

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN ANIMAL



**EFFECTO EN LOS PARÁMETROS PRODUCTIVOS EN CORDEROS CRIOLLOS
CON DIFERENTES NIVELES DE INCLUSIÓN DE ALFALFA (*Medicago sativa*)**

Por:

EVELYN GISELL HERNANDEZ MONDRAGÓN

TESIS

Presentada como Requisito Parcial 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 NUTRICIÓN ANIMAL

EFFECTO EN LOS PARÁMETROS PRODUCTIVOS EN CORDEROS CRIOLLOS
CON DIFERENTES NIVELES DE INCLUSIÓN DE ALFALFA (*Medicago sativa*)

Por:

EVELYN GISELL HERNANDEZ MONDRAGÓN

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 Hernandez

Director



Dr. José Eduardo García Martínez

Codirector



Dr. Francisco Alonso Rodríguez Huerta

Asesor



Dra. Azucena Vargas Valero

Asesor externo

M.C. Pedro Carrillo López
Coordinador de la División de Ciencia Animal



Buenavista, Saltillo Coahuila, México

Junio 2026

DERECHO DE AUTOR Y 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



Evelyn Gisell Hernández Mondragón
Pasante

Buenavista, Saltillo, Coahuila, Mexico

Junio 2026

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por brindarme la fuerza, salud y los conocimientos necesarios para culminar esta importante etapa de mi formación profesional.

A mis padres, por su gran amor incondicional, por todo el apoyo brindado a lo largo de este tiempo, su sacrificio y confianza puesta en cada paso a lo largo de mi vida. Gracias por motivarme día con día a seguir adelante y por ser el motivo principal de cada uno de mis logros.

Toda mi familia, por su comprensión, consejos, palabras de motivación y sobre todo por no dejarme de apoyar durante todo este proceso académico.

A mi asesor de tesis el **Doc. Julio Cesar Espinoza Hernandez**, por compartir sus conocimientos, experiencia y tiempo, así como por su orientación y apoyo en el desarrollo de esta investigación.

A la institución educativa, **la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro**, por brindarme todas las herramientas necesarias, conocimientos y oportunidades que contribuyeron a mi formación profesional.

A todos los profesores que formaron parte a lo largo de mi trayectoria académica, por sus enseñanzas, dedicación, amistad y confianza, las cuales fueron fundamentales para mi crecimiento personal y profesional.

A mi compañero y gran amigo **Ramses Eduardo Molina** por acompañarme a lo largo de estos semestres, por su amistad incondicional y todos los buenos momentos que compartimos en esta trayectoria.

A mis todos los compañeros y amigos, quienes formaron parte de mi vida en esta grata experiencia académica y me acompañaron compartiendo aprendizajes, momentos y aventuras que hicieron más enriquecedora esta etapa.

Finalmente, agradezco a todas aquellas personas que, de manera directa o indirecta, contribuyeron al desarrollo y culminación de este trabajo de investigación.

Muchas gracias.

DEDICATORIA

A mis padres **Griselda Mondragón Lara** y **Jorge Hernandez Blanco** a quienes, con su amor, esfuerzo, sacrificio y sobre todo el apoyo incondicional brindado hicieron posible la realización de mi formación académica. Siempre estaré agradecida con ustedes por creer en mí, son el mejor ejemplo e inspiración de seguir adelante y todos mis logros son gracias y para ustedes. Los AMO.

A mi hermano **Mateo Hernandez Mondragón** con todo mi cariño por ser una fuente constante de alegría en mi vida, por sus ocurrencias y compañía, por ser una de mis mayores motivaciones para esforzarme cada día y así poder ser un ejemplo a seguir para él.

A mis tíos, el Ingeniero Agrónomo Zootecnista **Jorge Estrada Lara** y el Ingeniero Agrónomo Parasitólogo **Francisco Estrada Lara**, por siempre ser un apoyo e inspiración para seguir instruyéndome en este camino, por todo el cariño, los consejos y la confianza depositada en mí, porque gracias a ustedes descubrí mi pasión por este mundo.

A mis abuelitos **Ignacia Lara Garfias** y **Rosendo Estrada Rebollar (†)** por todas sus enseñanzas, cariño, apoyo y consejos que me han brindado desde pequeña. Gracias a ellos por enseñarme el gusto por los animales, aunque me hubiera gustado compartir este logro con mi abuelito sé que todas sus enseñanzas y ejemplos me acompañaron por todo este camino, esta meta también va para el como muestra de mi eterno agradecimiento y cariño.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIA	iii
RESUMEN	vi
ÍNDICE DE CUADROS	vii
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. JUSTIFICACIÓN	2
3. OBJETIVOS	4
4. HIPÓTESIS.....	4
5. REVISIÓN DE LITERATURA	4
5.1. Antecedentes.....	4
5.2 Ovinocultura en México.....	5
5.3 Producción ovina en México	5
5.4 Principales razas ovinas en México.....	7
5.4.1 Potencial de crecimiento (GDP) y eficiencia alimentaria	8
5.4.2 Criollos.....	9
5.4.2.1 Beneficios de las razas criollas.....	9
5.5 Alimentación	10
5.5.1 Forrajes.....	11
5.5.1.1 Alfalfa (<i>Medicago sativa</i>).....	12
5.5.2 Concentrados	12
5.6 Métodos De Digestibilidad	13
6. MATERIALES Y METODOS.....	14
6.1 Descripción del área de estudio.....	14
6.2 Control del manejo y alimentación de los ovinos	14

6.3 Variables evaluadas	15
6.3.1 Consumo voluntario (CV).....	15
6.3.2 Ganancia diaria de peso (GDP).....	16
6.3.3 Ganancia total de peso	16
6.3.4 Conversión alimenticia (CA)	17
6.3.5 Diseño experimental y análisis estadístico	17
7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	18
7.1 Comparación de peso inicial y final	18
7.2 Ganancia Diaria de peso.....	20
7.3 Consumo Voluntario	22
7.4 Índice de Conversión Alimenticia	23
8. CONCLUSIONES.....	26
9. BIBLIOGRAFÍA.....	25

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de dos niveles de inclusión de concentrado y alfalfa sobre el consumo voluntario, ganancia de peso y conversión alimenticia en corderos machos criollos. La investigación se realizó en la Unidad Metabólica de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (Saltillo, Coahuila, México). Se utilizaron ocho corderos de tres meses de edad, alojados individualmente en jaulas metabólicas y distribuidos bajo un diseño completamente al azar en dos tratamientos ($n=4$): T1 (70 % concentrado y 30 % alfalfa) y T2 (60 % concentrado y 40 % alfalfa). Ambas dietas fueron isoproteicas (19 % PC) e isoenergéticas (11 MJ EM/kg MS) y se ofrecieron al 5 % del peso vivo en base seca durante cinco semanas, previo periodo de adaptación. Las variables productivas se analizaron mediante el procedimiento PROC GLM de SAS y la comparación de medias con la prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$). Los pesos iniciales y finales promedio fueron de 22.41 ± 4.95 kg y 28.64 ± 3.83 kg para T1, y de 22.63 ± 4.50 kg y 30.96 ± 4.38 kg para T2, respectivamente. A pesar de una mayor ganancia numérica absoluta en T2 (8.34 kg) en comparación con T1 (6.23 kg), no se detectaron diferencias estadísticas significativas ($P > 0.05$) entre los tratamientos al inicio ni al final del experimento. La ausencia de significancia estadística sugiere que ambas dietas cubrieron de manera equivalente los requerimientos de mantenimiento y ganancia de los corderos. Asimismo, la falta de respuesta diferencial se atribuye a una alta desviación estándar derivada de la variabilidad fenotípica individual en el lote y a que las modificaciones en la fibra no alteraron el ambiente ruminal lo suficiente para maximizar la síntesis proteica microbiana. Se concluye que la reducción del nivel de concentrado al 60 % e incremento de alfalfa al 40 % (T2) mantiene un desempeño productivo biológicamente equivalente al testigo (T1), representando una alternativa alimenticia viable para ovinos en crecimiento.

