

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL**



**LA INCLUSIÓN DE ALFALFA (*Medicago sativa* L.) EN LA DIETA DE BORREGOS
CRIOLLOS EN ETAPA DE ENGORDA SOBRE LOS PARÁMETROS
PRODUCTIVOS**

Por

CITLALI TREJO LORENZO

TESIS

Presentada como requisito para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

Buenavista, Saltillo, Coahuila México

Junio 2026

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL

LA INCLUSIÓN DE ALFALFA (*Medicago sativa* L.) EN LA DIETA DE BORREGOS
CRIOLLOS EN ETAPA DE ENGORDA SOBRE LOS PARÁMETROS
PRODUCTIVOS

Por

CITLALI TREJO LORENZO

TESIS

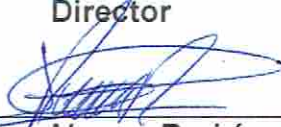
Que se somete a consideración del H. Jurado Examinador como Requisito
Parcial para Obtener el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA


Aprobado por:


Dr. Julio Cesar Espinoza Hernández

Director


Dr. Francisco Alonso Rodríguez Huerta

Asesor


M.C. Pedro Carrillo López
Coordinador de la División de Ciencia Animal
Buenavista, Saltillo, Coahuila, México


Dra. Azucena Vargas Valero

Director Externo


M.E. Laura Olivia Fuentes Lara




Junio 2026

DERECHO DE AUTOR Y DECLARACIÓN DE NO PLAGIO

Todo material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor de los Estados Unidos Mexicanos, y pertenece al autor principal quien es responsable directo y jura bajo protesta de decir verdad que no se incurrió en el plagio o conducta académica incorrecta en los siguientes aspectos: Reproducción de fragmentos o textos sin citar la fuente o autor original (corta y pega); reproducir un texto propio publicado anteriormente sin hacer referencia al documento original (auto plagio); por comprar, robar, pedir prestado los datos o las tesis para presentarla como propia; omitir referencias bibliográficas o citas textualmente sin usar comillas; utilizar ideas o razonamiento de un autor sin citar; utilizar material digital como imágenes, videos, ilustraciones, gráficas, mapas, o datos sin citar al autor original y/o fuente. Así mismo tengo conocimiento de que cualquier uso distinto de estos materiales como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor. Por lo anterior nos responsabilizamos de las consecuencias de cualquier tipo de plagio en caso de existir y declaramos que este trabajo no ha sido previamente presentado en ninguna otra institución educativa, organización, medio público o privado.

Atentamente

Alma Terra Mater



Citlali Trejo Lorenzo
Pasante

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Junio 2026

AGRADECIMIENTOS

A mi alma mater, la **Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro**, por abrirme sus puertas y brindarme la oportunidad de formarme como profesionalista. Agradezco los conocimientos, experiencias y valores adquiridos durante mi estancia en esta institución, los cuales han sido fundamentales para mi crecimiento académico y personal.

Al **Dr. Julio César Espinoza Hernández**, por su valiosa orientación, disposición y apoyo durante el desarrollo de esta investigación. Agradezco profundamente el tiempo dedicado a la revisión de este trabajo, sus enseñanzas y la confianza que depositó en mí. Su experiencia y asesoría fueron fundamentales para la culminación de esta etapa profesional.

A **mi familia**, por ser mi principal fuente de fortaleza e inspiración. Gracias por su amor, comprensión y apoyo incondicional a lo largo de mi formación académica. Sus palabras de aliento, confianza y sacrificios me motivaron a superar cada desafío y a perseverar hasta alcanzar esta meta. Este logro también les pertenece a ustedes.

A mis amigos **Yael, Lesly, Danna, Ángel y Ramses**, por acompañarme durante esta importante etapa de mi vida. Gracias por su amistad sincera, por compartir momentos de alegría, aprendizaje y esfuerzo, así como por brindarme su apoyo en los momentos más difíciles. Su compañía hizo que este camino fuera más enriquecedor y memorable.

Finalmente, agradezco a todas aquellas personas que de manera directa o indirecta contribuyeron a la realización de este trabajo y que me brindaron su apoyo, confianza y motivación para continuar avanzando hacia mis objetivos profesionales.

DEDICATORIA

Primeramente, dedico este logro a **Dios**, por permitirme llegar hasta este momento tan importante de mi vida. Gracias por darme la fortaleza, la sabiduría y la perseverancia necesarias para superar cada obstáculo que se presentó en el camino. Sin su guía y bendiciones, este sueño no habría sido posible.

A mi madre, **Maribel Trejo Lorenzo**, con todo mi amor y gratitud. Gracias por ser el ejemplo más grande de esfuerzo, dedicación y amor. Cada sacrificio que realizaste y cada palabra de aliento me permitieron seguir adelante y alcanzar esta meta. Todo lo que soy y todo lo que he logrado tiene una parte de ti. Este título también es tuyo, porque siempre estuviste a mi lado apoyándome y creyendo en mí.

A mi abuelito, **Gregorio Trejo Martínez**, por enseñarme desde pequeña el amor por la tierra, el campo y los animales. Gracias por tus consejos, tu apoyo incondicional y por transmitirme los valores que me llevaron a elegir y amar esta profesión. Tu ejemplo ha sido una inspiración constante en mi vida.

A mi pareja, **Agustín Esaú Trejo Trejo**, por acompañarme durante una de las etapas más importantes de mi vida. Gracias por tu amor, comprensión y apoyo incondicional, por motivarme a seguir adelante en los momentos difíciles y por compartir conmigo cada logro alcanzado. Tu confianza y compañía fueron fundamentales para que hoy pudiera cumplir esta meta.

A mi **bebé** quien llegó a mi vida para convertirse en una de mis mayores motivaciones. Tu existencia llenó mi corazón de amor, esperanza e ilusión, impulsándome a seguir adelante y a no rendirme ante las dificultades. Este logro también es para ti, porque fuiste la inspiración que me dio la fuerza necesaria para concluir esta importante etapa de mi vida y esforzarme cada día por construir un mejor futuro.

A todos ustedes, gracias por ser parte de mi historia, por acompañarme en cada paso y por hacer posible que hoy alcance una de las metas más importantes de mi vida. Con amor, orgullo y gratitud, les dedico este trabajo

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIA	ii
RESUMEN	v
ÍNDICE DE CUADROS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
1. INTRODUCCIÓN	1
2. JUSTIFICACIÓN	2
3. OBJETIVOS	3
3.1. Objetivo general	3
3.2. Objetivos específicos	3
4. HIPÓTESIS	3
5. REVISIÓN DE LITERATURA	4
5.1. Ovinocultura en México	4
5.2. Importancia de la ovinocultura en la zona norte	4
5.3. Distribución regional de la ovinocultura en México.....	4
5.3.1. Región Norte	5
5.3.2. Región Centro	5
5.3.3. Región Sur-Sureste	5
5.4. Razas ovinas de importancia productiva	5
5.5. Ovinos criollos	7
5.5.1. Características fenotípicas del ovino criollo.....	7
5.5.2. Parámetros productivos de los ovinos criollos.....	7
5.6. Sistemas de producción	8
5.6.1. Indicadores productivos de ovinos en engorda intensiva	9

5.7. Alimentación.....	10
5.8. Requerimientos nutricionales de los ovinos	11
5.8.1. Energía.....	12
5.8.2. Proteína.....	12
5.8.3. Minerales y vitaminas.....	13
5.9. Urea.....	14
5.10. Ingredientes empleados en la formulación de la dieta	15
5.11. Uso de la alfalfa en la alimentación de rumiantes	17
6. MATERIALES Y MÉTODOS.....	18
6.1. Descripción del área de estudio	18
6.2. Manejo de los animales y alimentación.....	18
6.3. Variables evaluadas	19
6.3.1. Consumo voluntario de alimento (CV).....	19
6.3.2. Ganancia diaria de peso (GDP)	20
6.3.3. Ganancia total de peso (GTP).....	20
6.3.4. Índice de conversión alimenticia (CA)	20
6.4. Diseño experimental y análisis estadístico	20
7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	21
7.1. Peso inicial y peso final de los corderos.....	21
7.2. Ganancia diaria de peso.....	22
7.3. Consumo voluntario de alimento	24
7.4. Conversión alimenticia	25
7.5. Análisis comparativo del peso vivo al inicio y al término de la engorda	27
8. CONCLUSIONES	28
9. LITERATURA CITADA	29

RESUMEN

La alimentación constituye uno de los factores más importantes para el éxito de los sistemas de producción ovina, debido a su influencia directa sobre el crecimiento, la eficiencia alimenticia y la rentabilidad de las explotaciones. El presente estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto de dos niveles de inclusión de alfalfa (*Medicago sativa* L.) en la dieta sobre el comportamiento productivo de borregos criollos durante la etapa de engorda. La investigación se realizó en la Unidad Metabólica del Departamento de Nutrición Animal de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, utilizando ocho corderos machos criollos con aproximadamente tres meses de edad, distribuidos aleatoriamente en dos tratamientos. El tratamiento (T1) estuvo compuesto por una dieta con 20 % de alfalfa y 80 % de concentrado, mientras que el tratamiento (T2) incluyó 50 % de alfalfa y 50 % de concentrado. Se evaluaron variables productivas como peso inicial y final, ganancia diaria de peso, consumo voluntario de alimento y conversión alimenticia. Los resultados mostraron que no existieron diferencias estadísticas significativas ($P > 0.05$) entre tratamientos para ninguna de las variables analizadas. Los pesos finales alcanzaron 28.862 y 29.150 kg para T1 y T2, respectivamente, mientras que la ganancia diaria de peso fue de 288 y 214 $\text{g}^{-1} \text{a}^{-1} \text{d}^{-1}$. El consumo de materia seca fue similar entre tratamientos, con valores cercanos a 1.06 $\text{kg}^{-1} \text{a}^{-1} \text{d}^{-1}$, y la conversión alimenticia presentó promedios de 3.77 kg de alimento por kilogramo de ganancia de peso. Se concluye que la inclusión de alfalfa hasta un 50 % en la dieta de borregos criollos en engorda mantiene parámetros productivos comparables a los obtenidos con niveles menores de este forraje, representando una alternativa viable para la alimentación de ovinos bajo condiciones de confinamiento.

