

UNIVERSIDAD AUTONOMA DEL ESTADO DE MEXICO

CENTRO UNIVERSITARIO UAEM TEMASCALTEPEC

LICENCIATURA EN INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

TESIS

EVALUACIÓN DE COSTOS DE PRODUCCIÓN EN ENGORDA DE OVINOS UTILIZANDO ACTIVADOR RUMINAL Y NÚCLEO DIGESTIVO EN SISTEMA INTENSIVO

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

PRESENTA:

NOÉ PINO JASSO

ASESOR:

DR. en CARN. HECTOR HUGO VELÁZQUEZ VILLALVA

TEMASCALTEPEC, MÉXICO, 2026

ÍNDICE

INDICE DE GRÁFICAS ..... *IV*

ÍNDICE DE FIGURAS ..... *V*

RESUMEN ..... *VI*

I. INTRODUCCIÓN *1*

II. ANTECEDENTES *4*

III. MARCO TEÓRICO *8*

3.2 Importancia de la producción ovina. **8**

3.3 Importancia de la carne y productos ovinos. **9**

3.4 Importancia socioeconómica de la ovinocultura. **10**

3.5 Producción y consumo de ovinos a nivel mundial. **11**

3.6 Producción y consumo de ovinos en méxico. **13**

3.7 Ovinocultura en el estado de méxico. **15**

3.8 Sistemas de producción ovina. **18**

3.8.1 Sistema extensivo. 18

3.8.2 Sistema semiintensivo **19**

3.8.3 Sistema intensivo en corral. **19**

3.8.4 Alimentación de ovinos en sistema intensivo. **20**

3.10 Núcleo digestivo. ***22***

3.11 Costos de producción en la ovinocultura. ***22***

3.11.1 Tipos de costos 23

3.11.2 Indicadores económicos complementarios 26

3.12 Indicadores económicos en la engorda de ovinos. ***28***

IV. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA *30*

V. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN *31*

5.1 Pregunta de investigación **31**

VI. OBJETIVOS *32*

6.1 Objetivo general **32**

6.2 Objetivos específicos **32**

VII. HIPÓTESIS *33*

VIII. MATERIALES Y MÉTODOS..... 34

8.1 Ubicación del experimento. 34

8.2 Limpieza y desinfección. 35

8.3 Alojamiento. 37

8.4 Ingreso y recepción de los ovinos experimentales 39

8.5 Unidades experimentales. 42

8.6 Alimentación. 42

8.7 Tratamientos..... 46

8.8 Diseño completamente al azar. 48

8.8.1 Modelo estadístico ANOVA completamente al azar 48

7.8.2 Cuadro de Analisis de varianzas (ANOVA) 48

8.9.1 Costos de alimento 49

8.9.2. Costos de producción..... 50

8.9.3. Ingreso 51

8.9.4 Utilidad..... 51

8.9.5 Relación beneficio-costo..... 52

9.1 Resultados de las variables económicas 53

9.1.1 Costo de alimento. 54

9.1.2 Costo de producción 57

9.1.3 Ingreso..... 58

9.1.4 Utilidad..... 59

9.1.5 Relación beneficio-costo..... 60

IX. DISCUSIÓN 62

XI. CONCLUSIÓN 71

XII. BIBLIOGRAFÍA..... 73

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Caracteristicas de las principales razas y cruzamiento de ovinos utilizados en México 16

Tabla 2 Composición de ingredientes de las mezclas base utilizadas en los tratamientos alimenticios para ovinos en engorda intensiva (kg por cada 100 kg de mezcla) 45

Tabla 3 Descripción de los tratamientos experimentales y porcentajes de inclusión de alimento balanceado, activador ruminal y núcleo digestivo 46

Tabla 4 Porcentaje de alimento y suplemento proporcionado a los ovinos 47

Tabla 5 Análisis de varianza (ANOVA) para el diseño completamente al azar 48

Tabla 6 Registros productivos utilizados para la determinación de las variables económicas 49

Tabla 7 Resultados de las variables económicas en ovinos alimentados con y sin inclusión de activador ruminal y núcleo digestivo 54

INDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1 Producción y consumo global de carne ovina y hato ovino mundial. 13
Gráfica 2 Costo de alimento por kilogramo de las dietas experimentales..... 55
Gráfica 3 Costo total de alimentación por ovino durante el periodo experimental. 56
Gráfica 4 Costo de alimentcación por kilogrammo de peso ganado en los ovinos durante el periodo experimental 57
Gráfica 5 Costo de producción por ovino durante el periodo experimental 58
Gráfica 6 Ingreso por ovino al finalizar el periodo experimental 59
Gráfica 7 Utilidad por ovino durante el periodo experimental..... 60
Gráfica 8 Relación beneficio-costo de los ovinos de acuerdo con el tratamiento experimental 61

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Macroubicación del área de estudio en el municipio de Temascaltepec, Estado de México 34
Figura 2 Microubicación de la posta zootécnica del Centro Universitario UAEM Temascaltepec 35
Figura 3 Área metabólica de la posta zootécnica utilizada para el experimento .. 35
Figura 4 Limpieza del área metabólica previa al experimento 36
Figura 5 Limpieza de las bases de soporte de las jaulas experimentales 36
Figura 6 Desinfección de las instalaciones del área experimental 37
Figura 7 Acondicionamiento de las jaulas individuales para el alojamiento de los ovinos experimentales 38
Figura 8 Ingreso de los ovinos al área experimental 40
Figura 9 Alojamineto de los ovinos en las jaulas experimentales individuales 40
Figura 10 Periodo de adaptación de los ovinos a las condiciones experimentales 41
Figura 11 Manejo sanitario de los ovinos durante la fase de recepción 41
Figura 12 Ovinos utilizados como unidades experimentales 42
Figura 13 Formulación de las dietas experimentales mediante el programa UFFDA 44
Figura 14 Activador ruminal utilizando como activador en las dietas experimental 45
Figura 15 Preparación y mezclado de las dietas experimentales para ovinos en engorda intensiva 45
Figura 16 Suministro de las dietas experimentales a los ovinos alojados individualmente 47

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue evaluar los costos de producción de ovinos alimentados con la inclusión de activador ruminal, núcleo digestivo y la combinación de ambos aditivos en un sistema intensivo de engorda. El experimento se realizó en la Posta Zootécnica del Centro Universitario UAEM Temascaltepec, del 11 de septiembre al 23 de noviembre. Se utilizaron 24 ovinos, distribuidos en cuatro tratamientos, con 6 ovinos por tratamiento: T0 (testigo), T1 (activador ruminal), T2 (núcleo digestivo) y T3 (activador ruminal más núcleo digestivo. Para la evaluación económica se utilizaron los registros productivos obtenidos durante el periodo experimental como base para calcular los costos asociados con la engorda. Las variables económicas consideradas fueron costo de alimento, costo por kilogramo de carne producido, costo total de alimentación, costo de producción, ingreso, utilidad y relación beneficio-costo. Los datos fueron analizados mediante un diseño completamente al azar, utilizando el paquete estadístico SAS. las variables económicas evaluadas no presentaron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ($P > 0.05$). Se concluye que la inclusión de los aditivos evaluados no modificó significativamente los indicadores económicos; sin embargo, bajo las condiciones del presente estudio, la inclusión de núcleo digestivo mostró un comportamiento económico favorable en términos numéricos, principalmente por presentar el menor costo por kilogramo de carne producido y la mayor relación beneficio-costo.

Palabras clave: ovinos, engorda intensiva, costos de producción, activador ruminal, núcleo digestivo, relación beneficio-costo

I. INTRODUCCIÓN

La ovinocultura es una de las actividades pecuarias que presenta mayor capacidad de adaptación a las diferentes condiciones agroecológicas de México. Los ovinos pueden aprovechar pastizales naturales, rastrojos y forrajes de diversa calidad y, además, proporcionan productos como carne, leche, piel, lana y estiércol. Estas características hacen de la producción ovina una alternativa de importancia para pequeños y medianos productores (Arteaga, 2008; Montiel-Flores, 2023).

En los últimos años se ha observado una tendencia hacia la intensificación de la producción ovina, principalmente en regiones cercanas a los grandes centros de consumo. Los sistemas extensivos han comenzado a complementarse o sustituirse por sistemas semiintensivos e intensivos en corral, en los cuales los animales reciben dietas formuladas con granos, subproductos y forrajes conservados. Este tipo de producción permite incrementar la ganancia de peso y reducir el tiempo necesario para alcanzar el peso de mercado; sin embargo, también aumenta la importancia de la alimentación dentro de la estructura de costos, debido a que representa uno de los principales componentes de los costos variables en los sistemas intensivos de engorda (Díaz-Sánchez et al., 2018; SIAP, 2023).

En este contexto, el análisis económico constituye una herramienta necesaria para conocer el comportamiento de los costos asociados con la producción y determinar la viabilidad económica de las alternativas de alimentación utilizadas. La evaluación de los costos no debe limitarse únicamente al precio de la dieta, ya que el resultado económico depende también de la cantidad de alimento consumido, del producto obtenido y de los ingresos generados durante el proceso de engorda. Por esta razón, el análisis conjunto del costo del alimento, costo por kilogramo de carne producido, costo total de alimentación, costo de producción, ingreso, utilidad y relación beneficio-costo permite realizar una comparación económica más completa

entre diferentes estrategias de alimentación (Díaz-Sánchez et al., 2018; SIAP, 2023).

Para realizar este tipo de análisis es necesario contar con registros productivos que permitan relacionar el alimento utilizado con la respuesta obtenida durante la engorda. El registro del consumo de alimento y del peso de los animales proporciona información necesaria para obtener indicadores como la ganancia de peso y la conversión alimenticia, los cuales pueden utilizarse posteriormente como base para estimar los costos de producción. Por lo tanto, las variables productivas aportan información necesaria para la obtención e interpretación de las variables económicas; sin embargo, en el presente estudio su utilización estuvo orientada principalmente a sustentar los cálculos económicos derivados de cada tratamiento. En los sistemas intensivos de engorda, las dietas con una elevada proporción de concentrado requieren un adecuado manejo nutricional para mantener el funcionamiento del rumen. Cuando la proporción de concentrado es elevada puede aumentar el riesgo de alteraciones en el ambiente ruminal; por ello, además de mantener niveles adecuados de fibra, se han utilizado diferentes aditivos con la finalidad de favorecer la estabilidad del pH y de la población microbiana ruminal (McDonald et al., 2011). Entre estas alternativas se encuentran los activadores ruminales, cuyo uso está orientado a favorecer las condiciones necesarias para una fermentación adecuada y un mejor aprovechamiento de los nutrientes contenidos en la dieta.

Por otra parte, los núcleos digestivos corresponden a mezclas concentradas de aditivos que pueden contener enzimas exógenas, probióticos, prebióticos, minerales y vitaminas, componentes relacionados con los procesos de digestión y aprovechamiento de los nutrientes (McDonald et al., 2011). Su incorporación en la alimentación busca favorecer la utilización de los nutrientes disponibles en la dieta; no obstante, tanto los núcleos digestivos como los activadores ruminales representan un costo adicional dentro de la alimentación. En consecuencia, su utilización en sistemas intensivos de engorda debe analizarse no solamente desde

el punto de vista de su función nutricional, sino también considerando el efecto que su inclusión puede tener sobre los costos de producción.

La evaluación económica de estas alternativas permite determinar si el costo adicional generado por la incorporación de los aditivos se relaciona con una respuesta que justifique su utilización. En este sentido, resulta necesario integrar los registros productivos con los costos de alimentación, el costo por kilogramo de carne producido, los ingresos, la utilidad y la relación beneficio-costo. Este análisis permite establecer una comparación entre los tratamientos y generar información que contribuya a la toma de decisiones sobre el uso de activador ruminal y núcleo digestivo en sistemas intensivos de engorda de ovinos.

Por lo anterior, el objetivo de la presente investigación fue evaluar los costos de producción de ovinos alimentados con la inclusión de activador ruminal, núcleo digestivo y la combinación de ambos en un sistema intensivo de engorda.

II. ANTECEDENTES

Camacho Ronquillo et al. (2018) analizaron la rentabilidad de la finalización de ovinos en una granja integral de Puebla, México. Durante 48 días trabajaron con 1,000 animales sin raza definida, procedentes del sureste mexicano, con un peso vivo inicial de 28 kg. El manejo incluyó bacterinización, desparasitación y vitaminación, así como una dieta constituida aproximadamente por 90 % de granos y 10 % de forraje. Para expresar los resultados por animal, se dividieron la inversión y los ingresos totales publicados entre los 1,000 ovinos ingresados. La inversión calculada fue de $1,613.43 y el ingreso de $1,821.60 por ovino ingresado, considerando que se comercializaron 990 animales. Los autores reportaron una relación neta beneficio-costo de 1.036 y concluyeron que la actividad fue rentable bajo las condiciones estudiadas. Este antecedente aporta información para evaluar costos e ingresos en ovinos estabulados, aunque no examinó la incorporación de activador ruminal o núcleo digestivo.

Díaz-Sánchez et al. (2018) evaluaron la rentabilidad y competitividad de la producción ovina en Libres, Puebla, mediante entrevistas a 139 productores y el seguimiento de seis rebaños durante siete meses. Compararon sistemas basados en agostaderos y rastrojos, agostaderos y praderas, y alimentación en corral. Este último presentó los mejores indicadores de rentabilidad y competitividad. Los resultados permiten reconocer la importancia de las características del sistema de alimentación al interpretar el desempeño económico de la producción ovina. Su aportación al presente trabajo consiste en contextualizar la evaluación de costos y rentabilidad, considerando que la comparación entre sistemas productivos tiene un alcance diferente al de la evaluación de suplementos dentro de un mismo sistema de engorda.

Pérez Gómez y Sánchez del Real (s. f.) estudiaron la inclusión de urea y urea protegida en dietas para 32 corderos con un peso promedio de 26.65 kg.

Compararon una dieta testigo, una con 1 % de urea y dos con 1 y 2 % de urea protegida. El experimento duró 64 días, incluidos 15 de adaptación y 49 de registro de datos. Los animales recibieron alimento dos veces al día y fueron pesados semanalmente; también se registró el alimento ofrecido y rechazado. El análisis económico se presentó mediante promedios por cordero, sin pruebas estadísticas. Los ingresos fueron de $1,322.10, $1,265.10, $1,293.30 y $1,185.30 por animal, respectivamente, mientras que las utilidades fueron de $265.42, $207.32, $230.42 y $130.35. La dieta testigo obtuvo la mayor utilidad numérica. Este estudio muestra la importancia de relacionar la respuesta productiva con los gastos e ingresos individuales al evaluar modificaciones en la alimentación.

Vences Valdés (2025) evaluó dietas elaboradas con heno de canola o avena y suplementadas con zinc orgánico en 32 ovinos Suffolk × Hampshire, distribuidos en cuatro tratamientos con ocho animales cada uno. Se midieron variables productivas y se realizó un análisis económico mediante presupuestos parciales, considerando ingresos por la venta de canales frías. Para expresar los ingresos por ovino ingresado, se dividieron los montos publicados de cada tratamiento entre ocho. Los ingresos calculados fueron de $2,902.90 para avena sin zinc, $2,807.09 para avena con zinc, $2,880.02 para canola sin zinc y $2,967.25 para canola con zinc. Las relaciones beneficio-costo reportadas fueron de 1.11, 1.05, 1.06 y 1.10, respectivamente. Este antecedente permite relacionar la formulación de las dietas con sus resultados económicos. Aunque los ingresos se expresan por animal, su comparación con la presente investigación debe considerar que proceden de la comercialización de canales frías y no de animales en pie.