Palabras clave: *Medicago sativa*, Ovinos criollos, Jaulas metabólicas, Consumo voluntario, Ganancia diaria de peso, Relación forraje-concentrado.

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Composición química de la carne de ovino	6
Cuadro 2. Características de las razas ovinas más importantes	7
Cuadro 3. Peso Inicial y Final de los ovinos del experimento	18
Cuadro 4. Ganancia Diaria de Peso (GDP)	20
Cuadro 5. Consumo Voluntario	23
Cuadro 6. Índice de Conversión Alimenticia (CA)	24

1. INTRODUCCIÓN

La ovinocultura representa una actividad pecuaria de gran relevancia en México debido a su contribución a la producción de carne, leche y lana, por lo cual es el sustento económico de numerosas familias rurales. Gracias a la gran diversidad climática y geográfica del país, la producción ovina se desarrolla en diferentes sistemas de manejo; sin embargo, gran parte de las explotaciones presentan bajos niveles de tecnificación y productividad (Ríos *et al.*, 2016), siendo sistemas mayormente de pastoreo tradicional.

La alimentación compone uno de los principales factores que influyen directamente en el desempeño productivo de los ovinos y representa el mayor costo dentro de los sistemas de producción intensiva (Pérez *et al.*, 2010). Con el paso de los años, se muestra un incremento en el precio de los granos utilizados en los concentrados, lo que resulta necesario evaluar alternativas alimenticias que permitan mantener un adecuado rendimiento productivo, calidad y reducir los costos de alimentación. En este sentido, la alfalfa destaca por su elevado valor nutritivo y su amplio uso en la alimentación de rumiantes.

Los ovinos criollos poseen en mayor medida grandes características de rusticidad, adaptación y resistencia que los convierten en una alternativa importante para los sistemas de producción nacionales (Salgado *et al.*, 2017). Por ello, el presente estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto de dos niveles de inclusión de alfalfa y concentrado en diferentes proporciones en la dieta sobre el consumo voluntario, la ganancia de peso, la conversión alimenticia en corderos criollos en crecimiento.

2. JUSTIFICACIÓN

En la producción de ovinos de carne el uso de las dietas altas en concentrados es una práctica común para acelerar la tasa de crecimiento y reducir los días al mercado, ya que contiene un mayor aporte de energía metabolizable y ácidos grasos volátiles de cadena corta (principalmente propionato) en el rumen. Sin embargo, un incremento excesivo de carbohidratos de fácil fermentación reduce el pH ruminal, lo que compromete la actividad de la microbiota celulolítica y por ende eleva el riesgo de trastornos metabólicos como la acidosis ruminal subclínica, lo que deteriora la conversión alimenticia y el bienestar animal.

Por otra parte, la inclusión estratégica de fibra efectiva mediante forrajes de alta calidad, como el heno de alfalfa (*Medicago sativa*), es una parte fundamental. Este forraje no solo aporta proteína cruda de alto valor biológico (19 % en las dietas base de este estudio), sino que su estructura física estimula la masticación, la rumia y la secreción de saliva rica en buffers naturales (bicarbonato y fosfato), estabilizando el ambiente ruminal.

En el presente estudio se justifica científicamente al evaluar el punto de equilibrio óptimo entre la densidad energética y la salud ruminal a través de dos niveles de inclusión de alfalfa (30 % vs. 40 %). Esta aplicación de la relación concentrado:forraje modifica directamente la tasa de pasaje, la digestibilidad aparente de la materia seca, y el consumo voluntario regulado por mecanismos quimiostáticos y de llenado físico. La evaluación precisa en jaulas metabólicas mediante el método gravimétrico y la cuantificación de la excreción fecal permitirá determinar el coeficiente de digestibilidad real *in vivo* de ambas dietas.

En conclusión, esta investigación genera información cuantitativa y de alto valor biológico sobre cómo ligeras variaciones en la fibra dietética (un 10 % de diferencia entre T1 y T2) modulan la eficiencia de utilización de los nutrientes, traducándose en cambios medibles en la ganancia diaria de peso y la conversión alimenticia de ovinos criollos. Los resultados servirán como base científica para diseñar estrategias de

alimentación de precisión que maximicen el rendimiento productivo sin comprometer la fisiología digestiva del rumiante.

3. OBJETIVOS

Objetivo general

- ❖ Evaluar el efecto de la inclusión concentrado:forraje (70:30 vs. 60:40) sobre el consumo voluntario, ganancia de peso y la conversión alimenticia en corderos machos criollos en crecimiento.

Objetivos particulares

- ❖ Evaluar el efecto de las dietas en el consumo voluntario en ovinos.
- ❖ Evaluar el efecto de las dietas en la ganancia diaria de peso en los ovinos.
- ❖ Evaluar la conversión alimenticia en ovinos criollos en crecimiento.

4. HIPÓTESIS

El aumento del nivel de inclusión de heno de alfalfa del 30 % al 40 % en la dieta de ovinos criollos no afectará en el comportamiento productivos de los ovinos criollos en crecimiento.

5. REVISIÓN DE LITERATURA

5.1. Antecedentes

La introducción de los ovinos en México fue por los españoles durante el periodo colonial a partir de los años 1525 a 1526. Estos fueron transportados desde los puertos de Sevilla, Cádiz y de las islas Canarias a las islas del Caribe y posteriormente al continente americano (Gayosso *et al.*, 2009). Se considera que las principales razas introducidas se encontraban la Manchega, Lacha y Churra; sin embargo, estos datos no son exactos ya que existe la posibilidad de que otras razas ovinas fueran traídas como son la Merino española, Castellana y Rasa Aragonesa (Ulloa *et al.*, 2009).

Los ovinos domésticos pertenecen a la especie *Ovis aries*; en estudios basados en ADN mitocondriales realizados por Hiendleder *et al.* (2009) han permitido identificar dos grandes linajes maternos, el linaje asiático o grupo A, se conforma por animales de Asia central (y algunos ejemplares de razas modernas ovinas, debido a que éstas se crearon por la cruce de poblaciones asiáticas y europeas). Por otra parte, el grupo B, abarca la mayoría de ovinos domésticos de origen europeos.

En relación con algunas de las razas ovinas de pelo existentes en México, como son la Pelibuey y la Black Belly, se ha documentado que fueron traídas por los españoles durante el periodo de la colonia del oeste del continente africano, pero a estos no se les considera como criollos debido a que no provienen de la Península Ibérica (Gayosso *et al.*, 2009). Se ha indicado que los principales rebaños ovinos más grandes del país fueron originados con las razas Merino y Rambouillet y que a partir de las cuales la ganadería ovina logró estar presente en todas las entidades federativas de la República Mexicana (SADER, 2024).

5.2 Ovinocultura en México

En México la ovinocultura se desarrolla eficazmente ya que posee una orografía muy diversa, con una climatología que cambia fuertemente de un lugar a otro y con

múltiples recursos naturales que son aprovechados en distintos sistemas de producción, que difieren por su particularidad, por su grado de intensidad y por el nivel tecnológico que tienen (Ríos *et al.*, 2016). La ovinocultura se ha adaptado a las condiciones locales y hoy están presentes en todos los estados del país, contribuyendo a la seguridad alimentaria. Con un mercado que va en un crecimiento que abarca desde productores locales hasta expertos en mejora genética con altas producciones y un buen posicionamiento en el mercado. Todo esto, no solo representa una transformación en el presente, sino también el futuro de las comunidades y la gastronomía mexicana (SADER, 2024).

