



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

COMPLEJO REGIONAL CENTRO, SEDE LOS REYES DE
JUÁREZ

INGENIERÍA AGRONÓMICA Y ZOOTECNIA

**Aserrín de pino como fuente de fibra en una dieta de corderos de
engorda: efectos sobre el crecimiento**

ALEXIS EMMANUEL LÓPEZ APARICIO

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

LICENCIADO EN INGENIERÍA AGRONÓMICA Y ZOOTECNIA

Los Reyes de Juárez, Puebla, a 5 de diciembre de 2025

**“ASERRÍN DE PINO COMO FUENTE DE FIBRA EN UNA DIETA DE
CORDEROS DE ENGORDA: EFECTOS SOBRE EL CRECIMIENTO”**

La presente tesis, titulada: **“ASERRÍN DE PINO COMO FUENTE DE FIBRA EN UNA DIETA DE CORDEROS DE ENGORDA: EFECTOS SOBRE EL CRECIMIENTO”** realizada por el alumno: **Alexis Emmanuel López Aparicio**, ha sido revisada y aprobada por el siguiente Consejo Particular, para obtener el título de:

LICENCIADO EN INGENIERÍA AGRONÓMICA Y ZOOTECNIA

CONSEJO PARTICULAR

DIRECTOR



DR. ARNULFO VICENTE PEREZ

COORDIRECTOR



DR. RICARDO VICENTE PEREZ

ASESORA



DRA. JENNIFER PEREZ MARTINEZ

ASESOR



DR. GILBERTO CASTILLO LUNA

Los Reyes de Juárez, Puebla, a 5 de diciembre de 2025

DEDICATORIA

Quiero dedicar esta tesis a todas y cada una de las personas, familia y amigos que estuvieron conmigo a lo largo de este proceso, que con entusiasmo y paciencia supieron levantar mis ánimos cada día para lograr esto, quienes me apoyaron para que nunca me detuviera y que con firmeza creyeron en mí y mi capacidad para obtener este gran logro, en los momentos que me sentía inseguro y sin motivación.

Dedico esta tesis a Dios, quien me permitió llegar y cumplir este gran sueño en mi vida, quien me dio salud y fuerza, que con su palabra encontré refugio, esperanza y motivación los días en que me sentía sin ánimo de continuar y que con su amor me mostro que todos los días son una nueva oportunidad de continuar y lograr mis sueños.

De igual forma le dedico esta tesis a mi madre, Floricela López Aparicio, quien fue el pilar de este logro, quien me apoyo en todo momento, cada día, quien con su gran sacrificio me dio todo para lograr este sueño, que se preocupó todo el tiempo por mí cuando estuve fuera de casa, en mis noches de desvelo, si ya había comido o necesitaba algo y nunca me negó su apoyo, que me tubo paciencia en todo mi proceso y comprensión en mis momentos difíciles, quien me motiva a siempre ser un gran hombre para todos sobre todo a nunca rendirme y recordarme que soy capaz de lograr grandes cosas y cumplir todos mis objetivos y que su gran amor por mí me motivo a lograr este sueño, te amo mamá.

Así mismo dedico esta tesis a mis abuelos Maximino López Galloso y Teresa Aparicio Jiménez, que considero como mis padres, quienes toda mi vida han estado conmigo y me brindaron de todo lo necesario para crecer en todos los aspectos, quienes siempre esperaban mi regreso a casa, con mi comida favorita y sintiéndose orgullosos de mi proceso y de nunca rendirme ante este sueño, quienes me impulsaban y mencionaban “¿Ya mero terminas mi amor?, échale ganas corazón para que regreses a la casa que ya te extrañamos, que tu papá ya te quiere ver”. Quienes me recordaban que ningún sueño es esta grande si de verdad lo deseas y

que con trabajo duro día tras día puedo lograr todo lo que me proponga, quienes me enseñaron que con dedicación y esmero puedo lograr todo lo que me proponga y un día sin imaginarlo poder tener todo lo que dese. Su amor por mí lo llevo presente y el valor de su trabajo y grandeza en las personas me motivara toda la vida a continuar trabajando y seguir preparándome, los amo.

Al igual dedico esta tesis a mi hermano menor Maximiliano López Aparicio, quien con su inocencia y gran amor por mí me motivo todos los días a lograr mis metas, quien era el más emocionado por verme llegar a casa después de pasar meses en la universidad, quien me motiva para ser un hermano ejemplar y mostrar que todo lo que deseamos lo podemos lograr y llenarnos de orgullo por nosotros y nuestra familia, te amo hermano.

Por otro lado, igual dedico esta tesis a mis tías Erika López Aparicio e Eirene López Aparicio, quienes siempre estuvieron dispuesta a apoyarme y ayudarme en mi formación profesional, mis proyectos y en mi vida, quienes de igual forma siempre me motivaron a continuar y mostrarme que podemos ser tan grandes como nos lo propongamos y que no existen límites, que lo más importante es estar con la familia y con ello seguir luchando todos los días por nuestros sueños. Al igual a mi padrino Pavel Méndez Monrroy, quien siempre me comprendido en mis situaciones, me aconsejaba y ayudaba para ser un gran hombre y lograr mis metas. A mi tía Aidé López Santos y mis primos Nohemí Vargas López y Alejandro Vargas López, quienes siempre me brindaron su hogar cunado no podía estar en el mío por la distancia y siempre me apoyaron para continuar con mi preparación y no desertar.

Por último, dedico esta tesis en memoria de Oscar Jehovani Hernández Hernández, quien estuvo al inicio de mi preparación, me guio y ayudo, al igual me mostro que todo es posible, el podemos cumplir nuestros sueños con lo que tengamos, ser grandes y muy buenas personas siempre.

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer a mis profesores y doctores que fueron partícipes de mi formación académica y profesional, a mis familiares, compañeros y amigos que no dejaron de animarme y me brindaron su apoyo.

Agradezco a mi asesor de tesis el Dr. Arnulfo Vicente Pérez quien me guio en todo momento, corrigiéndome, motivando y siempre estando disponible para continuar y concluir mi trabajo.

Igual mente quiero agradecer al Dr. Ricardo Vicente Pérez quien me apoyo al igual en la realización del experimento y obtención de datos para este trabajo.

También agradezco a la Dra. Jennifer Pérez Martínez y al Dr. Gilberto Castillo Luna, quienes me apoyaron en la realización de esta tesis.

Así mismo agradezco a todos mis primos López que me motivaron a nunca desertar y lograr mis objetivos y que sin dudar me extendieron su apoyo para continuar y realizar mis planes a futuro juntos.

ÍNDICE TEMÁTICO

DEDICATORIA	IV
AGRADECIMIENTOS	VI
ÍNDICE	VII
ÍNDICE DE CUADROS	IX
ÍNDICE DE FIGURAS	IX
RESUMEN	X
ABSTRACT	X
1. INTRODUCCIÓN	1
2. JUSTIFICACIÓN	3
3. REVISIÓN DE LITERATURA	5
3.1 Ovinocultura en México	5
3.2 Sistemas de producción Ovina	8
3.2.1 Sistema Extensivo	8
3.2.2 Sistema Intensivo	11
3.2.3 Sistema Semi Intensivo	13
3.3 Importancia de la fibra en la alimentación de rumiantes	14
3.4 La fibra	14
3.5 Fibras no convencionales en la alimentación de rumiantes	15
3.5.1 Rastrojo de trigo	15
3.5.2 El olote de maíz	16
3.5.3 Cascarella de cacao	17
3.5.4. La cascara de soja	17
3.5.5 El bagazo de caña de azúcar	18
3.6 Ventajas y desventajas de utilizar fuentes de fibras alternas en la alimentación de rumiantes.....	18
3.7 Funcionamiento del rumen	19
3.8 Fermentación ruminal	20
3.9 Microorganismos ruminales	21

3.10 Efecto de una dieta sobre las funciones ruminales	21
3.11 Fibra en el rumen	23
4. HIPOTESIS	24
5. OBJETIVOS	24
5.1 General	24
5.2 Particular	24
6. MATERIALES Y MÉTODOS	25
6.1 Sitio de estudio	25
6.2 Animales y alimentación	25
6.3 Medición de variables	25
6.4 Análisis estadístico	25
7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	26
7.1 Comportamiento productivo	26
8. CONCLUSIONES	29
9. BIBLIOGRAFIA	30