Rivas-Jacobo et al. (2017) estudiaron la suplementación con bagazo húmedo de cervecería como alternativa al maíz y al sorgo en ovinos en pastoreo, en Villa de Arriaga, San Luis Potosí. Utilizaron 23 corderos Rambouillet, 12 hembras y 11 machos, con un peso promedio de 25.5 kg. Durante 45 días compararon pastoreo sin suplemento y pastoreo complementado con 500 g diarios de materia seca de maíz, sorgo o bagazo húmedo de cervecería. Las ganancias diarias de peso de los

grupos suplementados fueron de 144.0, 133.3 y 138.8 g, respectivamente. Los autores señalaron que el bagazo permitió alcanzar ganancias similares a las de los cereales con menor costo de suplementación. El estudio aporta una referencia sobre estrategias alimenticias que relacionan el crecimiento de los animales con los gastos de alimentación, considerando que se desarrolló en pastoreo y no en engorda intensiva.

Contreras Rosales (2025) evaluó dietas para ovinos con granos húmedos de cervecería y cáscara de piña fermentada. Los tratamientos incluyeron 35 % de granos húmedos de cervecería en T1, 35 % de cáscara de piña en T2, 20 % de cada subproducto en T3 y ausencia de ambos en T4. Los costos del alimento fueron de $2.24, $2.06, $1.95 y $3.81/kg, mientras que los costos de alimentación por kilogramo de peso vivo ganado fueron de $29.57, $46.80, $41.16 y $31.58, respectivamente. El precio de venta considerado fue de $55.00 por kilogramo de peso vivo y las relaciones beneficio-costo fueron de 1.86, 1.18, 1.34 y 1.74. El análisis consideró únicamente alimentación, por lo que no representa la rentabilidad total de la unidad productiva. Aunque T3 presentó el alimento de menor precio, T1 registró el menor costo por kilogramo ganado y la mayor relación beneficio-costo. Estos resultados respaldan la importancia de relacionar el precio de la dieta con su aprovechamiento por los animales.

Maya Torres (2019) evaluó la inclusión de paja de chícharo (Pisum sativum L.) en dietas para corderos durante 60 días en El Peñón, Temascaltepec, México. Utilizó 15 ovinos machos Dorper × Katahdin, con un peso inicial de 27 ± 1 kg, distribuidos en una dieta testigo y dos dietas con 10 y 19 % de paja de chícharo, con cinco animales por tratamiento. El análisis incluyó variables productivas y costos de alimentación. En su cuadro económico, los precios por kilogramo de alimento fueron de $5.78, $5.60 y $5.39 para el testigo y las inclusiones de 10 y 19 %, respectivamente; los costos de alimentación por kilogramo de peso vivo ganado fueron de $43.83, $38.81 y $41.62. La dieta de menor precio no presentó el menor

costo por kilogramo ganado. Este antecedente regional permite valorar conjuntamente el costo de los ingredientes y la respuesta productiva de los ovinos. En conjunto, estos antecedentes sustentan la evaluación de alternativas alimenticias mediante indicadores que relacionen los gastos con la producción obtenida. Para facilitar la comparación, los ingresos disponibles se expresaron por animal ingresado, mientras que los costos por kilogramo conservaron su unidad original. No obstante, su interpretación requiere considerar los conceptos de costo incluidos, la duración de la engorda, los precios utilizados y la forma de comercialización de cada estudio. Estos elementos orientan el análisis económico de las dietas con activador ruminal, núcleo digestivo y su combinación evaluadas en la presente investigación.

III. MARCO TEÓRICO

3.1 Historia y origen de la ovinocultura.

El ovino doméstico (*Ovis aries*) pertenece al filo Chordata, clase Mammalia, orden Artiodactyla y familia Bovidae. Se considera una de las primeras especies animales domesticadas por el ser humano, con evidencia arqueológica que sitúa su domesticación hace aproximadamente 10,000 años en la región del Creciente Fértil, a partir de ovinos silvestres como el muflón asiático (*Ovis orientalis*) (Zeder, 2008). La domesticación de los ovinos permitió al ser humano aprovecharlos inicialmente como fuente de carne y piel y, posteriormente, para la obtención de lana y leche. Debido a su capacidad de adaptación a diferentes condiciones climáticas y sistemas de manejo, los ovinos se dispersaron hacia Europa, Asia, África y, posteriormente, América, convirtiéndose en una especie de importancia para las poblaciones rurales (FAO, 2010).

Como especie rumiante, el ovino presenta un aparato digestivo constituido por cuatro compartimentos: rumen, retículo, omaso y abomaso. El rumen funciona como una cámara de fermentación en la que diversos microorganismos, principalmente bacterias, protozoarios y hongos, participan en la degradación y aprovechamiento de los componentes de la dieta (Van Soest, 1994). Esta característica digestiva permite a los ovinos aprovechar una amplia variedad de recursos alimenticios y adaptarse a diferentes sistemas de producción.

3.2 Importancia de la producción ovina**.**

La ovinocultura es una actividad pecuaria de importancia económica y social, principalmente en las zonas rurales, debido a la capacidad de los ovinos para adaptarse a diferentes sistemas de alimentación y manejo. Asimismo, la carne ovina constituye una fuente de proteína de alto valor biológico y forma parte de la producción de alimentos de origen animal, contribuyendo a la seguridad alimentaria (FAO, 2018).

Además de su importancia alimentaria, la producción ovina genera actividad económica y fuentes de empleo en las regiones productoras. Dependiendo de las condiciones y objetivos de cada unidad de producción, los ovinos pueden manejarse bajo sistemas extensivos, semiintensivos o intensivos. En estos últimos, la alimentación adquiere especial importancia debido al uso de dietas formuladas para cubrir los requerimientos nutricionales de los animales durante el periodo de engorda.

Debido a las características digestivas de los ovinos, el adecuado funcionamiento del rumen es fundamental para el aprovechamiento de los nutrientes contenidos en la dieta. Alteraciones en el pH ruminal, en la población microbiana o en la proporción de fibra y concentrado pueden afectar la utilización del alimento y favorecer la aparición de trastornos digestivos, particularmente cuando se utilizan dietas con una elevada proporción de concentrados (McDonald et al., 2011). Por esta razón, la formulación adecuada de las dietas y el uso de estrategias alimenticias que favorezcan la estabilidad del ambiente ruminal adquieren relevancia en los sistemas intensivos de engorda.

3.3 Importancia de la carne y productos ovinos.

La carne de ovino es un alimento de alto valor nutricional, con un contenido importante de proteína de buena calidad, hierro, zinc y vitaminas del complejo B. En México, la carne de borrego se relaciona culturalmente con platillos tradicionales como la barbacoa, los mixiotes y otros guisos que forman parte de la gastronomía de distintas regiones (Bobadilla-Soto et al., 2021). El consumo suele aumentar en fines de semana, festividades y celebraciones, lo que crea picos de demanda que los productores buscan aprovechar.

Además de la carne, algunos sistemas ovinos producen leche destinada a la elaboración de quesos y otros productos lácteos, particularmente en países

mediterráneos y zonas específicas de América Latina y Europa. Aunque en México la producción de leche ovina es menor comparada con la bovina o caprina, representa un nicho de mercado con alto valor agregado. La lana, por su parte, tiene importancia histórica en la industria textil; sin embargo, en el contexto mexicano su peso económico actual es menor, debido al predominio de razas de pelo y a la competencia con fibras sintéticas (Arteaga, 2008).

El estiércol ovino también es un subproducto valioso, utilizado como fertilizante orgánico en parcelas agrícolas y huertos familiares. De esta forma, la ovinocultura no solamente genera alimentos de origen animal, sino que contribuye a cerrar ciclos productivos al reincorporar nutrientes al suelo, favoreciendo la sostenibilidad de los agroecosistemas (Díaz-Sánchez et al., 2018).

3.4 Importancia socioeconómica de la ovinocultura.

La ovinocultura mexicana tiene un peso socioeconómico relevante, sobre todo en pequeños y medianos productores que combinan esta actividad con agricultura de temporal, jornalería u otros oficios. Arteaga (2008) destaca que los ovinos suelen representar un “ahorro en pie”, es decir, un capital que la familia puede vender cuando requiere liquidez para cubrir gastos de salud, educación o fiestas patronales. Bobadilla-Soto et al. (2022) señalan que, en sistemas maíz–ovinos de traspatio, los borregos se alimentan en parte de rastrojos y residuos de cosecha, lo que permite transformar recursos de bajo valor en carne de mayor valor económico.

Esta característica convierte a los ovinos en un componente estratégico de la economía familiar rural, al permitir la diversificación de ingresos y la reducción de riesgos.

Además, al vincularse con la cadena de valor de la barbacoa y otros platillos típicos, la ovinocultura contribuye a la generación de empleos indirectos en el sacrificio, la comercialización y la preparación de alimentos. En estados como Hidalgo y Estado

de México, la barbacoa se ha convertido incluso en un elemento de identidad regional, lo que refuerza la importancia cultural y económica de los ovinos (Bobadilla-Soto et al., 2021; SADER, 2022).

3.5 Producción y consumo de ovinos a nivel mundial.

A nivel mundial, la producción ovina se sostiene en un inventario muy grande de animales y en una cadena orientada, sobre todo, a carne (cordero/borrego), lana y en menor medida leche. En términos de “base productiva”, los reportes de mercado de lana señalan que el hato mundial de ovinos superó 1.26 mil millones de cabezas (2021), con países líderes por población ovina como China, India y Australia, lo que explica su peso en oferta de productos ovinos (lana y carne).

En carne ovina, el mercado es más pequeño que el de pollo, cerdo o res, pero es relevante por su valor cultural y comercial. El OECD-FAO Agricultural Outlook 2024-2033 estima que en el periodo base 2021–2023 la producción/consumo global de carne de ovino ronda 17 millones de toneladas (equivalente canal) y proyecta alrededor de 19 millones hacia 2033, con una expansión aproximada del 16% en el consumo global en la década (impulsada principalmente por crecimiento poblacional e ingreso en países de ingresos medios).

Sobre el consumo, el mismo Outlook subraya que, aunque la carne ovina representa una fracción menor del total de carnes, es una fuente importante de proteína en regiones donde es tradicional (por ejemplo, Medio Oriente y Norte de África), y donde el cerdo no es sustituto. También señala que en algunas economías (como la Unión Europea) se prevé sustitución de carnes rojas (incluida la ovina) por carne de ave, por disponibilidad y precio.

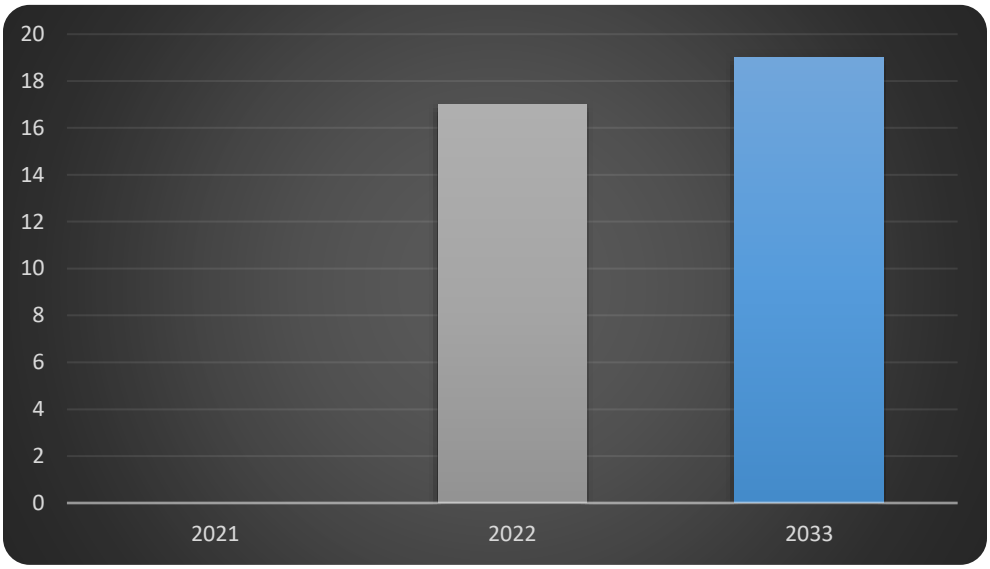
A escala global, la producción de ovinos se concentra en regiones con grandes extensiones de pastizales y climas templados o áridos. Países como China, Australia, Nueva Zelanda y diversas naciones de Medio Oriente destacan por sus

inventarios y por el volumen de carne y lana que aportan al mercado internacional (FAO, 2013). En estos países, los sistemas de producción pueden ser altamente tecnificados, con uso de mejoramiento genético intensivo, o bien basarse en grandes rebaños en pastoreo extensivo.

La FAO (2013) menciona que la producción ovina está influenciada por factores como el cambio climático, la disponibilidad de agua y la competencia con otros rubros ganaderos. A pesar de ello, los ovinos se siguen considerando una especie clave para la seguridad alimentaria en zonas marginales donde otros sistemas de producción animal no serían viables.

Finalmente, en el comercio internacional, Australia y Nueva Zelanda siguen siendo actores clave del mercado global de carne ovina: el Outlook indica que continuarán liderando los flujos, con estrategias diferenciadas (más exportación de cordero de mayor valor, cambios en *mutton*, etc.). Esto ayuda a entender por qué los cambios productivos en Oceanía afectan precios y disponibilidad mundial.

En este contexto internacional, los productores mexicanos compiten indirectamente con carne importada, pero también encuentran oportunidades en mercados locales donde los consumidores prefieren animales recientes y de origen conocido. Esto hace que los sistemas ovinos mexicanos, aunque pequeños en comparación con los grandes productores mundiales, tengan espacios específicos de desarrollo en nichos de mercado regionales.



Gráfica 1 Producción y consumo global de carne ovina y hato ovino mundial.
Fuente: Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA, 2021).

3.6 Producción y consumo de ovinos en méxico.

La producción de carne ovina constituye una actividad pecuaria de importancia en México, tanto por su contribución al abastecimiento de alimentos de origen animal como por la actividad económica que genera. De acuerdo con la Dirección General del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (DGSIAP), la información estadística pecuaria disponible en 2026 comprende registros anuales hasta el cierre de 2025 y considera, para la producción de carne ovina, variables como volumen, precio y valor de la producción (DGSIAP, 2026).

En 2024, la producción nacional alcanzó **69,327 toneladas de carne ovina**, mientras que el consumo nacional se estimó en aproximadamente **75,031 toneladas**. Asimismo, el consumo per cápita fue de **567 g por habitante al año**. La diferencia entre el volumen producido y el consumido evidencia la participación de las importaciones en el abastecimiento del mercado nacional y muestra la importancia de mantener y fortalecer la producción interna de carne ovina (DGSIAP, 2025; COMECARNE, 2025).

Desde el punto de vista económico, el Estado de México destaca por su participación en la producción nacional de carne ovina. Durante 2024 registró una producción de **9,671 toneladas**, con un valor aproximado de **1,035 millones de pesos**. Estos datos permiten dimensionar la importancia productiva y económica de la ovinocultura en la entidad y muestran la necesidad de considerar no solamente el volumen obtenido, sino también los costos involucrados en el proceso productivo (DGSIAP, 2025).