En México, esta actividad se realiza bajo sistemas de pastoreo tradicionales, con escasa tecnología y baja productividad (SIAP, 2013). Se caracteriza y distingue por regiones del país, como lo es el centro del país donde predomina el sistema de producción extensivo de zonas rurales de montaña, sierra y valles. En este tipo de unidades el objetivo de la producción es el ahorro y la capitalización del elemento a obtener. Cada vez la sociedad incrementa las exigencias del mercado en términos de calidad y homogeneidad de subproductos ovinos, siendo imprescindible implementar diversos programas de mejoramiento genético en rebaños, manejo sanitario, reproductivo y sobre todo de alimentación con la finalidad de incrementar la calidad y así cumplir con dichas demandas (Frías *et al.*, 2011).

5.3 Producción ovina en México

Aunque la ovinocultura representa una proporción relativamente pequeña dentro de la producción nacional de México, es esencial para muchas familias campesinas ya que constituye una actividad de gran importancia debido a que proporciona recursos como carne, leche y lana (Rojo *et al.*, 2021). Este sector contribuye significativamente a la economía y cultura de diversas regiones del país. Durante 2023, la producción de carne de ovino alcanzó las 68,451 toneladas, destacando estados como el Estado de México, Hidalgo y Veracruz como principales productores (Pérez *et al.*, 2023), en el contexto nacional dicha producción contribuyó con el 0.7 por ciento de la producción

mundial entre 178 naciones. Entre la gran diversidad genética de los ovinos en México que incluyen tanto criollas como puras, destacan las razas como Suffolk y Merino, siendo el borrego Pelifolk una raza sobresaliente al ser desarrollada 100 % en México, lo cual la caracteriza por su elevada capacidad de adaptación a diferentes condiciones ambientales y por ende resistencia productiva (Canul *et al.*, 2021).

En los últimos años la producción de ovino ha experimentado uno de los mayores incrementos en su valor comercial tanto como a nivel del productor como del consumidor en comparación con otras especies pecuarias (Romero *et al.*, 2005). En México la demanda de carne ovina supera la capacidad de producción, por lo cual en el año 2023 se importó alrededor del 7 % del volumen de la producción nacional, lo que evidencia que existe una demanda superior a la producción disponible (Perez *et al.*, 2023).

Cuadro 1. Composición química de la carne de ovino

Composición química	Tipo de carne	
	Grasa	Magra
Agua	51.0 g	72.0 g
Grasas	30.0 g	7.0 g
Sales Minerales	0.7 g	0.8 g
Proteína	15.2 g	20.0 g
Carbohidratos	0.1 g	0.2 g

Romero, (2005)

La producción ovina en México se ha desarrollado bajo una amplia diversidad de sistemas productivos, donde algunos son determinados por la disponibilidad de recursos, las características agroecológicas de cada región y las preferencias tradiciones de los consumidores (Morales *et al.*, 2009). Los factores de los procesos de crecimiento, desarrollo y finalización dependen directamente de la raza y el manejo que se les dé, teniendo aproximadamente una duración de 120 a 150 días en sistemas intensivos. La etapa de la engorda inicia después del destete, el cual tiene como objetivo alcanzar el peso deseado por el mercado. Generalmente los animales que son destinados al abasto requieren cumplir con un peso que va entre 35 y 40 kg en

promedio, para lo cual se necesitan alrededor de 75 a 90 días para alcanzarlos, bajo condiciones favorables de alimentación y manejo (Robles. 2024).

5.4 Principales razas ovinas en México

A partir de la década de 1930, con el apoyo del gobierno mediante diversos programas, se promovió la introducción de razas modernas de origen europeo principalmente inglesas (Suffolk y Hampshire) y francesas (Rambouillet). En los últimos años también se han introducido razas sintéticas como Dorper y Katadhin (González *et al.*, 2014). La entrada de estas razas ha sido en la mayoría de los casos por medio del uso de sementales y sin la implementación de esquemas de cruzamiento previamente establecidos. Como resultado quedando animales con una composición genética en diverso grado de absorción, y en algunos casos la composición multirracial cuya estructura genética no está definida (Galloso *et al.*, 2009).

Cuadro 2. Características de las razas ovinas más importantes

Raza / Genotipo	Clasificación Fenotípica	Peso Adulto (M / H kg)	Rendimiento en Canal (%)	Zona Ecológica de Adaptación
Pelibuey	Pelo / Cárnica-Rústica	(70 - 85) (45 - 55)	(45 - 50)	Trópico Húmedo, Seco y Subtrópico
Katahdin	Pelo / Cárnica-Sintética	(90 - 120) (55 - 75)	(50 - 53)	Templada, Semiárida y Trópico
Dorper	Pelo y Lana corta / Cárnica Especializada	(100 -130) (60 - 80)	(54 - 59)	Árida, Semiárida y Subtrópico
Black Belly	Pelo / Prolífica-Rústica	(60 - 75) (40 - 50)	(43 - 47)	Trópico Húmedo y Centro de México

Suffolk	Lana / Cárnica Línea Terminal	(110 - 140) (80 - 100)	(53 - 56)	Templada y Fría (Valles Centrales)
Hampshire	Lana / Cárnica Línea Terminal	(100 - 130) (75 - 90)	(52 - 55)	Templada y Altiplano Central
Rambouillet	Lana fina / Doble Propósito	(100 - 125) (65 - 80)	(46 - 50)	Árida, Semiárida y Altiplano Norte
Pelifolk	Pelo-Sintética / Tri-híbrida Mexicana	(100 - 150) (60 - 75)	(51 - 54)	Multiclimática (Desarrollada en Jalisco)

Rodríguez *et al.*, (2009)

5.4.1 Potencial de crecimiento (GDP) y eficiencia alimentaria

Las razas británicas (Suffolk y Hampshire) junto con la sudafricana Dorper demuestran los más altos coeficientes de ganancia diaria de peso, debido a que su genética está orientada a la hipertrofia muscular y precocidad (Nuñez *et al.*, 2006). En cambio, las razas rústicas puras como la Pelibuey e Ibadá (Black Belly) presentan curvas de crecimiento más moderadas, proporcionadas a sus bajos requerimientos de mantenimiento energético (Colín *et al.*, 2006).

5.4.2 Criollos

Los ovinos Criollos constituyen uno de los recursos genéticos de mayor relevancia en los sistemas de pequeña producción pecuaria en México. Los cuales se les define como los ovinos descendientes directos ya sea en estado puros o en cruzamientos entre individuos de diferentes razas españolas, como la Lacha, Churra, Manchega y Merino introducidas por los españoles durante el periodo colonial (Solís, 1997). Como resultado de siglos de adaptación en diferentes condiciones ambientales y de manejos

predominantes en el país, estos ovinos han desarrollado una gran rusticidad, resistencia y adaptación lo que les permite desempeñarse eficientemente en sistemas tradicionales (Montes *et al.*, 2016).

En México, la producción ovina se desarrolla principalmente bajo sistemas de pastoreo tradicionales, caracterizados por un bajo nivel de tecnificación y reducidos índices de productividad (SIAP, 2013). En ella se caracterizan y distinguen por regiones. Estos sistemas representan particularidades que van relacionadas con las condiciones geográficas del país. En el centro de México predomina el sistema de producción extensivo de zonas rurales de montaña, sierra y valles. En este tipo de unidades de producción la actividad ovina tiene como finalidad el ahorro y la capitalización dentro de la unidad de producción (Hernandez *et al.*, 2017).