ÍNDICE DE CUADROS

1. Clasificación de los principales protozoos y bacterias ruminales con los substratos de fermentación preferentes	22
2. Estadísticos descriptivos de variables de crecimiento y medidas zoométricas de corderos de pelo que consumen una dieta de engorda con aserrín de pino.....	28

ÍNDICE DE FIGURAS

1. Principales estados productores de carne de ovino.....	6
2. Panorama agroalimentario 2020	7
3. Ovinos bajo un sistema de producción extensivo en México	9
4. Ovinos criollos comiendo restos de cosechas bajo un sistema de producción extensivo	10
5. Ovinos de pelo pastando en pradera bajo un sistema de producción extensivo	11
6. Ovinos alimentados en corrales bajo un sistema de producción intensivo	13

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto del uso de aserrín de pino como fuente de fibra en dietas de engorda sobre el comportamiento y crecimiento en ovinos de pelo. Se utilizaron 50 corderos, 26 Katahdin (hembras = 16 y machos = 10) y 24 Dorper x Katahdin (hembras = 17 y machos = 7). Las mediciones se realizaron de las 08:00 a las 9:30 horas en dos ocasiones con 14 días de diferencia entre mediciones. Los datos fueron procesados con el programa estadísticos SAS (SAS, 2012). Se aplicó la opción PROC MEANS para obtener los estadísticos descriptivos en todas las variables. El promedio $\pm$ la desviación estándar de peso vivo fue de 37.1 ± 6.5 kg, mientras altura a la cruz, largo del cuerpo y circunferencia de tórax fueron 62.7 ± 3.2 cm, 77.8 ± 5.3 cm y 88.0 ± 6.0 cm, respectivamente. En conclusión, corderos de engorda que consumen aserrín de pino no presentan efectos negativos aparentes en el crecimiento, por lo que es un ingrediente que puede sustituir a las fibras convencionales en las dietas.

Palabras clave: Fibras alternas, medidas zoométricas, crecimiento y corderos.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effect of using pine sawdust as a fiber source in fattening diets on the behavior and growth of hair sheep. Fifty lambs were used: 26 Katahdin (16 ewes and 10 rams) and 24 Dorper x Katahdin (17 ewes and 7 rams). Measurements were taken between 8:00 and 9:30 a.m. on two occasions, 14 days apart. Data were processed using the SAS statistical software (SAS, 2012). The PROC MEANS function was used to obtain descriptive statistics for all variables. The mean $\pm$ standard deviation of live weight was 37.1 ± 6.5 kg, while height at the withers, body length, and chest circumference were 62.7 ± 3.2 cm, 77.8 ± 5.3 cm, and 88.0 ± 6.0 cm, respectively. In conclusion, fattening lambs consuming pine sawdust showed no apparent negative effects on growth, making it a viable ingredient for replacing conventional fibers in diets.

Keywords: Alternating fibers, zoometric measurements, growth, and lambs.

CAPITULO I

1. INTRODUCCIÓN

La ovina cultura en México ha crecido significativamente en los últimos años, pero este crecimiento no termina por cubrir la demanda del mercado nacional, por ello, se importa para tratar de satisfacer la demanda (Bobadilla-Soto *et al.*, 2015). Por ello, los investigadores están trabajando en estrategias para mejorar la productividad de los corderos, así como bajar los costos de producción de la misma. En este sentido, la introducción de nuevas tecnologías en la alimentación ha sido una de las estrategias más recurridas para optimizar los sistemas de producción en la engorda de borregos (López-Velázquez *et al.*, 2016). En la alimentación de rumiantes la inclusión de la fibra en la dieta es indispensable para el correcto funcionamiento del rumen y esto puede ser hasta el 40 % en el caso de corderos en finalización (Guerra-Medina *et al.*, 2010). Sin embargo, con el pasar de los años, la disponibilidad de forrajes se han vuelto escasos y caros, por lo que la búsqueda de fuentes alternas de fibra ha sido una estrategia favorable para la mitigación de los costos de alimentación (Iñiguez-Covarrubias *et al.*, 2001).

La utilización de aserrín de pino (*Pinus patula*) como fuente de fibra en la alimentación de corderos ha sido una estrategia favorable para la engorda de ovinos sin encontrar efectos aparentes en el crecimiento (Guerra-Medina *et al.*, 2010, 2014, 2015), además, de ser un ingrediente con la ventaja de que no compite como alimento de ninguna especie animal ni del ser humano (Fregoso-Madueño *et al.*, 2017, Espinoza-Garza *et al.*, 2018). También se ha observado que cualquier cambio en la alimentación o manejo de los animales promueve cambios en sus parámetros hematológicos y bioquímicos como un proceso de adaptación fisiológica (Rashamol *et al.* 2018; Al-Thuwaini, 2021). Por lo que la medición de constantes hemáticas y bioquímicas son importantes en cualquier sistema de producción, dado que nos ayudan a conocer anomalías nutricionales y de salud en los animales (Carlos *et al.*, 2015). No obstante, no existe ningún trabajo donde midan el crecimiento de corderos con aserrín de pino como fuente de fibra. Por lo tanto, el objetivo del

estudio es medir el efecto de la inclusión de aserrín de pino en la dieta sobre el crecimiento en corderos.

CAPITULO II

2. JUSTIFICACIÓN

La producción de carne ovina en México ha crecido desde hace algunas décadas, sin embargo, las demandas de este producto en el mercado nacional no se satisfacen, por lo cual se ha llegado a importar hasta un 50% de carne de cordero de otros países y en la actualidad solo se importa alrededor del 30% (Muñoz-Osorio *et al.*, 2016). Por lo tanto, es una necesidad para los productores, la búsqueda de estrategias que permitan mejorar la producción de carne de ovino en México. En este sentido, en los últimos 25 años, se han hecho cambios en la nutrición y genética para incidir en una mejor producción y calidad de carne de cordero (López-Velázquez *et al.*, 2016). Así, la engorda de corderos en el país se hace en la actualidad usando razas más especializadas en la producción de carne y de forma intensiva, reflejándose en mejores ganancias diarias de peso, eficiencia alimenticia, así como características y calidad de la canal (Muñoz-Osorio *et al.*, 2016). De hecho, los sistemas actuales de engorda de corderos basan su alimentación en el uso de granos de cereales, henos de forraje y subproductos agrícolas. Estos dos últimos, proporciona la fibra necesaria para mantener las funciones del rumen, y su inclusión alcanza hasta 40% en una dieta integral para finalización (Guerra-Medina *et al.*, 2010). Sin embargo, los forrajes se han vuelto escasos en algunas regiones y épocas del año, y con altos costos, por lo que es necesario buscar fuentes de fibra alternas al forraje (Iñiguez-Covarrubias *et al.*, 2001). El aserrín y desechos de agroindustrias, son alternativas que han mostrado ser efectivas para promover la ganancia de peso en los corderos al sustituir el 100% de la fracción de forraje en la dieta sin aparentes efectos negativos en el crecimiento (Guerra-Medina *et al.*, 2010, 2015).

La producción anual de madera en México es aproximadamente 8 millones de metros cúbicos, del cual el 70% es para la industria de aserraderos, generando alrededor de 2.8 millones de metros cúbicos de residuos, principalmente aserrín. El manejo de este residuo forestal, principalmente como fuente de energía, ha generado problemas ecológicos, polvo en el aire y acumulación de dióxido de carbono en la atmosfera, y otros problemas de salud a trabajadores y habitantes de

zonas de aserraderos (Fregoso-Madueño *et al.*, 2017). En este sentido, el manejo del aserrín de pino sigue siendo un problema importante. Alternativas de uso en el sector agropecuario son estrategias viables, su uso como alimento para rumiantes puede reducir los costos de alimentación respecto a las fuentes comunes de fibra, pero con la ventaja de ser un ingrediente con impacto ecológico positivo a largo plazo y que no compite con alimentos destinados al consumo humano (Fregoso-Madueño *et al.* 2017, Espinoza-Garza *et al.*, 2018).

Los rumiantes, poseen bacterias ruminales capaces de degradar aserrín de pino, por lo que además de ser una fuente de fibra, también pueden ser una fuente de energía con las condiciones ruminales adecuadas (Guerra-Medina *et al.*, 2010, Espinoza-Garza *et al.*, 2018). Cabe destacar que el aserrín de pino es rico en metabolitos secundarios como polifenoles que por su potencial antioxidante podrían ser benéficos para la salud de los animales, así mismo es rico en taninos que también es benéfico, pero en exceso puede ser un compuesto antinutricional (Fregoso-Madueño *et al.*, 2017).

CAPITULO III

3. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1 Ovinocultura en México

La ovinocultura o cría de ovinos, tiene una importancia relevante en la ganadería de México y el mundo, ya que de esta importante producción obtenemos alimentos como la carne, lana, leche y sub productos de origen animal como quesos y lácteos (SIAP, 2023). En México la ovinocultura se realiza bajo un esquema regional, donde, la región del centro produce carne con razas de lana y pelo; mientras que en la zona sur con razas mayormente de pelo, esto por su adaptabilidad y mejor producción. Por otra parte, se ha observado que en nuestro país existen diversas formas de producción, estos determinados por la disponibilidad de recursos y por las formas de consumo en cada región (SIAP, 2023).

La carne de ovino por ser una de las principales fuentes de proteína de origen animal para consumo humano pasa a ser una fuente de alimento más importante del país, ocupando el 4 lugar dentro de las más importantes. Por ello, en todo el mundo se produce gran cantidad de carne ovina, aproximadamente son 2,200 millones de cabezas y 15.7 millones de toneladas de carne de ovino (Chávez-Espinoza *et al.*, 2021), de los cuales México participa con una aportación del 1.0% del volumen total del mundo de carne de ovino, lo que representa una cantidad de 64,031 toneladas de carne, ubicándose como el 34° productor mundial en esa especie animal (SIAP, 2020).

Del total de la producción nacional de carne, se encuentra distribuido en 5 diferentes estados del país con mayor producción de carne, por lo que los estados que más destacan son Estado de México, Hidalgo, Veracruz, Jalisco, Puebla con 9,289, 6,770, 5,425, 4,536 y 4,401 ton. de carne de ovino, respectivamente (SIAP, 2020), mientras que el resto de la producción se distribuye en el resto de los estados. Por su parte, Puebla cuenta con una población aproximada de 440, 000 cabezas de ganado ovino. Por otra parte, se estima que el consumo per cápita en México es de 0.6 kg y cuenta con una participación del 0.3% en la producción nacional pecuaria (SIAP, 2023).



Figura 1: Principales estados productores de carne de ovino (tomado de Bobadilla-Soto *et al.*, 2021).

Para el año 2024 el intercambio comercial total de carne de ovino entre compras y ventas en México tuvo un balance de 30.3 millones de dólares mientras que para el transcurso del año 2025 hasta marzo las ventas internacionales fueron de \$0.0 dólares, mientras que las compras asumen a un balance comercial de \$2.03 millones de dólares. (Carne de Animales de las Especies Ovina o Caprina, Fresca, Refrigerada o Congelada: Intercambio Comercial, Compras y Ventas Internacionales, Mercado y Especialización (Data México, 2024).

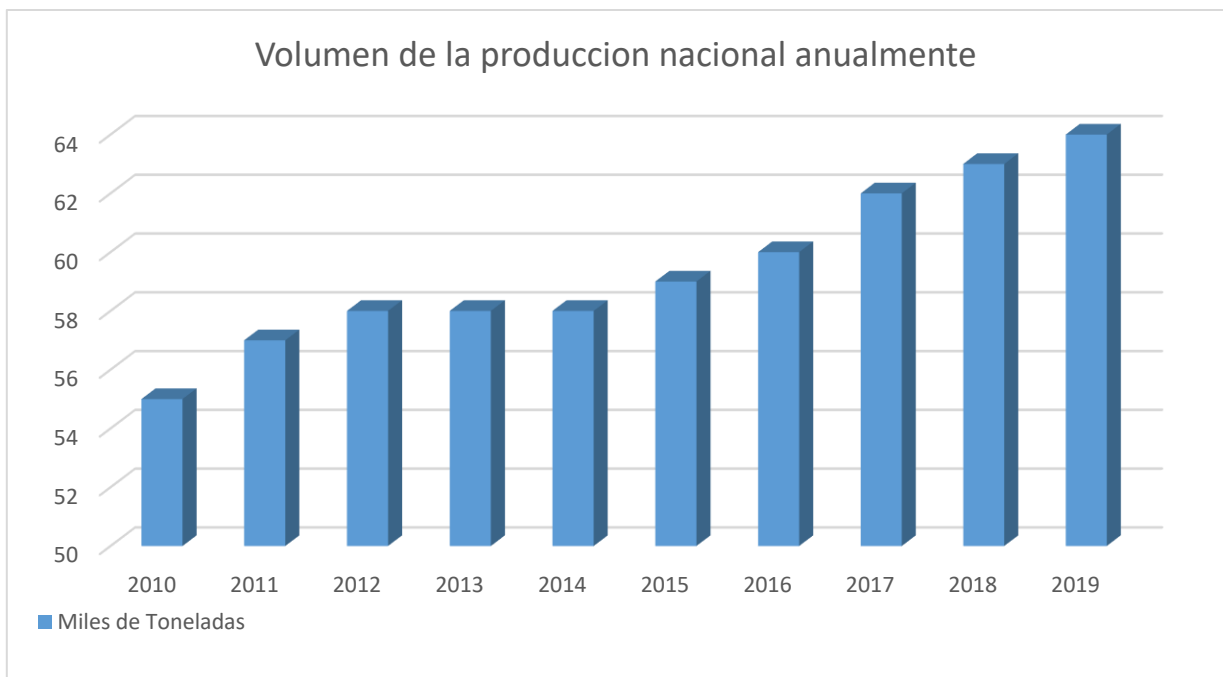


Figura 2: Panorama agroalimentario 2020 (Servicio de información agroalimentaria y pesquera, 2020).

En el caso del consumo de este tipo de carne en México, existe una variedad muy extensa de platillos culinarios, en particular el consumo de carne de ovino en México tiene múltiples presentaciones. Un platillo muy típico en el centro del país es la barbacoa que aun que de igual forma esta difundido en todo el territorio mexicano (Estado de México, Hidalgo, Puebla y Tlaxcala; Molina-Cervantes, 2005), no obstante, existen otras formas de preparación como la pancita, que normalmente está elaborada con el estómago del borrego y las vísceras combinadas con especias, esto contribuye al rendimiento y mejor sabor del producto. Por lo anterior, se ha determinado que el 95% del consumo de la carne de ovino es destina a la elaboración de barbacoa y el resto en cortes y muy comúnmente consumido en fines de semana y eventos sociales (Mondragón-Anselmo *et al.*, 2012).

3.2 Sistemas de producción ovina

La ovinocultura era rentable cuando había grandes áreas de tierra disponibles, escaso cercado y baja presión en los pastos. Esto se debía a que se podían gestionar rebaños numerosos con un coste bajo de la tierra, salarios bajos y con provisiones para el invierno de silos, heno y granos. El apremio del reparto agrario y la necesidad de someter a los cultivos, no siempre de manera aconsejable, tierras que previamente eran pastizales, forzaron a confinar a los borregos en áreas cada vez más reducidas. Previamente, no se utilizaban indicadores como el coeficiente de agostadero o la carga animal, lo que provocó una tendencia hacia el deterioro de las praderas por sobrepastoreo (Romero-Martínez, 2005).

La explotación por lo general se realiza por tres métodos: Sistema extensivo, semi intensivo e intensivo (Cruz-Ramon, *et al.* 2010).

3.2.1 Sistema Extensivo

El sistema extensivo tiene la característica de ahorrar la mayor cantidad de capital posible (Vázquez-Martínez *et al.*, 2018), y se caracteriza principalmente por el pastoreo de forma tradicional y la utilización de paquetes tecnológicos es casi nulo, por lo que la productividad en los rebaños se ven disminuidos gravemente, además la familia está involucrada al 100 % en el cuidado del mismo (Pérez-Hernández *et al.*, 2011). Por otra parte, la alimentación del rebaño se basa en los residuos agrícolas y pastoreo de vegetación que muchas veces no son cultivados por el dueño, si no por el crecimiento natural en áreas comunes y sin recibir ningún tipo de suplemento (Bobadilla-Soto *et al.*, 2015). También se ha distinguido a este sistema, por no llevar un control sanitario y como consecuencia tener mayores problemas de enfermedades e infestación de parásitos lo que conlleva a que pueden aumentar la morbilidad y mortalidad de los ovinos (Partida *et al.*, 2013). El mantener a los animales en un mismo rebaño es otra de las características distintivas de este sistema, por ello, en el momento de sacarlos a pastar podemos encontrar animales de distintas etapas fisiológicas, así como distintas edades y sexo (Arteaga, 2012), por lo que hace que no se lleve un control productivo, reproductivo y genético.

Los pastizales en este sistema pueden ser naturales o artificiales, con cercas preparadas para controlar el rebaño. Pasan la noche en corrales o galpones, mientras que durante el día permanecen en el campo (Cruz-Ramon *et al.*, 2010). Fundamentalmente, se basa en el uso de pastos naturales y raras veces se emplean praderas cultivadas. La conversión de los pastos nativos en términos alimenticios es deficiente en diversos ambientes, debido a las condiciones topográficas, climáticas y del terreno. El sistema extensivo comprende dos categorías:

1. En potreros del norte de la nación, con cercas o sin ellas, a veces con inversiones significativas en cercas o mallas y aguajes. Los inconvenientes más frecuentes en estos sistemas son: los campos se sobrepastorean, los suelos tienen una erosión alta y un tapiz delgado; hay poca cantidad de aguajes; el número de potreros es insuficiente y la incidencia de depredadores es alta.



Figura 3: Ovinos bajo un sistema de producción extensivo en México (Romero-Martinez, 2005).

La otra modalidad de sistema extensivo se lleva a cabo, en su mayoría, en la región central del país y consiste en pastorear durante el día y encerrar por la noche. Está completamente subordinada a las condiciones climáticas (temperatura,

precipitaciones pluviales, vientos, etc.). Las zonas de pastoreo disminuyen cada vez más, así que los ovinos deben desplazarse a mayores distancias para encontrar su comida, la cual suele ser de mala calidad. Esto implica un consumo de energía que podría usarse en otras funciones productivas relevantes (aumento de peso, fertilidad, desarrollo físico, etc.). La tecnología tradicional, aunque tiene muchas virtudes, debe ser obligatoriamente complementada con la tecnología moderna. Los inconvenientes más frecuentes en el sistema de producción extensivo son: La alimentación es insuficiente, no se lleva a cabo la suplementación, los aguajes son escasos, los campos están sobrepastoreados, hay poca disponibilidad de áreas para el pastoreo y el tapiz del suelo en las zonas empleadas para pastar es muy delgado. Además, se pierden animales debido a ataques de depredadores. Debido a las razones antes señaladas, los parámetros de productividad son bastante bajos y la retribución económica solo permite una contribución modesta a la economía doméstica de los productores (Romero-Martínez, 2005).



Figura 4: Ovinos criollos comiendo restos de cosechas bajo un sistema de producción extensivo (Romero-Martínez, 2005)



Figura 5: Ovinos de pelo pastando en pradera bajo un sistema de producción extensivo (Romero-Martínez, 2005)

3.2.2 Sistema Intensivo

Este tipo de técnica de producción animal es donde los animales se encuentran en confinamiento total, donde se realiza una gran inversión económica en cuanto a materiales de alimentación y alojamiento (Bobadilla-Soto *et al.*, 2015). También se ha descrito que la base de su alimentación está basada en la formulación de dietas con altos contenidos de granos y creadas de acuerdo a sus necesidades nutricionales, además, se trata de que cada ingrediente de la dieta sean de lo más alto valor nutritivo y con el uso de minerales y en ocasiones de promotores de crecimiento (Arteaga, 2008), lo que permite a los animales obtener mejor comportamiento productivo en corral, así como una carne con mayor marmoleo (Hernández-Martínez *et al.*, 2016). Sin embargo, la viabilidad de este sistema depende del costo de los insumos de la dieta, ya que el costo de alimentación representa aproximadamente el 60% de los costos de producción (González-Garduño *et al.*, 2013).

Por otra parte, este sistema procura minimizar los costos y maximizar la producción, mediante la implementación de ambientes artificiales e inducción al consumo de dietas pre-determinadas para un propósito de producción, esperando una mayor eficiencia en los recursos alimenticios.

Los animales se les subministra comida y agua, intentando conservar las condiciones naturales del medio ambiente. Cada corral tiene que contar con bebederos, comederos, saladeros y un área de sombra. Se suele usar en el engorde intensivo y para la producción de animales con un elevado valor genético. El espacio que necesita cada animal varía entre 1,20 m² y 3,50 m², dependiendo de si se trata de corderos o de animales adultos (Cruz-Ramon *et al.*, 2010).

En México, son escasos y se ubican sobre todo en la zona central; poseen un elevado nivel de tecnificación, por lo cual ya se les considera empresas productivas. En este sistema, ya se emplean programas productivos que toman en cuenta las diversas fases de producción de los animales, la medicina preventiva, la economía, la gestión y el mercadeo. Se registran las producciones y se supervisa con más rigor la productividad de la empresa. La mayor parte de estas empresas se ocupan de producir animales para la venta de pie de cría y, en tiempos recientes, han emergido compañías que producen corderos para abastecimiento. La compañía tiene una rentabilidad significativa y los niveles de producción que se logran son elevados. (Romero-Martínez, 2005).



Figura 6: Ovinos alimentados en corrales bajo un sistema de producción intensivo (Romero-Martínez, 2005).

3.2.3 Sistema Semi Intensivo

En el caso del sistema semi-intensivo se le considera como una combinación de sistema intensivo y extensivo. Al igual que en sistemas extensivos, en este sistema los animales también pastorean, pero solo por la mañana, mientras que por la tarde son regresados a su corral donde reciben alimento balanceado o simplemente suplemento con algunos granos de calidad, esquilmos de cosechas o forrajes de alta calidad (Cruz-Ramon *et al.*, 2010). Sin embargo, muchas veces la alimentación no está basada en los requerimientos de los animales, por lo que la alimentación no aporta los nutrientes necesarios para producción (Romero-Martínez, 2005).

3.3 Importancia de la fibra en la alimentación de rumiantes

3.4 La fibra

La fibra es una entidad conformada por distintos componentes químicos, pero su estructura puede ser muy variable (Calsamiglia, 1997). Desde la parte química la

fibra se compone por celulosa, lignina, hemicelulosa, pectina, inulina, agar, quitina, gomas y silicatos; de igual forma otros investigadores intervienen mencionando que la fibra cuenta de igual forma con compuestos fenólicos, el ácido fítico y otros compuestos anti nutricionales, estos en cantidades muy menores presentes en los forrajes u alimentos suplementarios (Sveinbjornsson *et al.*, 2006). La celulosa y la hemicelulosa tienden a tener mayor porcentaje en la constitución total de la fibra, en siguiente lugar se presenta la lignina y las pectinas que en algunos forrajes se encuentran en porcentajes relativamente altos. El resto de los componentes mayormente no se encuentran en porciones muy altas, incluso se presentan en mucho menores cantidades de concentrados o forrajes disponibles, por ello no son relevancia nutricional

En la determinación de la calidad de los forrajes la fibra se ha determinado de manera más practica como: La ingestión de la materia seca, la digestibilidad, y el valor energético de los alimentos, Fibra Bruta (FB), Fibra Detergente Neutra (FND) y Fibra Detergente Acida (FAD; Calsamiglia 1997).

Al trascurso de los años el concepto de fibra ha ido cambiando, en un inicio este término se refería a la porción de alimentos que no contaban con valores realmente nutritivos. Posterior a ello, se usó el termino de fibra para describir los componentes indigestibles de la pared celular de las plantas (Van Soest, 1967).

En el funcionamiento ruminal, la fibra tiene gran importancia ya que promueve el llenado ruminal y estimula las condiciones del rumen. De esas condiciones desencadena, la regulación de pH que depende directamente o indirectamente la supervivencia de las bacterias fibrolíticas, micro flora ruminal y ácidos grasos volátiles. En masticación y la rumia, es importante destacar que la cantidad de saliva segregada por minuto va a ser constante independiente mente del tipo de alimento. Sin embargo, este proceso depende del contenido de paredes celulares a ello se determina que a mayor contenido de fibra será mayo el tiempo de masticación y mayor salivación (Fernández, 2012). La capacidad tampón se genera a través de la secreción de saliva y los alimentos ingeridos. Estos procesos están determinados esencialmente de la presentación de la fibra tanto en su composición como en su

degradabilidad. Por otra parte, la fibra tiene algunas limitantes esto en el caso de que limita el contenido energético de las raciones con la baja digestibilidad y a ello el potencial de ingestión de las dietas o raciones. En las raciones administradas a los rumiantes es necesario una formulación correcta para mantener un equilibrio en la ingestión de la materia seca y sobre todo muy importante el mantenimiento de las funciones y condiciones del rumen (Church, 1989).

3.5 Fibras no convencionales en la dieta de rumiantes

La fibra en esencia es un componente fundamental de dietas en rumiantes, ya que proporciona especialmente la estructura y energía necesarias para su crecimiento y desarrollo, al igual que mantienen las funciones correctas del rumen y evita trastornos digestivos, proporcionando del 10% al 30% en la formulación de dietas (Guerra-Medina *et al.*, 2010). Sin embargo, la disponibilidad de fuentes comunes de fibra, como el heno y la paja, es insuficiente en algunas regiones del país. Por lo tanto, es fundamental la exploración de fuentes alternas de fibra que pueden ser de gran uso en la formulación de dietas alimenticias de ovinos.

La necesidad fundamental de obtener mayores cantidades de fuentes de fibra para la engorda y mantenimiento de ovinos nos obliga de cierta manera y con ello permite evaluar las distintas alternativas que no son convencionales como por ejemplo los residuos agroindustriales y forestales que puedan aportar nutrientes esenciales para mejorar la eficiencia productiva de los hatos ganaderos ovinos, además de que por consecuente se disminuya la contaminación del medio ambiente por la acumulación de residuos (Guerra-Medina *et al.*, 2015).

3.5.1 Rastrojo de trigo

En los sistemas de producción ovina en México el uso de rastrojos como lo es el del trigo utilizada comúnmente en la alimentación de rumiantes está siendo una práctica común por los ganaderos. Se han obtenido resultados contradictorios, lo que se le atribuye por los diferentes componentes esenciales del trigo como lo es la caña, hoja, raquis, etc. Que queda como residuo en el predio una vez obtenido el grano, y al igual la actividad selectiva que realizan los animales.

3.5.2 El olote de maíz

Es un subproducto o agrícola que se produce en gran escala a lo largo de la separación del grano de la mazorca, y se estima que 170 kg de olote se producen por cada tonelada de maíz (CIMMYT, 1995). En México, en la actualidad, el olote se utiliza como fuente de fibra económica para los rumiantes en las áreas maiceras. Además, es un buen componente para absorber la melaza en las mezclas de los productos que componen la ración. También se emplea como soporte para reducir la erosión del suelo. Sin embargo, ambos procesos tienen bajos rendimientos y poca rentabilidad. Por ello, los residuos del maíz se queman o dispersan al aire libre, lo que provoca contaminación ambiental. Los olotes de maíz se utilizan molidos o enteros como cobertura de rosas en México (Rodríguez-Martínez *et al.*, 2016).

El olote de maíz, una estructura esponjosa y blanca que se presenta en la médula donde se acumulan las fuentes nutricionales para el cereal. Este en su mayoría está compuesto por celulosa al 45%, de hemicelulosa en un 3% y por una cantidad de lignina en un 20%. La hemicelulosa se integra en su conjunto por el xilano de olote este en promedio de 28% al 35% en su base seca, debido a lo cual se sitúa entre las fuentes de recursos no maderables que tienen un contenido elevado de xilanas, y por eso ha sido visto como una fuente alternativa para varios compuestos químicos que son relevantes para la industria o el comercio. El olote de maíz como fuente de fibra en la dieta de borregos en engorda puede ser efectivamente utilizado, sin afectar negativamente su crecimiento y desarrollo de estos animales con interés zootécnico (Pérez-Sato *et al.*, 2018).

3.5.3 Cascarilla de cacao

Se calcula que la producción de cacao es de 4.7 millones de toneladas anuales, y se estima que el noventa por ciento de estos son residuos desechados, como la cáscara o cascarilla del cacao (CC). Estos subproductos de la agricultura son una fuente de compuestos nutritivos que interesan al sector de rumiantes.

Las investigaciones realizadas a cabo en este campo han revelado que posee un elevado porcentaje de proteínas, fibra y fenoles, entre otros elementos, que le confieren propiedades nutraceuticas. La fibra que contiene la CC es capaz de absorber colesterol y aceites, lo que disminuye su biodisponibilidad en el proceso digestivo (García-Villoslada *et al.*, 2022).

3.5.4 La cáscara de soja

En la industria productora de aceites, enfocada especialmente a la correspondiente a la soja, ha creado de ello múltiples subproductos que son ofertados en su mayoría a la formulación de alimentos para animal. Entre estos se encuentra la cascarilla de soja (CS) donde esta se caracteriza por poseer un gran valor de energía (mayor a 2,5 Mcal EM/kg MS), niveles elevados de fibra altamente digestible y valores de proteína bruta (PB) similares al afrechillo de trigo (AT; Salado *et al.*, 2005) En resumen, es relevante destacar que la bibliografía en general concuerda en que la CS es una fuente de fibra digestible en el rumen y contiene poca cantidad de almidón. Debido a estos rasgos, podría sustituir parcialmente los granos de cereales en las raciones para rumiantes y así no sobrepasar el porcentaje aconsejado de carbohidratos no estructurales (36 a 40% de la MS; Salado *et al.*, 2005). Aunque el contenido de fibra de la CS es alto, no es eficaz para promover la rumia y, en las pruebas en las que se cambió el forraje por CS en raciones para vacas lecheras, hubo una disminución en la producción de grasa; sin embargo, esta reducción se compensó con la inclusión de heno de alfalfa (Grant, 1997). Por lo que no se aconseja su uso como sustituto del forraje. También se ha mostrado que la cascarilla de sorgo es un muy buen suplemento energético para ganado bovino de carne administrando forrajes de calidad baja (Martin y Hibberd, 1990).

Incluir cáscara de soja en la alimentación de ovejas puede optimizar su digestión y disminuir la generación de gases que producen el efecto invernadero (Villalba *et al.*, 2019).

3.5.5 El bagazo de caña de azúcar

Como un residuo de la molienda de caña de azúcar, se transforma en un subproducto adicional en el desarrollo de la actividad agropecuaria a nivel productivo. Por lo tanto, es crucial comprender sus propiedades para entender su utilidad en el proceso productivo. Además, pueden emplearse como fuentes de fibra en la alimentación de los ovinos.

En un estudio llevado a cabo con borregas Pelibuey en fase de crecimiento durante un período de 125 días, se incorporó bagazo de caña tratado con un 4% de amoníaco, constituyendo el 40% de la dieta. Los resultados indicaron una rentabilidad superior al 500% en comparación con los animales que recibieron bagazo sin tratar. Lo expuesto anteriormente debe ser analizado en función de los costos directos asociados al tratamiento, que incluyen la lona, la manguera, el tanque aplicador, el amoníaco y la mano de obra. Asimismo, es pertinente considerar los beneficios derivados de la conversión alimenticia, específicamente el ahorro en días necesarios para alcanzar el peso adecuado para el empadre de la borrega. Adicionalmente, se deben tener en cuenta los costos de capital, que se refieren al valor comercial de una borrega en desarrollo (Carrasco-Carrasco *et al.*, 2012).

3.6 Ventajas y desventajas de utilizar fuentes de fibras alternas en la alimentación de rumiantes

El empleo de fuentes alternativas de fibra en la alimentación ovina puede conllevar diversos beneficios, entre los que se incluyen: disminución de los costos: El empleo de fuentes distintas de fibra puede disminuir los gastos alimenticios, pues estos productos tienen el potencial de ser más económicos que las fuentes convencionales de fibra.

Mejoramiento de la sustentabilidad: el empleo de fuentes de fibra alternativas tiene el potencial de aumentar la sostenibilidad en la producción ovina, dado que disminuye la dependencia de las fuentes tradicionales y puede contribuir a minimizar el desperdicio.

Sin embargo, también existen algunas desventajas, incluyendo:

Fluctuación en la calidad: el valor nutricional de las fuentes alternativas de fibra puede verse afectado por la calidad de estas, que depende del origen y del procesamiento.

Restricciones en la disponibilidad: en ciertas áreas, la existencia de fuentes alternativas de fibra puede ser escasa, lo que podría influir en su empleo en el régimen alimenticio de los ovinos.