La producción ovina en México se desarrolla bajo diferentes sistemas de manejo y alimentación. En los sistemas intensivos de engorda, la alimentación adquiere especial relevancia debido al uso de dietas formuladas durante el periodo de finalización. Por esta razón, además de considerar el volumen y el valor económico de la producción, resulta necesario evaluar los costos asociados con la alimentación y el costo por kilogramo de carne obtenida, ya que estos indicadores permiten valorar económicamente las alternativas de alimentación utilizadas en la engorda de ovinos.

Según Díaz-Sánchez et al. (2018), la ovinocultura mexicana se desarrolla bajo una amplia diversidad de sistemas de producción, que van desde unidades de traspatio hasta sistemas empresariales con un mayor grado de tecnificación. Una parte importante de los productores opera a pequeña escala y combina el pastoreo con la suplementación alimenticia; sin embargo, también se han desarrollado sistemas intensivos de engorda en corral, principalmente en regiones cercanas a los grandes centros de consumo.

Por otra parte, el consumo de carne ovina en México se encuentra asociado principalmente con preparaciones tradicionales, entre las que destaca la barbacoa. Esta característica genera una demanda importante en determinadas regiones y representa una oportunidad para los productores ubicados cerca de zonas urbanas, como el Valle de México. No obstante, el aprovechamiento económico de este

mercado depende, entre otros factores, del manejo eficiente de los costos involucrados en la producción (Calderón-Cabrera et al., 2022).

3.7 Ovinocultura en el estado de méxico.

El Estado de México constituye una de las principales entidades productoras de ovinos del país. De acuerdo con información del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), el inventario ovino nacional fue de 8,805,206 cabezas, de las cuales aproximadamente 15 % se concentró en el Estado de México, equivalente a cerca de 1.32 millones de ovinos. Esta participación posiciona a la entidad entre las de mayor importancia para la ovinocultura nacional (SIAP, 2023; García-Rubio et al., 2025).

La importancia de la actividad también se refleja en la producción y en su valor económico. En 2024, el Estado de México produjo 9,671 toneladas de carne ovina y el valor de venta alcanzó aproximadamente 1,035 millones de pesos. Además, el precio de la carne ovina en la entidad presentó un incremento de 5.8 % con respecto a 2023 (DGSIAP, 2025). Estos datos muestran la importancia económica de la producción ovina en el Estado de México y la necesidad de considerar los costos involucrados en los sistemas de producción.

El consumo de carne ovina en México se encuentra estrechamente relacionado con preparaciones tradicionales, principalmente la barbacoa. De acuerdo con información reportada para el sector, aproximadamente 95 % de la carne ovina producida en el país se consume en forma de barbacoa, lo que favorece la existencia de mercados importantes en la región centro del país. La cercanía del Estado de México con zonas de elevada concentración poblacional, como el Valle de México y el Valle de Toluca, representa un mercado relevante para la producción y comercialización de carne ovina (SADER, 2017; García-Rubio et al., 2025).

En la zona sur del Estado de México, donde se localizan municipios como Temascaltepec, Sultepec y Tejupilco, se desarrollan diferentes sistemas de

producción ovina que pueden combinar el aprovechamiento de pastos, rastrojos y la suplementación alimenticia. En los sistemas intensivos de engorda, los animales permanecen en confinamiento y reciben dietas formuladas, por lo que la alimentación representa un componente importante dentro de los costos de producción. En consecuencia, la evaluación de los costos de alimentación y del costo por kilogramo de carne obtenida adquiere relevancia para determinar el comportamiento económico de las alternativas alimenticias utilizadas.

En México existe una amplia diversidad de razas y cruzamientos ovinos que se utilizan de acuerdo con las condiciones ambientales, el sistema de producción y el objetivo de cada unidad productiva. Entre las razas de lana se encuentran Mérino, Rambouillet y Corriedale, mientras que entre las razas de pelo utilizadas para la producción de carne destacan Pelibuey, Katahdin y Dorper. Asimismo, se emplean cruzamientos como Pelifolk, con los que se busca combinar características de adaptación y aptitud cárnica. En la tabla se presentan de manera resumida las principales características de estas razas y cruzamientos utilizados en la producción ovina.

Tabla 1 Caracteristicas de las principales razas y cruzamiento de ovinos utilizados en México

Raza o cruzamiento	Tipo	Origen	Aptitud principal	Características y uso
Mérino	Lana	España	Lana	Se caracteriza por la producción de lana fina y de buena calidad. Requiere esquila periódica y se utiliza principalmente en sistemas orientados a la producción de lana.
Rambouillet	Lana	Francia	Lana y carne	Derivada del Mérino; presenta mayor tamaño corporal y combina la producción de lana fina con aptitud para la producción de carne. Se adapta principalmente a condiciones templadas.

Corriedale	Lana	Nueva Zelanda	Doble propósito	Originada principalmente del cruzamiento entre Mérino y Lincoln. Presenta producción de lana de calidad intermedia y aptitud para la producción de carne.
Pelibuey	Pelo	Caribe	Carne	Se caracteriza por su rusticidad, adaptación a condiciones cálidas y húmedas y buena habilidad materna. No requiere esquila y se utiliza ampliamente como base materna y en cruzamientos con razas cárnicas.
Katahdin	Pelo	Estados Unidos	Carne	Raza de pelo que no requiere esquila, con buena adaptación a diferentes condiciones. Se utiliza en sistemas de producción de carne y en cruzamientos, particularmente con Pelibuey.
Dorper	Pelo	Sudáfrica	Carne	Raza orientada a la producción de carne, caracterizada por su rusticidad, adaptación y buena conformación cárnica. Se utiliza tanto en sistemas de engorda como en cruzamientos.
Pelifolk	Cruzamiento	Pelibuey × Suffolk	Carne	Cruzamiento que busca combinar la rusticidad y adaptación del Pelibuey con la aptitud cárnica y conformación del Suffolk. Se utiliza principalmente para producción de carne y engorda.

Fuente: Elaboración propia con información de Arteaga (2008), Díaz-Sánchez et al. (2018), Montiel-Flores (2023) y Bobadilla-Soto et al. (2022).

Las razas ovinas utilizadas en México presentan diferencias en cuanto a su aptitud productiva y capacidad de adaptación. Las razas de lana, como Mérino, Rambouillet y Corriedale, se encuentran principalmente asociadas con la producción de lana o con sistemas de doble propósito; sin embargo, algunas de ellas también presentan aptitud para la producción de carne. Por otra parte, las razas de pelo, como Pelibuey, Katahdin y Dorper, tienen importancia en los sistemas orientados a la producción de carne debido a su rusticidad, adaptación y facilidad de manejo. El Pelibuey se utiliza frecuentemente como base materna, mientras que Katahdin y Dorper se emplean como razas cárnicas y en cruzamientos para complementar las características de adaptación y producción.

3.8 Sistemas de producción ovina**.**

3.8.1 Sistema extensivo.

En el sistema extensivo, los ovinos se manejan principalmente en agostaderos y pastizales naturales, con una menor utilización de infraestructura y suplementación alimenticia. Los rebaños pueden recorrer diferentes superficies en busca de alimento, por lo que la disponibilidad y calidad del forraje dependen en gran medida de las condiciones climáticas y de la época del año (Arteaga, 2008).

Este sistema permite aprovechar recursos forrajeros disponibles en zonas donde otras actividades productivas pueden presentar mayores limitaciones. Al depender principalmente del pastoreo, los costos directos relacionados con la compra de alimento pueden ser menores; sin embargo, la cantidad y calidad del alimento disponible pueden variar durante el año, lo que influye en el manejo y en el tiempo requerido para que los animales alcancen el peso de comercialización.

3.8.2 Sistema semiintensivo

El sistema semiintensivo combina el aprovechamiento de pastos, potreros o rastrojos con la suplementación alimenticia. Durante determinadas horas del día, los ovinos pueden permanecer en pastoreo y, posteriormente, recibir en corral concentrados, forrajes conservados u otros suplementos para complementar sus requerimientos nutricionales (Bobadilla-Soto et al., 2022).

La cantidad de suplemento proporcionado puede ajustarse de acuerdo con la disponibilidad y calidad del forraje, así como con las necesidades de los animales. Desde el punto de vista económico, este sistema permite combinar recursos forrajeros disponibles en la unidad de producción con insumos adquiridos en el mercado. Por ello, el manejo de la suplementación y de los costos asociados con la alimentación constituye un aspecto importante dentro de este sistema.

3.8.3 Sistema intensivo en corral.

En el sistema intensivo de engorda, los ovinos permanecen principalmente en corrales y reciben dietas formuladas a partir de diferentes ingredientes, como granos, fuentes de proteína, subproductos y forrajes. Este sistema permite mantener un mayor control sobre el suministro de alimento, el manejo de los animales y las condiciones sanitarias durante el periodo de engorda (Díaz-Sánchez et al., 2018; McDonald et al., 2011).

A diferencia de los sistemas que dependen en mayor medida del pastoreo, en la engorda intensiva una parte importante de los insumos utilizados en la alimentación debe adquirirse o producirse específicamente para formular las dietas. En consecuencia, la alimentación constituye un componente relevante dentro de los costos de producción. Por esta razón, el registro de la cantidad de alimento utilizado, su precio y los cambios de peso de los animales proporciona información necesaria para relacionar el uso del alimento con el costo de la carne obtenida y realizar posteriormente la evaluación económica de la engorda.

3.8.4 Alimentación de ovinos en sistema intensivo.

En los sistemas intensivos de engorda, la alimentación de los ovinos se basa en dietas formuladas para cubrir sus requerimientos nutricionales. Estas dietas deben mantener un equilibrio adecuado entre energía, proteína, fibra, minerales y vitaminas. Entre los ingredientes utilizados pueden encontrarse granos como maíz, sorgo y cebada; fuentes de proteína y subproductos agroindustriales; melaza; así como forrajes conservados, entre ellos heno de avena, alfalfa o ensilaje. La selección y proporción de los ingredientes dependen de su disponibilidad, valor nutritivo y características de la dieta. Asimismo, debe mantenerse una cantidad adecuada de fibra para favorecer el funcionamiento normal del rumen (Van Soest, 1994).

El uso de dietas con una elevada proporción de concentrado requiere un manejo adecuado, debido a que puede modificar las condiciones del ambiente ruminal. McDonald et al. (2011) señalan que una cantidad insuficiente de fibra y una elevada disponibilidad de carbohidratos rápidamente fermentables pueden favorecer la disminución del pH ruminal y aumentar el riesgo de alteraciones digestivas, como la acidosis. Por ello, la formulación de la dieta debe considerar tanto el aporte de nutrientes como las condiciones necesarias para mantener una adecuada fermentación ruminal.

En los sistemas intensivos también es necesario llevar registros de la cantidad de alimento suministrado y consumido, así como del peso de los animales durante el periodo de engorda. A partir de estos registros es posible obtener información sobre el consumo, la ganancia de peso y la conversión alimenticia, datos que pueden utilizarse como base para realizar los cálculos económicos. De esta manera, la cantidad y el costo del alimento utilizado pueden relacionarse con la carne obtenida para determinar indicadores como el costo de alimentación y el costo por kilogramo de carne obtenida.

Además de los ingredientes convencionales de la dieta, en los sistemas intensivos pueden incorporarse diferentes aditivos o complementos alimenticios con la finalidad de favorecer las condiciones del ambiente ruminal y el aprovechamiento de los nutrientes. Entre estas alternativas se encuentran los activadores ruminales y los núcleos digestivos. Sin embargo, su incorporación también modifica el costo de la alimentación, por lo que resulta necesario conocer sus características y considerar su inclusión desde el punto de vista económico. A continuación, se describen estos productos y su utilización en la alimentación de ovinos en engorda.

3.9 Activador ruminal.

En los rumiantes, el rumen funciona como una cámara de fermentación en la que una amplia población de microorganismos, principalmente bacterias, protozoarios y hongos, participa en la degradación y fermentación de los componentes de la dieta. Como resultado de este proceso se producen, entre otros compuestos, ácidos grasos volátiles (AGV), los cuales constituyen una fuente importante de energía para el animal (Van Soest, 1994; McDonald et al., 2011).

En este contexto, los activadores ruminales son productos utilizados en la alimentación de rumiantes con la finalidad de favorecer las condiciones del ambiente ruminal y la actividad de los microorganismos involucrados en la fermentación. Dependiendo de su formulación, estos productos pueden contener levaduras vivas o inactivadas, productos derivados de la fermentación y otros componentes. Particularmente, el uso de levaduras se ha relacionado con la estabilización del ambiente ruminal y con el estímulo de la actividad de microorganismos involucrados en la degradación de la fibra, aunque sus efectos pueden variar en función del tipo de producto, la dieta y las condiciones de alimentación (Chaucheyras-Durand et al., 2008).

3.10 Núcleo digestivo.

El núcleo digestivo se refiere a una mezcla concentrada de aditivos diseñada para mejorar la digestión y absorción de nutrientes a lo largo del tracto gastrointestinal. Suele contener enzimas exógenas (como xilanasas, beta–glucanasas, amilasas, proteasas), probióticos, prebióticos, minerales y vitaminas en formas de alta biodisponibilidad (McDonald et al., 2011).

Las enzimas exógenas pueden ayudar a desdoblar componentes de la dieta que la flora ruminal no degrada completamente, o hacerlo de manera más rápida. Por ejemplo, las xilanasas actúan sobre hemicelulosas de los cereales, mientras que las proteasas ayudan a liberar aminoácidos y péptidos. Los probióticos, por su parte, son microorganismos benéficos que contribuyen a estabilizar la microbiota intestinal, y los prebióticos son sustratos que favorecen la multiplicación de estas bacterias benéficas (Beauchemin et al., 2003; Seo et al., 2010).

En conjunto, estos componentes buscan que una mayor proporción de los nutrientes consumidos por el animal sea efectivamente aprovechada, reduciendo la presencia de nutrientes no digeridos en las heces y mejorando la eficiencia alimenticia global. En sistemas intensivos de ovinos, esto podría traducirse en una mayor ganancia de peso por kilogramo de alimento consumido. Sin embargo, al igual que con los activadores ruminales, es necesario evaluar si el beneficio productivo es suficiente para compensar el costo adicional del núcleo digestivo (Beauchemin et al., 2003; Seo et al., 2010).

3.11 Costos de producción en la ovinocultura.

En la ovinocultura, el análisis económico parte de la identificación y clasificación de los costos relacionados con el proceso productivo. Esta clasificación permite reconocer cuáles gastos permanecen relativamente constantes y cuáles aumentan o disminuyen de acuerdo con el número de animales o el nivel de producción. En

los sistemas intensivos de engorda, la alimentación constituye uno de los componentes económicos de mayor importancia, debido a que el costo de la dieta y la cantidad de alimento consumido influyen directamente en el costo asociado con la producción de carne (Díaz-Sánchez et al., 2018).

A partir de esta clasificación, es posible determinar diferentes indicadores económicos por animal o por kilogramo producido. Estos indicadores permiten conocer con mayor precisión el comportamiento económico del sistema y facilitan la comparación entre las diferentes alternativas de alimentación utilizadas durante la engorda.

Para comprender la estructura de estos costos y su aplicación dentro de los sistemas de producción ovina, a continuación se describen los principales conceptos considerados en el análisis económico.

3.11.1 Tipos de costos

El costo es el valor monetario de los recursos utilizados para producir un bien. En la producción ovina puede incluir insumos, servicios, mano de obra, alimentación y el uso de instalaciones y equipo. Su análisis permite conocer la cantidad de recursos económicos utilizados durante el proceso productivo y proporciona información para la toma de decisiones.