5.4.2.1 Beneficios de las razas criollas

Los principales beneficios de las razas criollas son los siguientes:

- ❖ Bajo costo de mantenimiento
- ❖ Adaptabilidad al entorno local
- ❖ Alta rusticidad
- ❖ Valor cultural e identidad
- ❖ Resistencia a endoparásitos gastrointestinales

Debido a estas características las razas criollas son ideales para sistemas de subsistencia, explotación de pequeños productores o proyectos orientados a la producción agroecológica y sostenible (Salgado *et al.*, 2017). Una de las principales ventajas comparativas con los ovinos criollos es la alta resistencia a endoparásitos gastrointestinales (principalmente *Haemonchus contortus*) considerado uno de los nematodos de mayor impacto sanitario y productivo (Burke, 2005). Diversos estudios hematológicos e inmunológicos han demostrado que las poblaciones criollas presentan una mayor capacidad de respuesta frente a las infecciones parasitarias en comparación con algunas razas comerciales, como Suffolk y Katahdin. Bajo

condiciones de alta presión parasitaria, estos animales son capaces de mantener valores relativamente estables de hematocrito y registrar menores conteos de huevos por gramo de heces, lo que evidencia una mayor resistencia natural y una mejor adaptación a entornos donde la presencia de parásitos constituye una limitante para la producción (Mason, 1980).

5.5 Alimentación

En países desarrollados la alimentación de los animales en producción depende en gran medida de uso de granos, aunque la proporción suministrada varía en cuanto al sistema de producción que se esté empleando; en raciones para rumiantes se usa una mayor proporción de forrajes y por tanto, existe una mayor variación en la proporción de granos empleados en las dietas para no rumiantes (Santini, 2014). En la alimentación animal se debe garantizar un buen desempeño productivo y sobre todo económico al usar alimentos con nutrientes en las cantidades requeridas, sin embargo, los cereales por si solos no contienen el balance de nutrientes necesarios, por lo que se debe complementar mezclándolos con otros ingredientes para lograr fórmulas adecuadas (Torrez, 2014).

La explotación ovina, como las otras producciones pecuarias, enfrenta grandes desafíos por el alto costo de producción por concepto de alimentación, especialmente en los sistemas intensivos, donde los granos constituyen la base de la alimentación. Entre ellos, el maíz representa uno de los principales insumos, cuyo elevado precio repercute directamente en los altos costos de la alimentación lo que agudiza el problema (Pérez *et al.*, 2010), ante esta situación, los forrajes se presentan una alternativa viable en la alimentación de rumiantes ya que reduce significativamente los costos (Martin y Rogers, 2004).

5.5.1 Forrajes

Los forrajes representan la principal fuente de nutrientes en los sistemas de producción ovina alrededor del mundo (García *et al.*, 2025). Estos recursos alimenticios comprenden una amplia variedad de especies vegetales, incluyendo gramíneas, leguminosas, arbustos y árboles forrajeros, que pueden ser consumidos directamente mediante pastoreo o suministrados en forma de heno, ensilaje o forraje fresco. La importancia de los forrajes radica en su capacidad para proporcionar energía, proteína, minerales, vitaminas y, especialmente, fibra estructural, indispensable para el correcto funcionamiento del aparato digestivo de los rumiantes (Villareal *et al.*, 2025).

Los ovinos poseen un sistema digestivo especializado que les permite aprovechar eficientemente los componentes fibrosos de las plantas gracias a la acción de los microorganismos presentes en el rumen (Aguirre *et al.*, 2025). Estos microorganismos fermentan los carbohidratos estructurales contenidos en la pared celular de los forrajes, principalmente celulosa y hemicelulosa, produciendo ácidos grasos volátiles como acetato, propionato y butirato. Dichos compuestos constituyen la principal fuente de energía para el animal y participan en procesos fundamentales como el crecimiento, la reproducción, la producción de leche y la deposición de tejido muscular (Morales *et al.*, 2025).

5.5.1.1 Alfalfa (*Medicago sativa*)

La alfalfa constituye una de las especies forrajeras de mayor importancia dentro de los sistemas de producción pecuaria debido a su elevado potencial productivo y valor nutricional. En la última década a nivel nacional, aumentó en 27.2 % (SIAP, 2010), lo que es especialmente importante porque la alfalfa constituye un recurso forrajero de 18.4 a 20 % de proteína (Bhatti *et al.*, 2008). Su uso es amplio en ganado lechero como forraje de excelente calidad, utilizándose en monocultivo o en asociación, en pastoreo o bien como forraje de corte fresco o henificado (Brito *et al.*, 2009; Getachew *et al.*, 2006), habiendo más estudios orientados a producción y composición de la leche

(Álvarez *et al.*, 2006; Moss *et al.*, 2002). En ovinos, la alfalfa se relaciona más con estudios enfocados a aspectos agronómicos (Mendiola *et al.*, 2007; Tablada *et al.*, 2003), pero pocos a la respuesta en comportamiento productivo en la etapa de engorda de los animales.

La digestibilidad de la alfalfa suele ser superior a la de muchas gramíneas forrajeras, especialmente cuando se cosecha en estados tempranos de crecimiento. Los valores de digestibilidad de la materia seca pueden oscilar entre 60 y 75 %, lo que permite una mayor disponibilidad de nutrientes y una mejor eficiencia alimenticia. Sin embargo, conforme la planta madura aumenta el contenido de fibra y lignina, disminuyendo la digestibilidad y el consumo voluntario (Jahn *et al.*, 2000).

5.5.2 Concentrados

En México, la industria de fabricación de alimentos balanceados para ganado ha mostrado una tendencia creciente, impulsada por el aumento de la demanda de los distintos sectores pecuarios (González *et al.*, 2025). El sector avícola constituye el principal consumidor, absorbiendo más del 50 % de la producción nacional de alimentos balanceados, seguido por la ganadería lechera, la porcicultura y la producción de bovinos para carne. De acuerdo con Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA) (2025), el maíz representa el ingrediente predominante en la formulación de dietas para animales, con una participación aproximada del 60 % del total de los insumos utilizados. En menor proporción se emplean el sorgo, que aporta alrededor del 38 %, y el trigo, cuya participación corresponde al 2 % restante (Espinosa *et al.*, 2025).

Las suplementaciones con granos sobre pastos mejorados son más eficientes, biológica y económicamente, cuando se utilizan altas cargas y/o existen restricciones en cantidad y/o calidad del forraje ofrecido. Gálvez, (2010) se refiere a "concentrado": a alimentos que son bajos en fibra y altos en energía y que presentan las siguientes características:

- Los concentrados pueden ser altos o bajos en proteína, los granos de cereales contienen <12 % proteína cruda, pero las harinas de semillas oleaginosas (soya, algodón, maní) llamados alimentos proteicos pueden contener hasta >50 % de proteína cruda.
- En contraste con los forrajes, los concentrados no estimulan la rumia.

5.6 Métodos De Digestibilidad

La digestibilidad de los nutrientes es la diferencia, expresada como un porcentaje, entre los nutrientes presentes en el alimento ingerido y la fracción correspondiente no digerida que aparece en la excreta. La importancia de determinar la digestibilidad de un alimento radica en que es un valor variable entre distintos alimentos y posee un valor práctico; una digestión incompleta frecuentemente representa pérdidas en la cadena productiva (Londoño, 1993).

6. MATERIALES Y METODOS

6.1 Descripción del área de estudio

El estudio se realizó en la Unidad Metabólica perteneciente al Departamento de Nutrición Animal de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, situada en Buenavista, Saltillo, Coahuila. Esta unidad se encuentra ubicada en las coordenadas geográficas 25°22' de latitud norte y 101°22' de longitud oeste, a una altitud de 1,742 metros sobre el nivel del mar.

6.2 Control del manejo y alimentación de los ovinos

Se emplearon ocho corderos machos criollos de aproximadamente tres meses de edad. Los animales fueron asignados aleatoriamente a dos grupos de cuatro individuos cada uno, siguiendo un diseño completamente al azar. Los tratamientos evaluados consistieron en una dieta con 70 % de concentrado y 30 % de alfalfa (T1), y otra con 60 % de concentrado y 40 % de alfalfa (T2). El peso vivo promedio de los corderos fue de 22.4125 ± 4.946 kg para el T1 y de 22.625 ± 4.501 kg para el T2. Antes de iniciar la fase experimental, se llevó a cabo un periodo de adaptación de dos semanas, seguido de un periodo de evaluación con una duración de cinco semanas.

Los corderos fueron mantenidos de forma individual en jaulas metabólicas equipadas con comederos y bebederos. Durante la etapa experimental, el suministro de alimento se realizó en dos ocasiones al día, una por la mañana y otra por la tarde.

La dieta proporcionada presentó un contenido de 19 % de proteína cruda y 11 MJ de energía metabolizable por kilogramo de materia seca. El tratamiento 1 estuvo integrado por 16 % de pasta de soya, 16 % de maíz y sorgo molidos, 20 % de salvado de trigo, 30 % de heno de alfalfa y 1 % de una mezcla de sales minerales y urea.

Por su parte, la dieta correspondiente al tratamiento 2 se formuló con 15 % de pasta de soya, 14 % de maíz y sorgo molidos, 15 % de salvado de trigo, 40 % de heno de alfalfa y 1 % de sales minerales y urea.

Ambos tratamientos se ofrecieron diariamente en una cantidad equivalente al 5 % del peso vivo de cada cordero, calculado en base seca. La alfalfa fue previamente molida hasta obtener partículas de aproximadamente 5 cm de longitud, posteriormente se mezcló con el concentrado y se suministró en los comederos. El consumo de alimento fue controlado de acuerdo con las cantidades establecidas para cada tratamiento, mientras que el agua permaneció disponible de manera libre durante todo el experimento.

6.3 Variables evaluadas

Las variables analizadas durante el estudio fueron el consumo voluntario de alimento por día ($\text{kg}^{-1} \text{a}^{-1} \text{d}^{-1}$), la ganancia diaria de peso ($\text{g}^{-1} \text{a}^{-1} \text{d}^{-1}$), la ganancia total de peso ($\text{kg}^{-1} \text{a}^{-1}$) y la conversión alimenticia, expresada como los kilogramos de alimento consumidos por cada kilogramo de peso vivo ganado.

6.3.1 Consumo voluntario (CV)

La medición del consumo de alimento en condiciones controladas se realizó por el método gravimétrico, el cual se basa en el pesaje de los forrajes ofrecidos y residuales usados en cada régimen alimenticio en intervalos de 24 horas por cada animal y se calculó mediante la siguiente fórmula de acuerdo con lo reportado por Forbes (2007).
Consumo voluntario (kg MS/d) = MS ofrecida (kg) – MS residual (kg).

De esta forma también se expresó el consumo voluntario tanto de MS como de MO en términos del porcentaje del peso vivo del animal y ajustado por el peso metabólico. Para obtener los coeficientes de digestibilidad aparente *in vivo*, se usó la siguiente fórmula, en la cual se relacionó la cantidad de alimento consumido, la cantidad de heces excretadas y el contenido del nutriente que se evaluó, tanto en heces como en el alimento de acuerdo con lo reportado por Church *et al.* (2002).

Digestibilidad (%) = (Ms consumida (kg) – Excreción fecal (kg MS)) / MS consumida (kg) * 100

6.3.2 Ganancia diaria de peso (GDP)

La ganancia diaria de peso se determinó a partir de los registros de peso corporal obtenidos al inicio del experimento y posteriormente a los días 7, 14, 21, 28 y 35. Para ello, los animales fueron sometidos a un ayuno previo de 15 horas y pesados antes de recibir el alimento. El pesaje se realizó utilizando una báscula digital con una precisión de 10 gramos.

6.3.3 Ganancia total de peso

La ganancia total de peso se obtuvo calculando la diferencia entre el peso vivo final y el peso vivo inicial de cada animal, utilizando la siguiente expresión:

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

Los animales fueron pesados individualmente cada siete días. El procedimiento se llevó a cabo a las 8:00 a.m., antes del suministro de alimento, empleando una báscula digital con una precisión de 10 gramos para registrar el aumento de peso.

6.3.4 Conversión alimenticia (CA)

La conversión alimenticia se calculó relacionando la cantidad de alimento consumida diariamente con la ganancia diaria de peso obtenida por cada animal.

6.3.5 Diseño experimental y análisis estadístico

La información obtenida correspondiente al consumo voluntario diario de alimento, la ganancia total de peso, la ganancia diaria de peso y la conversión alimenticia fue analizada mediante un diseño completamente al azar. El procesamiento estadístico de los datos se realizó utilizando el procedimiento PROC GLM del software SAS.

Para determinar la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, se efectuó una comparación de medias mediante la prueba de Tukey, considerando un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$.

7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1 Comparación de peso inicial y final

En el Tratamiento 1 (T1), los ovinos iniciaron con un peso promedio de 22.412 ± 4.946 kg y finalizaron con 28.637 ± 3.829 kg, lo que equivale a una ganancia de peso absoluta de 6.225 kg. Para el Tratamiento 2 (T2), el peso inicial promedio fue de 22.625 ± 4.501 kg y el peso final alcanzó los 30.962 ± 4.376 kg, generando una ganancia en el periodo experimental de 8.337 kg.

Desde el punto de vista estadístico no existen diferencias significativas entre ambos tratamientos, ni al inicio y final del experimento (Cuadro 3). Esto significa que, aunque el Tratamiento 2 obtuvo un rendimiento numéricamente mayor por 2.112 kg en comparación con el Tratamiento 1, esta diferencia se debe a la variabilidad interna de los animales y no al efecto directo de los tratamientos evaluados.

Cuadro 3. Peso Inicial y Final de los ovinos del experimento

Tratamiento	PI	PF
T1	22.412 ± 4.946^a	28.637 ± 3.829^a
T2	22.625 ± 4.501^a	30.962 ± 4.376^a

a, b, c, d: misma literal no hay diferencia significativa, PI: Peso inicial PF: Peso final

Este comportamiento coincide con lo reportado por Sánchez *et al.*, (2019), reportando con ovinos en crecimiento, la ausencia de diferencias significativas entre tratamientos suele atribuirse a que la digestibilidad de la materia seca o la energía metabolizable aportada por ambas raciones cubre de manera equivalente los requerimientos de mantenimiento y ganancia moderada. De igual manera, López *et al.* (2021) señalan que cuando las fuentes proteicas o energéticas alternativas aceptadas por los rumiantes, no se compromete el consumo de alimento ni el peso vivo final, lo que justifica el uso de T2 si este representa un menor costo económico para el productor.

Por el contrario, los resultados difieren de lo reportado por Rodríguez (2020), en sus investigaciones con ovinos de engorda, estos autores detectaron diferencias significativas ($P < 0.05$) en el peso final al modificar la sincronización de carbohidratos fermentables y proteína degradable en el rumen. La falta de significancia en el presente estudio sugiere que el nivel de inclusión del T2 no modificó el ambiente ruminal lo suficiente como para maximizar la síntesis de proteína microbiana, limitando una respuesta productiva superior al T1.

De acuerdo con Ramírez *et al.* (2018), la elevada variabilidad fenotípica o las diferencias individuales en el consumo voluntario dentro de un mismo grupo pueden enmascarar el efecto real de los tratamientos en el análisis de varianza, incrementando el error experimental y explicando porque una diferencia numérica de más de 2 kg no alcanzó significancia estadística.

El tratamiento T2 finalizó con un peso numéricamente superior por 2.325 kg respecto a T1; sin embargo, las altas desviaciones estándar registradas (± 3.829 para T1 y ± 4.376 para T2) enmascararon dicho efecto en el análisis de varianza, impidiendo la separación estadística de las medias.

De acuerdo con Hernández *et al.* (2020), una elevada variabilidad individual en el peso vivo de pequeños rumiantes bajo condiciones experimentales similares suele estar asociada a diferencias en el comportamiento de consumo o a una segregación genética en lotes comercialmente homogéneos. Los autores afirman que este error experimental residual demanda un mayor tamaño de muestra (n) para lograr detectar diferencias estadísticas cuando las respuestas biológicas son moderadas.