El uso de fuentes alternativas de fibra en la alimentación ovina puede ser una táctica eficaz para optimizar la sostenibilidad y disminuir los gastos de alimentación. No obstante, es fundamental que se valore con atención la calidad y la disponibilidad de estas fuentes antes de incorporarlas a la alimentación ovina (Mertens, 1997).

3.7 Funcionamiento del rumen

Los rumiantes son animales mamíferos que se han especializado en la ingestión de material fibroso vegetal, el cual no pueden descomponer las enzimas digestivas; sin embargo, gracias a la fermentación que realizan los microorganismos presentes en simbiosis en el rumen, se benefician. Para que los alimentos sean digeridos, es esencial la amplia capacidad gástrica de los rumiantes, que les permite mantenerlos el tiempo requerido. Por lo tanto, los rumiantes tienen un estómago compuesto por cuatro partes o compartimientos: el omaso, retículo, rumen y el abomaso. Solo la última de estas partes genera enzimas digestivas que pueden descomponer alimentos (Phillipson, 1981).

3.8 Fermentación Ruminal

Los microorganismos (bacterias, protozoos y hongos) que viven en el rumen efectúan el proceso de fermentación, especialmente en las dos primeras secciones del estómago (Lovett *et al.*, 2006), así como los medios químicos y físicos que los rodean. Las bacterias ruminales generan enzimas (amilasas, proteasas y celulasas) en el rumen, que son mayoritariamente anaerobias. Su función es descomponer la comida para extraer energía; los productos de la hidrólisis enzimática son absorbidos por los microorganismos ruminales (ULPGC, 2015). El líquido del rumen

está compuesto por un 90% de agua. La temperatura del rumen es de 40° C y su pH oscila entre 5.5 y 6.5 cuando se alimenta con forraje. Por otro lado, si se les proporciona concentrados como alimento, se produce una fermentación rápida que reduce considerablemente el pH, lo que genera un entorno ácido. La microflora ruminal excreta ácidos grasos volátiles como el acético, butírico, láctico y propiónico. El epitelio ruminal los absorbe, y utiliza el NH₃ y el CO₂ para producir proteína, además de CH₄, que es desechado por el animal (ULPGC, 2015). Los ácidos grasos volátiles son el resultado de los procesos fermentativos en el rumen. Estos últimos se absorben a través de la pared del rumen, que está rodeado por un medio líquido amortiguado y cercano a la neutralidad, mientras que los productos solubles generados en ese proceso se eliminan constantemente. El rumen no se vacía nunca, aunque el contenido puede volverse más líquido con un ayuno prolongado (Phillipson, 1981). Según Owens y Goetsch, (1988), el volumen ruminal en las ovejas es de aproximadamente 5,3 L (equivalente al 13% de su peso corporal), pero en los bovinos es de alrededor de 48 L (que corresponde entre el 15 y el 21% del peso corporal). Phillipson (1981) señala que el contenido ruminal en los ovinos es de 4-6 kg y en los bovinos, de 30 a 60 kg, siendo variable en función de la tasa de pasaje por el tubo digestivo y de la dieta. La cantidad del rumen puede determinarse mediante el volumen de la fibra detergente neutro en el reservorio ruminal (Stensi *et al.*, 1994).

3.9 Microorganismos Ruminales

La cantidad de microorganismos oscila entre 10¹⁰ y 10¹¹ por gramo de líquido ruminal, compuesto por protozoos, hongos y bacterias ruminantes. Entre estos se encuentran más de sesenta especies de bacterias (bacilos y monococos) y treinta especies de protozoos (Arelovich, 2013).

3.10 Efecto de una Dieta sobre las Funciones Ruminales

La formulación de las dietas tiene como objetivo preservar un pH apropiado en el rumen. Asimismo, la dieta influye en la fermentación de la materia orgánica y el desarrollo de microorganismos está condicionado por el grado de fermentación, que se relaciona con los cinco niveles de amoníaco. La tasa máxima de fermentación es 23.5 mg/dl, además del nivel energético y nitrogenado (Khattab *et al.*, 2013).

Subclase de Protozoos	Género	Sustrato fermentado
Holótrica	Isotrica	Almidón y azúcares
	Dasytrica	Almidón y azúcares Almidón
Entodiniomorfa	Entodinium	Almidón y hemicelulosa
	Epidinium	
	Ophryoscolex	Almidón
	Diplodinium	Celulosa
	Eudiplodinium	Celulosa
	Polyplastron	Celulosa
Grupo de bacterias	Característica funcional	Principales productos finales de su metabolismo
Celulolíticas	Fermentan hidratos de carbono estructurales de la pared celular (celulosa, hemicelulosa y pectinas)	AGV (especialmente acetato)
Amilolíticas	Fermentan hidratos de carbono de reserva de granos (almidón)	AGV (especialmente propionato)
Sacarolíticas	Fermentan hidratos de carbono simples (azúcares vegetales)	AGV (especialmente butirato)
Lactolíticas	Metabolizan el lactato	AGV (especialmente propionato)
Lipolíticas	Metabolizan las grasas	Ácidos grasos libres y AGV (especialmente propionato)
Proteolíticas	Degradan las proteínas	AGV y amoníaco (NH ₃)
Metanógenas	Producen metano	Metano (CH ₄).
Ureolíticas	Hidrolizan la urea	CO ₂ y NH ₃ .

Cuadro 1: Clasificación de los principales protozoos y bacterias ruminales con los sustratos de fermentación preferentes (Hungate, 1966).

3.11 Fibra en el rumen

Como nutriente, la fibra ayuda a mantener las condiciones ruminales (pH, por medio de la secreción salival que depende de la rumia y la masticación) y el funcionamiento del rumen (contiene llenado ruminal y estimula las contracciones del mismo). El modo en que se presenta la fibra, su degradabilidad y su composición son lo que determinan estas dos funciones. Por otro lado, la fibra conlleva una desventaja, ya que reduce el potencial de ingestión y el contenido energético de las raciones (baja digestibilidad). Para lograr la formulación adecuada de raciones, es necesario equilibrar el consumo máximo de materia seca (bajos niveles de FND) con la preservación de las funciones y condiciones normales del rumen al proporcionar cantidades mínimas de FAD y FND. (Sergio-Calsamiglia, 1997).

La alimentación de los rumiantes se fundamenta en materiales fibrosos, tales como forrajes, y/o en otros de distinta composición, como los alimentos concentrados. Asimismo, la secreción de saliva, la fermentación, el tiempo que tarda en pasar y el volumen y contenido ruminal son variables como también lo son el tiempo entre las comidas y la ingesta de agua (Church, 1974).

Es crucial saber los factores que modifican el balance químico o las condiciones físicas del rumen, ya que eso puede facilitar la mejora de las condiciones de producción y la eficiencia de los animales. Tiempo de retención de las partículas y llenado del rumen.

CAPUTULO IV

4. HIPOTESIS

El uso del 20% de aserrín de pino como fuente de fibra en la dieta de corderos de engorda, no altera su crecimiento.

5. OBJETIVOS

5.1 General

Evaluar el uso de aserrín de pino como fuente de fibra en corderos de engorda.

5.2 Particulares

Evaluar el efecto del uso de aserrín de pino sobre las medidas zoometricas de corderos de engorda.

Determinar el efecto del uso de aserrín de pino en la dieta de corderos sobre el comportamiento productivo.

CAPITULO V

6. MATERIALES Y MÉTODOS

6.1 Sitio de estudio

El estudio se realizó entre el 20 de mayo y 17 de junio de 2021 en un rancho particular “El Tilzapote”, Municipio de Autlán de Navarro, Jalisco, occidente de México. El municipio de Autlán de Navarro se encuentra entre las coordenadas 19°48´ de latitud Norte y 104°24´ de longitud Oeste. La temperatura media anual es de 23.5 °C y precipitación media anual de 729.1 mm (García, 1985).

6.2 Animales y alimentación

Se utilizaron 50 corderos, 26 corderos Katahdin puros (hembras = 16 y machos = 10) y 24 de la cruce Dorper x Katahdin (hembras = 17 y machos = 7) con 141 ± 12 días de edad, los cuales fueron alimentados con una dieta a base de granos (57% de maíz molido, 10% de harina de soya, 8% de salvado de trigo, 2% de aceite, 2% de pre-mezcla mineral y 1% de urea) con 20% de aserrín de pino (*Pinnus patula*) como fuente de fibra, con aporte nutricional del 14% de proteína cruda y 2.9 Mcal de energía metabolizable (Vicente-Pérez *et al.*, 2020b). En general, los corderos permanecieron en un corral de engorda de 20 x 10 m, los cuales contaban con comederos, bebederos y sombra de lámina galvanizada al centro. El alimento y agua limpia estuvieron disponibles a libre acceso.