Palabras clave: ovinos criollos, alfalfa, engorda, ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia.

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Características productivas de las razas ovinas	6
Cuadro 2. Los sistemas de producción ovina en México.....	8
Cuadro 3. Requerimientos nutricionales diarios en ovinos en crecimiento.....	11
Cuadro 4. Requerimientos energéticos de ovinos en crecimiento.....	12
Cuadro 5. Efecto de la madurez sobre el valor nutricional de la alfalfa henificada...	16
Cuadro 6. Peso inicial y final de los borregos del experimento	21
Cuadro 7. Ganancia diaria de peso de los borregos del experimento	23
Cuadro 8. Consumo promedio de alimento (M.S.) (kg-1 a-1 d-1).....	24
Cuadro 9. Índice de conversión alimenticia	26

ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 1. Análisis comparativo del peso inicial y peso final	27
--	----

1. INTRODUCCIÓN

En México, la ovinocultura representa una actividad importante dentro del sector pecuario, contando con un inventario aproximado de 8,766,678 cabezas de ovinos (SIAP, 2021). Estos animales se distribuyen en cerca de 50,000 unidades de producción, aunque solamente una parte de ellas obtiene ingresos económicos constantes derivados de esta actividad. La mayor demanda de carne ovina se concentra en las regiones templadas del centro del país, donde se consume alrededor del 85 % de la producción nacional (Díaz-Sánchez *et al.*, 2018).

La rentabilidad de los sistemas de producción ovina depende de diversos factores productivos y reproductivos, entre los que destacan el número de corderos nacidos vivos por parto y la mortalidad neonatal, variables que influyen directamente en la viabilidad económica de las explotaciones. La producción de carne para consumo humano constituye el principal objetivo de la crianza de ovinos; sin embargo, el consumo de este producto varía entre regiones debido a factores culturales, preferencias del consumidor y a la organización de la cadena productiva, además de las características de la canal demandadas por el mercado (SADER, 2023).

Dentro de los sistemas de producción, la engorda de corderos en corral se utiliza con la finalidad de mejorar la calidad de la carne y obtener mejores conversiones alimenticias durante la etapa de finalización. En este sentido, los sistemas intensivos de confinamiento basados en dietas con altos niveles de proteína y energía permiten reducir el tiempo de permanencia de los animales en estabulación, favoreciendo que alcancen el peso adecuado para sacrificio y disminuyendo al mismo tiempo los riesgos sanitarios (Kawas, 2008).

2. JUSTIFICACIÓN

La ovinocultura representa una actividad pecuaria de gran importancia económica y social en México, especialmente en las zonas rurales, donde constituye una fuente de ingresos y alimento para pequeños productores. Dentro de este sector, la engorda de ovinos criollos ha adquirido relevancia debido a su capacidad de adaptación a diferentes condiciones ambientales, resistencia a enfermedades y aprovechamiento eficiente de recursos alimenticios disponibles en cada región.

Sin embargo, uno de los principales factores que limitan la productividad en los sistemas de producción ovina es la alimentación, particularmente el balance adecuado entre forraje y concentrado en las dietas de engorda. Una nutrición deficiente o desequilibrada puede ocasionar bajas ganancias de peso, mayor tiempo de finalización y disminución en la calidad de la canal, afectando directamente la rentabilidad del productor.

Por ello, resulta necesario evaluar alternativas alimenticias que permitan mejorar el desempeño productivo de los ovinos mediante dietas balanceadas que cubran sus requerimientos nutricionales. El estudio de la relación forraje-concentrado permitirá identificar estrategias de alimentación más eficientes, económicas y adaptadas a las condiciones de producción locales.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo general

Evaluar el efecto de dos niveles de inclusión de *Medicago sativa* L. (20 % y 50 %) en la dieta sobre el comportamiento productivo de borregos criollos durante la etapa de engorda.

3.2. Objetivos específicos

Determinar el efecto del nivel de inclusión de *Medicago sativa* L. sobre la ganancia de peso en borregos criollos en etapa de engorda.

Determinar el efecto del nivel de inclusión de *Medicago sativa* L. sobre el consumo voluntario en borregos criollos en etapa de engorda.

Determinar el efecto del nivel de inclusión de *Medicago sativa* L. sobre la conversión alimenticia en borregos criollos en etapa de engorda.

4. HIPÓTESIS

La inclusión de *Medicago sativa* L. al 20 % y 50 % en la dieta no afectará significativamente los parámetros productivos de los borregos criollos durante la etapa de engorda.

5. REVISIÓN DE LITERATURA

5.1. Ovinocultura en México

En México, la cría de ovinos es una actividad clave en el sector agropecuario debido a su papel en la generación de ingresos y el sustento de alrededor de 50,000 productores. Esto la convierte en una opción significativa para combatir la pobreza en las áreas rurales. El país posee un inventario cercano a 8.7 millones de ovejas, que dan lugar a una producción anual de carne que alcanzó las 68,451 toneladas en 2023. La producción está predominantemente localizada en la región central del país, destacando los estados de México, Hidalgo, San Luis Potosí, Puebla y Veracruz. (SIAP, 2021).

La distribución de la población ovina en México muestra que el 55 % se concentra en la región centro, seguido por un 23 % en la zona norte-centro, un 16 % en el sureste y apenas un 6 % en otras regiones del país; en la mayoría de estos sistemas productivos, el principal objetivo zootécnico es la obtención de carne (Herrera *et al.*, 2019).

5.2. Importancia de la ovinocultura en la zona norte

En el norte de México, la ovinocultura se perfila como una actividad pecuaria con amplias posibilidades de desarrollo, especialmente en regiones áridas y semiáridas donde otras opciones productivas son limitadas. Aunque la mayor parte de la producción ovina del país se concentra en la zona centro, en el norte se han impulsado sistemas orientados a la tecnificación y al uso de razas especializadas tanto para lana como para carne, lo que la convierte en una opción rentable para la finalización productiva de ovinos en sistemas de engorda (Cavallotti *et al.*, 2014).

5.3. Distribución regional de la ovinocultura en México

En México, la ovinocultura presenta diferencias marcadas según la región, determinadas por el clima, los recursos disponibles y los sistemas de manejo.

5.3.1. Región Norte

En el norte de México, la producción ovina se orienta principalmente a razas de lana como Rambouillet, Suffolk y Corriedale, así como a razas de pelo con aptitud cárnica como Dorper y Katahdin. Los sistemas de producción suelen ser más tecnificados y se desarrollan en grandes extensiones de terreno bajo esquemas de pastoreo (Cavallotti *et al.*, 2014).

5.3.2. Región Centro

En la zona centro predomina el uso de animales cruzados con razas como Suffolk y Hampshire, además de ovinos de pelo. La producción se lleva a cabo principalmente en áreas con limitaciones, como zonas marginadas, agostaderos de regiones áridas o semiáridas y terrenos agrícolas, donde se aprovechan los residuos de cosecha (Cavallotti *et al.*, 2014).

5.3.3. Región Sur-Sureste

En el sur y sureste del país, caracterizados por un clima tropical, se emplean principalmente razas de pelo como Pelibuey y Blackbelly, además de algunas razas especializadas en carne como Dorper. La crianza se realiza en su mayoría bajo sistemas extensivos de pastoreo (Cavallotti *et al.*, 2014).

5.4. Razas ovinas de importancia productiva

En México, la producción ovina destinada a la obtención de carne se sustenta principalmente en poblaciones de ovinos criollos, las cuales se caracterizan por su capacidad de adaptación a diversas condiciones climáticas y sistemas de manejo. No obstante, con el objetivo de incrementar la productividad y mejorar las características

de la canal, se han incorporado razas especializadas como Suffolk, Pelibuey, Dorper y Katahdin en los sistemas de producción nacionales. Estas razas destacan por presentar mayores tasas de crecimiento, mejores ganancias de peso y una mayor eficiencia en la conversión alimenticia en comparación con los ovinos criollos. Además, su utilización en programas de cruzamiento ha permitido aprovechar el vigor híbrido, contribuyendo al mejoramiento de parámetros productivos y reproductivos de los rebaños. Como resultado, dichas razas desempeñan un papel importante en el fortalecimiento de la ovinocultura mexicana, favoreciendo una mayor producción de carne y una mejor calidad del producto final para satisfacer la demanda del mercado (SIAP, 2021).

