas de mezquite. Especificó el costo en el mercado en \$5.00 a \$6.00 por kg. Esta estimación sugiere que el mezquite puede ser competitivo si lo comparamos con cereales o granos energéticos sobre todo en regiones secas y semisecas que no cuentan con infraestructura de riego. Un aporte interesante lo realizan Mejía-Haro *et al.*, (2023). El estudio se centra en la evaluación de los parámetros productivos en ovinos en engorda utilizando dietas con el 0, 15 y 30 % de vaina de mezquite molida. Los resultados mostraron que la ganancia de peso, el consumo de alimento y la conversión alimenticia fueron similares entre los tres tratamientos, lo cual demostró que el fruto de mezquite ofrece un contenido nutricional adecuado.

Estas materias primas se han estudiado comúnmente por separado, a excepción de Paula Huacho (2021), quien reporta que la dieta más efectiva fue una mezcla de ensilaje de maíz (75 %) y ensilaje de nopal y vaina de mezquite (25 %), más un concentrado que incluye grano de sorgo, pasta de soya, granos secos de destilería, sebo, minerales y urea, con un contenido de 20.0 % de proteína cruda, con el cual obtiene 1 kg de peso por cada 3.85 kg de alimento consumido, con una ganancia diaria de 250 gr. Esto concuerda con el presente estudio, donde se busca combinar las características del nopal y el mezquite en una dieta que cumpla con los requerimientos nutricionales y energéticos en ovinos, además de ser accesible y económica para los productores.

## CONCLUSIONES

La inclusión de materias primas locales y económicas como el nopal y el mezquite en la alimentación del ganado ovino puede resultar en una disminución significativa de los costos de alimentación. Al reemplazar ingredientes más

costosos se puede mejorar la eficiencia alimentaria y aumentar la productividad del rebaño, lo que a su vez mejora la rentabilidad y hace la ganadería más accesible para los productores de menor escala.

Además, el uso de estas materias primas locales promueve prácticas más sostenibles en la producción ganadera. Esto incluye disminuir la dependencia de recursos costosos y no locales, así como la reducción del desperdicio y la promoción de prácticas más respetuosas con el medio ambiente. La integración de nopal y mezquite no solo es económicamente beneficiosa, sino que también apoya la sostenibilidad del ecosistema.

## REFERENCIAS

- Aguilar Yáñez, M. I. (2010). *Respuesta productiva y calidad de la carne de corderos suplementados con nopal fresco y deshidratado* (Tesis de maestría en Ciencias). Institución de Enseñanza e investigación en Ciencias Agrícolas, Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, Estado de México. <http://hdl.handle.net/10521/255>
- Castillo Hernández, K. (2013). *Evaluación de la inclusión de nopal (opuntia ficus indica) en combinación de enzima celulasa sobre la respuesta productiva en ovinos* (Tesis de maestría en Ciencias en Zootecnia). Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo Coahuila, México. <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/6873/LOPEZ%20GUARIN%2C%20GUSTAVO%20%20TESIS.pdf?sequence=1>
- Comisión Nacional del Agua (Conagua, s.f.). Monitor de Sequía de México. Servicio Meteorológico Nacional. <https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/monitor-de-sequia/monitor-de-sequia-en-mexico>
- Fernández Marcial, S. J. (2019). *Análisis preferencial de vainas de mezquite (Prosopis laevigata) utilizadas para la alimentación de ovinos, en el Municipio de Tecamachalco, Puebla* (Tesis de ingeniería en Agronomía y Zootecnia). Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Tecamachalco, Puebla. <https://hdl.handle.net/20.500.12371/16877>
- Flores Hernández, A., Macías Rodríguez, F. J., Meza Herrera, C., García Herrera, G., Esquivel Arriaga, O., Ortiz Salazar, J. y Hernández Bautista, C. (2019). Fermentación semisólida del nopal (*Opuntiaspp*) para su uso como complemento proteico animal. *Revista De Geografía Agrícola*, (63), 87-100. <https://doi.org/10.5154/r.rga.2019.63.04>
- Franco-Guerra, F., Sánchez, R. M., Camacho, R. J., Hernández, H. J., Villareal EB, O., Rodríguez C, E. y Marcito A, O. (2014). Consumo de especies arbóreas y arbustivas y sus frutos y herbáceas por cabras en pastoreo trashumante en la Mixteca

- Oaxaqueña, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 17(2), 267-270. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=93931761014>
- Guevara Pérez, C. I. (2015). *Respuesta al estrés hídrico en algunas especies consideradas maderables del matorral espinoso tamaulipeco* (Tesis de maestría en Ciencias Forestales). Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey, México. <http://eprints.uanl.mx/id/eprint/13920>
- Hernández Sampieri, R. F., Fernández Collado, C. y Baptista Lucio, M. del P. (2014). *Metodología de la Investigación*, sexta edición. McGraw-Hill.
- Mejía-Haro, I., García-Sánchez, A. A., Martínez-Mireles, J. M., Aréchiga-Flores, C. F., Silva-Ramos, J. M. y Ramos-Dávila, M. (2023). Efecto de vaina de mezquite (*Prosopis laevigata*, Fabales: Fabaceae) sobre fermentación ruminal y parámetros productivos en ovinos en engorda. *Acta Agrícola y Pecuaria*, 9(1), e0091006. <https://doi.org/10.30973/aap/2023.9.0091006>
- Muciño Castillo, G. (2014). *Evaluación nutricional de harina de nopal en dietas para borregos* (Tesis de maestría en Ciencias). Institución de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas, Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, Estado de México. <http://hdl.handle.net/10521/2305>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (faostat) (2021). Cobertura de la tierra. pastizales. Consultado el 4 de junio de 2024 en <https://www.fao.org/faostat/es/#data/LC>
- Paula Huacho, G. M. (2021). *Las razas ovinas de carne alimentadas con dietas a base de nopal* (Tesis de ingeniería en Zootecnia). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador.