

Clave: 13DIT0001E

## **Titulación Integral Tesis**

# **Efecto de la Harina de Hoja de Neem (*Azadirachta indica*) Como Promotor de Crecimiento en la Engorda de Ovinos.**

Para obtener el Título de

## **Ingeniería en Agronomía**

Integrantes

Charles Fabian Marcos Hernández  
Alexa Guadalupe Villegas Pedraza

Director

M. en C. Eliceo Hernández Hernández

Coodirector

Dr. José Alfredo Martínez Aispuro

Marzo, 2020



## **Agradecimientos**

Principalmente agradezco al Colegio de Postgraduados y al Programa de Ganadería por las atenciones prestadas durante el periodo de estadía profesional.

Al Instituto Tecnológico de Huejutla por brindarme la oportunidad de terminar mi carrera y a los docentes del área de Agronomía, por prepararme en mi formación profesional.

Al M.V.Z. José Luis Cordero Mora por darnos la oportunidad de realizar este trabajo, por la confianza, tiempo y conocimientos adquiridos.

Al Dr. José Alfredo Martínez Aispuro por su confianza, revisión, asesoría y consejos que fue lo indispensable en este trabajo.

Al Dr. Rafael Nieto Aquino por darnos la oportunidad de llegar al colegio de postgraduados.

Al M.C. Eliceo Hernández Hernández por su constante y paciente apoyo técnico, teórico y moral en el desarrollo de este trabajo.

Al M.C. Israel Martínez Cruz por su amistad, consejos y apoyo en el trabajo de investigación.

Al M.V.Z. Susana López García por la motivación, comentarios y amistad brindada.

A mis compañeros de la estancia profesional que estuvieron conmigo durante el desarrollo de este trabajo: Isidoro, Sergio, Citlali, Rolando, Guillermo, Antonio, Rigoberto y mi más sincero agradecimiento a la mejor compañera en este viaje de estudio y aventuras; Alexa Villegas por toda su confianza, paciencia y consejos.

**CHARLES FABIAN MARCOS HERNÁNDEZ**

## **AGRADECIMIENTOS**

A dios por permitirme la vida y salud hasta estos momentos.

Al Tecnológico Nacional de México Campus de Huejutla, por brindarme la oportunidad de formarme profesionalmente.

Al colegio de posgraduados campus montecillos por las facilidades otorgadas para la realización del trabajo experimental.

A todos los profesores de Fitotecnia y Zootecnia que participaron en la realización de mi formación profesional.

A M. en C. Eliceo Hernández Hernández, así como al Dr. José Alfredo Martínez Aispuro por el apoyo brindado, enseñanza, por su valiosa colaboración y dirección de este trabajo.

A M.V.Z. José Luis Cordero Mora, al Dr. Rafael Nieto Aquino y al M.C. Israel Martínez Cruz por permitirnos y abrirnos las puertas de la granja experimental, gracias por guiarnos, y por su apoyo incondicional.

A mis compañeros de residencia Charles, Luis, Isidoro, Sergio, Dulce, Guillermo, Mariam, Rigoberto; por apoyarme durante mi investigación y los momentos que pasamos juntos.

**Sinceramente:**

**Alexa Guadalupe Villegas Pedraza**

## **Dedicatoria**

Como estudiante, sabes que el sacrificio y la constancia para concluir tus estudios, no solo se debe a tu esfuerzo, sino también a las personas que estuvieron ahí.

### **A Dios**

Por haberme dado la vida, la voluntad, la oportunidad de estudiar y concluir mi carrera. Por estar siempre conmigo y guiarme en cada paso que doy.

### **A mis padres**

Chayo Marcos y Delia Hernández con todo mi cariño por el apoyo incondicional hacia mí y por sus consejos en cada etapa de mi formación, en especial a ti mamá por inducirme al estudio y estar siempre en tus oraciones. Los amo...Dios los bendiga.

### **A mis hermanos**

Tita, Yare, Chayito, Balito, porque además de ser mis hermanos han sido en mi corta vida mis amigos, no soy un gran ejemplo para ustedes, pero siempre contarán conmigo. Los quiero.

### **A mis tíos**

Chico, Serch, Fello, Yuri, Gero, Nanchi por sus consejos y motivarme para no rendirme en el periodo de estudio.

### **A Gloria**

En especial a ti, por tu amistad incondicional, por ayudarme a superar momentos difíciles y sacarme una sonrisa, por motivarme y enseñarme que la vida con o sin alguien; siempre sigue. Arre bebé.

**CHARLES FABIAN MARCOS HERNÁNDEZ**

## **Dedicatorias**

### **A mis padres:**

Juan Villegas Ponce y Elvia Pedraza Salas † por todo el apoyo incondicional que siempre me brindaron, por sus desvelos, por el gran esfuerzo que realizaron para que yo pudiera cumplir mi sueño de ser un profesionista, porque sin escatimar esfuerzos impulsaron mi desarrollo personal haciendo de mí una persona de valores, con espíritu de luchar y superación, a ellos les doy las gracias por apoyarme a ser lo que soy ahora.

### **A mi hermano y hermanas:**

Oleyda, Lilibeth y Hervey; les agradezco por su apoyo y sus consejos que me brindaron durante mi formación académicamente y profesional.

### **A mis amigos:**

Laura, David y Dulce; por estar conmigo en mis logros y fracasos, por el apoyo, consejos y su amistad que me brindaron durante todo el tiempo que convivimos como estudiantes.

En especial quiero agradecer a mi amigo Charles por compartir y ser parte de esta experiencia, así también por todos sus consejos y apoyo para realizar este trabajo de investigación.

**¡A todos y cada uno de las personas que fueron parte de este logro muchas gracias!**

**Alexa Guadalupe Villegas Pedraza**

## Resumen

La presente investigación se realizó en el colegio de Postgraduados, Campus Montecillo ubicado en Texcoco en el Estado de México. El objetivo fue evaluar el efecto de la harina de hoja de neem (*Azadirachta indica*) en los parámetros productivos de los ovinos de engorda. En el experimento se utilizaron 31 ovinos con un promedio de  $(33.267 \pm 1.691 \text{ Kg d}^{-1}$  de peso vivo), alimentados con una dieta a base de sorgo, maíz, rastrojo, pasta de soya, sal común, melaza, avena, heno de alfalfa y minerales. A cada tratamiento se le incorporó un porcentaje distinto de neem en el alimento: T0= 0% (testigo), T1= 0.25%, T2= 0.50% y T3= 0.75%; durante un periodo de 20 días. El diseño experimental fue completamente al azar. Con los datos obtenidos se realizó un ANOVA mediante el procedimiento GML del programa SAS (2002), para la comparación de medias se utilizó la prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$ ). Los resultados mostraron que la complementación con harina de hoja de neem en la alimentación de ovinos no modificó el consumo de alimento (CA), el espesor de grasa dorsal (EGD) y el área del musculo *longissimus dorsi* (AML) ( $P > 0.05$ ). Mientras que la inclusión de 0.25 y 0.50% de hojas de neem en la dieta mejoró la ganancia diaria de peso (GDP) y la conversión alimenticia (CONV. A). Este estudio demostró que la harina de hoja de neem puede ser usada como promotor de crecimiento. Esta puede incluirse en la dieta de ovinos de engorda hasta en un 0.25%, sin afectar las variables productivas.

**Palabras clave:** Aditivos no convencionales, Nutrición de corderos, Metabolitos secundarios.

## Abstract

This research was carried out at the Postgraduate College, Campus Montecillo located in Texcoco in the State of Mexico. The objective was to evaluate the effect of neem leaf flour (*Azadirachta indica*) on the productive parameters of fattening sheep. In the experiment, 31 sheep with an average of (33,267 + 1,691 kg d<sup>-1</sup> of live weight) were used, fed with a diet based on sorghum, corn, stubble, soybean paste, common salt, molasses, oats, alfalfa hay and minerals. A different percentage of neem was added to each treatment: T0 = 0% (control), T1 = 0.25%, T2 = 0.50% and T3 = 0.75%; for a period of 20 days. The experimental design was completely randomized. With the data obtained, an ANOVA was carried out using the GML procedure of the SAS program (2002), for the comparison of means the Tukey test ( $P < 0.05$ ) was used. The results showed that the supplementation with neem leaf meal in the feeding of sheep did not modify the feed consumption (CA), the thickness of back fat (EGD) and the area of the longissimus dorsi muscle (AML) ( $P > 0.05$ ). While the inclusion of 0.25 and 0.50% of neem leaves in the diet improved daily weight gain (GDP) and feed conversion (CONV. A). This study showed that neem leaf flour can be used as a growth promoter. This can be included in the diet of fattening sheep up to 0.25%, without affecting the productive variables.

**Key words:** Unconventional additives, Lamb nutrition, Secondary metabolites.

## Abreviaturas

**AGV:** Ácidos grasos volátiles.

**AML:** Área del musculo longissimus dorsi

**Ca:** Calcio

**CA:** Conversión alimenticia

**CONV.A:** Conversión alimenticia.

**ED:** Energía digerible.

**EGD:** Espesor de grasa dorsal

**EM:** Energía metabolizable.

**GDP:** Ganancia diaria de peso

**gr:** Gramos.

**Kg:** Kilogramos

**MJ:** Mega joule

**MS:** Materia seca.

**N:** Nitrógeno.

**P:** Fósforo.

**PB:** Proteína cruda.

**PCDR:** Proteína cruda digerida en rumen.

**PCNDR:** Proteína cruda no digerida en rumen.

**PDI:** Proteína digerible en el intestino.

**PV:** Peso vivo

**TND:** Total de nutrientes digeribles.

**NDF:** Fibra detergente neutro.

**ADF:** Fibra detergente ácido.

## ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
II.	REVISIÓN DE LITERATURA .....	3
	2.1 Producción ovina en el mundo .....	3
	2.2 Producción ovina en México .....	4
	2.3 Importancia de la producción de ovinos .....	6
	2.4 Sistemas de producción.....	7
	2.5 Alimentación.....	8
	2.5.1 Alimentación en la etapa de engorda .....	9
	2.6 Requerimientos nutricionales de ovinos.....	10
	2.6.1 La Energía.....	10
	2.6.2 Las Proteínas .....	12
	2.6.3 Los Minerales.....	13
	2.6.4 Las Vitaminas.....	13
	2.6.5 Los Carbohidratos.....	14
	2.6.6 El Agua.....	15
	2.7 Aditivos.....	15
	2.8 Metabolitos primarios y secundarios. ....	17
	2.9 Promotores de crecimiento .....	17
	2.10 Neem (Azadirachta indica) .....	18

2.10.1 Clasificación y descripción botánica.....	18
2.10.2 Árbol.....	19
2.10.3 Raíz.....	19
2.10.4 Hoja.....	19
2.10.5 Flor.....	20
2.10.6 Fruto.....	20
2.10.7 Semilla .....	20
2.11 Origen y distribución del neem .....	21
2.12 Condiciones de adaptación y desarrollo.....	22
2.13 Valor nutritivo .....	22
2.14 Perfil mineral de las hojas de neem. ....	23
2.15 Toxicidad .....	25
2.16 Palatabilidad.....	26
2.17 El uso del neem en la producción animal .....	27
2.17.1 Vacas lecheras.....	27
2.17.2 Cerdos.....	28
2.17.3 Aves de corral .....	28
2.17.4 Borregos y cabras .....	29
2.18 Otros usos.....	31
III. OBJETIVOS .....	32

3.1 Objetivos específicos .....	32
IV. HIPÓTESIS .....	33
V. JUSTIFICACIÓN.....	34
I. MATERIALES Y MÉTODOS.....	35
6.1. Ubicación geográfica.....	35
6.2. Recursos animales.....	36
6.3. Elaboración de dietas.....	36
6.4. Formulación de las dietas. ....	37
6.5. Descripción del método.....	38
6.5.1. Selección de los corderos.....	38
6.5.2. Distribución de los corderos.....	38
6.5.3. Aplicación de fármacos.....	39
6.5.4. Asignación de alimento.....	39
6.5.5. Consumo de alimento.....	39
6.5.6. Ganancia de peso.....	40
6.5.7. Conversión alimenticia.....	40
6.5.8. Ultrasonografía del espesor de grasa dorsal del musculo y área del musculo longissimus dorsi.....	40
6.5.9. Variables evaluadas. ....	40
6.5.10. Presupuesto de la investigación.....	42

6.5.11. Diseño y análisis estadístico. ....	43
VII. RESULTADOS Y DISCUSIONES. ....	45
7.1. Consumo de alimento por tratamiento. ....	45
7.2. Ganancia diaria de peso de los corderos durante el periodo la engorda. ...	47
7.3. Conversión alimenticia. ....	50
7.4. Espesor de la grasa dorsal. ....	51
7.5. Área del musculo longissimus dorsi. ....	52
7.6. Rentabilidad. ....	53
VIII. CONCLUSIÓNES Y RECOMENDACIONES. ....	55
IX. BIBLIOGRAFÍA. ....	56
X. ANEXOS. ....	64

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1.</b> Perfil mineral de las hojas de neem.....	25
<b>Cuadro 2.</b> Dieta experimental para corderos en engorda alimentados con diferentes concentraciones de la harina de hoja de neem ( <i>Azadirachta indica</i> ).....	36
<b>Cuadro 3.</b> Formulación de las dietas utilizadas en los tratamientos y el tratamiento testigo acorde a los requerimientos nutricionales de los ovinos..	37
<b>Cuadro 4.</b> Distribución completamente al azar de los animales utilizados en el experimento.....	38
<b>Cuadro 5.</b> Variables evaluadas para determinar el comportamiento productivo en corderos.....	41
<b>Cuadro 6.</b> Presupuestos de los costos de alimento del trabajo de investigación.....	42
<b>Cuadro 7.</b> Consumo del alimento en diferentes porcentajes para ovinos en engorda, ofrecidos paralelamente en un periodo de 20 días.....	45
<b>Cuadro 8.</b> Ganancia diaria de peso de 31 corderos distribuidos en 4 tratamientos, representados en gramos .....	46

<b>Cuadro 9.</b> Conversión alimenticia de ovinos en un periodo de 20 días.....	50
<b>Cuadro 10.</b> Espesor de la grasa dorsal medida en los ovinos por tratamiento al final de la engorda.....	51
<b>Cuadro 11.</b> Área del musculo <i>longissimus dorsi</i> (mm <sup>2</sup> ) con diferentes concentraciones de neem.....	52
<b>Cuadro 12.</b> Rentabilidad del periodo de nutrición en un lapso de 20 días....	54
<b>Cuadro 13.</b> Costos de las dietas de los tratamientos del trabajo de investigación obtenidos a partir de un presupuesto parcial.....	66

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Principales países productores de ovinos en el mundo.....	3
<b>Figura 2.</b> Países que ocupan los primeros lugares en producción de carne ovina.....	4
<b>Figura 3.</b> Resumen de población ovina a nivel nacional.....	5
<b>Figura 4.</b> Principales estados que ocupan los primeros lugares en producción ovina en México.....	6
<b>Figura 5.</b> Ubicación geográfica donde se llevó a cabo el experimento.....	35
<b>Figura 6.</b> Porcentajes de neem en la dieta para borregos de engorda en los diferentes tratamientos.....	43
<b>Figura 7.</b> Promedio del Consumo de alimento en kilogramos por tratamiento durante los 20 días .....	46
<b>Figura 8.</b> Ganancia diaria de peso en ovinos alimentados con diferentes concentraciones de neem.....	48
<b>Figura 9.</b> Limpieza y desinfección del área donde se realizó el experimento.	64
<b>Figura 10.</b> Preparación de la dieta.....	64
<b>Figura 11.</b> Pesaje de los corderos.....	64
<b>Figura 12.</b> Rasurado del lado derecho, entre el espacio intercostal de la 12 <sup>a</sup> y 13 <sup>a</sup> costilla del ovino.....	65
<b>Figura 13.</b> Ultrasonido del área del musculo longissimus dorsi.....	65
<b>Figura 14.</b> Ultrasonido del espesor de grasa dorsal del musculo.....	65

## I. INTRODUCCIÓN

El uso de los antibióticos como promotores del crecimiento en animales destinados al consumo humano, el escaso control en su utilización y del riesgo sanitario de dicho uso, está siendo objeto de duras críticas. El objetivo de su empleo es aumentar la ganancia de peso y eficiencia de conversión. Se agregan al alimento para minimizar las infecciones bacterianas secundarias y el control de abscesos hepáticos, comunes en engorde a corral, regular el pH y control de coccidiosis. (Guillermo *et al.*, 2002).

Los antibióticos como promotores de crecimiento se han empleado a dosis subterapéuticas durante largos períodos de la vida del animal, produciendo una ganancia de peso estimada alrededor del 5%. Básicamente actúan modificando cuantitativa y cualitativamente la flora microbiana intestinal, provocando una disminución de los microorganismos causantes de enfermedades subclínicas. Actúan también reduciendo la flora normal que compite con el huésped por los nutrientes. Todo ello conduce a una mejora en la productividad y reduce la mortalidad de los animales. (Torres y Zaragoza, 2002).

Para este fin no se requiere el uso de la receta veterinaria, ya que son considerados aditivos del alimento, y existe una lista positiva de antibióticos autorizados en función de la especie animal (Torres y Zaragoza, 2002).

Si bien existe una lista de antibióticos permitidos en los alimentos comerciales, también existe una recomendación de tiempo de retiro que algunos productores no respetan, por tal motivo algunas investigaciones hablan de la

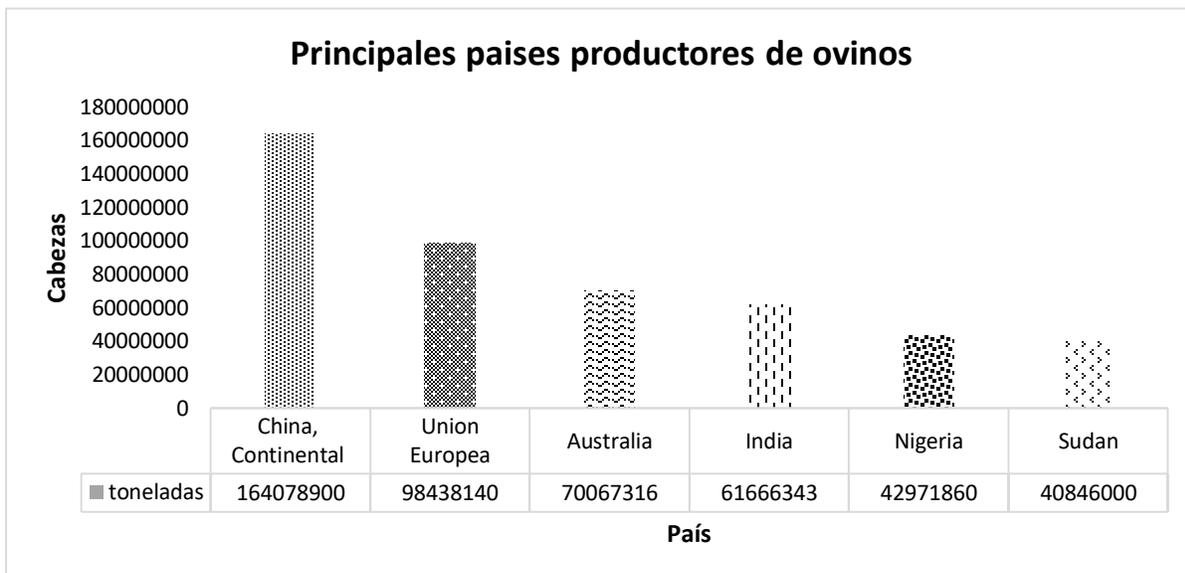
utilización de plantas que en su estructura química poseen compuestos secundarios que pueden sustituir el uso de antibiótico comercial por un producto natural.

Por tal motivo la presente investigación tiene la finalidad de evaluar el efecto la harina de hoja de neem como de promotor de crecimiento en la engorda de ovinos.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

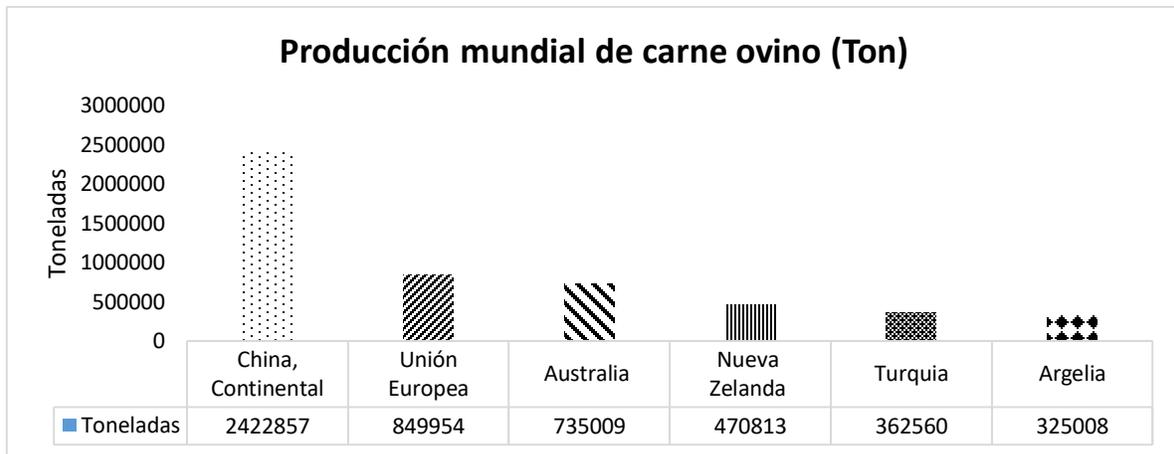
### 2.1 Producción ovina en el mundo

En el 2018, el número de cabezas de ganado ovino a nivel mundial fue casi de 1209 millones (Figura 1). China fue el país con el mayor censo de ganado ovino del mundo, con 164 millones de cabezas. El segundo puesto lo ocupó la Unión Europea con 98 millones de cabezas, aproximadamente, le siguieron Australia con 70 millones y la India con 61 millones (FAOSTAT, 2020).



**Figura 1.** Principales países productores de ovinos en el mundo (FAOSTAT, 2020)

Respecto a la producción mundial de carne ovino, en 2018 fue de 9.7 millones de toneladas. Una vez más, China lideró con 2.4 millones de toneladas (Fig.2). Le siguieron la Unión Europea y Australia con 0.84 y 0.73 millones de toneladas cada una y posteriormente Nueva Zelanda, Turquía y Argelia (FAOSTAT, 2020).



**Figura 2.** Países que ocuparon los primeros lugares en producción de carne ovina (FAOSTAT, 2020).

## 2.2 Producción ovina en México

En México hay gran variedad de razas ovinas en explotación, las principales razas que se explotan son: Ramboulliet, Suffolk, Hampshire, Dorset, Pelibuey, Black belly, Katahdin y Dorper que son las principales en el inventario nacional, además también existen pequeños hatos de Saint Crox, Romanov, Texel, East Friesian, Dorper Blanco, Damara, Charollais, Arcot y ovino criollo (Arteaga, 2007).

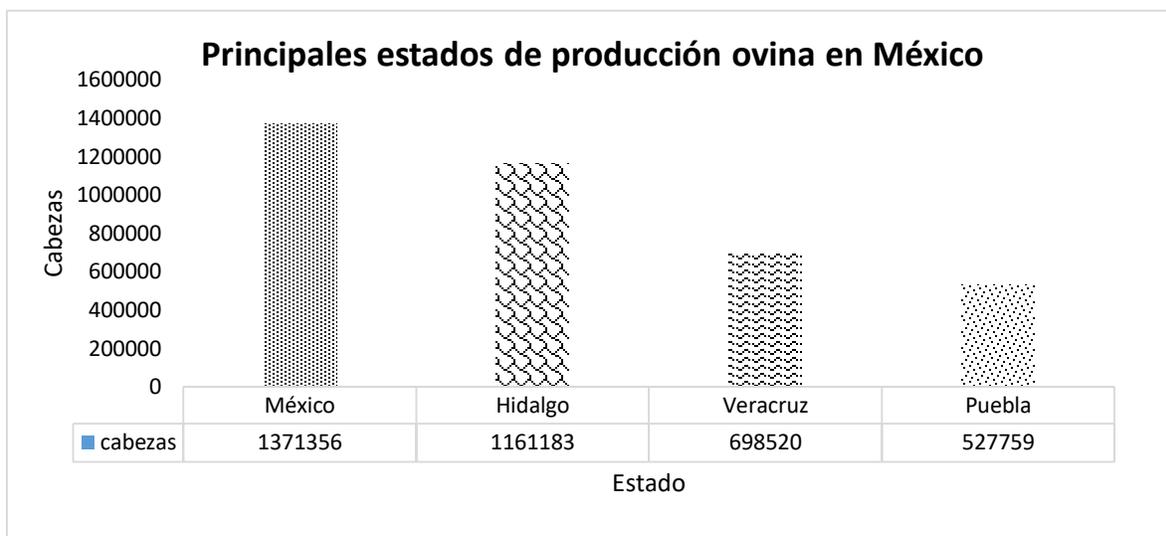
El inventario ovino en México ha crecido de 8.0 a 8.9 millones en 2016 de cabezas en los últimos 8 años, pero con un descenso en 2018 a 8.6 millones (Figura 3). Esta reactivación de la ganadería ovina se ha visto además reflejada en una mayor integración de la producción primaria con los eslabones de transformación, procesamiento y comercialización de la cadena cárnica. Así mismo, en la diversificación de productos y subproductos ovinos, tales como cortes finos, carnes frías, embutidos, barbacoa y mixiotes enlatados (SIAP, 2020).



**Figura 3.** Resumen de población ovina a nivel nacional (SIAP, 2020)

También se ha establecido un nuevo mercado que se basa en cortes con hueso: *rack* francés, *rack* americano, chuleta sencilla, chuleta mariposa, bistec y medallón de cordero empacados en *petrifilm* y al alto vacío, así como productos procesados rápidos de preparar, como la hamburguesa empacada en atmósfera modificada (CO<sub>2</sub> y oxígeno), salchicha, chistorra y chorizo español (Desdémona, 2014).

Dándole continuidad al inventario, en el estado de Hidalgo la producción de ovinos es una de las áreas económicas agropecuarias que genera mayor actividad productiva en la población y que se ha mantenido en el segundo lugar desde 2009 siguiéndole el estado de Veracruz (figura 4) (SIAP, 2020).