Cuadro 1. Características productivas de las razas ovinas

Raza	Peso al nacimiento (kg)	Ganancia de peso ($\text{g}^{-1} \text{a}^{-1} \text{d}^{-1}$)	Peso adulto hembras (kg)	Peso adulto machos (kg)	Características destacadas
Suffolk	4.0 – 4.5	220 – 240 g/día	70 – 90	100 – 160	Rápido crecimiento y potencial para producción de carne.
Pelibuey	2.5 – 3.5	150 – 160 g/día	50 – 70	80 – 100	Adaptación a climas cálidos y buena rusticidad.
Dorper	3.5 – 5.0	240 – 280 g/día	60 – 90	90 – 120	Excelente aptitud cárnica y rendimiento en canal (50 %).
Katahdin	3.0 – 4.0	270 ± 1.03 g/día	60 – 80	80 – 140	Buena conversión alimenticia y rápido crecimiento.

Aguilar *et al.*, (2017), Cloete *et al.*, (2000)

5.5. Ovinos criollos

En América Latina, los ovinos de lana y de pelo tienen su origen en animales introducidos durante el periodo de colonización, los cuales fueron reproducidos durante siglos sin un control genético definido. Este manejo dio lugar a un prolongado proceso de cruzamientos, del que surgieron poblaciones diversas adaptadas a distintos ambientes y condiciones regionales. A estos animales se les conoce actualmente como ovinos criollos (Cardona *et al.*, 2020).

5.5.1. Características fenotípicas del ovino criollo

Estos animales presentan un tamaño que va de pequeño a mediano, con una estructura corporal compacta y bien proporcionada (Herrera Haro *et al.*, 2019). El tipo de cubierta corporal es variable, pudiendo observarse individuos con lana, pelo o combinaciones de ambos, así como una amplia diversidad de coloraciones que incluyen tonos blancos, negros, cafés y patrones mixtos (Cruz López *et al.*, 2025).

En relación con su conformación, la cabeza suele ser de perfil recto o ligeramente convexo, acompañada de orejas de tamaño medio; además, en algunos ejemplares, principalmente machos, puede presentarse la presencia de cuernos. Este conjunto de características morfológicas está estrechamente ligado a su rusticidad y a su capacidad para desenvolverse en condiciones ambientales limitantes (Ormachea *et al.*, 2020).

5.5.2. Parámetros productivos de los ovinos criollos

Los ovinos criollos se caracterizan por su capacidad de adaptación a diferentes condiciones ambientales y sistemas de producción. El peso al nacimiento generalmente varía entre 2.5 y 4.0 kg, mientras que el peso al destete a los 60-90 días oscila entre 12 y 20 kg, dependiendo de factores como la alimentación y el manejo de los animales (Pérez, 2011).

En la etapa de crecimiento, la ganancia diaria de peso suele encontrarse entre 80 y 180 g/día; sin embargo, bajo sistemas intensivos de alimentación puede alcanzar valores de 150 a 250 g⁻¹ a⁻¹ d⁻¹ (Partida *et al.*, 2013). Asimismo, los ovinos criollos alcanzan pesos de sacrificio de 30 a 45 kg y presentan rendimientos de canal de entre 42 y 50 %, indicadores que reflejan su potencial para la producción de carne (Partida *et al.*, 2013).

5.6. Sistemas de producción

La producción se considera un conjunto estructurado de prácticas y estrategias de manejo, cuyo propósito es obtener la mayor cantidad de bienes útiles para el ser humano, procurando al mismo tiempo eficiencia en costos, calidad en los productos y condiciones adecuadas para el bienestar animal (Pliego, 2015).

Dentro de este enfoque, los sistemas de producción ovina hacen referencia a las prácticas mediante las cuales se maneja la especie *Ovis aries* para generar productos de interés, principalmente carne, leche y lana. Tanto el tipo de producto obtenido como la manera en que se produce están determinados por las características y el nivel de manejo propio de cada sistema productivo (De Lucas *et al.*, 2003; Vázquez *et al.*, 2009).

Cuadro 2. Los sistemas de producción ovina en México.

Parámetros	Sistema intensivo	Sistema extensivo	Sistema semi-intensivo
Objetivo principal	Alta eficiencia	Producción local	Carne o pie de cría.
Instalaciones	Confinamiento total.	Pastoreo continuo.	Pastoreo en campo y encierro estacional en corral.
Alimentación	Dietas formuladas (granos y forrajes).	Pastizales naturales y nativos.	Pastoreo base, suplementado con granos y esquilmos.

Inversión y costos	Alta inversión de capital y altos costos de producción.	Baja inversión, mínimo uso de insumos comerciales.	Inversión y uso de tecnología moderados.
Manejo y tecnología	Alto nivel de tecnificación y administrativo.	Mínima supervisión y sanidad.	Manejo controlado en superficies más reducidas.

Macedo & Castellanos (2004), Vázquez *et al.*, (2018).

5.6.1. Indicadores productivos de ovinos en engorda intensiva

En los sistemas intensivos de producción ovina, los corderos presentan ganancias diarias de peso que oscilan entre 200 y 350 g⁻¹ a⁻¹ d⁻¹, dependiendo de factores como la genética, la alimentación y el manejo. Asimismo, la conversión alimenticia suele variar entre 3.5 y 5.0 kg de materia seca por kilogramo de peso ganado, lo que favorece una mayor eficiencia productiva (Macedo & Castellanos, 2004; Mendoza-Martínez *et al.*, 2007).

Los animales alcanzan pesos de sacrificio de 35 a 45 kg en periodos aproximados de 90 a 150 días de engorda. Además, el rendimiento en canal se sitúa generalmente entre 48 y 55 %, valores que reflejan el potencial de los sistemas intensivos para la producción de carne ovina (Nuncio *et al.*, 2001).

Estos indicadores muestran que la alimentación balanceada y el manejo bajo confinamiento permiten obtener mayores tasas de crecimiento y mejores rendimientos productivos en comparación con sistemas de menor intensidad tecnológica (Partida *et al.*, 2013).

5.7. Alimentación

La nutrición representa uno de los aspectos más importantes tanto desde el punto de vista económico como productivo, ya que representa el principal costo operativo después de la adquisición de los corderos. Además, el manejo nutricional influye directamente sobre parámetros como la ganancia diaria de peso, la conversión alimenticia y el desempeño productivo de los animales en corral, por lo que la formulación de dietas debe considerar aspectos relacionados con el tipo de alimento, su calidad nutricional y el costo de los insumos utilizados (Márquez, 1998). La nutrición de los ovinos destinados al abasto debe diseñarse de acuerdo con los requerimientos nutricionales de los animales y las condiciones ambientales de la región. Asimismo, las dietas deben ajustarse a la disponibilidad, calidad y precio de los ingredientes presentes en cada zona de producción, buscando mantener la viabilidad técnica y económica del sistema. Debido a que los ovinos son animales rumiantes, la base de la alimentación debe estar constituida principalmente por forrajes de buena calidad, como henos de gramíneas o leguminosas, ensilados y pasturas, los cuales aportan fibra efectiva necesaria para el adecuado funcionamiento ruminal. No obstante, para cubrir los requerimientos energéticos y proteicos durante la fase de finalización, es común complementar la dieta con alimentos concentrados formulados a base de granos, minerales y fuentes proteicas, entre las que destaca la pasta de soya por su elevado contenido de proteína digestible (Domínguez, 1994).

Por otra parte, el manejo alimenticio dentro del corral es determinante para mantener la estabilidad digestiva y maximizar la eficiencia de utilización del alimento. Factores como la presentación física de la ración, el procesamiento de granos y forrajes, el tamaño de partícula, la frecuencia de suministro y la uniformidad del mezclado pueden modificar el comportamiento de consumo y el rendimiento animal. Asimismo, es indispensable garantizar acceso continuo al agua y alimento, evitar cambios bruscos en la dieta, reducir la selección de ingredientes por parte de los animales y proporcionar suficiente espacio lineal de comedero, con el fin de disminuir competencia y prevenir alteraciones metabólicas (Sánchez. 2005; Rebollar *et al.*, 2011).

5.8. Requerimientos nutricionales de los ovinos

El aporte correcto de nutrientes resulta esencial para mantener la salud, productividad y eficiencia reproductiva de los ovinos. Al igual que otras especies de interés pecuario, estos animales requieren cubrir diariamente sus necesidades de energía, proteína, agua, minerales y vitaminas, ya que un desequilibrio o deficiencia nutricional puede afectar de manera negativa el crecimiento, la producción y el desempeño reproductivo del rebaño (NRC, 2007).

Las necesidades nutricionales de los ovinos no son constantes, debido a que dependen de diversos factores relacionados con el sistema de producción, la etapa fisiológica y el objetivo zootécnico para el cual se destinen los animales. Por ello, los requerimientos pueden variar entre animales en crecimiento, hembras gestantes o lactantes, sementales y ovinos destinados a producción de carne, leche o reproducción (Nieto *et al.*, 2010).

Cuadro 3. Requerimientos nutricionales diarios en ovinos en crecimiento.