A partir de este concepto general, los costos pueden clasificarse de acuerdo con su comportamiento dentro del sistema productivo.

3.11.1.1 Costo fijo

Los costos fijos son aquellos que no dependen directamente del número de animales o del nivel de producción en el corto plazo. Entre ellos pueden encontrarse

la depreciación de instalaciones y equipo, determinados servicios, la renta y, dependiendo del sistema de producción, la mano de obra permanente.

3.11.1.2 Costo variable

Los costos variables cambian conforme aumenta o disminuye el número de animales o el nivel de producción. En la ovinocultura pueden incluir la alimentación, la compra de animales, la sanidad, la mano de obra eventual, la cama, el transporte y otros insumos utilizados durante el proceso productivo (Díaz-Sánchez et al., 2018).

Dentro de los costos variables, la alimentación adquiere particular importancia en los sistemas intensivos de engorda, debido a que el precio de los ingredientes y la cantidad de alimento consumido influyen directamente en el costo asociado con la producción de carne. Por esta razón, el costo del alimento constituye uno de los principales elementos considerados en el análisis económico de las estrategias alimenticias.

3.11.1.3 Costo del alimento

El costo del alimento corresponde al valor económico de los ingredientes, suplementos y aditivos que integran la dieta suministrada a los animales. Debido a que en el presente estudio se evaluó la inclusión de activador ruminal, núcleo digestivo y la combinación de ambos, la determinación del costo de la dieta permite conocer las diferencias económicas asociadas con cada alternativa de alimentación. En la práctica, el costo del alimento se expresa comúnmente en $/kg de alimento y también en $/tonelada, porque así se cotiza y se compra una parte importante de los insumos, como granos, concentrados, forrajes y premezclas. Para obtener estos valores, se considera la proporción de cada ingrediente incluida en la dieta y su precio correspondiente.

Sin embargo, el análisis económico de la alimentación no debe limitarse únicamente al costo por kilogramo de dieta. También es necesario considerar la cantidad de alimento consumido por los animales, debido a que este registro permite determinar el costo total de alimentación y relacionarlo posteriormente con la cantidad de carne producida.

3.11.1.4 Costo total de alimentación

El costo total de alimentación corresponde al gasto generado por el alimento consumido por cada animal durante el periodo de engorda. Su determinación requiere considerar tanto la cantidad total de alimento consumido como el costo de la dieta correspondiente a cada tratamiento.

Este indicador permite conocer cuánto se destinó económicamente a la alimentación de cada ovino y facilita la comparación entre las diferentes alternativas alimenticias. Por esta razón, el registro del consumo de alimento proporciona información necesaria para realizar los cálculos económicos relacionados con la alimentación.

El costo total de alimentación debe analizarse conjuntamente con el costo de la dieta y la producción obtenida, debido a que un menor costo por kilogramo de alimento no necesariamente representa un menor costo total de alimentación si la cantidad consumida por los animales es mayor.

3.11.1.5 Costo por kilogramo de carne producido

El costo por kilogramo de carne producido permite relacionar el costo de alimentación con la cantidad de carne obtenida durante el periodo de engorda. Este indicador proporciona información sobre cuánto representa económicamente producir un kilogramo de carne y facilita la comparación entre las diferentes alternativas de alimentación.

Su interpretación debe realizarse considerando de manera conjunta el costo de la dieta, el consumo de alimento y la cantidad de producto obtenido. De esta forma, una dieta con un costo ligeramente mayor puede presentar un comportamiento económico favorable si el costo por kilogramo de carne producido resulta menor.
En evaluaciones económicas de aditivos alimenticios, este indicador adquiere importancia debido a que permite valorar si el costo asociado con la inclusión de un producto se acompaña de una respuesta productiva que favorezca económicamente al sistema de engorda.

3.11.2 Indicadores económicos complementarios

Además de los costos relacionados directamente con la alimentación y con la producción de carne, el análisis económico puede complementarse mediante indicadores que permitan relacionar los recursos utilizados con los beneficios económicos obtenidos. Entre estos indicadores se encuentran el ingreso, la utilidad y la relación beneficio-costo, los cuales proporcionan información adicional para comparar las alternativas de alimentación evaluadas.

3.11.2.1 Ingreso

El ingreso corresponde al valor económico generado por la producción obtenida durante un periodo determinado. En los sistemas de engorda ovina, este indicador se relaciona con la cantidad de producto obtenida y con el precio establecido para su comercialización.

El análisis del ingreso permite conocer el valor monetario generado por cada animal y constituye un elemento necesario para determinar posteriormente la utilidad. Sin embargo, un mayor ingreso no representa necesariamente un mejor comportamiento económico, debido a que también deben considerarse los costos asociados con la producción.

3.11.2.2 Utilidad

La utilidad representa la diferencia entre los ingresos obtenidos y los costos considerados durante el proceso productivo. Este indicador permite conocer el resultado económico después de considerar los recursos monetarios utilizados durante la engorda.

Una utilidad positiva indica que los ingresos fueron superiores a los costos considerados, mientras que una utilidad negativa indica que los costos fueron mayores que los ingresos. Por lo tanto, la utilidad proporciona información para comparar el comportamiento económico de las diferentes estrategias de alimentación.

3.11.2.3 Relación beneficio-costo

La relación beneficio-costo es un indicador económico que permite comparar los beneficios obtenidos con los costos considerados durante el proceso productivo. Su interpretación permite conocer la relación existente entre los recursos económicos utilizados y los beneficios generados.

Cuando la relación beneficio-costo es mayor que uno, los beneficios obtenidos superan los costos; cuando es igual a uno, los beneficios son equivalentes a los costos; y cuando es menor que uno, los costos superan los beneficios obtenidos. Por esta razón, este indicador complementa el análisis económico de las alternativas de alimentación utilizadas en la engorda de ovinos.

En conjunto, el costo del alimento, el costo total de alimentación, el costo por kilogramo de carne producido, el ingreso, la utilidad y la relación beneficio-costo permiten realizar una evaluación económica de la inclusión de activador ruminal, núcleo digestivo y su combinación en dietas para ovinos en engorda intensiva. Para

determinar estos indicadores, los registros productivos, como el consumo de alimento y los cambios de peso de los animales, proporcionan la información necesaria para efectuar los cálculos económicos; por lo tanto, se utilizaron como registros de apoyo para la determinación de las variables económicas evaluadas en el estudio.

3.12 Indicadores económicos en la engorda de ovinos.

Para evaluar el comportamiento económico de una tecnología o práctica de manejo utilizada en los sistemas de engorda ovina, es necesario considerar diferentes indicadores que permitan relacionar los costos realizados con los resultados obtenidos. Entre estos se encuentran el costo de alimentación por kilogramo de peso ganado, el costo total de producción por animal, el margen bruto y la relación beneficio-costo, los cuales proporcionan información para la toma de decisiones dentro de las unidades de producción (Calderón-Cabrera et al., 2022).

En este sentido, el costo de alimentación por kilogramo de peso ganado relaciona los recursos económicos destinados al alimento con la ganancia de peso obtenida durante el periodo de engorda. Por su parte, el costo total de producción por animal integra los diferentes costos asociados con el proceso productivo, entre ellos la alimentación, sanidad, mano de obra y otros gastos generados durante la producción. El análisis de estos indicadores permite conocer el comportamiento de los costos y comparar diferentes alternativas utilizadas en la engorda de ovinos. Asimismo, el margen bruto representa la diferencia entre los ingresos obtenidos por la venta de los animales y los costos variables asociados con su producción. De manera complementaria, la relación beneficio-costo permite relacionar los beneficios obtenidos con los costos realizados; cuando su valor es superior a uno, los beneficios son mayores que los costos, mientras que valores inferiores a uno indican que los costos superan los beneficios obtenidos (Calderón-Cabrera et al., 2022).

La utilidad de estos indicadores depende también de la disponibilidad de registros económicos adecuados. Bobadilla-Soto et al. (2021) señalan que la falta de registros detallados en las unidades de producción ovina puede limitar la realización de análisis económicos. Por ello, contar con información sobre los costos y los ingresos permite identificar con mayor precisión el comportamiento económico de las prácticas implementadas y facilita la toma de decisiones dentro del sistema de producción.

En el caso de la utilización de aditivos alimenticios en ovinos de engorda, el análisis conjunto de estos indicadores permite valorar si el costo asociado con su inclusión

IV. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

4.1 Planteamiento del problema

En los sistemas intensivos de engorda de ovinos, el manejo en corral y el uso de raciones balanceadas permiten reducir el tiempo para alcanzar el peso de mercado. Sin embargo, esta ventaja técnica viene acompañada de un alto peso del rubro alimentación dentro de los costos totales. Cualquier pequeña variación en la conversión alimenticia o en la ganancia diaria de peso puede impactar directamente en la rentabilidad de la unidad de producción.

Actualmente, diferentes empresas ofrecen activadores ruminales y núcleos digestivos para rumiantes, los cuales se promueven como productos capaces de mejorar la digestibilidad, la salud ruminal y el desempeño productivo. Algunos productores en la región ya los utilizan, pero la mayoría los adopta basándose en recomendaciones comerciales o en experiencias aisladas, sin contar con una evaluación económica formal bajo sus propias condiciones.

De manera concreta, en la engorda intensiva de ovinos en la zona sur del Estado de México se presenta el siguiente problema:
Se invierte una parte importante del capital en alimento balanceado. Se incorporan aditivos (activador ruminal y núcleo digestivo) que encarecen el costo por kilogramo de dieta. Se requiere realizar una evaluación esta decisión del productor mejoran sus costos de producción al mejorar sus variables productivas.

V. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

5.1 Pregunta de investigación

¿La inclusión de activador ruminal, núcleo digestivo y la combinación de ambos en la dieta de ovinos en engorda intensiva disminuye los costos de producción en comparación con una dieta sin inclusión de estos aditivos?

VI. OBJETIVOS

6.1 Objetivo general

Evaluar los costos de producción de ovinos alimentados con la inclusión de activador ruminal, núcleo digestivo y la combinación de ambos en un sistema intensivo de engorda.

6.2 Objetivos específicos

- Determinar los costos de alimentación de ovinos con la inclusión de activador ruminal, núcleo digestivo y la combinación de ambos en un sistema intensivo de engorda.
- Calcular el costo de alimentación por kilogramo de peso ganado en cada uno de los tratamientos evaluados.
- Comparar los costos de producción y los indicadores económicos obtenidos entre los tratamientos evaluados.

VII. HIPÓTESIS

La inclusión de activador ruminal, núcleo digestivo y la combinación de ambos en la dieta de ovinos en engorda intensiva disminuye los costos de producción, particularmente el costo de alimentación por kilogramo de peso ganado, en comparación con una dieta sin inclusión de estos aditivos.

.

VIII. MATERIALES Y MÉTODOS

8.1 Ubicación del experimento**.**

Se realizó el experimento en el Área Metabólica de la Posta Zootécnica del Centro Universitario UAEM Temascaltepec, de la Universidad Autónoma del Estado de México. Dicha unidad se localiza a 19°02’43’’ de latitud norte y 100°03’14’’ de longitud oeste, a una altitud aproximada de 1,720 m s. n. m.

La región presenta un clima templado subhúmedo, con una temperatura media anual cercana a 19 °C y una precipitación pluvial promedio de 1,100 mm, condiciones representativas del sur del Estado de México y adecuadas para el desarrollo de sistemas intensivos de engorda de ovinos.



Figura 1 Macroubicación del área de estudio en el municipio de Temascaltepec, Estado de México

Fuente: Elaboración propia con base en el mapa de municipios del Estado de México del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, s. f.).



Figura 2 Microubicación de la posta zootécnica del Centro Universitario UAEM Temascaltepec
Fuente: Imagen satelital obtenida de Google Earth, consultada en 2026.



Figura 3 Área metabólica de la posta zootécnica utilizada para el experimento
Fuente: Fotografía propia 2025

8.2 Limpieza y desinfección**.**

Se realizó la limpieza y desinfección del área metabólica con el objetivo de eliminar posibles patógenos y garantizar condiciones sanitarias adecuadas para el desarrollo del experimento. Posteriormente, se procedió a la instalación de las jaulas experimentales destinadas al alojamiento de los ovinos, asegurando un manejo higiénico y condiciones apropiadas de bienestar animal durante el periodo experimental.



Figura 4 Limpieza del área metabólica previa al experimento

Fuente: Fotografía propia 2025



Figura 5 Limpieza de las bases de soporte de las jaulas experimentales

Fuente: Fotografía propia 2025



Figura 6 Desinfección de las instalaciones del área experimental

Fuente: Fotografía propia 2025

8.3 Alojamiento**.**

Los ovinos fueron alojados en jaulas experimentales individuales, las cuales fueron previamente instaladas en el área metabólica. Las jaulas se colocaron de forma elevada sobre bases de hierro y contaron con piso de madera, lo que facilitó el manejo higiénico y las labores de limpieza durante el periodo experimental.

Cada jaula estuvo equipada con dos cubetas de plástico destinadas al suministro de alimento y agua, garantizando el acceso libre al agua durante todo el experimento. Las jaulas experimentales presentaron las siguientes medidas; 1.20 metros de largo, 1.10 metros de ancho y 1.45 metros de alto; mientras que las bases de soporte tuvieron medidas de 2.60 metros de largo, 1.50 metros de ancho y 0.92

metros de alto, asegurando condiciones adecuadas de alojamiento y bienestar para los ovinos.



Figura 7 Acondicionamiento de las jaulas individuales para el alojamiento de los ovinos experimentales

Fuente: Fotografía propia 2025



Figura 8 Cubetas de plástico utilizadas para el suministro de alimento y agua

Fuente: Fotografía propia 2025.

8.4 Ingreso y recepción de los ovinos experimentales

Los ovinos ingresaron al área experimental el 4 de septiembre de 2025 y fueron alojados en jaulas experimentales individuales. Durante el primer día únicamente se les proporcionó agua, con el fin de reducir el estrés ocasionado por el manejo y el transporte. A partir del segundo día, se inició la alimentación con avena como dieta única, la cual se suministró durante un periodo de siete días como fase de adaptación al manejo, a las instalaciones y a la alimentación.

Una vez concluido el periodo de adaptación y antes de iniciar el periodo experimental, se realizó el pesaje individual de los 24 ovinos para obtener el registro de peso vivo inicial (PVI). Este registro se utilizó como información de apoyo para los cálculos correspondientes a la evaluación económica.

Posteriormente, dio inicio el periodo experimental, el cual se desarrolló del 11 de septiembre al 23 de noviembre de 2025. Durante este periodo se realizaron los registros necesarios para determinar las variables económicas evaluadas. Al término del experimento, se efectuaron los registros finales correspondientes y se dio por concluida la fase experimental.

En la **Figura 17** se muestra el ingreso de los ovinos al área experimental y su alojamiento en las jaulas individuales.



Figura 8 Ingreso de los ovinos al área experimental

Fuente: Fotografía propia 2025.



Figura 9 Alojamineto de los ovinos en las jaulas experimentales individuales

Fuente: Fotografía propia 2025



Figura 10 Periodo de adaptación de los ovinos a las condiciones experimentales

Fuente: Fotografía propia (2025).



Figura 11 Manejo sanitario de los ovinos durante la fase de recepción

Fuente: Fotografía propia (2025).