**Figura 4.** Principales estados que ocuparon los primeros lugares en producción ovina en México (SIAP, 2020).

### 2.3 Importancia de la producción de ovinos

La orientación de la ovinocultura mexicana es primordialmente hacia la producción de carne, obteniéndose altos precios en pie y canal en comparación a otras especies pecuarias.

Durante los últimos años, la cría de los pequeños rumiantes se ha extendido en los países en desarrollo en áreas donde es importante la producción de subsistencia, la economía de trueque o la cultura comunitaria y también en áreas donde el comercio y la economía del mercado están relativamente limitados en términos de organización, infraestructura y eficiencia (Dubeuf *et al.*, 2004). Por otro lado, la cría de estas especies animales está adaptada para cumplir con las demandas sociales de los países industrializados relacionadas con la calidad de los productos, el bienestar animal y el respeto por el medio ambiente.

Estos animales son muy versátiles desde el punto de vista productivo, pues de ellos se puede obtener carne, lana y leche. Poseen gran capacidad para transformar forrajes de diferentes tipos, aun los de mala calidad, como por ejemplo, paja de cereales, residuos y subproductos de la huerta que, de otro modo se desperdiciarían. Así, se les puede criar en el pastoreo libre o de manera intensiva (Trillas, 2018).

La población de pequeños rumiantes está en gran parte en manos de pequeños productores, cumpliendo una importante función económica en las comunidades agrícolas y otras zonas de concentración de pobreza (Espinal *et al.*, 2006).

#### **2.4 Sistemas de producción**

La producción del ganado ovino en México se realiza de manera tradicional con el objetivo de servir de ahorro a los ovinocultores enviando al mercado corderos para su engorda y animales de desecho, sin definición genética clara. En este sistema el crecimiento de los corderos es lento y poco eficiente, con pesos al mercado de 30 a 40 kg y a una edad de 1 a 2 años, con alta mortalidad y bajo rendimiento en canal (Sanchez, 2005).

Hoy por hoy se distinguen dos sistemas de explotación: los pastoriles y los estabulados (confinamiento). Desde el punto de vista de la intensidad de uso de capital, tecnología, territorio y mano de obra de las explotaciones, se dividen en extensivos e intensivos. Comúnmente los sistemas pastoriles se consideran extensivos porque usan mayor superficie de tierra y menos tecnología, mano de obra, y cuidados en general; sin embargo, cuando el potencial productivo de esa

tierra es elevado por ser de mejor calidad, y se cuenta con humedad constante, la producción se intensifica; por el contrario, cuando se utilizan recursos de baja calidad y tecnología insuficiente en sistemas estabulados, la producción es baja (proceso de poca intensidad) (Shimada, 2015).

En nuestro país se presentan sistemas de producción ovina muy variados, con características propias de cada región y que son determinados por la disponibilidad de recursos y por los hábitos o tradiciones en el consumo de productos ovinos. Estos sistemas van desde los altamente tecnificados que mantienen a los animales en completa estabulación sobre pisos elevados, hasta los trashumantes que se mantienen en condiciones totalmente extensivas y no utilizan tecnología básica (Partida de la Peña *et al.*, 2013).

## **2.5 Alimentación**

(FAWAC, 2017) Menciona que se debe considerar que la dieta debe estar balanceada sin deficiencia de algún requerimiento esencial (vitaminas, minerales, alimentos energéticos, proteína y fibra), de tal manera que permita mantener una completa salud. El alimento y agua debe ofrecerse a libre acceso en cantidad suficiente y evitarse los cambios bruscos y repentinos.

Considerando que el principal alimento de los borregos es el forraje, los sistemas de explotación primarios se asocian a su uso. Los forrajes pueden ser naturales o inducidos (mejorados o cultivados). Además, estos forrajes pueden utilizarse mediante el pastoreo o bien ofrecidos en pesebre (Shimada, 2015).

El uso de dietas comerciales encarece la producción de carne por la alta proporción de granos en las fórmulas, por lo que para reducir los costos se ha recurrido a la suplementación con distintas fuentes de nutrientes, como son: bloques multinutricionales (Mejía *et al.*, 2011) follaje de árboles y arbustos (Ruiz, 2005) melaza, desechos agroindustriales, como son pastas de oleaginosas y puliduras (González *et al.*, 2013).

La alimentación ovina debe considerar los requerimientos de dos sistemas metabólicos: los tejidos del rumiante y la población microbiana del rumen; por lo que es necesario suministrar nutrientes en raciones apropiadas y bien balanceadas. La nutrición animal es la técnica que investiga las carencias en nutrientes de cada animal y establece las raciones más adecuadas para satisfacerlas, una vez conocida su composición nutrimental y el metabolismo de estos en los animales (Chalupa y Sniffen, 1996).

### **2.5.1 Alimentación en la etapa de engorda**

Los borregos que se destinan a la producción de carne pueden ser engordados por medio de pastos artificiales de buena calidad. Pero para obtener un crecimiento rápido es necesario suplementar su ración con concentrados.

En las exportaciones intensivas, los borregos son engordados y finalizados en corrales después del destete. Se les suministra raciones balanceadas de forraje y concentrado.

Al principio de la engorda se suministran principalmente forrajes de buena calidad. Una combinación de heno de alfalfa con ensilaje de maíz o sorgo resulta adecuada.

Luego se empieza el suministro de concentrados, los cuales aumentan gradualmente hasta 700 g por animal al día (Trillas, 2014).

## **2.6 Requerimientos nutricionales de ovinos**

### **2.6.1 La Energía**

La energía puede encontrarse en diferentes nombres como TND, energía bruta, energía digestible, energía metabolizable, energía neta, esta clasificación se da sobre el aprovechamiento y la pérdida que obtiene el animal en la digestión de los alimentos (Shimada, 2005).

El Total de nutrientes digestibles (TND) es un método matemático para el cálculo aproximado de la energía que libera un ingrediente dado, el método consiste en tomar los valores de componentes orgánicos del análisis proximal, o sea la proteína cruda, el extracto etéreo, la fibra cruda, y el extracto libre de nitrógeno (mas no la materia mineral que se considera inorgánica) y multiplicarla por su digestibilidad respectiva. El producto del valor del extracto etéreo multiplicado por su digestibilidad se multiplica por 2.25 pues se considera que las grasas en promedio liberan esta cantidad de veces más energía que las proteínas y los glúcidos, este valor junto con los otros resultados parciales se suman y el total se divide entre 100, con objeto de extraer el TND como un porcentaje del ingrediente (Shimada, 2005).

La energía bruta es la energía que se desprende de un alimento al quemarse totalmente en una bomba calorimétrica. El TND y la energía digestible se pueden considerar como lo mismo la conversión de TND a energía digestible se hace considerando que 4.4 kcal de ED es lo mismo que un gramo de TND. La energía digestible es el resultado del total de energía bruta contenida en el alimento menos la energía que contiene el remanente de alimentos digeridos expulsados en las heces. La energía metabolizable es el resultado de la energía digestible menos la energía que se pierde en la orina en forma de compuestos nitrogenado y en el metano expulsado en forma de eructo tras la fermentación en ovinos, se ha observado que en los rumiantes la energía metabolizable representa un 82% de la energía digestible, la energía neta es el resultado de la energía metabolizable total menos la energía perdida en el mantenimiento de la temperatura corporal, la energía más exacta para formular alimentos es la energía neta puesto que se considera solo la energía que se utiliza para mantener el cuerpo, para producir tejidos o leche, pero no todos los alimentos esta analizados para este tipo de sistema (Shimada, 2005).

En la cría de corderos el suministro de energía es el mayor gasto, ya sea para la producción o el mantenimiento. El tamaño corporal (peso), la etapa de producción, la longitud de lana, temperatura, sensaciones térmicas, cantidad de ejercicios que hacen y los factores ambientales influyen en los requerimientos energéticos de las ovejas. Los cereales tienen valores de NDT en el rango de 70 a 80 %, mientras que los forrajes alcanzan de 50 a 60% TND. El estado de la energía de los corderos depende de la cantidad de alimento que ingiere, el contenido energético del alimento es a menudo descrito por el contenido de total de nutrientes

digeribles (TND). En invierno, las ovejas de lana larga requieren menos energía que aquellas con lana corta. Los ovinos en pastoreo necesitan mayor energía que las ovejas en corral. La concentración energética debe estar por 2,8 Mcal/kg MS, para lograr altas ganancias de peso vivo en los corderos (Piaggio y García, 2009).

### **2.6.2 Las Proteínas**

Expresada también en forma neta como Proteína Digestible en el Intestino (PDI) a partir del contenido en Proteína Bruta ( $PB = N \times 6.25$ ) de las producciones, asumiendo distintos coeficientes de conversión de la PB en PDI según la situación productiva (Caja, 2001).

Los rumiantes, pueden tomar el nitrógeno u otras proteínas de baja calidad de las raciones alimenticias y sintetizar la proteína utilizable para el animal, debido a la relación simbiótica con los microorganismos del rumen.

La mayoría de los sectores ganaderos de calidad media tienen una concentración adecuada de proteína en la época de alta producción. Por ejemplo, cuando los ovinos están en etapa de crecimiento y cuando las ovejas son lactantes, necesitan más proteínas; por lo cual se debe completar, con plantas forrajeras que presenten un rango adecuado del contenido de proteínas. La concentración también debe ser alta de la proteína cruda necesaria, en un rango de 14 a 18 % PC (BS), en función del peso del ovino, mejorar la relación con el aporte energético. El consumo de proteína es indispensable para lograr buena fermentación ruminal y por lo tanto el aprovechamiento del alimento, el mismo que constituye el desarrollo muscular, crecimiento de la lana, la expresión del consumo potencial y aspectos relacionados a la interacción con micro organismos gastrointestinales, se estiman dos fases de

requerimientos en proteína cruda durante la ganancia de peso de ovejas, una primera fase de mayores requerimientos (16.5 % PC), entre los 20 y 35 kg PV; y una segunda fase a partir de los 35 kg PV (13.8 % PC), ambas fases de alta concentración energética (Piaggio y García, 2009).

### **2.6.3 Los Minerales**

Los requerimientos de los minerales para los ovinos son similares a los monogástricos. Usualmente bajo condiciones pastoriles son raras las deficiencias de minerales, se recomienda que los animales dispongan de compuestos de sales principalmente (calcio, fósforo y sodio) a libre disposición, debido a que es posible que se produzca un desbalance.

En los minerales el Calcio (Ca) y Fósforo (P) son importantes en la mayoría de las condiciones de alimentación. El Azufre (S) trascendental cuando el nivel de nitrógeno (N) no proteico aumenta en la dieta. El Potasio (k) se convierte en primordial cuando el nitrógeno no proteico se reemplaza por proteínas intactas (Piaggio y García, 2009).

### **2.6.4 Las Vitaminas**

Los microorganismos ruminales de los rumiantes adultos sintetizan las vitaminas, por lo cual son prácticamente independientes en cuanto a las necesidades de vitaminas hidrosolubles (complejo B y vitamina C); pero es necesaria una adecuada incorporación de ciertos minerales tales como el Cobalto para la síntesis de la vitamina B12.

En los rumiantes adultos, con respecto a las vitaminas liposolubles, los microorganismos ruínales son los encargados de efectuar la síntesis de la vitamina K mientras que para la vitamina E se requiere una incorporación adecuada de Selenio (suelos con deficiencia de Selenio pueden producir déficit de vitamina E y miopatías como músculos blandos en las ovejas). Cuando se presentan sequías prolongadas (mayor a 6 meses) y las reservas hepáticas de retinol no logran suplir el déficit de vitamina A, es necesario incluir a las raciones alimenticias vitamina A.

La presencia de los carotenos y vitamina A en los alimentos dependen principalmente de la madurez, duración y las condiciones de la cosecha y condiciones de almacenamiento. La carencia de vitamina A produce disfunción en la visión y afectan la actividad de los epitelios gonadales, por lo cual es fundamental tener en cuenta una suplementación de esta vitamina en campos muy secos (Piaggio y García, 2009).

#### **2.6.5 Los Carbohidratos.**

La materia seca de los forrajes está compuesta por el 75% de carbohidratos en los cuales se incluyen a los carbohidratos solubles y a los carbohidratos de la fibra. Se tiene como producto final los ácidos grasos volátiles (AGV), producto de la digestión de los hidratos de carbono. Una alta proporción de carbohidratos se transforman en AGV (acético, butírico y propiónico) en el rumen, antes de ser asimilados por el flujo circulatorio; por reacciones químicas sucesivas se transforman en pioneros de grasa lactosa y proteína láctea.

Las bacterias glucolíticas tienen un mejor desarrollo cuando las raciones alimenticias son ricas en azúcares fermentables, por el cual se genera más

propionato que es el precursor de la glucosa sanguínea y a su vez suministra energía para la síntesis de lactosa y proteína láctea. El mantenimiento corporal y ganancia de peso es debido a la transformación de la glucosa en fuente de energía; la pérdida de peso es producida por un déficit de propionato, dando con ello la activación de sus reservas para hacer fuente de su requerimiento (Piaggio y García, 2009).

### **2.6.6 El Agua**

Uno de los principales componentes en el cuerpo es el agua ya que interviene en toda la fisiología digestiva. Sin embargo, no es tomado en cuenta al diseñar los programas de alimentación para los ovinos. Siendo el H<sub>2</sub>O un nutriente indispensable para mejorar la productividad (Cosma, 2008).