Peso vivo (kg)	Ganancia diaria de peso (g/día)	Consumo de MS (kg)	Peso vivo (%)	Proteína total (g/día)	Energía		Ca (g/día)	P (g/día)	Vit. A (UI)	Vit. E (UI)
					TDN (kg)	EM (Mcal/día)				
Corderos terminados en 4 a 7 meses de edad										
30	295	1.3	4.3	191	0.94	3.4	6.6	3.2	1410	20
40	275	1.6	4.0	185	1.22	4.4	6.6	3.2	1880	24
50	205	1.6	3.2	160	1.23	4.4	5.6	3.2	2350	24

(NRC. 2007).

La eficiencia de un corral de engorda depende en gran medida de un adecuado manejo nutricional, donde es indispensable equilibrar componentes como la energía, proteína, fibra, vitaminas y minerales dentro de la dieta (Ramírez, 2000). Los animales utilizan inicialmente los nutrientes consumidos para cubrir sus necesidades de mantenimiento; posteriormente, los nutrientes restantes se destinan a las funciones productivas, como el crecimiento y la ganancia de peso (Durán *et al.*, 2008). Asimismo, comprender de manera precisa los requerimientos nutricionales durante la etapa de engorda resulta

fundamental para mejorar el desempeño productivo y favorecer la rentabilidad del sistema (Ma *et al.*, 2015).

5.8.1. Energía

La energía es un nutriente esencial para el mantenimiento, crecimiento, reproducción y producción de los ovinos (Domínguez, 2002). Su aporte proviene principalmente de los carbohidratos y grasas contenidos en los alimentos, y una vez cubiertas las necesidades básicas del organismo, puede destinarse a procesos productivos como la ganancia de peso y la producción de leche (Church & Pond, 2002). Los forrajes de buena calidad y los granos de cereales constituyen las principales fuentes energéticas en la alimentación ovina (Church, 1984).

Cuadro 4. Requerimientos energéticos de ovinos en crecimiento

Peso vivo (kg)	Ganancia diaria de peso (g/día)	Energía metabolizable (Mcal/día)
20	100	1.70
20	200	2.10
30	100	2.20
30	200	2.70
40	100	2.60
40	200	3.20
50	100	3.00
50	200	3.70

(NRC. 2007)

5.8.2. Proteína

La proteína es indispensable para la formación de tejido muscular y el adecuado desempeño productivo de los ovinos (Giménez, 1994). Los requerimientos en animales adultos destinados al mantenimiento se sitúan entre 7 y 10 % de la dieta (Blethen *et al.*, 1990). Además, los microorganismos ruminales pueden transformar nitrógeno no

proteico en proteína microbiana utilizable, por lo que la calidad y degradabilidad de la proteína son factores importantes en la formulación de dietas (INATEC, 2016; Kawas, 2008).

5.8.3. Minerales y vitaminas

Los minerales y las vitaminas son nutrientes esenciales para el adecuado funcionamiento fisiológico y metabólico de los ovinos. Ambos participan en procesos fundamentales relacionados con el crecimiento, la reproducción, la respuesta inmunitaria y el mantenimiento de la salud animal (Costa *et al.*, 2015).

Una deficiencia de estos nutrientes puede afectar negativamente el desempeño productivo, reduciendo la eficiencia de crecimiento y aumentando la susceptibilidad a enfermedades (Durán *et al.*, 2008).

Los minerales se encuentran involucrados en diversas funciones estructurales y regulatorias del organismo. De acuerdo con sus requerimientos, se clasifican en macrominerales, como calcio, fósforo, sodio y magnesio, y microminerales, entre los que destacan zinc, cobre, hierro y selenio (Reyes y Mendieta, 2005; Bowman *et al.*, 2011). Estos elementos participan en la formación de huesos y tejidos, el equilibrio osmótico, la actividad enzimática y numerosos procesos metabólicos indispensables para el desarrollo de los animales (Huerta, 2010).

Por su parte, las vitaminas son compuestos orgánicos requeridos en pequeñas cantidades, pero indispensables para el metabolismo normal del organismo (Durán *et al.*, 2008). Se clasifican en liposolubles (A, D, E y K) e hidrosolubles (complejo B y vitamina C) y desempeñan funciones relacionadas con el crecimiento, la reproducción, el desarrollo óseo y la conservación de los tejidos corporales (NRC, 1985). Además, contribuyen al mantenimiento de la visión, la integridad de las membranas celulares y el correcto funcionamiento del sistema inmunológico (Costa *et al.*, 2015).

En conjunto, minerales y vitaminas constituyen componentes esenciales de la dieta de los ovinos, ya que favorecen el desarrollo adecuado de los animales y contribuyen a mejorar su productividad y estado sanitario (Durán *et al.*, 2008).

5.9 Urea

El aumento continuo en el costo de los granos y de las pastas de oleaginosas ha favorecido el uso de alternativas más económicas en la alimentación de rumiantes, como la urea, considerada una fuente de Nitrógeno No Proteico (NNP). Su utilización permite aportar nitrógeno a los microorganismos del rumen para la síntesis de proteína microbiana, especialmente cuando la dieta contiene carbohidratos de rápida fermentación, los cuales mejoran el aprovechamiento del amoníaco liberado (Satter y Roffler, 1975).

Sin embargo, debido a su alta solubilidad, la urea se hidroliza rápidamente en el rumen, provocando una liberación acelerada de amoníaco (Forero, 1980). Cuando este compuesto se produce en exceso, el hígado puede no ser capaz de transformarlo nuevamente en urea, ocasionando acumulación de amoníaco en sangre, alcalosis ruminal y posibles cuadros de toxicidad aguda (Satter & Slyter, 1974). Por ello, es importante realizar una adaptación gradual de los animales para favorecer el aprovechamiento del nitrógeno y reducir riesgos (Niazifar *et al.*, 2024).

Aunque las fuentes de NNP son ampliamente utilizadas para cubrir los requerimientos de nitrógeno ruminal, su uso excesivo puede disminuir el consumo voluntario de alimento y provocar daños graves o incluso la muerte del animal (Church, 1974). Asimismo, el riesgo de intoxicación aumenta cuando las dietas contienen bajas cantidades de carbohidratos fermentables, especialmente en animales no adaptados. Se ha observado que cantidades de 0.3 g/kg de peso vivo pueden causar síntomas de toxicidad en estas condiciones, mientras que niveles de 1 a 2 g/kg de peso vivo pueden ser tolerados cuando existe una adecuada adaptación y suficiente aporte energético en la ración (Church, 1974).

5.10. Ingredientes empleados en la formulación de la dieta

La formulación de dietas para ovinos requiere la selección de ingredientes que aporten energía, proteína, fibra, minerales y vitaminas en cantidades suficientes para cubrir los requerimientos nutricionales de los animales. Entre los ingredientes comúnmente utilizados se encuentran la pasta de soya, los cereales energéticos como maíz y sorgo, el salvado de trigo y la alfalfa, los cuales contribuyen de manera complementaria al balance nutricional de la ración (Sauvant *et al.*, 2004).

La pasta de soya es una de las principales fuentes proteicas empleadas en alimentación animal debido a su alta concentración de proteína y a la excelente calidad de sus aminoácidos. Destaca por su contenido de lisina, treonina, triptófano e isoleucina, nutrientes que suelen encontrarse en cantidades limitadas en los cereales. Además, presenta una elevada digestibilidad y un bajo contenido de fibra, características que favorecen una eficiente utilización de la proteína por parte de los animales (McDonald *et al.*, 2002).

Por otra parte, el maíz constituye una de las fuentes energéticas más importantes en las dietas pecuarias debido a su elevado contenido de almidón y a su baja concentración de fibra. Este cereal proporciona una importante cantidad de energía metabolizable, indispensable para sostener los procesos de crecimiento y producción. Sin embargo, sus proteínas presentan deficiencias de algunos aminoácidos esenciales, particularmente lisina y triptófano, por lo que frecuentemente requiere complementarse con ingredientes proteicos de mayor calidad nutricional (McDonald *et al.*, 2002; Sauvant *et al.*, 2004).

De manera similar, el sorgo es un cereal ampliamente utilizado como fuente de energía en la alimentación de rumiantes. Su composición nutricional guarda semejanza con la del maíz, destacando por su alto contenido de almidón y niveles moderados de proteína. No obstante, presenta bajas concentraciones de ciertos aminoácidos esenciales y una proporción considerable de fósforo ligado a fitatos, lo que puede reducir la disponibilidad de este mineral para los animales. A pesar de ello, representa

una alternativa eficiente y de amplia disponibilidad para la formulación de dietas (Sauvant *et al.*, 2004).

El salvado de trigo es un subproducto de la industria molinera que aporta cantidades apreciables de proteína, fibra y minerales. Debido a que concentra las capas externas del grano, contiene niveles superiores de fósforo, calcio y lípidos en comparación con el trigo entero. Su contenido de fibra favorece el funcionamiento adecuado del aparato digestivo de los rumiantes, mientras que el almidón residual contribuye al aporte energético de la dieta (Heuzé *et al.*, 2020).

La alfalfa (*Medicago sativa*) es considerada uno de los forrajes de mayor valor nutritivo para la alimentación de rumiantes. Su importancia radica en su elevada producción de materia seca y en su aporte de proteína de alta calidad, energía digestible, minerales y vitaminas. Además, proporciona cantidades significativas de calcio, magnesio, potasio y betacaroteno, compuesto precursor de la vitamina A, el cual participa en funciones relacionadas con el crecimiento, la reproducción y la salud general de los animales. Gracias a estas características, la alfalfa constituye un ingrediente fundamental en programas de alimentación destinados a mejorar el desempeño productivo y el estado nutricional del ganado (Sanderson, 1992; Mauriès, 2003; Frame, 2005; Chew, 1993).