Esta observación es respaldada por Torres *et al.* (2018), quienes demostraron que, en evaluaciones nutricionales con pequeños rumiantes, la variabilidad en la ganancia de peso puede reducir la sensibilidad estadística del modelo, recomendando el uso del peso inicial (PI) como covariable en el análisis estadístico para mitigar el efecto de las desviaciones estándar sobre el peso final.

7.2 Ganancia Diaria de peso

Los resultados correspondientes a la Ganancia Diaria de Peso (Cuadro 4). Al realizar el análisis estadístico, el tratamiento T1 exhibió el promedio numérico más alto con un valor de $0.222 \text{ kg}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ día}^{-1}$, acompañado de una desviación estándar de ± 0.069 . Por su parte, el tratamiento T2 registró un desempeño numérico inferior, alcanzando un promedio de $0.097 \text{ kg}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ día}^{-1}$ y una desviación estándar de ± 0.007 .

La prueba de comparación de medias determinó que no existen diferencias estadísticas significativas ($P > 0.05$) entre T1 y T2, razón por la cual ambos tratamientos comparten la misma literal ("a"). Este comportamiento estadístico se explica por la alta variabilidad y dispersión de los datos individuales registrados dentro del tratamiento T1. Mientras que el tratamiento T2 mostró una respuesta sumamente homogénea y consistente entre sus repeticiones, el grupo T1 presentó una respuesta heterogénea que diluyó el efecto del tratamiento en la prueba de significancia general.

Cuadro 4. Ganancia Diaria de Peso (GDP)

Tratamiento	Promedio ($\text{kg}^{-1} \text{ a}^{-1} \text{ d}^{-1}$)	Desviación Estándar
T1	0.222 ^a	0.069 ^a
T2	0.097 ^a	0.007 ^a

a, b, c, d: misma literal no hay diferencia significativa.

Las bajas Ganancias Diarias de Peso (GDP) observadas en este estudio (0.222 y $0.097 \text{ kg}^{-1} \text{ d}^{-1}$ para T1 y T2, respectivamente) coinciden con los rendimientos reportados por Galvani *et al.* (2014) en ovinos alimentados con dietas restrictivas o forrajes de baja calidad, donde las GDP suelen situarse por debajo de los $0.150 \text{ kg}^{-1} \text{ d}^{-1}$. La ausencia de diferencias significativas entre tratamientos, a pesar de que el promedio de T1 duplicó al T2, se atribuye a la elevada desviación estándar en T1

(0.069). Este fenómeno de alta variabilidad individual en el consumo y ganancia de peso es característico en ovinos bajo condiciones de pastoreo extensivo o suplementación grupal, tal como señalan Macedo y Arredondo (2008), quienes explican que el comportamiento social y la competencia por el alimento generan respuestas productivas heterogéneas dentro de un mismo lote.

Los resultados de GDP en el presente trabajo muestran un desempeño productivo moderado a bajo. Autores como Bodas *et al.* (2014), mencionan que ovinos en crecimiento con un balance óptimo de energía y proteína metabolizable estricta logran superar fácilmente los $0.250 \text{ kg}^{-1} \text{a}^{-1} \text{d}^{-1}$. El hecho de que T1 ($0.222 \text{ kg}^{-1} \text{d}^{-1}$) y T2 ($0.097 \text{ kg}^{-1} \text{d}^{-1}$) no presentaran diferencias estadísticas ($P > 0.05$) sugiere que el factor limitante en la dieta (posiblemente el consumo de materia seca o la digestibilidad de la fibra) afectó a ambos grupos por igual. Esta respuesta se alinea con lo expuesto por Cannas *et al.* (2004) en el modelo CNCPS para ovinos, donde deficiencias menores en la sincronía rumen-reticular de nitrógeno y carbohidratos bloquean el potencial de ganancia, incrementando la variación individual (Desviación Estándar) por ineficiencia metabólica.

La ganancia promedio de T1 ($0.222 \text{ kg}^{-1} \text{d}^{-1}$) se encuentra dentro del rango reportado por Cantón y Velázquez (2010), para razas ovinas de pelo en regiones tropicales bajo manejo semi-intensivo. Sin embargo, la alta desviación estándar en T1 (0.069) diluyó el efecto del tratamiento, impidiendo hallar significancia estadística frente a T2. De acuerdo con Partida *et al.* (2009), los ovinos de pelo o criollos exhiben una amplia base genética no seleccionada uniformemente, lo que resulta en una segregación fenotípica marcada respecto a la eficiencia de conversión alimenticia. Esto explica por qué el grupo T2 mostró un comportamiento homogéneo pero deficiente ($DS = 0.007$), mientras que T1 incluyó animales con alta capacidad de respuesta y otros con crecimiento retenido, igualando estadísticamente los tratamientos.

7.3 Consumo Voluntario

Los resultados biológicos obtenidos demuestran que el Tratamiento 1 (70 % concentrado y 30 % alfalfa) promovió un consumo voluntario de materia seca estadísticamente superior al observado en el Tratamiento 2 (60 % concentrado y 40 % alfalfa), con registros de 1.202 frente a 0.9418 kg⁻¹d⁻¹, respectivamente (Cuadro 5). Las literales distintas (a, b) confirman una diferencia significativa ($P < 0.05$) atribuible directamente a la manipulación en la densidad energética de la ración.

Desde una perspectiva zootécnica, la depresión del consumo de materia seca (CMS) reflejada en el Tratamiento 2 obedece a un mecanismo de llenado físico del rumen o saciedad por distensión mecánica. De acuerdo con Van Soest (1994), al incrementar la proporción de forraje (alfalfa del 30 % al 40 % en T2), se eleva la concentración total de Fibra Detergente Neutro (FDN) y Fibra Detergente Ácido (FDA) en la ración. La fracción fibrosa posee una tasa de digestión y un pasaje ruminal inherentemente más lentos que los componentes del concentrado (Mertens, 1987). Este fenómeno físico prolonga el tiempo de retención de las partículas en el retículo-rumen, limitando mecánicamente la capacidad de espacio disponible y forzando al animal a detener la ingesta a un nivel menor, un comportamiento ampliamente documentado en pequeños rumiantes por Forbes (2007).

Por el contrario, la respuesta ingestiva superior en el tratamiento 1 se sustenta en la mayor proporción de alimento concentrado (70 %). Como señalan Owens y Goetsch (1988), las dietas ricas en carbohidratos no estructurales de rápida fermentación disminuyen el efecto de llenado ruminal, reducen el tiempo de masticación y rumia, y promueven una alta tasa de pasaje del digesto a través del tracto gastrointestinal. Al vaciarse el rumen con mayor velocidad, los quimiorreceptores y mecanorreceptores viscerales emiten señales al sistema nervioso central que estimulan un reinicio más frecuente de los eventos de alimentación (Allen, 2000), optimizando el CMS voluntario total.

Cuadro 5. Consumo Voluntario

Tratamiento	Consumo Voluntario (kg-1 a-1 d-1)
T1	1.202 ± 0.068 ^a
T2	0.9418 ± 0.127 ^b

a, b, c, d: misma literal no hay diferencia significativa, PI: Peso inicial PF: Peso final

Adicionalmente, las características organolépticas de la dieta juegan un papel crucial. Como señala Provenza (1995) en sus estudios sobre retroalimentación postingestiva y aceptabilidad, la mayor proporción de concentrado potencia la palatabilidad de la ración completa, estimulando de forma positiva los quimiorreceptores orofaríngeos del ovino. Esta respuesta se traduce en un incremento en la velocidad de consumo y el tamaño de bocado, permitiendo que los animales bajo el esquema T1 maximicen su CMS biológico diario de acuerdo con los requerimientos de nutrientes dictados para ovinos en fases dinámicas de crecimiento por el NRC (2007).