Para las dietas a base de forrajes los requerimientos de H<sub>2</sub>O es del 10% de su peso vivo, mientras que al emplear una ración a base de concentrados los requerimientos de consumo de H<sub>2</sub>O pueden llegar al 15% de su peso vivo (Gutiérrez *et al.*, 2001).

El escaso consumo de agua puede disminuir la ingesta de materia seca e incluso afectar el consumo de sales y minerales. Los requerimientos de H<sub>2</sub>O de los ovinos varían por varios factores, temperatura y humedad del ambiente, presencia de lana o pelo, el estado productivo y la edad (Galindo *et al.*, 1982).

### **2.7 Aditivos**

Se conoce como aditivos a las sustancias que usan en pequeñas cantidades e incorporadas en los alimentos, puedan influir en las características productivas de

los animales. En la actualidad la tendencia es hacia sistemas de engorda intensiva de ovinos, de manera de producir la mayor cantidad de carne, en menor tiempo y con mejores estándares de calidad.

En general, los aditivos alimenticios deben valorarse de acuerdo con el beneficio productivo que permiten lograr las posibilidades económicas de su empleo y la protección tanto física como económica del consumidor de los alimentos de origen pecuario. Si se toma en cuenta dichos criterios, los aditivos alimenticios disponibles en la industria animal, pueden dividirse en los siguientes grupos:

- Aditivos cuyo empleo es benéfico, ya que protegen el alimento, incrementan la productividad del animal o disminuyen el costo de la alimentación y no tienen efectos residuales. Dentro de este grupo se encuentran los antioxidantes, aglutinantes y selectores de rutas enzimáticas en el rumen.
- Aditivos cuyo empleo es benéfico desde el punto de vista pecuario y económico, pero que presentan problemas residuales, por lo que es necesario reglamentar el uso. Entre ellos se encuentran los antibióticos y otros agentes antimicrobianos, agonistas beta-adrenérgicos, micóticos, coccidiostatos, hormonales y buffers o amortiguadores.
- Aditivos cuyo beneficio animal es moderado o que, aunque sean benéficos, su costo es grande, como las enzimas, los parasiticidas y los agentes quelantes.
- Aditivos que no solo no ofrecen beneficios como mejoras en producción, crecimiento o eficiencia alimenticia, sino que son costosos y totalmente

innecesarios como los pigmentantes, saborizantes y odorizantes (Shimada, 2015)

## **2.8 Metabolitos primarios y secundarios.**

Las hojas del neem contienen alrededor de 20% fibra, 50% carbohidratos y aminoácidos esenciales como alanina, ácido glutámico, triptófano y taurina (Romero y Vargas, 2005). La corteza contiene 3.4% proteína cruda, 0.68% alcaloides y 4.6% minerales; entre los aminoácidos esenciales que contiene se encuentran arginina, ácido aspártico, treonina y triptófano; los compuestos activos reportados en la corteza son nimbina y nimbidina (Esparza *et al.*, 2011). La semilla de neem es muy rica en ácido grasos. Los ácidos grasos presentes en la semilla son palmítico, esteárico, oleico y linoleico; el palmítico y el esteárico son saturados (Romero y Vargas, 2005) (constituyen el 40% de su peso); los componentes grasos son denominados terpenoides y se ha identificado la presencia de más de 100 tipos (Trujillo *et al.*, 2008).

## **2.9 Promotores de crecimiento**

Existen aditivos que se incorporan a los alimentos para animales destinados al consumo humano denominados “promotores del crecimiento naturales” o “promotores del crecimiento no antibióticos” considerados como alternativas favorables a los antibióticos promotores del crecimiento en la producción ganadera (FAO, 2009)

El mecanismo de acción de los antibióticos promotores de crecimiento se basa en la inhibición de los microorganismos patógenos en el rumen e intestino, mediante la adición de éstos en pequeñas cantidades en el alimento, en dosis

subterapéuticas. Esta inhibición también puede afectar a la flora ruminal no patógena, alterando la fermentación microbiana (Martín, 2016)

Los antibióticos promotores de crecimiento actúan en el intestino, mientras que en rumiantes trabajan en el rumen, por tanto, influyen en la flora intestinal o ruminal (Martín, 2016).

## **2.10 Neem (*Azadirachta indica*)**

### **2.10.1 Clasificación y descripción botánica**

El neem tiene como nombre científico *Azadirachta indica* A. Juss y pertenece a la familia Meliaceae, a la cual también pertenece el cedro, la caoba, el paraíso (piocha o canelo). La clasificación del neem la describe (Baley, 1977) como sigue:

**Reino:** Vegetal

**Subreino:** Trachaeophyta

**División:** Embriófitas

**Subdivisión:** Angiospermas

**Clase:** Dicotiledóneas

**Orden:** Geraniales

**Familia:** Meliaceae

**Género:** *Azadirachta*

**Especie:** *Azadirachta Indica*

El neem es un árbol de crecimiento rápido, robusto de hoja perenne, siempre verde y frondoso. Sus características botánicas se describen a continuación:

### **2.10.2 Árbol**

El tronco del neem crece recto y alcanza un grosor hasta 2.5 m; la corteza es de color gris rojizo y de un espesor hasta 2.5 cm; el árbol puede alcanzar una altura de 30 m y un diámetro de copa de 25 m; puede vivir por más de 200 años.

### **2.10.3 Raíz**

Presenta una raíz principal pivotante de rápido crecimiento y desarrollo, clave para resistir la sequía, lo que permite vivir en suelos muy pobres, alcanza hasta el doble de la altura del árbol, con esto permite extraer nutrientes del subsuelo profundo.

### **2.10.4 Hoja**

Es peciolada de forma aserrada y de alrededor de 7 a 10 cm de largo, y ancho de 3 a 4 cm; cuando son jóvenes (retoños) son de color rojo cobrizo, al madurar cambian a verde oscuro. Las hojas se agrupan en folíolos de 35 cm de largo, con una separación entre hojas de 3 a 4 cm. Cada folíolo presenta 7 pares, las hojas son compuestas imparipinnadas más una terminal. La caída de hojas del árbol ocurre solo bajo extrema sequía o después del daño de las heladas.

Las hojas de neem se pueden dorar o cortar, secar y moler en harina de hojas para incluirlas en una dieta concentrada (Puri, 1999). Las hojas caídas se pueden usar como forraje, pero son menos palatables. Las hojas de neem se han descrito como el forraje de elección durante los períodos secos y la sequía. Por ejemplo, en Gujarat, India, se alimentaron 15-20 kg / d de hojas de neem al ganado vacuno y al búfalo durante una hambruna en 1976 (Ketkar, 1976).

### **2.10.5 Flor**

Es pequeña de 5 mm, blanca, crema o amarillenta, bisexual, actinomorfa, que crece en racimos de hasta 22 cm de largo de manera axilar; en plena floración su aroma y néctar facilitan su polinización. La floración depende de las condiciones edafoclimáticas de cada región y su fecundidad depende de la cantidad de iluminación que reciba, así como de la humedad del suelo, las que estimulan e inhiben el aborto floral.

En la zona huasteca, de clima tropical, la floración inicia desde el segundo año de plantado y ocurre durante los meses de abril y mayo, pero se prolonga en forma intermitente hasta diciembre en menor porcentaje.

### **2.10.6 Fruto**

Es una drupa elipsoidal, lisa de 1.4 a 2.4 cm de largo, producido en racimos; el color de la cascara al inicio de su formación es verde con endocarpio blanco y duro; al madurar la cascara se torna amarillenta. La pulpa es jugosa y dulce, consumible por humanos, aves y animales: además, encierra la semilla. El fruto tiene maduración desuniforme, no simultánea (ya que es posible ver en una misma rama flores, frutos inmaduros y frutos maduros), debido al brote secuencial de flores; en México maduran la mayoría de los frutos entre los meses de julio y septiembre.

### **2.10.7 Semilla**

Tiene forma elipsoidal, mide alrededor de 1.4 cm de largo y 6.5 mm de ancho, está envuelta de una cascara color café que contiene una semilla y algunas veces

hasta dos. Esta es la parte más importante del árbol porque en ella se almacenan todas sus propiedades.

### **2.11 Origen y distribución del neem**

El neem es una planta cuyo origen exacto es incierto, la mayoría coincide en que es originario de zonas secas de la montaña Siwalík de la India y Birmania, ubicados en la región tropical del Suroeste Asiático, otros lo ubican en el Subcontinente Indo-Pakistaní, en las áreas secas del Sur y Sureste Asiático, incluyendo Pakistán, Sri Lanka, Birmania, Tailandia, Malasia e Indonesia.

En la actualidad se encuentra distribuido en más de 78 países, en el continente Asiático, Africano, Oceanía, Centro y sur América. Se estima que en el mundo existen alrededor de 200 millones de árboles, la mayor parte de ello en Asia, donde crecen bajo cultivo y en forma silvestre, particularmente en la India, sobre la franja que inicia del Sur de Delhi y Lahore hasta Cabo Camorin.

En América se encuentra en países como Trinidad y Tobago, Jamaica, Puerto Rico, Islas Vírgenes, Surinam, Guyana, Barbados, Cuba, República Dominicana, Haití, Guatemala, Nicaragua, Honduras, Bolivia, Ecuador, Argentina y Brasil.

A México fue introducido en 1989 por la Universidad autónoma de Nuevo León (Leos y Salazar, 1992), actualmente se encuentra distribuido en varios estados como Yucatán, Veracruz, Oaxaca, Morelos, Chiapas, Guanajuato, Sonora, Tabasco, Tamaulipas, Durango, Baja California Sur y San Luis Potosí (NRC, 1992)

## **2.12 Condiciones de adaptación y desarrollo**

En la zona de distribución natural las temperaturas máximas para el árbol neem pueden ser hasta un 44 °C y mínimas cercanas a 0 °C. En América central se ha plantado en sitios con temperaturas promedio anuales superiores a 25 °C. Crece en forma natural en zonas con precipitaciones en entre 450 y 1150 milímetros. Se han realizado plantaciones en sitios de hasta 300 milímetros menos, siempre que haya humedad disponible en el suelo en la época seca.

Soporta sequías prolongadas. Crece hasta en zonas con 1500 m.s.n.m. no es exigente en cuanto a suelos y crece bien en suelos arenosos, limosos y aun en arcillosos pesados, así como en suelos pedregosos moderadamente profundos.

No crece en suelos estacionales anegados, salinos o con arenas secas profundas, requiere un pH mínimo de 6,0 aunque la hojarasca puede contribuir a que la capa superficial alcance un pH neutro (CATIE, 1986).

## **2.13 Valor nutritivo**

Las hojas de neem tienen un valor nutricional relativamente bajo. En la India, se informó un EM estimado de 8.0 MJ kg<sup>-1</sup> de MS (Ranjhan, 1980). En Sudán, la digestibilidad *in vitro* de las hojas de neem fue del 51% (Webb, 1988). En otro estudio *in vitro*, la digestibilidad de MS de las hojas de neem fue del 50% (Amanullah *et al.*, 2006).

Las hojas se usan en la india como forraje para ganado en la estación seca: contiene 13 a 15% de proteína, digestible a 52%. Un árbol adulto puede producir 350 kilos de hojas al año. El bagazo o torta dejada por la extracción de aceite se

puede dar a razón de 10% de la dieta de los bovinos, y 5% de las gallinas; contiene 17% de proteína (Geilfus, 1989).

La semilla de neem es muy rica en ácido grasos (constituyen el 40% de su peso); los componentes grasos son denominados terpenoides y se ha identificado la presencia de más de 100 tipos (Trujillo *et al.*, 2008).

La pasta de semillas de neem es un ingrediente alimenticio no convencional que muestra un gran potencial para la alimentación del ganado (Bawa *et al.*, 2005). Se ha observado como una fuente rica en proteínas con un nivel de proteína cruda del 34-38% (Bawa *et al.*, 2007). Sin embargo, alimentar el ganado con semillas de neem en su forma cruda al ganado generalmente no se recomienda debido a la presencia de triterpenoides amargos (Musalia *et al.*, 2000) que no lo hacen palatable.

#### **2.14 Perfil mineral de las hojas de neem.**

Las hojas de neem son ricas en proteína cruda, pero se han informado valores diferentes y amplios. (Bais *et al.*, 2002) y (Bhowmik *et al.*, (2008) reportaron valores de proteína cruda entre 17.5% y 18.7%. (Ramana *et al.*, 2000) también reportaron valores de proteína cruda de hojas de neem como 9.7% mientras que (Ogbuewu *et al.*, 2011) reportaron un valor más alto de 20.9%. Las diferencias en los valores de proteína cruda se pueden atribuir a diferencias varietales en la planta de neem.

Se ha informado de un bajo contenido de fibra en las hojas de neem. (Ramana *et al.*,2000) informaron niveles de fibra detergente neutra (NDF) y fibra detergente ácido (ADF) de 38,0% y 27,0% respectivamente. (Bhowmik *et al.*, 2008)

también registraron un nivel de fibra cruda del 11,3% para las hojas de neem. Sin embargo, (Kumar y Sharma 2003) informaron valores de NDF y ADF en el rango de 27,40 a 55,23 y 18,87 a 46,30 respectivamente para 15 árboles forrajeros tropicales que son mucho más altos que los reportados por (Ramana *et al.*, 2000) y (Bhowmik *et al.*, 2008). Las hojas de neem pueden ser una fuente importante de carbohidratos fácilmente fermentables en los alimentos para rumiantes debido a su bajo contenido de fibra junto con altos niveles de extracto libre de nitrógeno (NFE) del 53,9% (Bhowmik *et al.*, 2008).

Se han reportado pocos informes sobre el contenido mineral de las hojas de neem. En el cuadro 1 se proporciona cierta información disponible sobre el contenido mineral de las hojas de neem. Un rango de calcio entre 1,48 y 1,53% y esto es comparable al 1,5% informado para las hojas de sesbania (Ngamsaeng *et al.*, 2006). (Niranjan *et al.*, 2008) informaron que las hojas de neem son deficientes en cobre y manganeso. (Rao *et al.*, 2011) registraron niveles bajos de zinc y fósforo. Se espera que los niveles de minerales, especialmente los minerales traza, varíen ampliamente debido a las diferencias en el contenido mineral del suelo en el que crecen los árboles (Adjorlolo *et al.*, 2016).

**Cuadro 1.** Perfil mineral de las hojas de neem.

Minerales Elementos químicos	Macro (MS%)			Micro (ppm en MS)					
	Ca	P	Mg	Cu	Fe	Mn	Zn	Co	Cr
<b>Bhowmik et. al (2008)</b>	1.48	0.11	1.26	5.24		30.4	47.7		
<b>Ansari et al (2012)</b>	0.71	0.28	0.75	34.0	7.45	60.0	18.0	10.0	0.80
<b>Ngamsaeng et al (2006)</b>	1.47	0.12	0.40						
<b>Niranjam et al (2008)</b>	1.53	0.25		8.90	5.66	23.5			

**MS%:** Porcentaje de materia seca; **ppm:** Partes por millón; **Ca:** Calcio; **P:** Fosforo; **Mg:** Magnesio; **Cu:** Cobre; **Fe:** Hierro; **Mn:** Manganeso; **Zn:** Zinc; **Co:** Cobalto; **Cr:** Cromo; **Fuente:** Adjarlolo et. al (2006).

### 2.15 Toxicidad

Los productos elaborados a base de neem, no afectan al hombre, mamíferos en general y peces en los ríos ni a los insectos benéficos en el campo.

Si no se utiliza en grandes concentraciones, el neem puede tener usos intensivos en el sector agrícola, es decir que su manipulación puede llegar a ser

continúa por los ganaderos que tanto han sufrido por años con material tóxico para la salud y de los animales también (Gruber, 1994).

Sin embargo, los compuestos secundarios del neem en cantidades concentradas puede ser tóxico, se han encontrado trabajos de investigación donde funciona como control de endo y ectoparásitos.

### **2.16 Palatabilidad**

Las hojas de neem son palatables para los camellos y las cabras. En India, se informaron ingestas de MS de alrededor del 3% de peso corporal en cabras (Amanullah *et al.*, 2006) (Bais *et al.*, 2002) Durante los períodos secos, las hojas de neem son consumidas por el ganado (Patel y Patel, 1957); (Hentgen, 1985).

En pollos de engorde, las semillas de neem y la pasta de semillas no se recomiendan en la alimentación. Estos productos pueden usarse solo en cantidades limitadas (menos del 5%) después de ser desintoxicados de manera eficiente o bien en bajas tasas de incorporación en reemplazo de antibióticos (Kone, 2010); (Landy *et al.*, 2011).

Por otro lado, la torta de semillas de neem crudo es desagradable y dañino para los rumiantes, ya que afecta negativamente el crecimiento, el sistema reproductor masculino y, en ocasiones, ha provocado hematuria. En consecuencia, se debe alimentar a los rumiantes solo después de que se haya desintoxicado para que sea seguro y palatable. Se han probado muchos procesos que incluyen extracción con solventes orgánicos, tratamiento con ácidos o álcalis, lavado con agua, secado al sol y calentamiento. Las tasas de inclusión de 30-40% o más se vuelven factibles, pero los tratamientos como el lavado con agua o el tratamiento

con álcalis también pueden provocar una pérdida importante de nutrientes, y la viabilidad económica de dichos métodos aún no se ha establecido (Dutta *et al.*, 2012).

En la India la alimentación de terneros, búfalos de agua y ovejas han demostrado que la torta de semillas de neem cruda no es aceptable para los rumiantes debido a la presencia de limonoides. Es posible mejorar su palatabilidad alimentándolo junto con ingredientes como almidón, melaza, maíz o azúcar de la savia de palma. Se descubrió que la pasta de semillas con amoníaco de urea era agradable para búfalos de agua y terneros (Dutta *et al.*, 2012).

La pasta de semillas de neem en terneros alimentados con concentrados conteniendo 25 o 57% el neem tiene una mala palatabilidad, afecta el comportamiento productivo y la digestibilidad de los nutrientes, (Bedi *et al.*, 1975) citado por (Dutta *et al.*, 2012) De igual manera, terneros alimentados torta de semillas de neem que con un concentrado que aportaba el 12.5, 25 o 50% del requerimiento de proteína cruda, resultó en mala palatabilidad, digestibilidad reducida de los nutrientes, escaso aumento de peso e incluso pérdida de peso (Aruwayo y Maigandi, 2013).

## **2.17 El uso del neem en la producción animal**

### **2.17.1 Vacas lecheras**

Uno de los problemas más importante que se presentan en la producción de leche, es la baja de peso en el ganado debido a la anorexia, fatiga y anemia, con la consecuente baja en la producción de leche. Aunque las causas son varias, la más común sin duda es la toxicosis subaguda del hígado. Problemas ambientales como agua contaminada, residuos de insecticidas en los alimentos y hongos, son los

principales responsables de esta enfermedad. Para combatirla debemos administrar al ganado polvo de hoja de neem disuelto en agua. (Zade, 1999) observó que la alimentación de este polvo mejoró el apetito, el funcionamiento del hígado y la salud general de las terneras tratadas.

Otro experimento con 30% de torta de semillas condujo a resultados positivos similares. Sin embargo, se observó que el lavado con agua era laborioso y no factible para la aplicación industrial, además de no ser económico debido a la pérdida de nutrientes solubles (Kumar *et al.*, 1992).

### **2.17.2 Cerdos**

En la producción porcina se ha utilizado la torta de semilla de neem lavada con agua, esta puede ser incluida en las dietas de cerdos en crecimiento al 10% de la dieta (base de MS) para reemplazar totalmente la harina de cacahuate sin efectos nocivos sobre el crecimiento y los parámetros de salud (Sastry y Agrawal, 1992).

### **2.17.3 Aves de corral**

La hoja del Neem exhibe una potente acción antimicrobiana ya que ha demostrado sus propiedades antibacterianas, antivirales y antifúngicas en aves domésticas (Subapriya y Nagini, 2005); (Ansari *et al.*, 2012), al suplementar 0.25% de Neem en dietas para pollo de engorda incremento la ganancia de peso y mejoró la conversión alimenticia en comparación con la dieta testigo y la adicionada con antibiótico.

(Ansari *et al.*, 2012) Informaron que los pollos de engorda alimentados con dietas que contenían hasta 2.5 g kg<sup>-1</sup> de harina de hoja de neem (*Azadirachta indica*) tenían valores más altos en el volumen de glóbulos rojos, glóbulos blancos,

hemoglobina e índices de eritrocitos sin efecto perjudicial. También concluyeron que la suplementación dietética de la harina de hoja de Azadirachta indica puede conducir al desarrollo de carne de pollo baja en colesterol. La harina de hoja de neem también se puede incluir en las dietas de las aves ponedoras hasta un nivel óptimo del 8% sin ningún impacto negativo en la calidad interna del huevo y los índices bioquímicos en suero, así como en el consumidor final de los productos (Olabode y Okela, 2014).

#### **2.17.4 Borregos y cabras**

La hoja de Neem es eficiente como antibiótico, antihelmíntico y promotor del crecimiento cuando se agrega a la alimentación de rumiantes. Estudios preliminares realizados por (Chandrawathani *et al.*, 2000), mostraron que la alimentación del follaje de Neem es segura, ecológica, barata y sabrosa para las ovejas. La alimentación *ad libitum* de hojas frescas de Neem produjo una reducción del 82% en los huevos de gusanos de ovejas y un ensayo adicional en un número limitado de ovejas mostró que Neem produjo una reducción significativa en las cargas de gusanos (Chandrawathani *et al.*, 2002).

La inclusión de 5% hojas de neem en la dieta de las ovejas enanas de África Occidental durante 90 días incremento la proteína sérica, urea, el volumen del paquete celular, la concentración de hemoglobina y redujo drásticamente el recuento de huevos fecales (Adelusi *et al.*, 2019). De igual manera la inclusión de 6.8 de pasta de neem detoxificada la respuesta inmune no fue alterada por la inclusión de este subproducto (Rao *et al.*, 2016). Por otro lado, la inclusión de 20% de pasta de neem tratada con álcali puede ser incluida de manera segura en la

alimentación de corderos sin efecto negativo en los parámetros bioquímicos (Aruwayo *et al.*, 2011).

En un ensayo en Tailandia, el follaje de neem se incluyó al 20% en la dieta de las cabras en crecimiento como un sustituto parcial de la harina de soya sin afectar el rendimiento productivo, la fermentación ruminal y el equilibrio de nitrógeno (Srisaikham, 2009). En la India, las ovejas alimentadas con bloques multinutrientes que contenían 30% de hojas de neem, como complemento de una dieta basada en la extracción de sorgo, aumentaron la ingesta y la digestibilidad mientras que los parámetros sanguíneos permanecieron sin cambios (Raghuvansi *et al.*, 2007).

La planta de Neem es conocida por sus propiedades medicinales y se ha utilizado contra los nematodos gastrointestinales y problemas relacionados (Biswas *et al.*, 2002); (Radhakrishnan *et al.*, 2007); (Lata *et al.*, 2017). El extracto de neem mostro una alta mortalidad e inhibición de la incubación de *H. contortus* en borregos (Azra *et al.*, 2019).

La pasta de semillas de neem, un alimento no convencional que puede incorporarse en dietas integrales de corderos de engorda después de la desintoxicación sin ningún daño en el crecimiento y la calidad de la carne. La inclusión de 6.8- 15% de pasta de neem obtenida mediante extrusión, peletizado o detoxificación puede incluirse en dietas de corderos de engorda sin efecto negativo en el comportamiento productivo y en la digestibilidad de los nutrientes (Madhavi *et al.*, 2006); (Rao *et al.*, 2016). La pasta de semillas de neem tratado con álcali fue adecuada en la alimentación de cabras en crecimiento sin afectar su crecimiento, la

utilización de nutrientes, el patrón de fermentación ruminal, las características físicas y químicas de la canal (Anadan *et al.*, 1999).

### **2.18 Otros usos**

Se ha determinado que el uso del neem en el campo veterinario, principalmente en el control de ectoparásitos del ganado, perros y otros animales. Diferentes productos del neem, como el aceite y el extracto acuoso de las semillas, polvos de hoja, semilla molida o torta de semilla han resultado efectivos para combatir ectoparásitos: garrapatas, mosca de cuerno, mosca zumbadora, mosca picante, lombrices intestinales y moscas del ganado; la pulga y la sarna en los perros y otros animales, el acaro y el piojo aviar en las gallinas.

También se ha utilizado para el combate de la bacteria *Staphilococcus bacterium* que causa la mastitis en las vacas y *Salmonella bacterium* que produce efectos abortivos en las yeguas, vacas y borregas

En forma moderada se puede usar como forraje para el ganado, con esto se reduce el riesgo de mortandad causadas por diferentes enfermedades (Cruz y del Ángel, 2004).

### III. OBJETIVOS

Evaluar el efecto de la harina de hoja de neem (*Azadirachta indica*) en los parámetros productivos de los ovinos de engorda.

#### 3.1 Objetivos específicos

- Evaluar el consumo voluntario en ovinos con diferentes porcentajes de neem.
- Determinar la ganancia de peso en ovinos alimentados a base de neem.
- Determinar la conversión alimenticia en ovinos alimentados a base de neem.
- Determinar la Grasa dorsal en ovinos alimentados a base de neem.
- Determinar el área del musculo *longissimus dorsi* en ovinos alimentados a base de neem.

#### **IV. HIPÓTESIS**

La inclusión dietaria de hoja del neem (*Azadirachta indica*) en harina puede modificar favorablemente las variables productivas de corderos de engorda debido al contenido de fotoquímicos presentes, los cuales han demostrado efecto como promotores de crecimiento en algunas especies domésticas.

## V. JUSTIFICACIÓN

La adición dietaria de harina de hoja de neem como promotor de crecimiento en corderos de engorda permitiría la reducción de uso de antibióticos, disminuyendo la presencia y resistencia de los mismos, tanto en las especies domesticas como en los consumidores.

De obtener buenos resultados en la presente investigación con la harina de hoja de neem como aditivo, pudiera ser una alternativa para la mejora de los parámetros productivos de los ovinos de engorda.