Cuadro 5. Efecto de la madurez sobre el valor nutricional de la alfalfa henificada

Nutriente	Estado de botón	Floración inicial	Floración completa
Proteína, % MS	20.8	17.3	17.0
FND, % MS	41.0	40.4	41.3
FAD, % MS	32.3	31.6	31.5
Lignina, % MS	6.3	6.9	7.3
Digestibilidad de la FND 24 h, % FND	44.0	37.8	34.0
Digestibilidad de la FND 240 h, % FND	62.2	57.5	55.7

(Palmonari *et al.* 2014)

5.11. Uso de la alfalfa en la alimentación de rumiantes

La alfalfa (*Medicago sativa* L.) es uno de los forrajes de mayor importancia en la alimentación de los rumiantes debido a su elevado valor nutritivo y a su capacidad para aportar nutrientes esenciales para el crecimiento y la producción animal. Su composición se caracteriza por contener niveles importantes de proteína, fibra de buena calidad, minerales y vitaminas, elementos que contribuyen al adecuado funcionamiento del sistema digestivo y al mantenimiento del estado nutricional de bovinos, ovinos y caprinos en diferentes etapas productivas (Meyer & Goes, 1988).

Entre las principales ventajas de este forraje destaca su alta digestibilidad y su buena aceptación por parte de los animales, factores que favorecen un mayor consumo voluntario de materia seca y un mejor aprovechamiento de los nutrientes contenidos en la dieta. Estas características permiten que la alfalfa sea utilizada como complemento de otras fuentes alimenticias, contribuyendo a incrementar la eficiencia de los sistemas de producción pecuaria (Van Soest, 1994; NRC, 2007).

En los sistemas de engorda de ovinos, la alfalfa constituye una alternativa forrajera de gran interés debido a su aporte de proteína y compuestos altamente digestibles, los cuales favorecen el desarrollo corporal y el desempeño productivo de los animales durante las etapas de crecimiento y finalización. Su inclusión en las dietas puede contribuir a mejorar parámetros como la ganancia diaria de peso y la eficiencia alimenticia, especialmente cuando se combina con ingredientes concentrados que permiten cubrir de manera equilibrada los requerimientos nutricionales de los corderos (Partida *et al.*, 2013; Mendoza-Martínez *et al.*, 2007).

6. MATERIALES Y MÉTODOS

6.1. Descripción del área de estudio

La investigación se desarrolló en la Unidad Metabólica perteneciente al Departamento de Nutrición Animal de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, localizada en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. El sitio experimental se encuentra a una altitud de 1,742 metros sobre el nivel del mar y está ubicado geográficamente en las coordenadas 25°22' de latitud norte y 101°22' de longitud oeste.

6.2. Manejo de los animales y alimentación

Para el desarrollo del experimento se emplearon ocho corderos machos criollos de aproximadamente tres meses de edad. Los animales fueron asignados al azar a dos tratamientos alimenticios, conformados por cuatro unidades experimentales cada uno. Al inicio del periodo experimental, los animales asignados a los tratamientos presentaron pesos vivos promedio de 20.775 ± 3.2 kg y 23.150 ± 2.8 kg, respectivamente, lo que indica una variabilidad moderada entre los individuos evaluados dentro de cada grupo. Antes de iniciar la toma de datos se consideró un periodo de adaptación de 14 días, seguido de una etapa de evaluación con duración de cinco semanas.

Los tratamientos consistieron en la utilización de dietas con diferentes proporciones de concentrado y heno de alfalfa. El tratamiento T1 incluyó 80 % de concentrado y 20 % de alfalfa, mientras que el tratamiento T2 estuvo integrado por 50 % de concentrado y 50 % de alfalfa.

Los corderos permanecieron alojados individualmente en jaulas metabólicas equipadas con comederos y bebederos. El alimento se suministró diariamente en dos porciones, una por la mañana y otra por la tarde, mientras que el agua estuvo disponible de forma permanente.

Las dietas experimentales fueron formuladas para proporcionar aproximadamente 20

% de proteína cruda y una concentración energética de 11.48 MJ de energía metabolizable por kilogramo de materia seca.

Para la evaluación de los tratamientos se formularon dos dietas con niveles diferentes de inclusión de alfalfa. El tratamiento T1 estuvo constituido por 20 % de maíz, 20 % de sorgo, 21 % de salvado de trigo, 18 % de pasta de soya, 20 % de heno de alfalfa y 1 % de una mezcla de urea y sales minerales.

Por otra parte, el tratamiento T2 incluyó 14 % de maíz, 14 % de sorgo, 10 % de salvado de trigo, 13 % de pasta de soya, 50 % de heno de alfalfa y 1 % de una mezcla de urea y sales minerales.

Las dietas fueron suministradas diariamente en una cantidad equivalente al 5 % del peso vivo de cada cordero, expresado en materia seca. Antes de su distribución, el heno de alfalfa fue sometido a un proceso de molienda y posteriormente incorporado al resto de los ingredientes para obtener una mezcla homogénea que favoreciera el consumo uniforme de los nutrientes durante el periodo experimental.

6.3. Variables evaluadas

Se analizaron los siguientes parámetros productivos: consumo voluntario de alimento ($\text{kg}^{-1} \text{a}^{-1} \text{d}^{-1}$), ganancia diaria de peso ($\text{g}^{-1} \text{a}^{-1} \text{d}^{-1}$), ganancia total de peso ($\text{kg}^{-1} \text{a}^{-1}$) e índice de conversión alimenticia, expresado como la cantidad de alimento consumido por kilogramo de peso vivo ganado.

6.3.1. Consumo voluntario de alimento (CV)

El consumo voluntario se estimó diariamente mediante la diferencia entre la cantidad de alimento suministrada y la cantidad rechazada por cada animal durante un periodo de 24 horas. La oferta de alimento correspondió a los niveles establecidos para cada tratamiento experimental.

6.3.2. Ganancia diaria de peso (GDP)

Para determinar la ganancia diaria de peso, los animales fueron pesados al inicio del experimento y posteriormente cada siete días (inicial, 7, 14, 21, 28 y 35). Los pesajes se realizaron después de un ayuno previo de 15 horas y antes de proporcionar el alimento. Se empleó una báscula digital con una precisión de 5 g para registrar el peso corporal.

6.3.3. Ganancia total de peso (GTP)

La ganancia total de peso se calculó restando el peso vivo inicial al peso vivo final de cada animal, de acuerdo con la siguiente expresión:

Ganancia total de peso = Peso vivo final – Peso vivo inicial

Los animales fueron evaluados individualmente cada siete días. Las mediciones se efectuaron a las 8:00 a.m., antes de la distribución del alimento, utilizando una báscula digital con capacidad de registrar variaciones de hasta 5 g.

6.3.4. Índice de conversión alimenticia (CA)

La conversión alimenticia se calculó como la relación entre el consumo diario de alimento y la ganancia diaria de peso obtenida por cada animal durante el periodo experimental.

6.4. Diseño experimental y análisis estadístico

Las variables evaluadas, incluyendo el consumo voluntario de alimento, la ganancia diaria de peso, la ganancia total de peso y el índice de conversión alimenticia, fueron sometidas a análisis estadístico mediante un diseño completamente al azar. El procesamiento de los datos se realizó utilizando el PROC GLM del software SAS. Para identificar diferencias significativas entre los tratamientos estudiados, se aplicó la prueba de comparación múltiple de medias de Tukey, considerando un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$.

7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1. Peso inicial y peso final de los corderos

Los pesos iniciales registrados fueron de 20.775 ± 3.212 kg para el tratamiento T1 y 23.150 ± 2.808 kg para el tratamiento T2, mientras que los pesos finales alcanzaron 28.862 ± 2.324 kg y 29.150 ± 1.795 kg, respectivamente (Cuadro 6). El análisis estadístico mostró que tanto para el peso inicial como para el peso final los tratamientos compartieron la misma literal estadística (a), indicando que no existieron diferencias significativas ($P > 0.05$) entre ellos.

Cuadro 6. Peso inicial y final de los borregos del experimento

Tratamientos	PI	PF
T1	20.775 ± 3.212^a	28.862 ± 2.324^a
T2	23.150 ± 2.808^a	29.150 ± 1.795^a

PI: Peso inicial; PF: Peso final

La similitud observada en el peso inicial confirma que los grupos experimentales presentaron pesos similares al inicio de la evaluación, condición que resulta fundamental para atribuir los cambios productivos a los tratamientos estudiados y no a diferencias previas entre los animales. Asimismo, la ausencia de diferencias significativas en el peso final sugiere que ambas dietas proporcionaron una disponibilidad de nutrientes suficiente para sostener un crecimiento similar durante el periodo experimental.

Los pesos finales obtenidos concuerdan con los valores reportados por Macedo y Arredondo (2008), quienes señalan que los ovinos de pelo sometidos a sistemas intensivos de alimentación pueden alcanzar pesos finales cercanos a los 28 y 35 kg en periodos de engorda, dependiendo de factores como la genética, el manejo y la calidad nutricional de la dieta. En este sentido, los resultados obtenidos evidencian que los animales mantuvieron un desarrollo corporal adecuado y acorde con los parámetros productivos esperados para sistemas de finalización.