6.3 Medición de variables

En cada cordero se registró el peso vivo, se midió la altura a la cruz, el largo del cuerpo y la circunferencia del torax entre las 08:00 a las 9:30 h, en tres ocasiones del 20 de mayo al 17 de junio con intervalos de 14 d entre muestreos.

6.4 Análisis estadísticos

Los datos fueron procesados con el programa estadísticos SAS (SAS, 2012). Se aplicó la opción PROC MEANS para obtener los estadísticos descriptivos en todas las variables registradas.

CAPITULO VII

7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1 Comportamiento productivo

La productividad de los ovinos depende de varios factores del animal, así como del ambiente en el que se encuentren. Los resultados del estadístico descriptivo del comportamiento productivo y medidas zoométricas de corderos de pelo que consumen una dieta de engorda con 20 % de aserrín de pino como fuente de fibra se encuentra en el cuadro 1. El peso vivo y desviación estándar de los corderos fueron en promedio de 37.16 ± 5.07 kg, mientras que el promedio de ganancia diaria de peso (GDP) fue de 220 g. La inclusión de aserrín de pino como fuente de fibra en la dieta se puede considerar un cambio en el ambiente del animal y como consecuencia podría afectar la GDP y el crecimiento animal. En efecto, en este estudio se encontró que la GDP en los corderos fueron 30 g/d inferiores a lo reportado en la literatura para ovinos de pelo (250 g/d; Muñoz-Osorio *et al.*, 2016). Resultados similares fueron reportados por Guerra-Medina *et al.* (2010) donde encontraron que, aunque la sustitución del 30% de rastrojo de maíz por aserrín de pino mejoro la GDP y la eficiencia alimenticia (EA), los corderos alimentados con aserrín de pino tuvieron GDP de 246 g/d, las cuales también son inferiores a las establecidas para ovinos de pelo (250 g/d; Muñoz-Osorio *et al.*, 2016).

Por lo anterior, podría pensarse que el aserrín de pino en la dieta de ovinos no puede sustituir a las fuentes de fibras convencionales, por los altos contenidos FDN y FDA que este ingrediente nos aporta (Slyter y Kamstra 1974). También se ha descrito que el consumo de cantidades elevadas de celulosa y lignina en rumiantes incrementan la retención en el rumen y reducen la tasa de pasaje del alimento, lo que puede llevar a una disminución de GDP (Salinas-Chavira *et al.*, 2017, Villanueva-Partida *et al.*, 2019), por lo que podría ser otra causa de las bajas GDP encontradas en este estudio. No obstante, Guerra-Medina *et al.* (2014) reportaron que la inclusión del 15 % de aserrín de pino en la dieta de ovinos promovió una GDP

de 367 g/d. Por su parte, Guerra-Medina *et al.* (2015) no encontraron diferencias significativas en las GDP cuando proporcionaron 15% de rastrojo de maíz, bagazo de agave o aserrín de pino en la dieta, sin embargo, las GDP en la inclusión de aserrín de pino se obtuvieron GDP de 312 g/d/animal. Vicente-Pérez *et al.*, (2020) reportaron GDP de 343 g/d en corderos alimentados con dietas que tenían el 20 % de aserrín de pino como fuente de fibra en la dieta de corderos de engorda. Cabe destacar que en los tres últimos estudios mencionados las GDP fueron superiores a lo reportados en ovinos de pelo, por lo que el aserrín de pino si puede ser una opción favorable para sustituir la fuente convencional de fibra para reducir costos de alimentación e incrementar o mantener la productividad de los ovinos. Sin embargo, por los antecedentes encontrados posiblemente las diferencias en las GDP se deben al nivel de aserrín de pino utilizado en cada estudio, por lo que sería importante encontrar el nivel óptimo de inclusión de este ingrediente en la dieta.

Cuadro 2. Estadísticos descriptivos de variables de crecimiento y medidas zoométricas de corderos de pelo que consumen una dieta de engorda con aserrín de pino.

	Media	DE	CV	Mínimo	Máximo
Variables de crecimiento					
Peso vivo, kg	37.16	5.07	13.64	27.80	49.40
GDP, kg	0.22	0.05	22.72	0.10	0.32
Medidas zoométricas					
Altura a la cruz, cm	63.06	3.38	5.35	55.00	72.00
Largo de cuerpo, cm	76.44	4.40	5.75	68.00	88.00
Circunferencia de tórax, cm	87.57	4.49	5.12	78.00	102.00

DE = Desviación estándar y CV = Coeficiente de variación.

Las evaluaciones de peso corporal del ganado es un método preciso para conocer el desarrollo y crecimiento del mismo (Wishart *et al.*, 2017), sin embargo, en algunas regiones es complicado tener basculas para poder realizar dicha medida. Por lo que, encontrar métodos más prácticos para monitorear el crecimiento de los animales es muy importante, para ello, las mediciones zoométricas han sido un método alternativo económico y práctico para estimar el crecimiento (Canul-Solis *et al.*, 2020) así como algunos parámetros en la reproducción en ovinos (Camela *et al.*, 2019). Sin embargo, factores conocidos como desconocidos pueden afectar el desarrollo de los animales y en consecuencia su productividad. En el presente estudio se observó que la altura a la cruz, largo del cuerpo y circunferencia de tórax fueron de 63.06 ± 3.38 cm, 76.44 ± 4.40 cm y 87.57 ± 4.49 cm, respectivamente cuando fueron alimentados con aserrín de pino como fuente de fibra en la dieta. De acuerdo a Marshall *et al.* (2005) menciona que medidas zoométricas como las del presente estudio están relacionadas al peso vivo de los corderos, donde encontraron que los corderos de pelo más pesados (34.5 kg.) tuvieron medidas zoométricas mayores. Por otra parte, Vicente Pérez *et al.* (2020b) reportó que en ovinos Katahdin, con 4 meses de edad, manejados en un sistema de producción y alimentación semejante al del presente estudio, presentaron peso vivo promedio $\pm$ desviación estándar de 35.7 ± 5.3 kg, lo que concluyeron que la utilización de este tipo de fibra no afecta las características de crecimiento en ovinos. Sin embargo, hay poca evidencia donde hallan evaluado corderos del mismo peso al del presente estudio, pero se observó que todas las medidas zoométricas fueron superiores a los reportados por Marsall *et al.* (2005). Además, no se ha reportado ningún estudio donde se utilicen fuentes de fibras alternas y evalúen el desarrollo de corderos por medio de medidas zoométricas en ovinos.

CAPITULO VIII

8. CONCLUSIONES

La utilización del 20% de aserrín de pino en la dieta de corderos no tiene efectos aparentes en el crecimiento de corderos de engorda, por su parte las medidas zoométricas no se ven afectadas por el uso del aserrín de pino en la dieta. Sin embargo, la ganancia diaria de peso fue inferiores a los que se ha reportado en para ovinos de pelo.