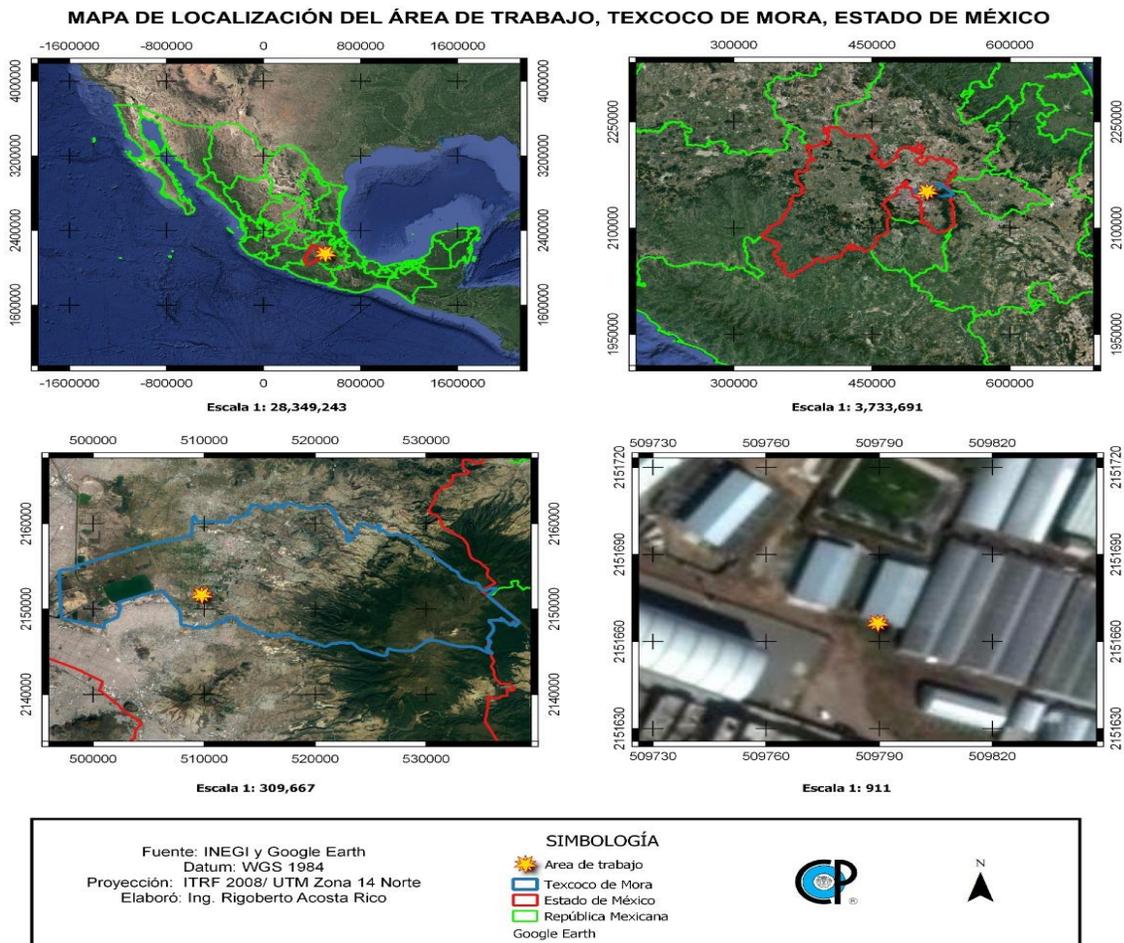
El utilizar la harina de hoja de neem como promotor de crecimiento en los ovinos permitiría generar una industria regional para siembra en viveros, manejo de árboles, producción y manejo postcosecha generando así empleos a la región, permitiendo una retención de valor en cada una de las cadenas productivas.

El usar harina de polvo de neem pudiera reducir el uso de antibióticos sintéticos que son utilizados como promotores de crecimiento.

# I. MATERIALES Y MÉTODOS.

## 6.1. Ubicación geográfica.

El experimento se realizó en el área de jaulas metabólica, dentro de las instalaciones de ganadería del colegio de posgraduados campus montecillo, ubicado en la Carretera México – Texcoco km 36.5, Montecillo, municipio de Texcoco, Estado de México., localizado geográficamente con las coordenadas 98°54' 24.18" de longitud Oeste y a los 19°27' 33.91" de latitud Norte, teniendo una altura sobre el nivel del mar de 2220 metros (Figura 5).



**Figura 5.** Ubicación geográfica donde se llevó acabo el experimento.

## 6.2. Recursos animales.

En la presente investigación se utilizaron 31 corderos de una raza híbrida (Katahdin x Suffolk x Hampshire) de los cuales fueron 16 hembras y 15 machos de una edad de 6 meses. Con un promedio de peso vivo inicial de  $33.267 \pm 1.691$  Kg.

## 6.3. Elaboración de dietas.

En el presente trabajo de investigación, los tratamientos se basaron en diferentes porcentajes de harina de hoja de Neem (*Azadirachta indica*) en la dieta.

En el Testigo (T0) el porcentaje fue del 0%, el T1 (0.25%), T2 (0.5 %) y el T3 (0.75 %).

Las dietas fueron elaboradas con el comando SOLVER de Excel, Microsoft 2010 (Cuadro 2). Para poder calcular los requerimientos nutricionales que necesita un animal en su etapa de engorda, se utilizaron las tablas del NRC (2007).

**Cuadro 2.** Dieta experimental para corderos en engorda alimentados con diferentes concentraciones de la harina de hoja de neem (*Azadirachta indica*).

<b>Ingredientes %</b>	<b>T0 Kg</b>	<b>T1 Kg</b>	<b>T2 Kg</b>	<b>T3 Kg</b>
<b>Sorgo</b>	32.22	32.21	32.21	32.20
<b>Maíz</b>	21.00	21.00	21.00	21.00
<b>Rastrojo</b>	4.00	4.00	4.00	4.00
<b>Pasta De Soya</b>	11.68	11.69	11.70	11.71
<b>Sal Común</b>	0.10	0.10	0.10	0.10
<b>Melaza</b>	4.00	4.00	4.00	4.00
<b>Avena Rastrojo</b>	10.38	10.08	9.78	9.47
<b>Heno Alfalfa</b>	15.62	15.67	15.73	15.78
<b>Neem</b>	<b>0.00</b>	<b>0.25</b>	<b>0.50</b>	<b>0.75</b>
<b>Minerales</b>	1.00	1.00	1.00	1.00
<b>Total en kilos</b>	100.00	100.00	100.00	100.00

#### 6.4. Formulación de las dietas.

Formulación de las dietas utilizadas en los tratamientos y el testigo acorde a los requerimientos nutricionales de los ovinos (Cuadro 3).

**Cuadro 3.** Formulación de las dietas utilizadas en los tratamientos y el tratamiento testigo acorde a los requerimientos nutricionales de los ovinos.

	TESTIGO	NEEM 0.25%	NEEM 0.5%	NEEM 0.75%
	T0	T1	T2	T3
<b>EM (Mcal/kg)</b>	2.84	2.84	2.83	2.83
<b>PC (%)</b>	14.7	14.7	14.7	14.7
<b>PCDR (%)</b>	8.11	8.11	8.11	8.11
<b>PCNDR (%)</b>	6.59	6.59	6.59	6.59
<b>Ca (%)</b>	0.7	0.7	0.7	0.7
<b>P (%)</b>	0.34	0.34	0.34	0.34
<b>FDN (mg/kg)</b>	29.13	28.94	28.74	28.55
<b>FDA (mg/kg)</b>	19.2	19.08	18.95	18.83

**EM:** Energía metabolizada; **PC:** Proteína cruda; **PCDR:** Proteína cruda digerida en rumen; **PCNDR:** Proteína cruda no digerida en rumen; **Ca:** Calcio; **P:** Fósforo; **FDN:** Fibra detergente neutro; **FDA:** Fibra detergente acida.

## 6.5. Descripción del método.

### 6.5.1. Selección de los corderos.

La selección de corderos se efectuó mediante el pesaje de estos, con la finalidad de que los pesos fueran lo más homogéneos posible, con un peso que osciló entre los  $33.267 \pm 1.691$  Kg de peso vivo.

### 6.5.2. Distribución de los corderos.

Los corderos seleccionados fueron distribuidos completamente al azar, ubicándolos en jaulas metabólicas individuales, cada jaula contaba con comedero metálico y bebedero tipo chupón. Los ovinos que se seleccionaron para el experimento fueron distribuidos por tratamiento de forma al azar como se muestra en el cuadro 4.

**Cuadro 4.** Distribución completamente al azar de los animales utilizados en el experimento.

Tratamientos	Número de jaulas							
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8
T0	J5	J11	J14	J19	J24	J27	J28	J30
T1	J4	J8	J12	J13	J15	J23	J26	J31
T2	J1	J2	J3	J16	J17	J18	J22	
T3	J6	J7	J9	J10	J20	J21	J25	J 29

### **6.5.3. Aplicación de fármacos.**

Antes de que los corderos fueran manipulados se les suministró 2.5 ml de la bacterina bobac<sup>®</sup> de 8 vías de manera subcutánea y 0.6 ml de desparasitante (Ivermectina, IVERFULL<sup>®</sup>, Aranda; al 1% de amplio espectro) por vía subcutánea, así mismo también se le aplicó 0.5 ml de un compuesto vitamínico (Vigantol A.D.E<sup>®</sup>, Bayer) vía intramuscular .

### **6.5.4. Asignación de alimento.**

La asignación de alimento fue considerando un sistema de alimentación *ad libitum*; mediante la predicción de consumo individual. La asignación individual de alimento se realizó ofreciendo de 15-20% extra de la predicción calculada de consumo. Durante la investigación el 60% del alimento se asignó a las 8:00 a.m y el 40% restante a las 16:00 hrs, con la finalidad de maximizar el consumo de alimento. Los animales tuvieron una fase de adaptación al alimento, puesto que corderos fueron anteriormente sometidos a una alimentación previa con neem.

El alimento, así como el agua durante el tiempo de la investigación fue ofrecido a libre acceso.

### **6.5.5. Consumo de alimento.**

El consumo de alimento se estimó por diferencia entre el alimento ofrecido y el rechazo de alimento que el animal no consumió. Esto se hizo con todos los tratamientos.

#### **6.5.6. Ganancia de peso.**

Para determinar el peso ganado de cada uno de los ovinos, estos se pesaron al inicio del experimento, así como a los 20 días. Y se determinó por una diferencia menos el peso final y el peso inicial.

#### **6.5.7. Conversión alimenticia.**

La conversión alimenticia se refiere a la cantidad de alimento consumida por el cordero, para que este pueda formar un kilo de masa corporal. La CA se determinó mediante el consumo del alimento total entre el peso final que obtuvo el animal.

#### **6.5.8. Ultrasonografía del espesor de grasa dorsal del musculo y área del musculo longissimus dorsi.**

Al finalizar el periodo de engorde, se midió el espesor de grasa dorsal (EGD) y el área del musculo *longissimus dorsi* (AML) del lado derecho dorsal del ovino, entre el espacio intercostal de la 12<sup>a</sup> y 13<sup>a</sup> costilla, ese fue medido con un ultrasonido sonovet 600 usando un traductor trasrectal de 7.5 MHz. La utilización de esta técnica, se realizó para evaluar la calidad cárnica de los corderos.

#### **6.5.9. Variables evaluadas.**

Para evaluar el comportamiento productivo de las unidades experimentales, estas fueron medidas con las siguientes variables (Cuadro 5):

**Cuadro 5.** Variables evaluadas para determinar el comportamiento productivo de los corderos.

<b>Variab</b> les	<b>Formu</b> la	<b>Unidades de medida</b>
Consumo de alimento (CA)	Alimento ofrecido – rechazo	Kg d <sup>-1</sup>
Ganancia diaria de peso (GDP)	$PVF - PVI / \text{días de engorda}$	gr d <sup>-1</sup>
Conversión alimenticia (CONV)	$\frac{CA}{GDP}$	Kg
Espesor de grasa dorsal (EGD)		mm
Área del musculo <i>Longissimus dorsi</i> (AML)		mm <sup>2</sup>

### 6.5.10. Presupuesto de la investigación.

Costos presupuestarios de la investigación donde se incluyen únicamente los costos de las dietas que se utilizaron para el experimento (Cuadro 6).