De manera similar el NRC (2007) establece que el crecimiento de los corderos está estrechamente relacionado con el aporte de energía metabolizable y proteína disponible en la dieta. Cuando estos nutrientes son suministrados en cantidades adecuadas, es común observar incrementos de peso satisfactorios aun cuando se utilicen diferentes ingredientes alimenticios. Esta situación podría explicar la respuesta semejante observada entre los tratamientos evaluados.

Por otra parte, Partida *et al.*, (2013) reportaron pesos finales entre 27 y 32 kg en corderos alimentados bajo sistemas de engorda intensiva, resultados comparables a los obtenidos en la presente investigación. Los autores indican que el adecuado balance nutricional de las dietas favorece el crecimiento corporal y permite obtener pesos comerciales adecuados sin generar diferencias significativas entre tratamientos que presentan composiciones nutricionales similares.

Asimismo, Pinos *et al.* (2012) mencionan que el desempeño productivo de los ovinos depende en gran medida de la digestibilidad de la dieta y de la eficiencia en la utilización de los nutrientes consumidos. Bajo estas condiciones, dietas con aportes nutricionales equivalentes suelen generar respuestas productivas semejantes, como ocurrió en el presente estudio.

En términos generales, los resultados indican que ambos tratamientos fueron capaces de promover un crecimiento satisfactorio de los borregos, permitiendo alcanzar pesos finales adecuados para sistemas de producción de carne.

7.2. Ganancia diaria de peso

La evaluación de la ganancia diaria de peso (Cuadro 7) mostró valores de $288 \pm 0.054 \text{ g}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ d}^{-1}$ para el tratamiento T1 y $214 \pm 0.095 \text{ g}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ d}^{-1}$ para el tratamiento T2. El análisis estadístico indicó la ausencia de diferencias significativas entre tratamientos ($P > 0.05$), lo que sugiere que las dietas evaluadas tuvieron una influencia similar sobre el crecimiento de los ovinos durante el periodo experimental.

Cuadro 7. Ganancia diaria de peso de los borregos del experimento

Tratamientos	G.D.P. (g⁻¹ a⁻¹ d⁻¹)
T1	288±0.054 ^a
T2	214±0.095 ^a

G.D.P. Ganancia diaria de peso

Los resultados obtenidos evidencian que ambos tratamientos permitieron mantener tasas de crecimiento adecuadas para animales en fase de engorda. De acuerdo con NRC (2007), corderos alimentados con raciones que satisfacen sus requerimientos nutricionales pueden alcanzar ganancias de peso comprendidas entre 200 y 350 g⁻¹ a⁻¹ d⁻¹, en el cual se encuentran los valores obtenidos en esta investigación. De manera similar, Macedo y Arredondo (2008) reportan que los ovinos de pelo sometidos a sistemas intensivos de alimentación generalmente presentan ganancias diarias de peso entre 0.18 y 0.30 kg, dependiendo de factores relacionados con la calidad de la dieta, el consumo voluntario y las condiciones de manejo. Los valores observados en el presente experimento concuerdan con lo reportado en la literatura, lo que confirma la eficiencia de los tipos de alimentación utilizados.

Asimismo, Partida *et al.* (2013) encontraron ganancias cercanas a 230-290 g⁻¹ a⁻¹ d⁻¹ en corderos destinados a la producción de carne, destacando que cuando las dietas poseen concentraciones similares de energía y proteína, las diferencias productivas suelen ser reducidas aun cuando algunos ingredientes de la ración son diferentes. Esta situación podría explicar el comportamiento observado en el presente experimento.

Por otra parte, Pinos-Rodríguez *et al.* (2012) registraron ganancias de peso alrededor de 220 g⁻¹ a⁻¹ d⁻¹ en ovinos alimentados con dietas de alta digestibilidad, resultado comparable al obtenido en el tratamiento T2. Estos autores señalan que la eficiencia de utilización de los nutrientes y la digestibilidad de la materia seca son factores determinantes en la respuesta productiva de los animales.

La similitud estadística observada entre tratamientos probablemente se relaciona con una disponibilidad comparable de nutrientes digestibles en ambas dietas. En este sentido, Van Soest (1994) menciona que cuando el aporte de energía metabolizable y proteína es suficiente para cubrir las necesidades de crecimiento, las diferencias en la ganancia diaria de peso suelen ser poco evidentes, especialmente cuando los ingredientes utilizados presentan características nutritivas semejantes.

En conjunto, los resultados permiten concluir que los tratamientos evaluados proporcionaron condiciones nutricionales adecuadas para el desarrollo de los ovinos, favoreciendo ganancias de peso que se encuentran dentro de los parámetros productivos reportados para sistemas de engorda intensiva.

7.3. Consumo voluntario de alimento

Los resultados obtenidos en el presente estudio muestran que el consumo promedio de materia seca fue de 1.056 y 1.063 kg⁻¹ a⁻¹ d⁻¹ para los tratamientos T1 y T2, respectivamente (Cuadro 8), sin observarse diferencias estadísticas significativas entre ambos tratamientos (P>0.05). Estos resultados indican que los tratamientos evaluados no afectaron la palatabilidad de la dieta ni la capacidad de consumo de los animales, permitiendo que los ovinos mantuvieran una ingestión de alimento similar durante todo el periodo experimental.

Cuadro 8. Consumo promedio de alimento (M.S.) por los borregos.

Tratamientos	Consumo voluntario (kg ⁻¹ a ⁻¹ d ⁻¹)
T1	1.056 ±0.133 ^a
T2	1.063±0.112 ^a

Van Soest (1994) menciona que el consumo de alimento en rumiantes depende en gran medida de las características físicas y químicas de la dieta. Cuando el contenido de fibra y la densidad energética no presentan variaciones importantes, los animales tienden a mantener patrones de consumo estables. Lo anterior podría explicar la

similitud observada entre T1 y T2, ya que ninguno de los tratamientos generó limitaciones físicas o metabólicas que restringieran la ingestión.

Por otra parte, Forbes (2007) indica que los ovinos regulan su consumo buscando satisfacer sus requerimientos energéticos diarios. En este sentido, cuando las dietas poseen una concentración nutricional semejante, los animales ajustan mínimamente la cantidad consumida, dando lugar a diferencias poco perceptibles entre tratamientos. Este comportamiento ha sido documentado en diversos sistemas de alimentación intensiva para pequeños rumiantes.

Asimismo, los valores registrados en este experimento se encuentran dentro de los rangos descritos por Cannas *et al.*, (2004) para ovinos en crecimiento alimentados con dietas balanceadas, quienes reportaron que el consumo puede mantenerse relativamente constante cuando las fuentes alimenticias utilizadas no alteran significativamente la aceptación del alimento ni la funcionalidad ruminal. Esto sugiere que los ingredientes empleados en ambos tratamientos fueron adecuadamente aceptados por los animales.

Por otra parte, Mertens (1997) señala que la regulación del consumo en rumiantes está determinada por mecanismos fisiológicos y metabólicos que buscan mantener un equilibrio entre la demanda energética y la capacidad de llenado ruminal. En este sentido, los resultados obtenidos podrían indicar que ambos tratamientos proporcionaron niveles energéticos similares, permitiendo que los animales ajustaran su consumo de manera semejante.

7.4. Conversión alimenticia

El índice de conversión alimenticia (ICA) no presentó diferencias estadísticas significativas ($P > 0.05$) entre las condiciones evaluadas, registrando valores promedio de 3.777 para el tratamiento T1 y 3.771 para el tratamiento T2 (Cuadro 9). Sin embargo, se observó una mayor heterogeneidad en las respuestas del tratamiento T2,

el cual exhibió una desviación estándar de 2.433, notablemente superior al 0.900 reportado en T1.

Cuadro 9. Índice de conversión alimenticia

Tratamiento	Promedio	Desv. Est.
T1	3.777 ^a	0.900
T2	3.771 ^a	2.433

La ausencia de diferencias en el índice de conversión alimenticia coincide con lo reportado por NRC (2007), quienes señalan que la eficiencia alimenticia en ovinos depende principalmente del equilibrio energético y proteico de la dieta, así como del potencial genético y la etapa fisiológica de los animales. Cuando las dietas evaluadas cubren adecuadamente los requerimientos nutricionales, es común encontrar respuestas productivas similares entre tratamientos.

De manera similar, Macedo y Arredondo (2008) mencionan que los índices de conversión alimenticia en corderos de engorda suelen oscilar entre 3.5 y 6.0 kg de alimento por kilogramo de ganancia de peso, dependiendo del sistema de alimentación y del tipo de forraje utilizado. Los valores obtenidos en el presente estudio (3.77) se encuentran dentro de este rango, lo que indica una utilización eficiente del alimento por parte de los ovinos evaluados.

Asimismo, los resultados concuerdan con los obtenidos por Partida *et al.* (2013), quienes al evaluar diferentes estrategias alimenticias en corderos encontraron que la incorporación de forrajes de buena calidad nutricional no siempre genera cambios significativos en la conversión alimenticia, especialmente cuando las dietas son formuladas para mantener contenidos similares de proteína y energía metabolizable.