8.5 Unidades experimentales**.**

Se utilizaron 24 ovinos como unidades experimentales, con un peso corporal promedio aproximado de 27 kg. Los animales fueron distribuidos en cuatro tratamientos, con seis ovinos por tratamiento, y permanecieron alojados individualmente durante el periodo experimental.

Los ovinos utilizados correspondieron a cruzas Dorper × Pelibuey y Katahdin × Dorper, destinadas a la producción de carne.



Figura 12 Ovinos utilizados como unidades experimentales

Fuente: Fotografía propia (2025).

8.6 Alimentación.

Las dietas correspondientes a cada tratamiento fueron formuladas mediante el programa UFFDA (Pesti et al., 1992), con el objetivo de cubrir los requerimientos nutricionales de los ovinos durante la etapa de engorda. Para la formulación de las dietas se utilizaron pasta de soya, rastrojo de maíz, maíz rolado, heno de alfalfa, carbonato de calcio y minerales, respetando las proporciones establecidas para cada tratamiento.

De manera paralela, se elaboró el suplemento activador ruminal utilizando 90 kg de melaza, 2 kg de minerales, 1 kg de urea y 200 g de levadura en polvo. Los ingredientes fueron incorporados en un tambo con capacidad de 200 litros y se mezclaron hasta obtener una preparación homogénea. Posteriormente, el recipiente se cerró con una tapa y la mezcla se dejó fermentar durante un periodo de 15 días. Una vez concluido este periodo, el activador ruminal quedó disponible para su incorporación en las dietas correspondientes.

Asimismo, se elaboró el núcleo digestivo a partir de 8 L melaza, 60 kg maíz molido,20 salvado, 2 kg minerales, 10kg pasta de soya y 250gr levadura. Los ingredientes fueron pesados de acuerdo con la formulación establecida y posteriormente se incorporaron a la revolvedora, donde se mezclaron hasta obtener una preparación homogénea. Una vez elaborado, el núcleo digestivo se resguardó en una tina con capacidad aproximada de 150 litros hasta su utilización.
Posteriormente, las dietas de los cuatro tratamientos fueron elaboradas de forma independiente, respetando las proporciones establecidas para cada ingrediente. Para su preparación, los ingredientes correspondientes a cada dieta fueron pesados y posteriormente incorporados a la revolvedora del Rancho “El Salitre”, perteneciente al Centro Universitario UAEM Temascaltepec, donde se mezclaron hasta obtener una distribución homogénea.

La incorporación de los aditivos se realizó de acuerdo con el tratamiento experimental. El T0 correspondió a la dieta testigo, sin inclusión de activador ruminal ni núcleo digestivo; en el T1 se incorporó el activador ruminal en una proporción equivalente al 5 % de la dieta; en el T2 se incorporó el núcleo digestivo en una proporción del 5 % de la dieta; y en el T3 se incluyeron ambos aditivos, cada uno en una proporción del 5 % de la dieta. De esta manera, cada dieta fue preparada de acuerdo con la formulación establecida para el tratamiento correspondiente.

Una vez elaboradas las dietas, estas fueron suministradas diariamente y de manera individual a los ovinos, de acuerdo con el tratamiento asignado. Debido a que los

animales permanecieron alojados en jaulas experimentales individuales, se registró diariamente la cantidad de alimento ofrecido y el rechazo correspondiente a cada ovino. Estos registros permitieron determinar el consumo individual de alimento y se utilizaron posteriormente como información de apoyo para realizar los cálculos de las variables económicas evaluadas.

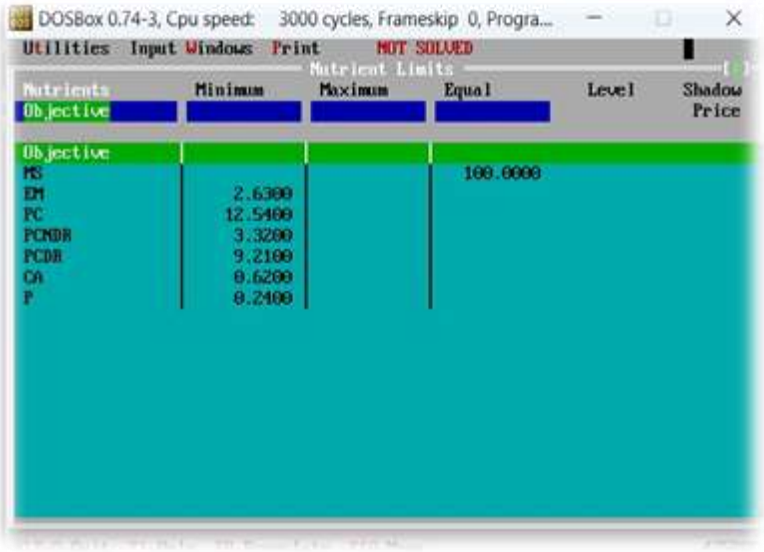


Figura 13 Formulación de las dietas experimentales mediante el programa UFFDA

Fuente: Fotografía propia 2025.



Figura 14 Activador ruminal utilizando como activador en las dietas experimental



Figura 15 Preparación y mezclado de las dietas experimentales para ovinos en engorda intensiva

Fuente: Fotografía propia 2025

Tabla 2 Composición de ingredientes de las mezclas base utilizadas en los tratamientos alimenticios para ovinos en engorda intensiva (kg por cada 100 kg de mezcla)

Ingredientes	**T0 (kg)**	**T1(kg)**	**T2(kg)**	**T3(kg)**
Pasta de soya	15.63	17.38	15.68	17.56
Rastrojo de maíz	15.00	15.00	15.00	15.00
Maíz rolado	61.37	59.62	61.32	59.44
Heno de alfalfa	5.00	5.00	5.00	5.00
Carbonato de Calcio (CaCo3)	0.50	0.50	0.50	0.50
Minerales	2.50	2.50	2.50	2.50
Total	100	100	100	100

8.7 Tratamientos

Se evaluaron cuatro tratamientos experimentales en ovinos en engorda. El T0 correspondió al tratamiento testigo y estuvo constituido por 100 % de alimento balanceado, sin inclusión de suplemento; el T1 estuvo constituido por 5 % de activador ruminal + 95 % de alimento balanceado; el T2, por 5 % de núcleo digestivo + 95 % de alimento balanceado; y el T3, por 5 % de activador ruminal + 5 % de núcleo digestivo + 90 % de alimento balanceado. Los tratamientos fueron asignados a las unidades experimentales y se mantuvieron durante todo el periodo experimental.

Tabla 3 Descripción de los tratamientos experimentales y porcentajes de inclusión de alimento balanceado, activador ruminal y núcleo digestivo

Tratamiento	**Suplemento**	**% de alimento balanceado / % de suplemento**
Tratamiento 0	Sin suplemento	100 de alimento balanceado
Tratamiento 1	Activador ruminal	95 de alimento balanceado / 5 Activador Ruminal
Tratamiento 2	Núcleo digestivo	95 alimento balanceado / 5 Núcleo Digestivo
Tratamiento 3	Activador Ruminal + Núcleo Digestivo	90 alimento balanceado / 5 Activador Ruminal / 5 Núcleo Digestivo

Tabla 4 Porcentaje de alimento y suplemento proporcionado a los ovinos

Tratamiento	Suplemento %	Alimento balanceado %
T 0	Sin suplemento	100
T1	Activador ruminal 5 +	95
T2	Núcleo digestivo 5. +	95
T 3	Activador Ruminal 5. + Núcleo Digestivo 5. +	90

Una vez elaboradas, las dietas fueron almacenadas en costales convencionales debidamente identificados y trasladados a las instalaciones del Área Metabólica, donde se suministraron a los ovinos de acuerdo con el tratamiento asignado durante todo el periodo experimental.



Figura 16 Suministro de las dietas experimentales a los ovinos alojados individualmente

Fuente: Fotografía propia 2025

8.8 Diseño completamente al azar.

Este diseño experimental se utiliza cuando no existe la necesidad del realizar control local, debido a las condiciones son homogéneas del experimento.

8.8.1 Modelo estadístico ANOVA completamente al azar

Diseño experimental y analisis de datos

Se utilizó el diseño completamente al azar, expresado de la siguiente forma:

$$Yij=Mo+Ti+\varepsilon ij$$

Donde:

Yij: Es la Variable aleatoria que representa la respuesta de la j-ésima unidad experimental asignada al i-ésimo tratamiento, con i=1,2,...,n y j=1,2,...,ni.

Mo: Media general.

Ti: Es el efecto del i-ésimo tratamiento sobre el promedio global (grupos genéticos).

Eij: Efecto del error experimental.

7.8.2 Cuadro de Analisis de varianzas (ANOVA)

Tabla 5 Análisis de varianza (ANOVA) para el diseño completamente al azar

FV	SC	GL	CM	F	Valor-p
Tratamientos	$SC_{TRAT} = \sum_{i=1}^{k} \frac{Y_i^2}{n_i} - \frac{Y^2}{N}$	$T-1$	$CM_{TRAT} = \frac{SC_{TRAT}}{K-1}$	$\frac{CM_{TRAT}}{CM_E}$	$P(F > F_0)$
Error	$SC_E = SC_T - SC_{TRAT}$	$t(r-1)$	$CM_E = \frac{SC_E}{N-k}$		
Total	$SC_T = \sum_{i=1}^{K} \sum_{j=1}^{n_i} Y_{ij}^2 - \frac{Y^2}{N}$	$Tr-1$			

8.9 Variables.

Las variables evaluadas en el presente estudio fueron de carácter económico y se determinaron a partir de los registros productivos obtenidos individualmente de los ovinos durante el periodo experimental. Para ello, se registraron el peso vivo inicial, el peso vivo final y el consumo de alimento de cada animal; a partir de estos datos se obtuvo la ganancia total de peso. Estos registros productivos no se consideraron como variables económicas principales, sino como información de apoyo necesaria para realizar los cálculos correspondientes. En el Cuadro se especifican los registros productivos utilizados y su aplicación en el análisis económico.

Tabla 6 Registros productivos utilizados para la determinación de las variables económicas

Registro productivo	**Abreviatura**	**Unidad**	**Aplicación en el análisis económico**
Peso vivo inicial	PVI	kg	Determinación del costo inicial del ovino y de la ganancia total de peso
Peso vivo final	PVF	kg	Determinación de la ganancia total de peso y del ingreso
Consumo total de alimento	CTA	kg	Determinación del costo total de alimentación
Ganancia total de peso	GTP	kg	Determinación del costo por kilogramo de peso ganado

A partir de estos registros productivos y de la información correspondiente a los precios de los insumos y de compra y venta de los ovinos, se determinaron las cinco variables económicas principales del estudio: **costo de alimento, costo de producción, ingreso, utilidad y relación beneficio-costo**. A continuación, se describe el procedimiento utilizado para determinar cada una.

8.9.1 Costos de alimento

El costo de alimento se determinó a partir del precio de las materias primas utilizadas en la elaboración de las dietas experimentales y de los suplementos incorporados en cada tratamiento. Para ello, se consideraron las cantidades y los precios por kilogramo de cada ingrediente utilizado en las dietas.

Asimismo, durante el periodo experimental se registró diariamente y de manera individual la cantidad de alimento ofrecido y el rechazo de cada ovino. A partir de estos registros se determinó el consumo de alimento de cada animal mediante la diferencia entre la cantidad ofrecida y la cantidad rechazada.

Consumo de alimento (kg) = alimento ofrecido (kg) − alimento rechazado (kg)
Posteriormente, se obtuvo el consumo total de alimento de cada ovino durante el periodo experimental. El costo total de alimentación se determinó multiplicando el consumo total de alimento por el costo por kilogramo de la dieta correspondiente a cada tratamiento.
Costo total de alimentación ($) = consumo total de alimento (kg) × costo del alimento ($/kg)

Para complementar la evaluación del costo de alimentación, se determinó el costo por kilogramo de peso ganado. Primero se obtuvo la ganancia total de peso de cada ovino mediante la diferencia entre el peso vivo final y el peso vivo inicial:
Ganancia total de peso (kg) = peso vivo final (kg) − peso vivo inicial (kg)
Posteriormente, se relacionó el costo total de alimentación con la ganancia total de peso:
Costo por kilogramo de peso ganado ($/kg) = costo total de alimentación ($) / ganancia total de peso (kg)

Este indicador permitió conocer el costo de alimentación asociado con cada kilogramo de peso ganado por los ovinos durante el periodo experimental.
8.9.2. Costos de producción

El costo de producción considerado en el presente estudio se determinó individualmente para cada ovino a partir del costo inicial del animal y del costo total de alimentación generado durante el periodo experimental.

El costo inicial de cada ovino se obtuvo considerando su peso vivo inicial y un precio de compra de **$105.00 por kilogramo de peso vivo**, de acuerdo con el valor utilizado para la adquisición de los animales.

Costo inicial del ovino ($) = peso vivo inicial (kg) × $105.00/kg

Posteriormente, el costo de producción considerado para cada animal se determinó mediante la suma del costo inicial del ovino y el costo total de alimentación.

Costo de producción ($) = costo inicial del ovino ($) + costo total de alimentación ($)

De esta manera, el costo de producción utilizado en el análisis económico correspondió específicamente a los conceptos considerados en el experimento y no a la totalidad de los costos que pueden presentarse en una unidad comercial de producción ovina.

8.9.3. Ingreso

El ingreso se determinó individualmente para cada ovino a partir del peso vivo final registrado al término del periodo experimental. Para su cálculo se consideró un precio de venta de **$100.00 por kilogramo de peso vivo**.

Ingreso ($) = peso vivo final (kg) × $100.00/kg

Este cálculo permitió determinar el valor económico de cada ovino al finalizar el periodo de engorda y proporcionó la información necesaria para obtener posteriormente la utilidad y la relación beneficio-costo.

8.9.4 Utilidad

La utilidad se determinó individualmente mediante la diferencia entre el ingreso obtenido al finalizar el periodo experimental y el costo de producción considerado para cada ovino.

Utilidad ($) = ingreso ($) − costo de producción ($)

Una utilidad positiva indicó que el ingreso obtenido fue superior al costo considerado, mientras que una utilidad negativa indicó que el costo fue superior al ingreso. Este indicador permitió comparar el resultado económico obtenido con cada uno de los tratamientos evaluados.

8.9.5 Relación beneficio-costo

La relación beneficio-costo se determinó mediante el cociente entre el ingreso obtenido y el costo de producción considerado para cada ovino.

Relación beneficio-costo = ingreso ($) / costo de producción ($)

Para su interpretación, un valor superior a 1 indicó que los ingresos fueron mayores que los costos considerados; un valor igual a 1 indicó una equivalencia entre ingresos y costos, mientras que un valor inferior a 1 indicó que los costos fueron superiores a los ingresos.

La relación beneficio-costo permitió comparar económicamente los cuatro tratamientos y determinar la relación existente entre los recursos económicos considerados y los ingresos obtenidos durante el periodo experimental.

IX. RESULTADOS

9.1 Resultados de las variables económicas

Los resultados de las variables económicas se obtuvieron a partir de los registros individuales de los ovinos durante el periodo experimental. Para su determinación se utilizaron como información de apoyo el peso vivo inicial, el peso vivo final, el consumo total de alimento y la ganancia total de peso. Estos registros permitieron realizar los cálculos correspondientes a la evaluación económica de cada tratamiento.