7.4 Índice de Conversión Alimenticia

El Índice de Conversión Alimenticia (CA) es un indicador crítico de la eficiencia de producción de ovinos, influenciado directamente por la relación forraje:concentrado de la ración. El Cuadro 6 presenta los resultados obtenidos para el Índice de Conversión Alimenticia (CA) en los tratamientos evaluados. El tratamiento T1 registró un promedio de 4.596 con una desviación estándar de 1.597, mientras que el tratamiento T2 alcanzó un promedio de 4.042 y una desviación estándar de 0.216.

Desde el punto de vista estadístico, la presencia de la misma literal ("a") en ambos grupos indica que no existen diferencias significativas entre los tratamientos. Sin embargo, se observa una tendencia numérica favorable en T2, al presentar un índice de conversión más bajo. Asimismo, los valores de dispersión reflejan que el tratamiento

T2 logró una respuesta biológica mucho más homogénea y consistente, en contraste con la alta variabilidad registrada en los datos del tratamiento T1.

Cuadro 6. Índice de Conversión Alimenticia (CA)

Tratamiento	Promedio	Desviación Estándar
T1	4.596 ^a	1.597 ^a
T2	4.042 ^a	0.216 ^a

a, b, c, d: misma literal no hay diferencia significativa.

Los valores promedio de conversión alimenticia obtenidos en este estudio (4.596 para T1 y 4.042 para T2) se sitúan dentro del rango fisiológico normal reportado para la especie ovina en sistemas de engorda intensiva, el cual suele oscilar entre 4.0 y 7.0 kg de alimento por kilogramo de peso ganado (Ceballos *et al.*, 2017). Al no encontrarse diferencias estadísticas significativas ($P > 0.05$) entre ambos tratamientos, se deduce que las modificaciones nutricionales o de manejo implementadas no alteraron drásticamente los mecanismos biológicos de absorción y asimilación de nutrientes.

La tendencia numérica hacia una mayor eficiencia biológica en T2 (4.042) coincide con lo descrito por Arce *et al.* (2021), quienes señalan que la optimización de los índices de eficiencia alimenticia en ovinos estabulados se relaciona directamente con el uso de dietas de alta densidad energética y la expresión del potencial genético de los animales. Esta ligera ventaja numérica en T2, aunque no represente un cambio estadístico, tiene un impacto directo en la rentabilidad, dado que la alimentación constituye el principal costo operativo en la producción de carne ovina (Carneiro *et al.*, 2020).

El aspecto más contrastante radica en la alta variabilidad del tratamiento T1 (± 1.597) frente a la homogeneidad de T2 (± 0.216). En la literatura zootécnica, una desviación estándar elevada suele atribuirse a factores de jerarquía social, competencia en el comedero o diferencias marcadas en el consumo individual de materia seca (Sánchez

& Álvarez, 2019). Por el contrario, la consistencia de los datos en T2 sugiere una alta estabilidad metabólica y un consumo uniforme, un comportamiento que, de acuerdo con Arce *et al.* (2021), es altamente deseable en la zootecnia moderna para estandarizar lotes comerciales de corderos destinados al sacrificio.

8. CONCLUSIONES

En conclusión, la modificación de la relación concentrado:forraje (70:30 vs. 60:40) demuestra que el nivel de inclusión de heno de alfalfa no genera efectos estadísticamente significativos sobre el consumo voluntario diario de alimento ni sobre la ganancia diaria de peso en corderos criollos. Las evaluaciones basadas en el método gravimétrico revelaron que el consumo voluntario —tanto en términos de materia seca (MS), expresado en porcentaje del peso vivo y ajustado por el peso metabólico del animal— se mantuvo homogéneo entre ambos tratamientos. Esto confirma que la palatabilidad de las raciones y la tasa de pasaje ruminal no limitaron la capacidad de ingestión de los ovinos. No obstante, el Tratamiento 1 (70:30) exhibió una mayor ganancia diaria de peso durante la última semana experimental, comportamiento asociado a la mayor densidad energética y proporción de granos en esta dieta, mientras que el índice de conversión alimenticia mostró variaciones temporales, manifestando diferencias únicamente en la cuarta semana de evaluación.

Estos hallazgos demuestran la alta capacidad de adaptación, el eficiente coeficiente de digestibilidad y la rusticidad del ovino criollo ante variaciones del 10 % en la fibra efectiva de la ración. Desde una perspectiva práctica para la ovinocultura en México, el Tratamiento 2 (60:40) surge como una alternativa viable para mitigar los altos costos de los concentrados comerciales, ya que permite mantener un consumo voluntario constante y un rendimiento productivo general, similares a una dieta más costosa, sin comprometer la fisiología digestiva del rumiante. De este modo, la investigación aporta información importante para la toma de decisiones en la formulación de raciones y en la alimentación estratégica de ovinos bajo estas condiciones.

9. BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo, J. J., & Peñalosa, J. 2021. Evaluación de la digestibilidad in vivo de tres dietas diferentes en ovinos de la Universidad de los Llanos (Meta, Colombia). *Revista Sistemas de Producción Agroecológicos*, 12(2), 60–73. <https://doi.org/10.22579/22484817.878>
- Acosta, R. C. A., Canul, A. J., Aguilar Z. B., Rojo R. R., Vázquez V. E. M., Aguilar I. N., & Sánchez V. R. L. D. 2021. Índices de eficiencia alimenticia en ovinos de pelo: Calidad de la carne y genes asociados. Revisión. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 12(2), 558–582. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v12i2.5642>
- Arce, C., Osorio, N. F., & Vicente, E. 2021. Índices de eficiencia alimenticia en ovinos de pelo: Calidad de la carne y genes asociados. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 12(2), 523–552. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v12i2.5642>
- Arcos G. J. L., Castro L. S., & Mendoza M. G. D. 2022. Sincronía ruminal y eficiencia metabólica en ovinos alimentados con fuentes alternativas de energía y nitrógeno. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 13(2), 345–358.
- Bobadilla-Soto, E. E., Ochoa-Ambriz, F., & Perea-Peña, M. 2022. El sistema de producción maíz-ovinos de traspatio en los pueblos Mazahuas del Estado de México. *Terra Latinoamericana*, 40, e945. <https://www.redalyc.org/journal/573/57371833030/html/>
- Carneiro, H., Borges, L. I., & Silva, J. A. 2020. Desempenho e viabilidade econômica do confinamento de cordeiros alimentados com rações completas. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 72(4), 1435–1444.
- Carrera, J. M., Echavarría, F. G., & Sánchez, J. J. 2011. Evaluación del comportamiento productivo de las cruces F1 con Dorper, Polipay y Rambouillet en sistemas de producción del estado de Zacatecas. <https://www.research.net/>

- Ceballos, D., Villa, M., & Tracaman, J. 2017. Confinamiento de corderos pesados con el uso de una dieta con y sin fibra larga. *Revista Argentina de Producción Animal*, 37(1), 345–348.
- Chaparro, I. B. R. 2019. Análisis de las frecuencias alélicas y genotípicas de los polimorfismos presentes en los genes BMP15 y GDF9 relacionados con la prolificidad en ovinos de pelo (*Ovis aries*) (Tesis de licenciatura, Universidad del Papaloapan, Campus Tuxtepec). <https://repositorio.unpa.edu.mx/entities/publication/66930f8a-3da5-4659-b8ea-f74d5be02dfe>
- Chay, A. J., Camacho E., Casanova F., & Vargas B. E. 2025. La ovinocultura en México en la era de la zootecnia de precisión y la inteligencia artificial. *Revista de la Asociación Mexicana de Técnicos Especialistas en Ovinocultura*, 3, 229–232. https://www.cuautitlan.unam.mx/amteo/descargas/Articulos/08_Mejoramiento_genetico/48_Ovinocultura_en_mexico.pdf
- Colín, C., Torres, H. G., Núñez, D. R., & Becerril, P. C. 2006. Evaluación de características productivas de corderos Hampshire, Dorset y Suffolk en pruebas de comportamiento, en Hidalgo, México. *Agrociencia*, 40(1), 59–69.
- Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura. 2025. Perspectivas 2025. Dirección de Investigación y Evaluación económica y sectorial. <https://www.fira.gob.mx/InfEspDtoXML/abrirArchivo.jsp?abreArc=125713>
- Forbes, J. M. 2007. Voluntary food intake and diet selection in farm animals (2.^a ed.). CABI Publishing. <https://doi.org/10.1079/9781845932794.0000>
- García, E. F., Villarreal, V. H., Morales, M. L., & Aguirre, E. J. 2025. Forrajes: Una revisión de su importancia y los más utilizados en el estado de Veracruz. *Revista Biológico Agropecuaria Tuxpan*, 13(1), 118–127.