9. BIBLIOGRAFÍA

- Arelovich, H. M. (2013). Elementos minerales. Su impacto en la fermentación ruminal. *Revista argentina de producción animal*, 28(3), 235-253.
- Arteaga CJD. (2008). Situación Actual de la Ovinocultura en México. AMCO. II Foro de Rentabilidad Ovina. Recuperado el 16 de octubre de 2025 de <http://www.sagarpa.gob.mx/ganaderia/Documents/MANUALES%20INIFAP/Manual%20Producci%C3%B3n%20de%20Carne%20Ovina.pdf>.
- Arteaga CJD. (2012). Mensaje institucional en el acto Inaugural del VII Foro Ovino del Estado de México. INIFAP. ICAMEX. Recuperado el 16 de octubre de 2025 de <http://www.sagarpa.gob.mx/ganaderia/Documents/MANUALES%20INIFAP/Manual%20Producci%C3%B3n%20de%20Carne%20Ovina.pdf>.
- Bobadilla-Soto EE, Salas-Razo G, Padillas-Flores JP, Perea-Peña M. (2015). Unit displacement of sheep production in Mexico by effect of imports International. *Journal of Developmental Research*, 5(2):3607-3612.
- Calsamiglia S. (1997). "Nuevas bases para la utilización de la fibra en dietas de rumiantes". XIII Curso de especialización FEDNA. Departamento de patología y producción animal. Universidad autónoma de Barcelona. [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://fedna.biolucas.com/wp-content/uploads/2021/11/97CAP_I.pdf](https://fedna.biolucas.com/wp-content/uploads/2021/11/97CAP_I.pdf)
- Carrasco-Carrasco R. U., Ortiz Terán M. C. (2012). Evaluación de tres niveles de bagazo de caña enriquecido como suplemento en las etapas de crecimiento y engorde de ovinos corriedale. *Escuela Superior Politécnica de Chimborazo*. Vol. 1. No. 21-23

- Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). (1995). Manejo de los ensayos e informes de los datos para el programa de ensayos internacionales de maíz, México DF, ISBN: 970-648-045-5, 20 p.
- Chávez-Espinoza, M., Cantú-Silva, I., González-Rodríguez, H., & Montañez-Valdez, O. D. (2021). Sistemas de producción de pequeños rumiantes en México y su efecto en la sostenibilidad productiva. *Revista mvz Córdoba*. 27 (1): e2246.
- Church, D. C. (1989) the Ruminant Animal. O&B Books, NJ. Clin. Nutr. 25, 926 – 932.
- Cruz R. Benítez M. Gaona C. (2010). Manual de producción ovina. Sitio Argentino de Producción Animal. Pág. 6 - 22.
- DATA México. (2024). Carne de animales de las especies ovina o caprina, fresca, refrigerada o congelada. Data México, Economía.
- Fernández M. (2012). Función de la fibra en la alimentación. *Mundo ganadero*. 245: 60-64.
- García Villoslada, A. E., Acosta Núñez, Y. N., Terrones Campos, H. G., Carrasco Pacheco, R. E., & Autukai Biktuk, J. L. (2022). Subproductos del cacao (*Theobroma cacao*) como alternativa para la mejora de la dieta balanceada en rumiantes. *Revista Científica Dékamu Agropec*, 3(1), 42–57.
- González-Garduño R, Blardony-Ricardez K, Ramos-Juárez JA, Ramírez-Hernández B, Sosa R, Gaona-Ponce M. (2013). Rentabilidad de la producción de carne de ovinos Katahdin x Pelibuey con tres tipos de alimentación. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 17(1): 135-148.
- Grant, R.J. (1997). Interactions among forages and nonforage forage sources. *J. Dairy Sci.* 80: 1438-1446.
- Hernández-Martínez J, Rebollar-Rebollar A, Mondragón-Ancelmo J, Guzmán-Soria E, Rebollar Rebollar S. (2016). Costos y competitividad en la producción de bovinos carne en corral en el sur del Estado de México. *Investigación y ciencia*, 69: 13-20.

- Hungate, R. E. (1966). Ruminations on the rumen. *The Rumen and Its Microbes*, 533.
- Hungate, R. E. (1966). Ruminations on the rumen. *The Rumen and Its Microbes*, 533.
- Khattab, I. M., Salem, A. Z. M., Abdel-Wahed, A. M., & Kewan, K. Z. (2013). Effects of urea supplementation on nutrient digestibility, nitrogen utilisation and rumen fermentation in sheep fed diets containing dates. *Livestock Science*, 155(2–3), 223–229. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2013.05.024>
- Lovett, D. K., L. Stack, S. Lovell, J. Callan, B. Flynn, M. Hawkins, F. P. O'Mara. (2006). Effect of feeding *Yucca schidigera* extract on performance of lactating dairy cows and ruminal fermentation parameters in steers. *Livestock Science* 102: 23– 32
- Martin, S.K. y Hibberd, C.A. (1990). Intake and digestibility of low-quality native grass hay by beef cows supplemented with graded levels of soybean hulls *J. Anim. Sci.* 68: 4319 -4325.
- Mertens, D. R. (2016). "Evaluation of fiber quality in ruminant diets." *Journal of Dairy Science*, 99(6), 4934-4947.
- Molina-Cervantes, L. (2005). Aplicación de una medida de salvaguarda, a las importaciones de cortes secundarios de carne congelada de ovino, como un impulso a la cadena productiva y de comercialización ovina en México (Tesis de Licenciatura, no publicada) Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo
- Mondragón-Ancelmo, J., Domínguez-Vara, I., Rebollar-Rebollar, S., Bórquez-Gastélum, L., & Hernández-Martínez, J. (2012). Margins of sheep meat marketing in Capulhuac, State of México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 15, 105–116.
- Owens, F. N. y A. L. Goetsch. (1988). Fermentación ruminal. En: *El rumiante, fisiología digestiva y nutrición*. C. D. Church (Ed.). Editorial Acribia, S. A.

- Partida JA, Braña-Varela D, Jiménez-Severiano H, Ríos-Rincón FG, Buendía-Rodríguez G. (2013). Producción de carne ovina. Querétaro, México: INIFAP/SAGARPA.
- Pérez-Hernández P, Vilaboa-Arroniz J, Chalate-Molina H, Bernardino-Martínez C, Díaz-Rivera P, López-Ortiz S. (2011). Análisis descriptivo de los sistemas de producción con ovinos en el estado de Veracruz, México. Revista Científica –Facultad de Ciencias Veterinarias, (4):327-334.
- Pérez-Sato, M, Hernández- López A, Soni -Guillermo E, Castro- González N. P, Vázquez-Cruz F, Valencia-Franco E. (2018). "Olote de maíz y aserrín de pino como fuentes alternas de fibra en la engorda intensiva de borregos." Revista Universitaria de Ovinos y Caprinos, 5 (1), 1-8.
- Phillipson, A. T. (1981). Digestión en el rumiante. En: Fisiología de los animales domésticos. H. H. Dukes y M. J. Swenson (Eds.). Aguilar Editor S.A. Mexico.
- Romero-Martínez J. (2005). Zootecnia de Ovinos. Facultad de Medicina y Zootecnia UNAM. 4 (4.4): 153-256.
- Salado E.E., Comeron E.A., Silva C., Gaggiotti M.C., Alesso A. y Pardo J. (2005). Cascarilla de soja y afrechillo de trigo: cinética de la degradabilidad ruminal de la fibra. Sitio Argentino de Producción Animal, Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal. Vol. XIX. No. 1-4.
- Sergio-Calsamiglia. (1997). Nuevas bases para la utilización de la fibra en dietas de rumiantes. XIII Curso de especialización FEDNA. Universidad autónoma de Barcelona.
- Servicio de información agroalimentaria y pesquera. (2020). Carne en canal de ovino. Panorama Agroalimentario 2020. Recuperado el 20 de julio de 2025 de https://nube.agricultura.gob.mx/cierre_pecuario/.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. (2023). Anuario estadístico de la producción ganadera. Recuperado el 13 de junio de 2025 de https://nube.agricultura.gob.mx/cierre_pecuario/.

- Stensig, T., M. R. Weisbjerg, J. Madsen and T. Hvelplund. (1994). Estimation of voluntary feed intake from in sacco degradation and rate of passage of DM or NDF. *Livestock Production Science* 39:49-52.
- Sveinbjornsson J., Murphy M., Udén P. (2006). Effect of the proportions of neutral detergent fibre and starch, and their degradation rates, on in vitro ruminal fermentation. *Animal Feed Sciences and Technology*. 130(3,4):172-190
- ULPGC. (2015). La degradación ruminal y la digestión de los alimentos. España. Disponible en: <http://www.webs.ulpgc.es/nutranim/tema22.htm#arriba>
- Van-Soest, P. J. y el Vano, R. H. (1967). El uso de detergentes en el análisis de alimentos fibrosos. IV Determinación de la pared celular vegetal-mandantes. *J. Assoc. off. Anal. Chem.*, 50: 50-55.
- Vázquez-Martínez I, Jaramillo-Villanueva JL, Bustamante-González A, Vargas-López S, Calderón-Sánchez F, Torres-Hernández G, y Pittrof E. (2018). Estructura y tipología de las unidades de producción ovinas en el centro de México. *Agricultura Sociedad y Desarrollo*, 15: 85-97.
- Villalba, J. J. (2019). "Inclusion of soybean hulls in the diet of sheep: Effects on digestibility and greenhouse gas emissions." *Journal of Animal Science*, 97(5), 1745-1756.