Las variables económicas principales evaluadas fueron costo de alimento, costo de producción, ingreso, utilidad y relación beneficio-costo. De manera complementaria, se determinaron el costo total de alimentación y el costo de alimentación por kilogramo de peso ganado, con la finalidad de relacionar el gasto destinado a la alimentación con el consumo y la ganancia de peso obtenida por los ovinos.

En la Tabla 4 se presentan las medias de las variables económicas correspondientes a los cuatro tratamientos evaluados. El análisis de varianza mostró diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos únicamente para el costo de alimento ($P<0.0001$). Para el costo total de alimentación, costo de alimentación por kilogramo de peso ganado, costo de producción, ingreso, utilidad y relación beneficio-costo no se observaron diferencias estadísticamente significativas ($P>0.05$). Por lo tanto, para estas variables las diferencias entre tratamientos se describieron únicamente en términos numéricos.

Tabla 7 Resultados de las variables económicas en ovinos alimentados con y sin inclusión de activador ruminal y núcleo digestivo

Variable	T0	T1	T2	T3	ESM	P
CA	7.400[c]	7.460[a]	7.390[d]	7.450[b]	≈0.000	<0.0001
COSTA	650.07[a]	701.63[a]	637.54[a]	725.07[a]	37.95	0.3348
CA/kg GP	41.195[a]	40.510[a]	36.385[a]	40.427[a]	3.647	0.7821
CP	3385.30[a]	3545.40[a]	3418.30[a]	3568.80[a]	194.74	0.8819
ING	4216.80[a]	4550.20[a]	4423.00[a]	4560.30[a]	223.01	0.6773
UTI	831.50[a]	1004.80[a]	1004.70[a]	991.50[a]	146.36	0.8006
RBC	1.2450[a]	1.2933[a]	1.3033[a]	1.2833[a]	0.0476	0.8341

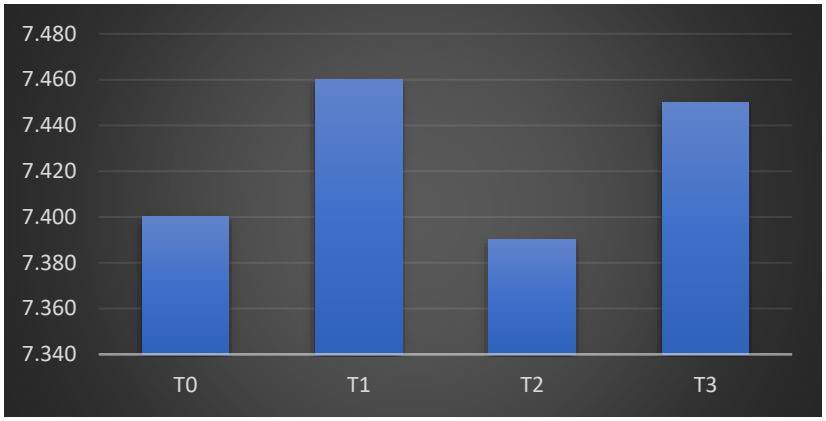
T0: tratamiento testigo, sin inclusión de suplemento; **T1:** inclusión de activador ruminal; **T2:** inclusión de núcleo digestivo; **T3:** inclusión de activador ruminal y núcleo digestivo. **ESM:** error estándar de la media. Medias con letras diferentes dentro de una misma fila indican diferencias estadísticamente significativas ($P<0.05$); medias con la misma letra indican ausencia de diferencias estadísticamente significativas ($P>0.05$).

9.1.1 Costo de alimento**.**

El costo del alimento fue de $7.40/kg para T0, $7.46/kg para T1, $7.39/kg para T2 y $7.45/kg para T3. El análisis de varianza mostró diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos ($P<0.0001$). La prueba de Tukey clasificó a T1, T3, T0 y T2 en los grupos A, B, C y D, respectivamente, indicando diferencias entre los cuatro tratamientos.

T2, correspondiente a la inclusión de núcleo digestivo, presentó el menor costo por kilogramo de alimento, mientras que T1, con inclusión de activador ruminal, registró el mayor valor. La diferencia entre ambos tratamientos fue de $0.07/kg. En comparación con T0, T2 presentó un costo $0.01/kg menor, mientras que T1 y T3 registraron costos superiores en $0.06 y $0.05/kg, respectivamente.

En la **Gráfica 2** se presenta el costo por kilogramo de alimento para los cuatro tratamientos evaluados.

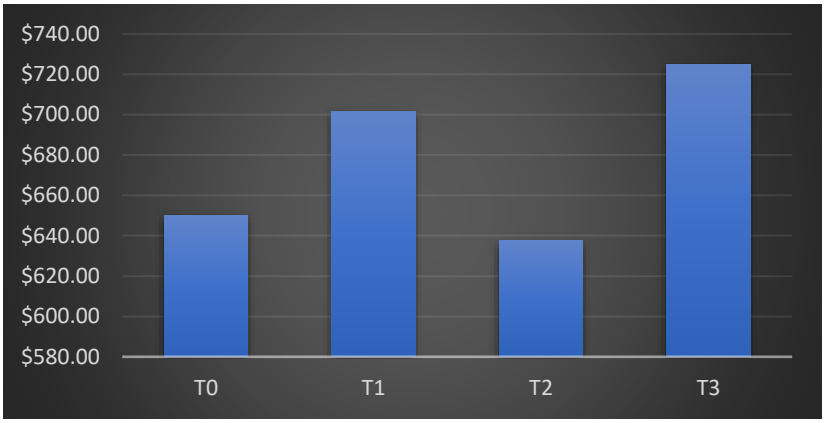


Gráfica 2 Costo de alimento por kilogramo de las dietas experimentales

Como indicador complementario del costo de alimentación, se determinó el costo total de alimentación por ovino durante el periodo experimental. Los valores fueron de $650.07 para T0, $701.63 para T1, $637.54 para T2 y $725.07 para T3. No se observaron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos (P=0.3348), y la prueba de Tukey asignó la misma agrupación a los cuatro tratamientos.

Numéricamente, T2 presentó el menor costo total de alimentación, seguido de T0, T1 y T3. La diferencia entre T2 y T3, que presentaron el menor y mayor valor, respectivamente, fue de $87.53 por ovino. Asimismo, T2 registró un costo total de alimentación $12.53 menor por ovino en comparación con T0. Debido a la ausencia de diferencias estadísticas, estos resultados se interpretaron únicamente como diferencias numéricas

En la **Gráfica 3** se presenta el costo total de alimentación por ovino correspondiente a cada tratamiento.

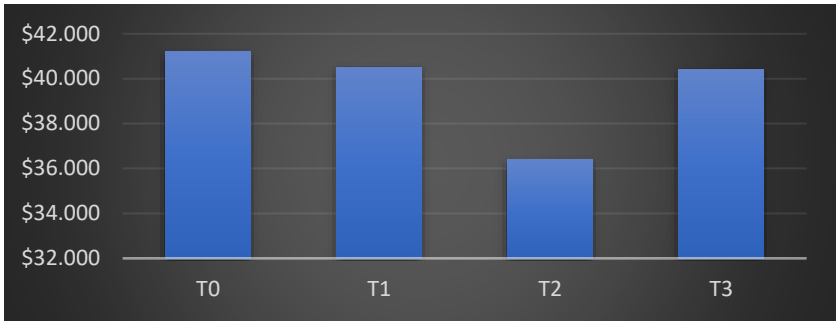


Gráfica 3 Costo total de alimentación por ovino durante el periodo experimental

Para complementar la evaluación del costo de alimentación, se determinó el costo de alimentación por kilogramo de peso ganado. Los valores obtenidos fueron de $41.20/kg para T0, $40.51/kg para T1, $36.39/kg para T2 y $40.43/kg para T3. No se observaron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos (P=0.7821), y la prueba de Tukey clasificó a los cuatro tratamientos dentro del mismo grupo.

T2 presentó numéricamente el menor costo de alimentación por kilogramo de peso ganado. En comparación con T0, este valor fue $4.81/kg menor, equivalente aproximadamente a una disminución de 11.7 %. T1 y T3 presentaron valores similares, de $40.51 y $40.43/kg, respectivamente. Sin embargo, debido a que no se detectaron diferencias estadísticamente significativas, el menor valor registrado en T2 se interpretó únicamente como una diferencia numérica.

En la **Gráfica 4** se presenta el costo de alimentación por kilogramo de peso ganado para los cuatro tratamientos.



Gráfica 4 Costo de alimentcación por kilogrammo de peso ganado en los ovinos durante el periodo experimental

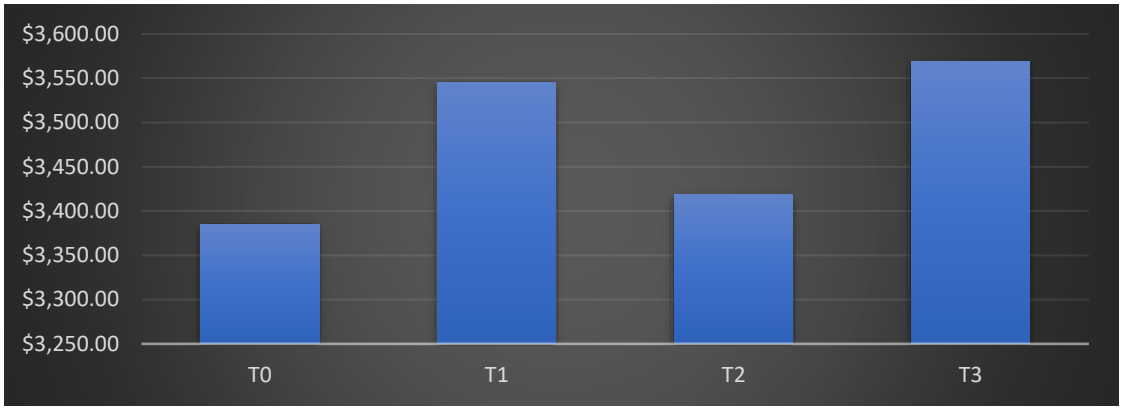
9.1.2 Costo de producción

El costo de producción fue de $3,385.30 por ovino para T0, $3,545.40 para T1, $3,418.30 para T2 y $3,568.80 para T3.
El análisis de varianza no mostró diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos (P=0.8819). Asimismo, la prueba de Tukey clasificó a los cuatro tratamientos dentro del mismo grupo estadístico.

Numéricamente, T0 presentó el menor costo de producción, seguido de T2, T1 y T3. La diferencia entre T0 y T2 fue de $33.00 por ovino, mientras que T3 presentó un costo $183.50 mayor que T0. Aunque T2 registró el menor costo de alimento y el menor costo total de alimentación, el menor costo de producción correspondió a T0.

Este comportamiento se relacionó con la forma en que se determinó el costo de producción en el presente estudio, debido a que este indicador consideró tanto el costo inicial del ovino como el costo total de alimentación. Por lo tanto, el costo inicial de los animales también formó parte del costo de producción obtenido para cada tratamiento.

En la **Gráfica 5** se presenta el costo de producción por ovino de los tratamientos evaluados.



Gráfica 5 Costo de producción por ovino durante el periodo experimental

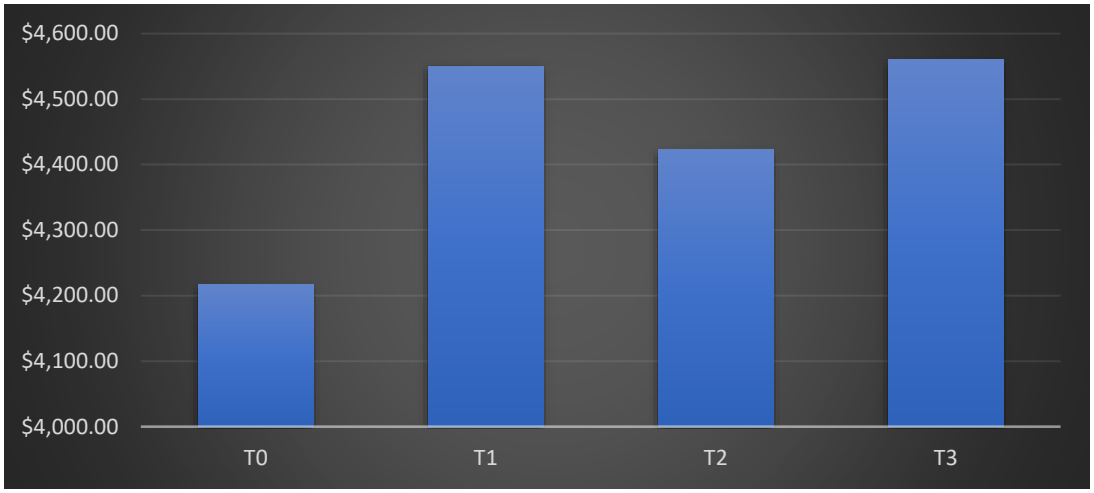
9.1.3 Ingreso

El ingreso obtenido al finalizar el periodo experimental fue de $4,216.80 por ovino para T0, $4,550.20 para T1, $4,423.00 para T2 y $4,560.30 para T3. No se observaron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos (P=0.6773). La prueba de Tukey también clasificó a los cuatro tratamientos dentro del mismo grupo estadístico.

Numéricamente, T3 presentó el mayor ingreso, seguido de T1, T2 y T0. En comparación con T0, T3 presentó un ingreso $343.50 mayor por ovino; T1, $333.40 mayor; y T2, $206.20 mayor. No obstante, estas diferencias fueron únicamente numéricas y no permiten establecer un efecto estadísticamente significativo de los tratamientos sobre el ingreso.

El ingreso estuvo relacionado con el peso vivo final de los ovinos, debido a que para su determinación se utilizó el mismo precio de $100.00/kg de peso vivo en los cuatro tratamientos. Por lo tanto, dicho precio constituyó un valor utilizado para efectuar el cálculo del ingreso y no una variable económica de respuesta.

En la **Gráfica 6** se presenta el ingreso obtenido por ovino en cada tratamiento.



Gráfica 6 Ingreso por ovino al finalizar el periodo experimental

9.1.4 Utilidad

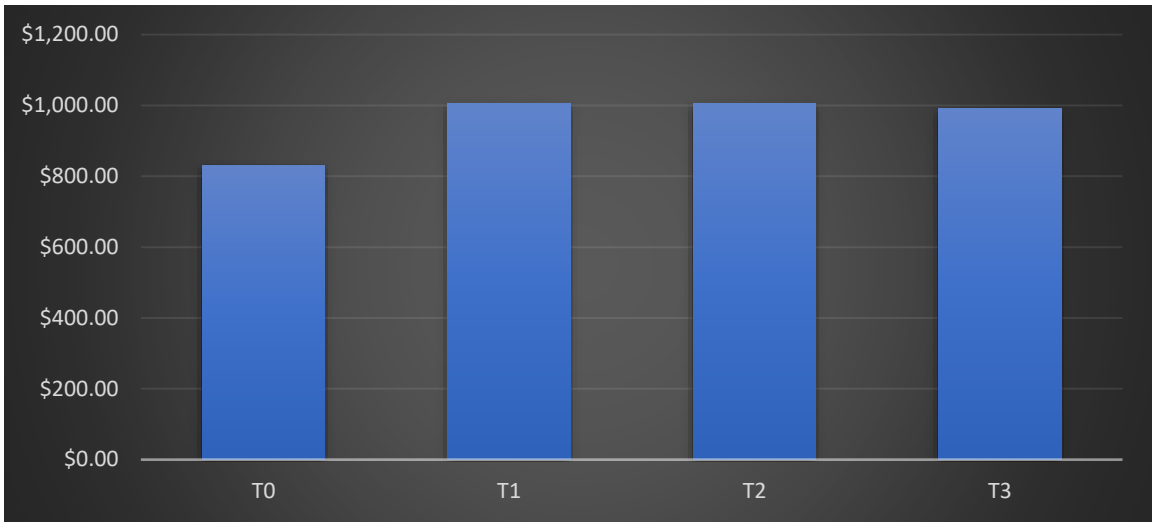
La utilidad obtenida fue de $831.50 por ovino para T0, $1,004.80 para T1, $1,004.70 para T2 y $991.50 para T3. El análisis de varianza no mostró diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos (P=0.8006). La prueba de Tukey confirmó la ausencia de diferencias estadísticas al clasificar los cuatro tratamientos dentro del mismo grupo.