Por otra parte, Pond *et al.* (2005) indican que la calidad de la proteína y la digestibilidad de la fibra pueden mejorar el aprovechamiento de los nutrientes; sin embargo, cuando las diferencias entre dietas son moderadas, la respuesta en la conversión alimenticia

puede ser similares. Esto podría explicar el comportamiento observado en el presente experimento, donde ambos tratamientos mostraron una eficiencia prácticamente idéntica.

En términos prácticos, los resultados sugieren que la inclusión de alfalfa en el nivel evaluado permitió mantener una eficiencia alimenticia adecuada sin afectar negativamente el desempeño productivo de los ovinos. Además, los valores de conversión obtenidos pueden considerarse favorables para sistemas de engorda de ovinos criollos, ya que reflejan una adecuada utilización de los nutrientes consumidos para la producción de tejido muscular.

7.5 Análisis comparativo del peso vivo al inicio y al término de la engorda

Los corderos asignados al tratamiento T2 iniciaron el periodo experimental con un peso promedio superior (23.150 kg) en comparación con los animales del tratamiento T1 (20.775 kg). Esta tendencia se mantuvo hasta la finalización del estudio, donde el tratamiento T2 registró un peso final promedio de 29.150 kg, mientras que el tratamiento T1 alcanzó 28.862 kg. Aunque ambos grupos incrementaron su peso corporal durante el periodo de evaluación, los animales del tratamiento T2 conservaron una ligera ventaja en peso vivo desde el inicio hasta el término del experimento.

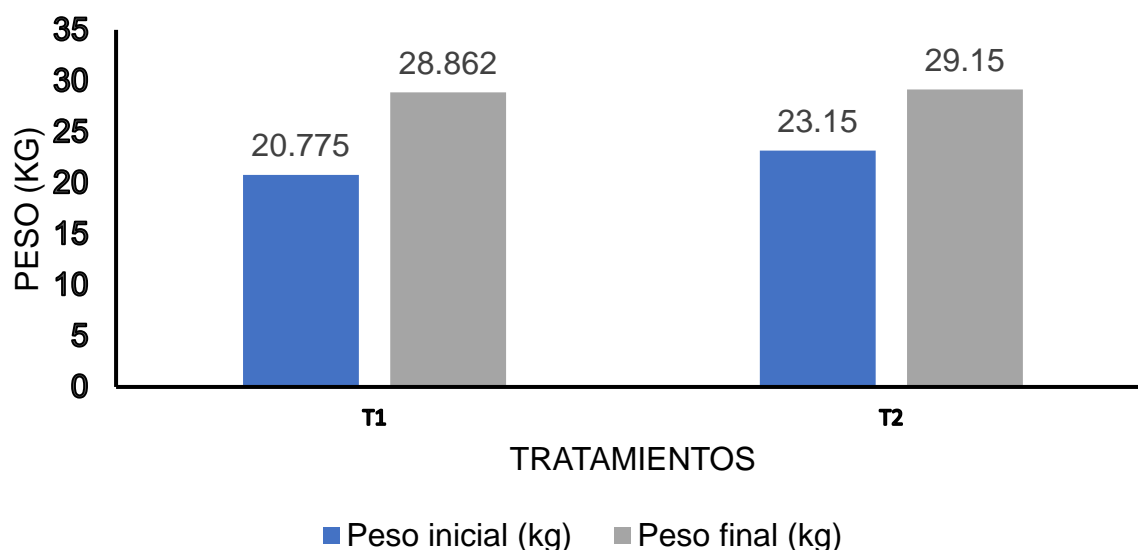


Figura 1. Análisis comparativo del peso inicial y peso final

8. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en la presente investigación permiten concluir que la inclusión de alfalfa (*Medicago sativa* L.) en niveles de 20 % y 50 % dentro de la dieta de borregos criollos en etapa de engorda no afectó significativamente los parámetros productivos evaluados. Tanto el peso final como la ganancia diaria de peso, el consumo voluntario de alimento y la conversión alimenticia presentaron comportamientos estadísticamente similares entre tratamientos, lo que demuestra que ambas dietas proporcionaron una cantidad adecuada de nutrientes para cubrir los requerimientos de crecimiento de los animales. Los valores productivos obtenidos se encontraron dentro de los rangos reportados para sistemas intensivos de producción ovina, evidenciando un desempeño satisfactorio y una utilización eficiente de los nutrientes consumidos. Asimismo, el incremento del nivel de alfalfa hasta un 50 % no redujo la aceptación del alimento ni afectó la eficiencia productiva de los borregos, lo que indica que este forraje puede emplearse como una alternativa nutricional viable en dietas de engorda. En términos prácticos, la utilización de mayores proporciones de alfalfa representa una estrategia alimenticia que permite mantener resultados productivos favorables sin comprometer el crecimiento de los animales. Con base en los resultados obtenidos, se acepta la hipótesis planteada, ya que los diferentes niveles de inclusión de *Medicago sativa* L. no ocasionaron diferencias significativas en los parámetros productivos de los borregos criollos durante el periodo experimental, confirmando que ambos niveles de inclusión son adecuados para su utilización en sistemas de engorda.

9. LITERATURA CITADA

- Aguilar-Martínez, C. U., Berruecos-Villalobos J. M., Espinoza-Gutiérrez B., Segura-Correa JC., Valencia-Méndez J., Roldán-Roldán A. 2017. Origen, historia y situación actual de la oveja pelibuey en México. *Trop Subtrop Agroecosyst*, 20(3): 429-439.
- Blethen, D. B., Wohlt, J. E., Jasaitis, D. K., & Evans, J. L. 1990. Feed protein fractions: Relationship to nitrogen solubility and degradability. *Journal of Dairy Science*, 73(6), 1544–1551.
- Bowman, A. B., Kwakye, G. F., Hernández, E. H., & Aschner, M. 2011. Role of manganese in neurodegenerative diseases. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, 25(4), 191–203.
- Cannas, A., Tedeschi, L. O., Fox, D. G., Pell, A. N., & Van Soest, P. J. (2004). A mechanistic model for predicting the nutrient requirements and feed biological values for sheep. *Journal of Animal Science*, 82(1), 149–169.
- Cardona, K. M., López, D. C., & Álvarez, L. A. 2020. Estudios de asociación genómica en ovinos de América Latina: Revisión. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 11(3), 859–883.
- Cavallotti Vásquez, B. A., et al. 2014. *La ganadería mexicana a 20 años del Tratado de Libre Comercio de América del Norte* (1.^a ed.). Universidad Autónoma Chapingo.
- Chew, B. P. 1993. Effects of supplemental beta-carotene and vitamin A on reproduction in swine. *Journal of Animal Science*, 71, 247–252.
- Church, D. 1974. *Fisiología digestiva y nutrición de los rumiantes*. Editorial Acribia.
- Church, D. C. 1984. *Fundamentos de nutrición y alimentación del ganado*. Editores Noriega.

- Church, D. C., & Pond, W. G. 2002. *Fundamentos de nutrición y alimentación de animales*. Editorial Limusa.
- Cloete, S. W. P., Snyman, M. A., & Herselman, M. J. (2000). *Productive performance of Dorper sheep*. *Small Ruminant Research*, 36(2), 119–135. [https://doi.org/10.1016/S0921-4488\(99\)00156-X](https://doi.org/10.1016/S0921-4488(99)00156-X)
- Costa, S. L. F., Campos, V. F. S., Eugene, E. T., Pizzi, R. P., Inácio, M. M., Sales, S. F. A., Costa, M. E., & Taishi, T. A. 2015. Macrominerals and trace element requirements for beef cattle. *10*(12), 1–20.
- Cruz López, A. P., Guevara González, J., & García, C. A. 2025. *Ovinos criollos: Un recurso clave para la ganadería sostenible*. <https://bmeditores.mx/ganaderia/ovinos-criollos-un-recurso-clave-para-la-ganaderia-sostenible/>
- De Lucas Tron, J., Quintero, L. A. Z., Padilla, E. G., Pérez, J. T., Godoy, A. V., & Peláez, C. V. 2003. Crecimiento predestete de corderos en sistemas intensivos de pastoreo y manejo reproductivo en el altiplano central de México. *Veterinaria México*, 34(3), 235–245.
- Díaz-Sánchez, C. C., Jaramillo-Villanueva, J. L., Bustamante-González, Á., Vargas-López, S., Delgado-Alvarado, A., Hernández-Mendo, O., & Casiano-Ventura, M. Á. 2018. Evaluación de la rentabilidad y competitividad de los sistemas de producción de ovinos en la región de Libres, Puebla. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 9(2), 263–277.
- Domínguez, V. A. I. 1994. Requerimientos de elementos minerales en ovinos. En *Memorias del curso de actualización en ovinos*. Asociación Mexicana de Técnicos Especialistas en Ovinos & Universidad Autónoma del Estado de México.
- Domínguez, V. A. I. 2002. Estrategias en la engorda de ovinos. En *Memorias del VII curso: Bases de la cría ovina*. Universidad Autónoma del Estado de México.