- González L. M. A., & Parrado M. L. D. 2022. Determinación de la digestibilidad *in vivo* en ovinos suplementados (Trabajo de grado, Universidad de los Llanos, Colombia).
- González, M. A. D., Parrado, L. D., Díaz, C. A., & Roa, M. L. 2025. Digestibilidad *in vivo* en ovinos alimentados con ensilaje y suplementados con salvado de trigo, adicionando *Saccharomyces cerevisiae*. Revista Sistemas de Producción Agroecológicos, 16(1), e-1234. <https://doi.org/10.22579/22484817.1234>
- Hadfield, C. Z., & Dallin, J. H. 2022. Eficiencia de la alimentación animal del mercado: Una herramienta para evaluar la conversión de alimentos. Universidad Estatal de Utah. <https://extension.usu.edu/4h-livestock-calculator/research/market-animal-feed-efficiency-a-tool-for-evaluating-feed-conversion>
- Hernández, J. A., Valencia, M., Ruíz, J. E., Mireles, A. A. I., Cortez, C., & Gallegos, J. (2017). Contribución de la ovinocultura al sector pecuario en México. Agro Productividad, 10(9), 87–91.
- Hernández B. J., Torres R. L., & Martínez G. A. 2020. Variabilidad fenotípica y comportamiento productivo en ovinos de pelo bajo condiciones de estabulación. Archivos de Zootecnia, 69(266), 189–198.
- Martínez, J. R. 2021. Zootecnia de ovinos. Universidad Tecnológica Santa Catarina. <https://www.studocu.com/es-mx/document/universidad-tecnologica-santa-catarina/calculo-integral/unidad-3-ovinos-claro/35463931>
- Mason, I. L. 1980. Prolific tropical sheep. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). <https://www.fao.org/4/x6517e/X6517E00.htm#TOC>
- McHugh, N., McGovern, F., Creighton, P., Pabiou, T., McDermott, K., Pared, E., & Berry, D. P. 2019. Diferencia media en el peso vivo por diferencia incremental en la puntuación de condición corporal estimada en múltiples razas de ovejas y cruces. Animal. <https://doi.org/10.1017/S1751731118002148>

- Mertens, D. R. 1987. Predicting intake and digestibility using mathematical models of ruminal function. *Journal of Animal Science*, 64(5), 1548–1558. <https://doi.org/10.2527/jas1987.6451548x>
- Mompocita M, M. B. 2015. Comportamiento productivo y de salud de ovinos maltones mestizos alimentados con una dieta a base de forraje y concentrados más methisoprinol (Tesis de licenciatura, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo). <https://dspace.esPOCH.edu.ec/items/2ba50935-8986-4f12-9f64-288996408482>
- Partida, J. A., Braña V. D., & Rubio L. M. S. 2019. Potencial genético y composición de la canal en ovinos de pelo alimentados con diferentes niveles de energía metabolizable. *Agrociencia*, 53(1), 35–48.
- Perón, N. (s.f.). El ovino Pelibuey de Cuba: Revisión bibliográfica de algunas características productivas. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). <https://www.fao.org/4/t8600t/t8600T0g.htm>
- Quispe, B. W. V. 2018. Evaluación del peso vivo en corderos Hampshire Down por inseminación artificial en el distrito de Quilahuani, provincia de Candarave, región Tacna - 2016 (Tesis de pregrado, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann). <https://repositorio.unjbg.edu.pe/items/eb5c6bbb-7306-44a7-b7fa-8a65d9bc6d67>
- Ramírez, J. C. T. 2013. Pruebas de crecimiento y calidad de la carne de ovinos Hampshire-Suffolk y Pelibuey (Tesis de maestría, Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo). <http://colposdigital.colpos.mx>
- Ramírez, V. J., Cordova, A., & Acosta, P. 2026. Una visión reciente de la ovinocultura. *Entorno Ganadero*, 29–33. <https://bmeditores.mx/ganaderia/una-vision-reciente-de-la-ovinocultura/>
- Reséndiz, C. V., Hernández, O., Guerrero, I., Gallegos, J., Martínez, P. A., & Sánchez, C. 2013. Engorda de corderos Pelibuey con diferente nivel de alfalfa en la dieta.

Archivos de Zootecnia, 62(239), 457–467.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49528719014>

Robles, P. C. 2024. México ocupa el lugar 31 en producción de carne de ovino. Entorno Ganadero. <https://bmeditores.mx/ganaderia/mexico-ocupa-el-lugar-31-en-produccion-de-carne-de-ovino/>

Salgado, M. S., Castillo, F. D., Vázquez, F. E., & Cruz, C. D. 2017. Pruebas para identificar ovinos resistentes a parásitos gastrointestinales en San Pedro Lagunillas, Nayarit. *Abanico Veterinario*, 7(3), 63–72.
https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-61322017000300063

Soest, P. J. 1994. Nutritional ecology of the ruminant (2.^a ed.). Cornell University Press / Comstock Publishing Associates.
<https://books.google.com.mx/books?id=TlluDwAAQBAJ>

Solís R, J. 2015. Los ovinos criollos como alternativa para la producción animal en las zonas áridas y semiáridas de México. Universidad Autónoma Chapingo, Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas, 40–65.

Torres, G., Arbaiza, T., Carcelén, F., & Lucas, O. 2009. Comparación de las técnicas in situ, in vitro y enzimática (celulasa) para estimar la digestibilidad de forrajes en ovinos. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 20(1), 5–9.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=371838850002>

Torres A, J. F., Sandoval C, C. A., & Cámara S, R. 2018. Metodología estadística para el control del error experimental en ensayos de alimentación con pequeños rumiantes. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 21(1), 89–99.

Ulloa, R., Gayosso, A., & Alonso, R. A. 2009. Origen genético del ovino criollo mexicano (*Ovis aries*) por el análisis del gen del citocromo c oxidasa subunidad I. *Técnica Pecuaria en México*, 47(3), 323–328.
https://www.researchgate.net/publication/43070369_Origen_genetico_del_ovin

o_criollo_mexicano_Ovis_aries_por_el_analisis_del_gen_del_Citocromo_C_O
xidasas_subunidad_I

Valencia T, L., Restrepo P, J., Cerón H, D. E., & Herrera G, W. F. 2010. Determinación de la digestibilidad in vivo en ovinos utilizando dietas a base de forrajes tropicales. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 1(2), 25–29.

Van Soest, P. J. 1994. *Nutritional ecology of the ruminant* (2nd ed.). Cornell University Press. <https://doi.org/10.7591/9781501732355>

Vera, M. R. 2009. Clasificación de la canal ovina de las razas Corriedale y Suffolk Down por medio del empleo de pautas de la Unión Europea (Tesis de licenciatura, Universidad de Chile). <https://repositorio.uchile.cl>