Numéricamente, T1 presentó la mayor utilidad, seguido prácticamente por T2, debido a que entre ambos existió una diferencia de únicamente $0.10 por ovino. T3 registró una utilidad de $991.50, mientras que T0 presentó el menor valor, con $831.50 por ovino.

En comparación con T0, la utilidad fue $173.30 mayor por ovino en T1, $173.20 mayor en T2 y $160.00 mayor en T3. Sin embargo, debido a la ausencia de diferencias estadísticamente significativas, estas variaciones se interpretaron únicamente en términos numéricos.

Los cuatro tratamientos presentaron valores positivos de utilidad, debido a que los ingresos obtenidos fueron superiores a los costos considerados en el análisis económico. La utilidad correspondió a la diferencia entre el ingreso y el costo de producción.

En la **Gráfica 7** se presenta la utilidad obtenida por ovino para cada tratamiento.



Gráfica 7 Utilidad por ovino durante el periodo experimental

9.1.5 Relación beneficio-costo

La relación beneficio-costo fue de 1.2450 para T0, 1.2933 para T1, 1.3033 para T2 y 1.2833 para T3. El análisis de varianza no mostró diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos (P=0.8341). La prueba de Tukey clasificó a los cuatro tratamientos dentro del mismo grupo estadístico.

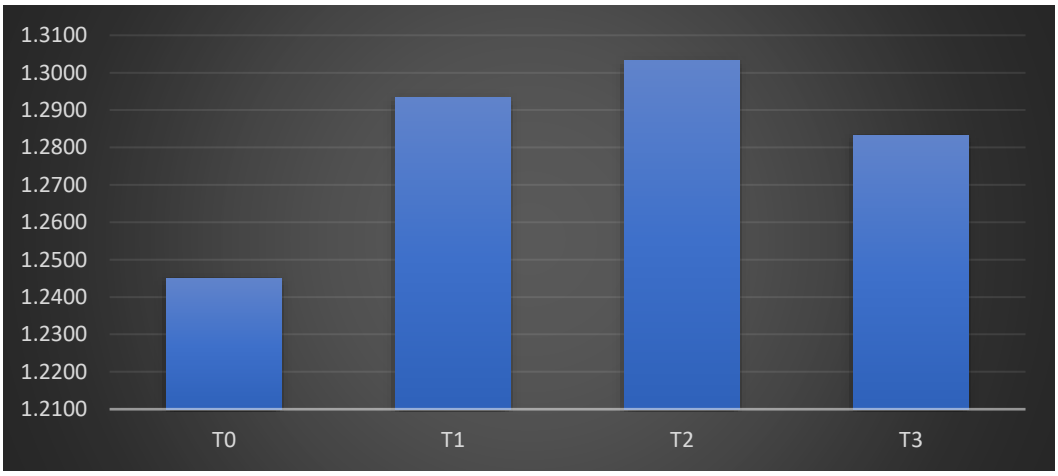
Numéricamente, T2 presentó la mayor relación beneficio-costo, seguido de T1, T3 y T0. Todos los tratamientos registraron valores superiores a 1, lo que indica que los ingresos obtenidos fueron superiores a los costos considerados en la evaluación económica.

De acuerdo con los valores obtenidos, por cada $1.00 considerado como costo se generaron aproximadamente $1.25 de ingreso en T0, $1.29 en T1, $1.30 en T2 y

$1.28 en T3. Esto representó un excedente aproximado de $0.25, $0.29, $0.30 y $0.28 por cada peso considerado como costo para T0, T1, T2 y T3, respectivamente.

Aunque las diferencias no fueron estadísticamente significativas, T2 presentó numéricamente la mayor relación beneficio-costo. Este resultado estuvo acompañado por el menor costo de alimento, el menor costo total de alimentación y el menor costo de alimentación por kilogramo de peso ganado. En conjunto, T2 presentó un comportamiento económico numéricamente favorable en varios de los indicadores evaluados; sin embargo, con excepción del costo de alimento, no se demostró una superioridad estadísticamente significativa sobre los demás tratamientos.

En la **Gráfica 8** se presenta la relación beneficio-costo obtenida para los cuatro tratamientos evaluados.



Gráfica 8 Relación beneficio-costo de los ovinos de acuerdo con el tratamiento experimental

IX. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en la presente investigación permitieron evaluar el comportamiento económico de la inclusión de activador ruminal, núcleo digestivo y la combinación de ambos en la alimentación de ovinos sometidos a un sistema intensivo de engorda. El análisis de varianza mostró diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos únicamente para el costo de alimento ($P<0.0001$). En contraste, el costo total de alimentación, el costo de alimentación por kilogramo de peso ganado, el costo de producción, el ingreso, la utilidad y la relación beneficio-costo no presentaron diferencias estadísticamente significativas ($P>0.05$). En consecuencia, las variaciones observadas en estas últimas variables se interpretaron únicamente en términos numéricos y bajo las condiciones en las que se desarrolló el experimento.

En relación con el costo de alimento, se obtuvieron valores de $7.40/kg para T0, $7.46/kg para T1, $7.39/kg para T2 y $7.45/kg para T3. T2, correspondiente a la inclusión de núcleo digestivo, presentó el menor costo, mientras que T1, con activador ruminal, registró el mayor. El análisis estadístico confirmó diferencias entre los tratamientos ($P<0.0001$), por lo que la composición de las dietas utilizadas estuvo asociada con diferencias en el costo por kilogramo de alimento.

Los costos obtenidos en el presente estudio fueron superiores a los reportados por Camacho Ronquillo et al. (2018), quienes evaluaron la finalización de ovinos en estabulación y registraron un costo de alimento de $4.18/kg. Sin embargo, esta diferencia debe interpretarse considerando que ambos estudios se desarrollaron bajo condiciones distintas en cuanto a formulación de las dietas, precios de las materias primas, duración del periodo de engorda y escala de producción. En dicho antecedente se trabajó con 1,000 animales durante un periodo de 48 días, por lo que las condiciones productivas y económicas fueron diferentes a las del presente experimento.

De manera similar, Pérez Gómez y Sánchez del Real reportaron costos de alimento de $3.23, $3.08, $3.44 y $3.65/kg al evaluar diferentes fuentes y niveles de urea en dietas para corderos. Estos valores fueron inferiores a los encontrados en la presente investigación. No obstante, las diferencias entre ambos trabajos no pueden atribuirse exclusivamente a la utilización de los aditivos, debido a que la composición de las dietas, los ingredientes empleados y sus precios fueron diferentes. Lo anterior demuestra la importancia de considerar las condiciones particulares de cada sistema al comparar económicamente diferentes estrategias de alimentación.

Maya Torres (2019), en una investigación realizada en Temascaltepec con ovinos Dorper × Katahdin, reportó costos de alimento de $5.78, $5.60 y $5.39/kg al utilizar diferentes niveles de inclusión de paja de chícharo. Estos valores también fueron inferiores a los obtenidos en el presente estudio. En ese trabajo, la utilización de un recurso forrajero local permitió sustituir parcialmente ingredientes convencionales de la dieta, lo cual pudo contribuir a disminuir el costo de alimentación. Este antecedente evidencia que el tipo de ingredientes utilizados y su disponibilidad constituyen factores importantes en la determinación del costo final de las dietas.

Asimismo, Vences Valdés (2025) registró costos de alimento de $6.34, $6.50, $6.64 y $6.80/kg en dietas elaboradas con heno de canola o avena y suplementadas con zinc-metionina. Aunque estos valores fueron inferiores a los registrados en el presente experimento, las diferencias pueden relacionarse con los ingredientes utilizados, sus precios y las características de las formulaciones evaluadas. Por su parte, Contreras Rosales (2025) obtuvo costos de alimento de $2.24, $2.06, $1.95 y $3.81/kg mediante la utilización de cáscara de piña y granos húmedos de cervecería. La utilización de subproductos agroindustriales constituye una diferencia importante respecto al presente trabajo y demuestra que el aprovechamiento de ingredientes alternativos puede modificar considerablemente el costo de una dieta.

En conjunto, la comparación con estos antecedentes muestra que el costo por kilogramo de alimento depende de la formulación de la dieta, el tipo y precio de los ingredientes, su disponibilidad y las condiciones particulares bajo las cuales se desarrolla cada sistema de producción. Por esta razón, los valores económicos obtenidos entre investigaciones deben compararse con precaución y considerando las características propias de cada estudio.

Respecto al costo total de alimentación, se obtuvieron valores de $650.07 por ovino para T0, $701.63 para T1, $637.54 para T2 y $725.07 para T3. No se detectaron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos (P=0.3348). Sin embargo, numéricamente T2 presentó el menor costo total de alimentación, mientras que T3 registró el mayor, con una diferencia de $87.53 por ovino entre ambos tratamientos.

El costo total de alimentación representa un indicador relevante dentro de la evaluación económica, debido a que no depende únicamente del costo por kilogramo de la dieta, sino también de la cantidad de alimento consumida durante el periodo de engorda. En este sentido, T2 presentó tanto el menor costo por kilogramo de alimento como el menor costo total de alimentación. No obstante, debido a que para esta última variable no se encontraron diferencias estadísticamente significativas, el comportamiento observado debe considerarse únicamente como una diferencia numérica.

Este planteamiento coincide con lo señalado por Rivas-Jacobo et al. (2017), quienes evaluaron el uso de bagazo húmedo de cervecería como alternativa al maíz y sorgo en la alimentación de ovinos. Los autores observaron que la utilización de este subproducto permitió obtener una respuesta productiva semejante con un menor costo de suplementación. Aunque las condiciones experimentales fueron diferentes a las del presente trabajo, este antecedente muestra la importancia de relacionar el costo de la alimentación con la respuesta obtenida por los animales y no considerar únicamente el precio del alimento.

En cuanto al costo de alimentación por kilogramo de peso ganado, los valores fueron de $41.20/kg para T0, $40.51/kg para T1, $36.39/kg para T2 y $40.43/kg para T3. No se observaron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos (P=0.7821). Sin embargo, T2 presentó numéricamente el menor valor. En comparación con T0, el costo registrado en T2 fue $4.81/kg menor, equivalente aproximadamente a una reducción numérica de 11.7 %. Debido a la ausencia de significancia estadística, esta diferencia no permite establecer una superioridad del núcleo digestivo sobre los demás tratamientos.

Este indicador resulta particularmente importante dentro de la evaluación económica de la alimentación, debido a que relaciona el gasto efectuado en alimento con la ganancia de peso obtenida durante el periodo experimental. Por esta razón, una dieta con menor costo por kilogramo no necesariamente presentará el menor costo por kilogramo de peso ganado, ya que este último dependerá también del consumo de alimento y de la ganancia de peso alcanzada por los animales.

Maya Torres (2019) reportó costos de alimentación por kilogramo de peso vivo ganado de $43.83, $38.81 y $41.62/kg. En comparación, T2 del presente estudio registró un valor de $36.39/kg, numéricamente inferior a los valores reportados en ese antecedente. No obstante, debido a las diferencias existentes entre las dietas y condiciones experimentales de ambos estudios, esta comparación debe considerarse únicamente como referencia económica y no como evidencia de superioridad entre estrategias de alimentación.

Contreras Rosales (2025), por su parte, reportó costos de alimentación por kilogramo de peso vivo ganado de $29.57, $46.80, $41.16 y $31.58/kg, dependiendo de la dieta evaluada. La variación encontrada en ese estudio demuestra nuevamente que el costo del alimento por sí solo no determina el resultado económico de la engorda, ya que también intervienen la cantidad consumida y la

respuesta obtenida por los animales. Por ello, el costo por kilogramo de peso ganado constituye un indicador complementario para valorar el comportamiento económico de las dietas.

Respecto al costo de producción, los valores fueron de $3,385.30 por ovino para T0, $3,545.40 para T1, $3,418.30 para T2 y $3,568.80 para T3. No se detectaron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos (P=0.8819). Numéricamente, T0 presentó el menor costo de producción, seguido de T2, T1 y T3.

Para interpretar esta variable es importante considerar la metodología utilizada en el presente estudio. El costo de producción se determinó a partir del costo inicial del ovino y del costo total de alimentación acumulado durante el periodo experimental. Por lo tanto, este indicador no representa la totalidad de los costos que pueden presentarse en una unidad comercial de producción ovina, donde pueden existir otros conceptos de gasto. Esta consideración es particularmente importante al comparar los resultados con investigaciones que utilizaron estructuras de costos diferentes.

Camacho Ronquillo et al. (2018), por ejemplo, reportaron una inversión de $1,613.43 por ovino ingresado; sin embargo, su evaluación se desarrolló bajo una escala y estructura económica diferentes. Por su parte, Vences Valdés (2025) consideró dentro de su evaluación costos relacionados con dietas, medicamentos, mano de obra y adquisición de animales. En consecuencia, la comparación directa de los montos absolutos entre estos estudios no resulta equivalente. Lo importante es considerar qué conceptos fueron incluidos en cada evaluación antes de establecer comparaciones económicas.

Un aspecto relevante de los resultados fue que T2 presentó el menor costo de alimento, el menor costo total de alimentación y el menor costo de alimentación por kilogramo de peso ganado; sin embargo, el menor costo de producción correspondió

a T0. Este comportamiento se explica porque el costo de producción no estuvo determinado exclusivamente por la alimentación, sino también por el costo inicial de los ovinos. Por lo tanto, un menor gasto de alimentación no necesariamente se traduce en el menor costo de producción cuando intervienen otros componentes en su cálculo.

En relación con el ingreso, se obtuvieron $4,216.80 por ovino para T0, $4,550.20 para T1, $4,423.00 para T2 y $4,560.30 para T3. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos (P=0.6773). Numéricamente, T3 presentó el mayor ingreso, seguido de T1, T2 y T0.

Para calcular el ingreso se utilizó el mismo precio de $100.00/kg de peso vivo en los cuatro tratamientos. En consecuencia, las diferencias observadas en el ingreso estuvieron relacionadas con el peso vivo final registrado por los ovinos y no con variaciones en el precio utilizado para su valoración. El precio por kilogramo de peso vivo funcionó únicamente como un valor de referencia para realizar el cálculo económico y no como una variable de respuesta independiente.

La comparación del ingreso con otros estudios también debe realizarse con precaución. Camacho Ronquillo et al. (2018) trabajaron con 1,000 ovinos, mientras que Vences Valdés (2025) calculó los ingresos a partir de la comercialización de canales frías. Estas diferencias metodológicas y de escala impiden realizar comparaciones directas de los montos obtenidos. En consecuencia, el ingreso adquiere mayor utilidad cuando se analiza conjuntamente con los costos requeridos para generarlo.