- Durán Ramírez, F., Durán, N. J., Hernández Gómez, H. A., & Latorre Neme, D. F. 2008. *Manual de explotación y reproducción en ovejas y borregos* (1.^a ed.). Grupo Latino Editores.
- Forbes, J. M. (2007). *Voluntary Food Intake and Diet Selection in Farm Animals* (2nd ed.). CABI Publishing.
- Forero, O., Owens, F. N., & Lusby, K. S. 1980. Evaluation of slow-release urea for winter supplementation of grazing dairy cows. *Journal of Animal Science*, 50, 532–538.
- Frame, J. 2005. *Medicago sativa L.* En *Grassland Index: A searchable catalogue of grass and forage legumes*. Food and Agriculture Organization.
- Giménez-Jr, D. M. 1994. *Nutrient requirements of sheep and goats*. Alabama A&M and Auburn Universities.
- Herrera Haro, J. G., Álvarez Fuentes, G., Bárcena Gama, R., & Núñez Aramburu, J. M. (2019). Caracterización de los rebaños ovinos en el sur de Ciudad de México, México. *Acta Universitaria*, 29, e2022. <https://doi.org/10.15174/au.2019.2022>
- Heuzé, V., Tran, G., Kaushik, S., & Lebas, F. 2020. Soybean meal. En *Feedipedia*.
- Huerta, B. M. 2010. Alimentación y suplementación mineral. En *1er Simposium de Salud y Producción de Bovinos de Carne Norte-Centro de México*. Aguascalientes, México.
- Kawas, J. R. 2008. Nutrición de ovinos y caprinos en sistemas intensivos. *Revista Científica de Producción Animal*, 20(2), 45–56.
- Kawas, J. R. 2008. Producción y utilización de bloques multinutrientes como complemento de forrajes de baja calidad para caprinos y ovinos: La experiencia en regiones semiáridas. *Tecnología y Ciencia Agropecuaria*, 63–69.

- Ma, T., Xu, S. G., Deng, D. K., Ji, K. S., Tu, Y., Zhang, F. N., & Diao, Y. Q. 2015. Energy requirements of early-weaned Dorper cross-bred female lambs. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 100(6), 1081–1089.
- Macedo, R., & Arredondo, V. 2008. *Ovinos de pelo para carne: bases de producción animal*. Universidad Autónoma de Chapingo.
- Macedo, R., & Castellanos, Y. 2004. Rentabilidad de un sistema intensivo de producción ovino en el trópico. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 8(3), 1–9.
- Márquez, C. R. 1998. *Evaluación técnico-financiera de explotaciones ovinas en el estado de Hidalgo* [Tesis profesional]. Universidad Autónoma Chapingo.
- Martínez-González, J. C., Castillo-Rodríguez, S. P., Villalobos-Cortés, A., & Hernández-Meléndez, J. 2017. Sistemas de producción con rumiantes en México. *Ciencia Agropecuaria*, (26), 132–152.
- Mauriès, M. 2003. *Luzerne: Culture, récolte, conservation, utilisation*. France Agricole Éditions.
- McDonald, P., Edwards, R. A., & Greenhalgh, J. F. D. 2002. *Nutrición animal* (6.^a ed.). Longman.
- Mendoza-Martínez, G., Plata-Pérez, F., Ramírez-Mella, M., Mejía-Delgadillo, M., Lee-Rangel, H., & Bárcena-Gama, R. 2007. Evaluación de alimentos integrales para el engorde intensivo de ovinos. *Revista Científica FCV-LUZ*, 17, 72–82.
- Mertens, D. R. (1997). Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 80, 1463–1481.
- Meyer, J. H., & Goes, F. W. 1988. *Forages: The Science of Grassland Agriculture*. Iowa State University Press.

- National Research Council. 1985. *Nutrient requirements of sheep* (6th rev. ed.). National Academy Press.
- National Research Council. 2007. *Nutrient requirements of small ruminants: Sheep, goats, cervids, and New World camelids*. National Academy Press.
- Niazifar, M., Besharati, M., Jabbar, M., Ghazanfar, S., Asad, M., Palangi, V., Eseceli, H., & Lackner, M. 2024. Slow-release non-protein nitrogen sources in animal nutrition: A review. *Heliyon*, 10, e33752.
- Nieto, R., Sánchez, M., Mejía, O., Olivares, L., Peralta, J., Cordero, J., Molina, P., & Cárdenas, M. 2010. Grasa de sobrepeso con diferente espesor de grasa dorsal, respuesta hormonal y principales variables reproductivas. *Revista Científica*, 665–673.
- Nuncio, O. G., Nahed, T. J., Díaz, H. B., Escobedo, A. F., & Salvatierra, I. B. 2001. Caracterización de los sistemas de producción ovina en el estado de Tabasco, México. *Agrociencia*, 35(4)
- Ormachea, E., et al. 2020. *Caracterización de ovinos criollos*. Centro de Investigación y Producción Chuquibambilla, Perú.
- Palmonari, A., Fustini, M., Canestrari, G., Grilli, E., & Formigoni, A. 2014. Influence of maturity on alfalfa hay nutritional fractions and indigestible fiber content. *Journal of Dairy Science*, 97, 7729–7734.
- Partida de la Peña, J. A., Ríos-Rincón F.G., Cruz-Colin LC., Domínguez-Vara IA., Buendía-Rodríguez G., 2013. Caracterización de las canales ovinas producidas en México. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 8(3) <https://doi.org/10.22319/rmcp.v8i3.4203>
- Pérez, H. P., Vilaboa, A. J., Chalate, M. H., Candelaria, M. B., Díaz, R. P., & López, O. S. 2011. Caracterización del sistema producto ovino en el estado de Veracruz, México. *Revista Científica FCV-LUZ*, 21(4), 327–334.

- Pérezgrovas Garza, R. 2011. *Los ovinos criollos de México: recursos genéticos y sistemas de producción*. Universidad Autónoma de Chiapas. https://www.textosdeinvestigacion.unach.mx/assets/files/pdf/tmp/20151023_121503.pdf
- Pinos-Rodríguez, J. M., González, S. S., Mendoza, G. D., Bárcena, R., Cobos, M. A., Hernández, A., & Ortega, M. E. (2002). *Effect of exogenous fibrolytic enzyme on ruminal fermentation and digestibility of alfalfa and rye-grass hay fed to lambs*. *Journal of Animal Science*, 80(11), 3016–3020. <https://doi.org/10.2527/2002.80113016x>
- Pliego, E. M. 2015. *Estudio descriptivo de los sistemas de producción en ovinos en el municipio de Temoaya, Estado de México* [Tesis profesional].
- Pond, W. G., Church, D. C., Pond, K. R., & Schoknecht, P. A. 2005. *Basic Animal Nutrition and Feeding* (5th ed.). John Wiley & Sons.
- Ramírez Pérez, P., & Pérez Hernández, D. 2021. Peso al destete en ovinos criollos: Factores de influencia y estrategias de mejora. *Revista de Zootecnia*, 121–135.
- Ramírez, B. J. E. 2000. Requerimientos minerales durante la engorda intensiva en ovinos. En *V Curso: Bases de la cría ovina* (pp. 1–13). Universidad Autónoma Chapingo.
- Rebollar-Rebollar, A., Hernández-Martínez, J., Rebollar-Rebollar, S., Guzmán-Soria, E., García-Martínez, E., & González-Razo, J. F. 2011. Competitividad y rentabilidad de bovinos en corral en el sur del Estado de México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 14, 691–698.
- Reyes, S. N., & Mendieta, A. B. 2005. *Los minerales en la alimentación animal*. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua <https://repositorio.una.edu.ni/3123/>

- Romero, M. J. 2005. *Unidad 4: Ovinos*. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Sánchez del Real, C. 2005. Manejo y estrategias de alimentación de corderos. En *Memorias del curso de capacitación manejo y estrategias de alimentación de ovinos* (p. 88). FIRA.
- Sanderson, M. A. 1992. Predictors of alfalfa forage quality: Validation with field data. *Agronomy Journal*, 84(5), 915–922.
- Satter, L. D., & Roffler, R. E. 1975. Nitrogen requirement and utilization in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 58(8), 1219–1237.
- Satter, L. D., & Slyter, L. L. 1974. Effect of ammonia concentration on rumen microbial protein production in vitro. *British Journal of Nutrition*, 32(2), 199–208.
- Sauvant, D., Pérez, J. M., & Tran, G. 2004. *Tables INRA-AFZ de composition et valeur nutritive des matières premières destinées aux animaux d'élevage* (2.^a ed.). INRA Editions.
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER). (2023). *Producción ovina en México*. Gobierno de México. <https://www.gob.mx/agricultura>
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2021. *Población ganadera*. https://nube.siap.gob.mx/poblacion_ganadera/
- Van Gigch, J. P. 1990. *Teoría general de sistemas*. Editorial Trillas.
- Van Soest, P. J. 1994. *Nutritional Ecology of the Ruminant* (2nd ed.). Cornell University Press.
- Vázquez-Martínez, I., Jaramillo-Villanueva, J. L., Bustamante-González, Á., Vargas-López, S., Calderón-Sánchez, F., Torres-Hernández, G., & Pittroff, W. 2018.

Estructura y tipología de las unidades de producción ovinas en el centro de México. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 15(1), 85–97.

Vázquez-Martínez, I., Vargas-López, S., Zaragoza-Ramírez, J. L., Bustamante-González, Á., Calderón-Sánchez, F., Rojas, A. J., & Casiano-Vera, M. A. 2009. Tipología de explotaciones ovinas en la Sierra Norte del estado de Puebla. *Técnica Pecuaria en México*, 47(4), 357–369.