**Cuadro 6.** Presupuesto de los costos de alimento del trabajo de investigación.

---

**Costo de las dietas por tratamiento**

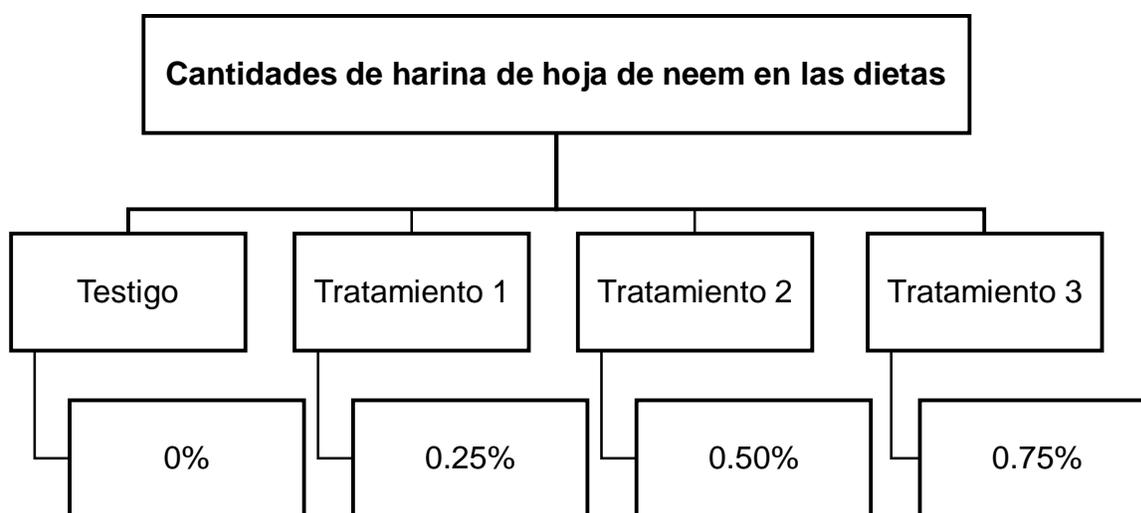
---

<b>Dietas</b>	<b>Precio por Kg</b>	<b>Kg de alimento</b>	<b>Precio total</b>
<b>T0</b>	\$ 5.70	500	\$ 2,535.55
<b>T1</b>	\$ 5.31	500	\$ 2,656.19
<b>T2</b>	\$ 5.55	500	\$ 2,776.84
<b>T3</b>	\$ 5.81	500	\$ 2,897.53
<b>Total de presupuesto</b>			<b>\$ 10,866.11</b>

---

### 6.5.11. Diseño y análisis estadístico.

En la investigación realizada se estudió el efecto de harina de hoja del neem como promotor de crecimiento en ovinos de engorda en diferentes dosis, en cuatro tratamientos con un número de ocho repeticiones en los T0, T1 y T3; y en el tratamiento T2 con siete repeticiones (cada cordero se consideró como una repetición). Los tratamientos a comparar son los siguientes (Fig. 6).



**Figura. 6.** Porcentajes de harina de la hoja de Azadirachta indica en la dieta para borregos de engorda en los diferentes tratamientos.

Para el análisis de las variables se utilizó el Diseño Completamente al Azar con el siguiente modelo:

$$Y_{ij} = \mu + \bar{\delta}_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = Efecto del i-ésimo tratamiento de la j-ésima repetición.

$\mu$  = Media general o aritmética.

$\bar{\delta}_i$  = Efecto del i-ésimo tratamiento.

$\varepsilon_{ij}$  = Error aleatorio del i-ésimo tratamiento de la j-ésima repetición.

Con los datos obtenidos se realizó un ANOVA mediante el procedimiento GLM del programa SAS (2002), para la comparación de medias se utilizó la prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$ ).

## VII. RESULTADOS Y DISCUSIONES.

### 7.1. Consumo de alimento por tratamiento.

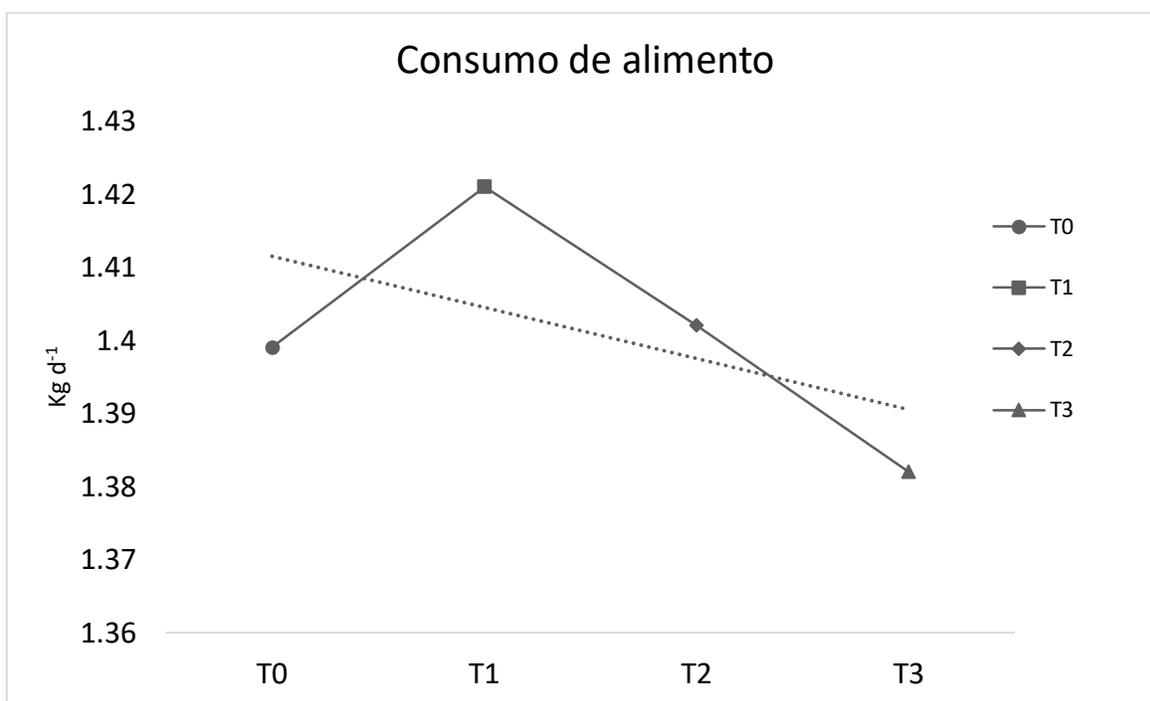
El consumo de alimento (CA) de los corderos (cuadro 7), alimentados con la dieta testigo (0.00% de neem  $1.399 \pm 0.013$  Kg d<sup>-1</sup>) y los que fueron alimentados con diferentes concentraciones (0.25, 0.50 Y 0.75%) de harina de hoja de Azadirachta indica ( $1.421 \pm 0.013$ ,  $1.402 \pm 0.013$  y  $1.382 \pm 0.013$  Kg d<sup>-1</sup> respectivamente), no se encontró diferencia significativa entre sí ( $P>0.05$ ).

**Cuadro 7.** Consumo de alimento en diferentes porcentajes de harina de hoja de neem para ovinos en engorda, ofreciendo paralelamente en un periodo de 20 días.

Consumo de alimento (Kg d <sup>-1</sup> ) por tratamiento									
Tratamiento	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	CA
<b>T0</b>	1.426	1.337	1.425	1.425	1.355	1.470	1.406	1.360	1.399 <sup>a</sup>
<b>T1</b>	1.421	1.434	1.439	1.418	1.375	1.459	1.432	1.420	1.421 <sup>a</sup>
<b>T2</b>	1.443	1.352	1.383	1.423	1.446	1.370	1.418		1.402 <sup>a</sup>
<b>T3</b>	1.414	1.387	1.392	1.273	1.399	1.389	1.441	1.335	1.382 <sup>a</sup>

<sup>a,b</sup>; Medias con diferente literal en la misma hilera, son diferentes, ( $P \leq 0.05$ ); **T0**: Tratamiento testigo; **T1**: tratamiento uno con 0.25% de harina de hoja de neem; **T2**: Tratamiento dos 0.50% de harina de hoja de neem; **T3**: Tratamiento tres 0.75% de harina de hoja de neem;  $\bar{X}$ **CA**: Consumo de alimento. **R**: Repeticiones

Si bien no existió diferencia significativa entre tratamientos, si se observa una tendencia negativa entre consumo de alimento y las concentraciones de neem, puesto que menor cantidad de neem en la dieta mayor el consumo de alimento (Fig. 7).



**Figura 7.** Promedio del Consumo de alimento en kilogramos por tratamiento durante los 20 días.

Si bien la hoja del neem es palatable para rumiantes (Amanullah *et al.*, 2006) (Bais *et al.*, 2002), se pudo observar que el consumo de alimento disminuyó a medida que se incrementó la concentración de hoja de neem lo cual se debió a que contiene sustancias como salanina, nimbina, azadirone y triterpenoide, lo que provoca un consumo variable entre días y pueden causar cambios temporales en la preferencia de los animales relacionados a la saciedad temporal de nutrientes, a los compuestos secundarios o el sabor del alimento como lo explica (Provenza, 1995).

## 7.2. Ganancia diaria de peso de los corderos durante el periodo la engorda.

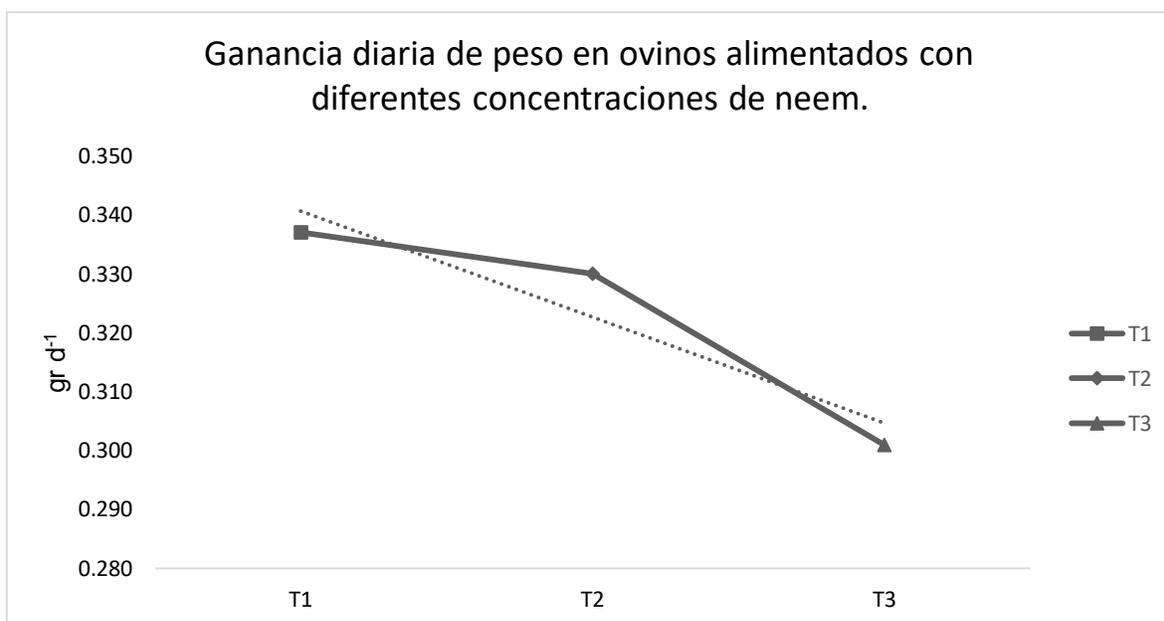
La inclusión de harina de hoja de neem modifico significativamente la ganancia diaria de peso (GDP) de los animales suplementados ( $P < 0.05$ ; Cuadro 8). Los corderos suplementados con 0.25 y 0.50% de harina de hoja de neem mejoraron la GDP (0.337 y 0.330 gr d<sup>-1</sup> respectivamente) en comparación con el tratamiento control (0.267 gr d<sup>-1</sup>). Sin embargo, cuando el nivel más alto de hoja de neem (0.75%) tendió a reducir la GDP (0.301 gr d<sup>-1</sup>) en comparación con los tratamientos con 0.25 y 0.50% de hoja de neem; siendo equiparable con la dieta testigo.

**Cuadro 8.** Ganancia diaria de peso de 31 corderos distribuidos en cuatro tratamientos, representados en gramos.

Ganancia diaria de peso(gr d <sup>-1</sup> ) por tratamiento									
Tratamiento	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	GDP
T0	0.255	0.210	0.250	0.311	0.330	0.255	0.335	0.220	0.267 <sup>b</sup>
T1	0.335	0.390	0.310	0.365	0.305	0.310	0.335	0.325	0.337 <sup>a</sup>
T2	0.345	0.270	0.290	0.300	0.475	0.280	0.295		0.330 <sup>a</sup>
T3	0.370	0.280	0.325	0.225	0.295	0.375	0.330	0.260	0.301 <sup>ab</sup>

<sup>a,b</sup>; Medias con diferente literal en la misma hilera, son diferentes, ( $P \leq 0.05$ ); **T0**: Tratamiento testigo; **T1**: tratamiento uno con 0.25% de harina de hoja de neem; **T2**: Tratamiento dos 0.50% de harina de hoja de neem; **T3**: Tratamiento tres 0.75% de harina de hoja de neem;  $\bar{x}$ **GDP**: Ganancia diaria de peso. **R**: Repeticiones

Si bien se observó diferencia significativa en algunos tratamientos, en T1, T2 y T3, se puede observar una correlación negativa, puesto que al incrementar el porcentaje de neem en la dieta, la ganancia de peso disminuye ligeramente cuando se suministra cantidades más alta de neem. (Fig.8).



**Figura 8.** Ganancia diaria de peso en ovinos alimentados con diferentes concentraciones de harina de hoja de neem.

Este estudio mostró que las dosis bajas (0.25 y 0.50%) de harina de la hoja de Neem (*Azadirachta indica*) en la dieta incrementan la ganancia diaria de peso. Los resultados son similares a los obtenidos por Kudke et al. (1999) que usaron un polvo de árbol de *Azadirachta indica* en terneros y los suplementados tuvieron mayor ganancia de peso que el testigo.