La utilidad fue de $831.50 por ovino para T0, $1,004.80 para T1, $1,004.70 para T2 y $991.50 para T3. No se detectaron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos (P=0.8006). Numéricamente, T1 presentó la mayor utilidad; sin embargo, la diferencia con T2 fue de únicamente $0.10 por ovino, por lo que ambos

tratamientos mostraron valores prácticamente iguales. T3 presentó una utilidad de $991.50, mientras que T0 registró el menor valor.

Este comportamiento demuestra que un mayor ingreso no necesariamente representa una mayor utilidad. T3 presentó numéricamente el ingreso más alto, pero no obtuvo la mayor utilidad, debido a que también presentó el mayor costo de producción. Por el contrario, T1 y T2 mostraron utilidades prácticamente iguales aun cuando sus ingresos y costos presentaron comportamientos diferentes. Esto resalta la importancia de analizar conjuntamente los ingresos y los costos al evaluar económicamente una estrategia de alimentación.

Pérez Gómez y Sánchez del Real reportaron utilidades de $265.42, $207.32, $230.42 y $130.35 por cordero en los tratamientos evaluados. En ese estudio, las modificaciones realizadas en las dietas no necesariamente se reflejaron en una mayor utilidad, lo que coincide con la importancia de considerar si la respuesta obtenida compensa el costo adicional de una estrategia alimenticia. Sin embargo, las diferencias en precios, formulaciones y condiciones experimentales impiden realizar una comparación directa de las cantidades monetarias con las obtenidas en el presente trabajo.

En cuanto a la relación beneficio-costo, se obtuvieron valores de 1.2450 para T0, 1.2933 para T1, 1.3033 para T2 y 1.2833 para T3. No se observaron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos (P=0.8341). Numéricamente, T2 presentó la mayor relación beneficio-costo, seguido de T1, T3 y T0. Todos los tratamientos registraron valores superiores a 1, lo cual indica que, bajo los costos considerados en la presente investigación, los ingresos obtenidos fueron superiores a los costos utilizados en la evaluación económica.

Camacho Ronquillo et al. (2018) reportaron una relación beneficio-costo de 1.036 en la finalización de ovinos en estabulación. Los valores obtenidos en el presente estudio fueron numéricamente superiores; sin embargo, la comparación debe

interpretarse considerando las diferencias en escala productiva, estructura de costos, dietas y condiciones económicas de cada investigación.

Asimismo, Vences Valdés (2025) obtuvo relaciones beneficio-costo de 1.11, 1.05, 1.06 y 1.10, mientras que Contreras Rosales (2025) reportó valores de 1.86, 1.18, 1.34 y 1.74. Las diferencias observadas entre investigaciones muestran que la relación beneficio-costo está determinada por la interacción entre los costos considerados y los ingresos generados, además de las características del sistema de alimentación, los precios de los insumos y la forma de comercialización de los animales. Por ello, este indicador debe interpretarse dentro del contexto específico de cada sistema productivo.

Al analizar de manera conjunta los indicadores económicos, T2 presentó un comportamiento numéricamente favorable en varios de ellos. Este tratamiento registró el menor costo de alimento ($7.39/kg), el menor costo total de alimentación ($637.54 por ovino), el menor costo de alimentación por kilogramo de peso ganado ($36.39/kg) y la mayor relación beneficio-costo (1.3033). No obstante, únicamente el costo de alimento presentó diferencias estadísticamente significativas. Por lo tanto, el comportamiento observado en los demás indicadores no demuestra una superioridad económica estadística de T2 frente a los otros tratamientos.

De igual manera, los resultados muestran que la evaluación económica no debe realizarse a partir de una sola variable. T3 presentó el mayor ingreso de manera numérica, pero también registró el mayor costo de producción y no alcanzó la mayor utilidad ni la mayor relación beneficio-costo. T1 presentó la mayor utilidad, aunque prácticamente igual a la obtenida en T2; mientras que T0 presentó el menor costo de producción. Estas diferencias muestran que la interpretación económica de una dieta requiere considerar conjuntamente los costos de alimentación, el costo por kilogramo de peso ganado, el costo de producción, el ingreso, la utilidad y la relación beneficio-costo.

En términos generales, los resultados indican que la inclusión de activador ruminal, núcleo digestivo y la combinación de ambos produjo diferencias estadísticamente significativas en el costo del alimento, pero no modificó significativamente los demás indicadores económicos evaluados. Sin embargo, las diferencias numéricas permitieron identificar comportamientos económicos distintos entre los tratamientos. Bajo las condiciones en las que se desarrolló el presente experimento, la inclusión de núcleo digestivo en T2 presentó un comportamiento favorable en varios indicadores relacionados con el costo de alimentación y obtuvo numéricamente la mayor relación beneficio-costo. No obstante, debido a la ausencia de diferencias estadísticamente significativas en la mayoría de las variables económicas, estos resultados deben interpretarse dentro de las condiciones específicas del estudio y no como evidencia de una superioridad económica general del núcleo digestivo sobre los demás tratamientos.

XI. CONCLUSIÓN

Con base en los resultados obtenidos, se concluye que la inclusión de activador ruminal, núcleo digestivo y la combinación de ambos en la alimentación de ovinos en engorda intensiva presentó un efecto estadísticamente significativo únicamente sobre el costo del alimento ($P<0.0001$). En contraste, el costo total de alimentación ($P=0.3348$), el costo de alimentación por kilogramo de peso ganado ($P=0.7821$), el costo de producción ($P=0.8819$), el ingreso ($P=0.6773$), la utilidad ($P=0.8006$) y la relación beneficio-costo ($P=0.8341$) no presentaron diferencias estadísticamente significativas. Por lo tanto, para estas variables las diferencias observadas fueron únicamente numéricas.

En los indicadores relacionados directamente con la alimentación, T2, correspondiente a la inclusión de núcleo digestivo, presentó el menor costo de alimento, con $7.39/kg; el menor costo total de alimentación, con $637.54 por ovino; y el menor costo de alimentación por kilogramo de peso ganado, con $36.39/kg. Este último valor fue aproximadamente 11.7 % menor que el registrado en T0, tratamiento testigo, cuyo costo fue de $41.20/kg. Sin embargo, debido a la ausencia de diferencias estadísticamente significativas para el costo total de alimentación y el costo de alimentación por kilogramo de peso ganado, estos resultados representan un comportamiento numérico favorable y no una superioridad estadísticamente demostrada de T2.

El menor costo de producción correspondió numéricamente a T0, con $3,385.30 por ovino, seguido de T2 con $3,418.30, T1 con $3,545.40 y T3 con $3,568.80. Este resultado muestra que el menor costo de alimentación no necesariamente se tradujo en el menor costo de producción, debido a que este último se determinó considerando tanto el costo inicial del ovino como el costo total de alimentación. No obstante, las diferencias observadas en el costo de producción no fueron estadísticamente significativas.

Respecto a los resultados económicos obtenidos al finalizar el periodo experimental, T3 presentó numéricamente el mayor ingreso, con $4,560.30 por ovino. La mayor utilidad correspondió a T1, con $1,004.80 por ovino, seguida prácticamente por T2, con $1,004.70, lo que representó una diferencia de únicamente $0.10 entre ambos. A pesar de estas variaciones, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas para el ingreso ni para la utilidad.

La relación beneficio-costo fue superior a 1 en los cuatro tratamientos, con valores de 1.2450 para T0, 1.2933 para T1, 1.3033 para T2 y 1.2833 para T3. Numéricamente, T2 presentó la mayor relación beneficio-costo; sin embargo, esta diferencia tampoco fue estadísticamente significativa. Por lo tanto, bajo los costos considerados en el presente estudio, los cuatro tratamientos generaron ingresos superiores a los costos incluidos en la evaluación económica, sin demostrarse estadísticamente una mayor relación beneficio-costo atribuible a alguno de ellos.

En conjunto, los resultados permiten concluir que la inclusión de los aditivos evaluados modificó significativamente el costo del alimento, pero no disminuyó de manera estadísticamente significativa el costo de alimentación por kilogramo de peso ganado ni los demás indicadores económicos evaluados. Por consiguiente, la hipótesis planteada no fue respaldada estadísticamente respecto a una disminución del costo de alimentación por kilogramo de peso ganado.

No obstante, la inclusión de núcleo digestivo en T2 presentó numéricamente un comportamiento económico favorable en varios indicadores, principalmente por registrar el menor costo de alimento, el menor costo total de alimentación, el menor costo de alimentación por kilogramo de peso ganado y la mayor relación beneficio-costo. Bajo las condiciones en que se desarrolló el presente estudio, estos resultados indican que la conveniencia económica de incluir aditivos en dietas para ovinos en engorda intensiva debe determinarse mediante la evaluación conjunta de los costos de alimentación, el costo por kilogramo de peso ganado, el costo de producción, el ingreso, la utilidad y la relación beneficio-costo.

XII. BIBLIOGRAFÍA

Arteaga, C. J. (2008). Situación actual de la ovinocultura en México. En II Foro de Rentabilidad Ovina. Asociación Mexicana de Criadores de Ovinos (AMCO).

Beauchemin, K. A., Colombatto, D., Morgavi, D. P., & Yang, W. Z. (2003). Use of exogenous fibrolytic enzymes to improve feed utilization by ruminants. Journal of Animal Science, 81(14_suppl_2), E37–E47. https://doi.org/10.2527/2003.8114_suppl_2E37x

Bobadilla-Soto, E. E., Ochoa-Ambriz, F., & Perea-Peña, M. (2021). Dinámica de la producción y consumo de carne ovina en México 1970 a 2019. Agronomía Mesoamericana, 32(3), 963–982. https://doi.org/10.15517/am.v32i3.44473

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://doi.org/10.28940/terra.v40i0.945

Calderón-Cabrera, J., Santoyo-Cortés, V. H., Martínez-González, E. G., & Palacio-Muñoz, V. H. (2022). Modelos de negocio para la producción de ovinos en el nororiente y centro del Estado de México. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias, 13(1), 145–162. https://doi.org/10.22319/rmcp.v13i1.5816

Camacho Ronquillo, J. C., Hernández Hernández, J. E., Villarreal Espino-Barros, O. A., Franco Guerra, F. J., & Camacho Becerra, C. A. (2018). Análisis económico de la engorda de ovinos en una granja integral en el estado de Puebla, México. Revista Mexicana de Agronegocios, 42, 819–827. https://doi.org/10.22004/ag.econ.275173

Chaucheyras-Durand, F., Walker, N. D., & Bach, A. (2008). Effects of active dry yeasts on the rumen microbial ecosystem: Past, present and future. Animal Feed Science and Technology, 145(1–4), 5–26. https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2007.04.019

Consejo Mexicano de la Carne. (2025). Compendio estadístico 2025. https://compendio2025.comecarne.org/

Contreras Rosales, J. A. (2025). Evaluación de cáscara de piña y granos húmedos de cervecería en dietas para ovinos sobre parámetros productivos y calidad

de la carne [Tesis de maestría, Universidad del Papaloapan]. https://www.unpa.edu.mx/bibliotecas/images/Tesis/Tesis%20Loma/Procesamiento%20Pecuario/XM3-2025-04%20JOS%C3%89%20ALFREDO%20CONTRERAS%20ROSALES.pdf

Díaz-Sánchez, C. C., Jaramillo-Villanueva, J. L., Bustamante-González, A., 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. https://doi.org/10.22319/rmcp.v9i2.4495

Dirección General del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. (2025). Panorama agroalimentario 2025: Fortaleciendo la estadística agroalimentaria desde la raíz. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. https://nube.agricultura.gob.mx/panorama_dgsiap/2025.pdf

Dirección General del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. (2026, 12 de agosto). Producción ganadera. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. https://www.gob.mx/agricultura/dgsiap/acciones-y-programas/produccion-pecuaria

Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2013). FAO statistical yearbook 2013: World food and agriculture. https://www.fao.org/4/i3107e/i3107e00.htm

Food and Agriculture Organization of the United Nations, International Fund for Agricultural Development, UNICEF, World Food Programme, & World Health Organization. (2018). The state of food security and nutrition in the world 2018: Building climate resilience for food security and nutrition. FAO. https://www.fao.org/agrifood-economics/publications/detail/en/c/1153252/

Garza Camargo, D. M., Velázquez Beltrán, L. G., & Osorio Avalos, J. (2025). Aspectos socioeconómicos, alimentación y estado sanitario de los rebaños ovinos en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias, 16(4), 909–920. https://doi.org/10.22319/rmcp.v16i4.6872

Google. (s. f.). [Imagen satelital de la posta zootécnica del Centro Universitario UAEM Temascaltepec, Estado de México]. Google Earth. Recuperado el 7 de septiembre de 2026, de https://earth.google.com/

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (s. f.). Estado de México: Municipios [Mapa]. Cuéntame de México. https://cuentame.inegi.org.mx/mapas/pdf/entidades/div_municipal/mexicomp ioscolor.pdf

Maya Torres, V. (2019). Respuesta productiva de corderos suplementados con esquilmo de chícharo (Pisum sativum) en el Peñón, Temascaltepec, México [Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma del Estado de México]. Repositorio Institucional de la Universidad Autónoma del Estado de México. https://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/104828

McDonald, P., Edwards, R. A., Greenhalgh, J. F. D., Morgan, C. A., Sinclair, L. A., & Wilkinson, R. G. (2011). Animal nutrition (7th ed.). Pearson Education.

Organisation for Economic Co-operation and Development, & Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2024). OECD-FAO agricultural outlook 2024–2033. OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/4c5d2cfb-en

Pérez Gómez, J. A., & Sánchez del Real, C. (s. f.). Urea protegida en la engorda de corderos [Resumen de tesis profesional]. Universidad Autónoma Chapingo. https://zootecnia.chapingo.mx/assets/11perez.pdf

Pesti, G. M., Miller, B. R., & Hargrave, J. (1992). User-Friendly Feed Formulation, Done Again (UFFDA) [Programa informático]. University of Georgia.

Rivas-Jacobo, M., Herrera-Medina, R., Santos-Díaz, R., Herrera-Corredor, A., Escalera-Valente, F., & Martínez-González, S. (2017). Bagazo húmedo de cervecería como sustituto de cereales en la suplementación de ovinos. Abanico Veterinario, 7(3), 21–29. https://doi.org/10.21929/abavet2017.73.2

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (2017, 29 de noviembre). La ovinocultura, una actividad muy arropadora. Gobierno de México. https://www.gob.mx/agricultura/es/articulos/la-ovinocultura-una-actividad-muy-arropadora

Seo, J. K., Kim, S. W., Kim, M. H., Upadhaya, S. D., Kam, D. K., & Ha, J. K. (2010). Direct-fed microbials for ruminant animals. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences, 23(12), 1657–1667. https://doi.org/10.5713/ajas.2010.r.08

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. (2023). Ovino: Población ganadera 2013–2022. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural.

Van Soest, P. J. (1994). Nutritional ecology of the ruminant (2nd ed.). Cornell University Press.

Vences Valdés, J. E. (2025). Respuesta productiva de ovinos alimentados con dietas a base de henos de canola y avena complementados con zinc orgánico [Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma del Estado de México]. Repositorio Institucional de la Universidad Autónoma del Estado de México. https://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/143641

Zeder, M. A. (2008). Domestication and early agriculture in the Mediterranean Basin: Origins, diffusion, and impact. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 105(33), 11597–11604. https://doi.org/10.1073/pnas.0801317105