Hasta el momento no se encontraron trabajos sobre la utilización de la harina de hoja del neem como promotor de crecimiento en la dieta de ovinos en engorda y

su efecto en la ganancia diaria de peso (GDP). Sin embargo, existen investigaciones en otras especies que comprueban el favorecimiento en esta variable cuando se incluye la hoja de neem en distintos porcentajes funcionando como promotores del crecimiento (Kudke *et al.*, 1999; R. Killi, *et al.*, 2015).

### 7.3. Conversión alimenticia.

En el cuadro 9 se presentan los resultados de la conversión alimenticia. Los animales asignados a los T1, T2 y T3 ( $4.240 \pm 0.203$ ,  $4.378 \pm 0.203$ ,  $4.671 \pm 0.203$  Kg, respectivamente) no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos antes mencionados. La inclusión dietaria de 0.25 y 0.50 % (T1 y T2 respectivamente) mejoraron la conversión alimenticia (4.240 y 4.378) en comparación al tratamiento testigo (5.350). Aunque, la dosis de 0.75% de hoja de neem tendió a incrementar nuevamente la conversión alimenticia (4.671), observándose un comportamiento similar al tratamiento testigo.

**Cuadro 9.** Conversión alimenticia de ovinos, en un periodo de 20 días.

Conversión alimenticia (Kg) por tratamiento									
Tratamiento	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	CONV.A
<b>T0</b>	5.591	6.368	5.700	4.363	4.455	5.472	4.196	6.184	5.350 <sup>a</sup>
<b>T1</b>	4.241	3.677	4.643	3.885	4.507	4.707	4.274	4.370	4.240 <sup>b</sup>
<b>T2</b>	4.182	5.006	4.770	4.743	3.045	4.893	4.807		4.378 <sup>b</sup>
<b>T3</b>	3.821	4.952	4.282	5.657	4.743	3.705	4.367	5.135	4.671 <sup>ab</sup>

<sup>a,b</sup>; Medias con diferente literal en la misma hilera, son diferentes, ( $P \leq 0.05$ ); **T0**: Tratamiento testigo; **T1**: tratamiento uno con 0.25% de harina de hoja de neem; **T2**: Tratamiento dos 0.50% de harina de hoja de neem; **T3**: Tratamiento tres 0.75% de harina de hoja de neem;  $\bar{X}$ **Conv.A**: Conversión alimenticia. **R**: Repeticiones.

#### 7.4. Espesor de la grasa dorsal.

En el espesor de la grasa dorsal del musculo (Cuadro 10) no se encontró diferencia entre el tratamiento testigo ( $3.409 \pm 0.178$  mm), y los tratamientos T1 ( $3.598 \pm 0.178$  mm), T2 ( $3.362 \pm 0.178$  mm), T3 ( $3.126 \pm 0.178$  mm;  $P > 0.05$ ).

**Cuadro 10.** Espesor de grasa dorsal medida en los ovinos por tratamiento al final de la engorda.

Espesor de grasa dorsal (mm) por tratamiento									
Tratamiento	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	EGD
<b>T0</b>	3	3	3	3	3	4	4	4	3.409 <sup>a</sup>
<b>T1</b>	4	3	4	4	4	3	4	3	3.598 <sup>a</sup>
<b>T2</b>	3	3	4	3	3	4	4		3.362 <sup>a</sup>
<b>T3</b>	3	4	4	3	4	3	3	3	3.126 <sup>a</sup>

<sup>a,b</sup>; Medias con diferente literal en la misma hilera, son diferentes, ( $P \leq 0.05$ );

**T0:** Tratamiento testigo; **T1:** tratamiento uno con 0.25% de harina de hoja de neem ; **T2:** Tratamiento dos 0.50% de harina de hoja de neem ; **T3:** Tratamiento tres 0.75% de harina de hoja de neem ;  $\bar{X}$ **EGD:** Grasa dorsal. **R:** Repeticiones

Si bien los datos del EGD obtenidos en la investigación fue menor a los reportados por De la cruz *et al.*, (2006) y Lara y Gutiérrez (2004) en animales de la raza Suffolk y Hampshire. Pero a su vez fueron similares a los obtenidos por Bianchi (2006).

### 7.5. Área del musculo *longissimus dorsi*.

No se presentó diferencia significativa ( $P>0.05$ ) en el área del musculo *longissimus dorsi* entre los ovinos de los tratamientos con diferentes concentraciones de harina de hoja de neem al 0.25 ( $1068.988 \pm 33.629 \text{ mm}^2$ ), 0.50 ( $1118.851 \pm 33.629 \text{ mm}^2$ ) y 0.75% ( $1105.562 \pm 33.629 \text{ mm}^2$ ), y T0 ( $1131.204 \pm 33.629 \text{ mm}^2$ ; Cuadro 11).

**Cuadro 11.** Área del musculo *longissimus dorsi* ( $\text{mm}^2$ ) con diferentes concentraciones de harina de hoja de neem.

Área del musculo <i>longissimus dorsi</i> ( $\text{mm}^2$ ) por tratamiento									
Tratamiento	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	AMLD
T0	1071	1192	1088	961	1064	1161	1193	1268	1131.204 <sup>a</sup>
T1	1118	1167	1071	1074	992	1150	992	1035	1068.988 <sup>a</sup>
T2	1246	963	1082	1034	1080	1261	1249		1118.851 <sup>a</sup>
T3	1081	1078	1058	981	1060	1066	1251	1191	1105.562 <sup>a</sup>

<sup>a,b</sup>; Medias con diferente literal en la misma hilera, son diferentes, ( $P \leq 0.05$ ); **T0**: Tratamiento testigo; **T1**: tratamiento uno con 0.25% de harina de hoja del neem; **T2**: Tratamiento dos 0.50% de harina de hoja de neem; **T3**: Tratamiento tres 0.75% de harina de hoja del neem; **AMLD**: Área del musculo longissimus dorsi.

**R**: Repeticiones

Si bien los valores obtenidos del AMLD en este trabajo son inferiores, en comparación con los que obtenidos en corderos híbridos (KataHdin x Suffolk) así como en raza puras de lana como son Hampshire y Suffolk como lo menciona (De

la Cruz *et al.*,2006; Vazquez *et al.*, 2011). Esto se puede atribuir a un mayor peso al sacrificio y a las diferencias genéticas entre razas.

### **7.6. Rentabilidad.**

La rentabilidad fue diferente entre tratamientos (Cuadro 12). Puesto que los costos de inversión fueron aumentando a medida que las concentraciones de Neem fueron aumentando. Por otro lado, cuando hablamos de los ingresos que nos generó cada uno de los tratamientos. El T1 fue el tratamiento que nos generó un ingreso de \$16,801.2000 MX. y el que nos aportó menos ingresos fue el tratamiento dos.

la rentabilidad de los tratamientos, observamos que el tratamiento cero nos generó tan solo una ganancia de \$2,469.41 MX, así también el que menor ganancia nos apporto fue el tratamiento tres con tan solo una ganancia de \$1,067.79 MX.

**Cuadro 12.** Rentabilidad del periodo de nutrición de ovinos, en un lapso de 20 días.

	<b>T0</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>
<b>Egresos</b>				
<b>Precio por Kg</b>	\$ 5.07	\$ 5.31	\$ 5.55	\$ 5.81
<b>Precio por kilos consumidos</b>	\$ 12,643.47	\$ 13,540.69	\$ 12,214.64	\$ 14,262.75
<b>Costos de fármacos</b>	\$ 314.32	\$ 314.32	\$ 275.03	\$ 314.32
<b>Precio de mano de obra</b>	\$ 516.13	\$ 516.13	\$ 451.61	\$ 516.13
<b><u>Costo total</u></b>	<b>\$ 13,478.99</b>	<b>\$ 14,376.46</b>	<b>\$ 12,946.84</b>	<b>\$ 15,099.01</b>
<b>Ingreso</b>				
<b>Kg de PVF de los ovinos</b>	306.700	323.100	281.700	310.900
<b>Precio por kilo de ovino</b>	\$ 52.00	\$ 52.00	\$ 52.00	\$ 52.00
<b><u>Precio total</u></b>	<b>\$ 15,948.40</b>	<b>\$ 16,801.20</b>	<b>\$ 14,648.40</b>	<b>\$ 16,166.80</b>
<b>Rentabilidad</b>	<b>\$ 2,469.41</b>	<b>\$ 2,424.74</b>	<b>\$ 1,701.56</b>	<b>\$ 1,067.79</b>

## **VIII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

Este estudio demostró que la harina de hoja de neem puede ser usada como promotor de crecimiento. Esta puede incluirse en la dieta de ovinos de engorda hasta en un 0.25%, sin afectar sus parámetros productivos. Los resultados de este estudio muestran la importancia de alimentar ovinos con productos naturales para sustituir los antibióticos comerciales. El usar plantas para sustituir a los antibióticos nos permite mejorar la salud, el bienestar de los animales, mejorar su producción y reducir riesgos en la salud humana al ser consumidores.

Por lo anterior, se recomienda que para futuros trabajos de investigación evalúen distintos porcentajes de concentraciones de la harina de hoja de neem en la dieta de corderos, en sus diferentes etapas de crecimiento del animal (destete, desarrollo y engorda) siempre y cuando sea un periodo poco más de 20 días, así como épocas del año primavera- verano y otoño – invierno. También realizarlo en diferentes regiones climáticas, dado que el animal puede llegar a acelerar o disminuir su metabolismo de acuerdo al lugar.

## IX. BIBLIOGRAFÍA

- Adelusi F, T., Eniola, O., Adedokun S, A., & Alarape A, B. (2019). Anthelmintic Potency of Neem (*Azadirachta indica*) Leaf Meal on West African Dwarf (WAD) Sheep. *Asian Journal of Advances in Agricultural Research*, 1-10.
- Adjorlolo, L. K., Timpong-Jones, E. C., Boadu, S. and Adogla-Bessa, T. (2016). Potential Contribution of Neem (*Azadirachta indica*) Leaves to Dry Season Feeding of Ruminants in West Africa. *Livestock Research for Rural Development*. Volume 28, Article #75. Retrieved July 20, 2017, from <http://www.lrrd.org/lrrd28/5/adjo28075.htm>
- Amanullah M, M., Somasundaram, E., Alagesan , A., Vaiyapuri , K., Pazhanivelan , S., & Sathyamoorthi, K. (2006). Evaluation of some tree species for leaf fodder in Tamil Nadu. *Res. J. Agric. Biol. Sci.*, 2 (6): 552-553.
- Anadan, S., Sastry V, R., katiyar R, C., & Agrawal D, K. (1999). Processed neem kernel meal as a substitute for peanut meal protein in growing goat diets. *Small Rum. Res*, 32 (2): 125-128.
- Ansari J, S., F, I., & M, S. (2012). Influence of nanotechnology on herbal drugs: A review. *Journal of Advanced Pharmaceutical Technology & Research*, 3: 142-146.
- Ansari, J., S H, K., A U, H., & M, Y. (2012). Effect of the levels of *Azadirachta indica* dried leaf meal as phytogetic feed additive on the growth performance and haemato-biochemical parameters in broiler chicks. *Journal of Applied Aniaml Research*, 40: 336-345.
- Arteaga C., J. D. (2007). Diagnóstico actual de los ovinos en México. In *Memorias del 8o Congreso Mundial de la Lana y el Cordero. Asociación Mexicana de Criadores de ovinos La revista del borrego*, 23-24.
- Aruwayo, A., & Maigandi, A. (2013). Neem (*Azadirachta indica*) seed cake/kernel as protein source in ruminants feed. *Am. J. Exp. Agric*, 3 (3): 482-494.
- Aruwayo, A., Maigandi S, A., Malami B, S., & Daneji A, I. (2011). Haematological and biochemical parameters of Uda lambs fed graded levels of alkali-treated neem kernel cake. *Nigerian Journal of Basic and Applied Sciences*, 19(2).
- Azra, A., Kaleemallah, M., Khattak, B., Asma, N., Safi A, U., Qaiser, J., & Farhan, Y. (2019). COMPARATIVE EFFICACY OF DOMESTIC GARLIC (*ALLIUM SATIVUM*) AND NEEM (*AZADIRACHTA INDICA*) AGAINST *HAEMONCHUS CONTORTUS* IN SMALL RUMINANTS. *APPLIED ECOLOGY AND ENVIRONMENTAL RESEARCH*, 17(5), 110389-10397.

- Bais , B., Purohit G, R., Dhuria R, K., & Pannu , U. (2002). Nutritive value of sares and neem leaves in Marwari goats. *Indian J. Anim. Nutr.*, 19 (3): 266-268.
- Baley L, H. (1977). Manual of cultivated plants. *McMillan Publishing, Co.,*, 612-613.
- Bawa G, S., Orunmuvi , M., Agbajj A, S., Landam , Z., & Okekeifi U, O. (2007). Effect of different methods of processing neem (*Azadirachta indica*) seeds on performance of young Rabbits. *Pakistan Journal of nutrition*, 6(3): 213-216.
- Bedi S, P. S., Vijjan V, K., & Ranjhan S, K. (1975). Effect of neem (*Azadirachta indica*) seed cake on growth and digestibility of nutrients in cross-bred calves. *Indian J. Anim. Sci*, 45 (9): 618-621.
- Bhowmik, S., Chowdhury, S. D., Kabir, M. H. and Ali, M. A. (2008). Chemical Composition of Some Medicinal Plant Products of Indigenous Origin. *The Bangladesh Veterinarian* 25(1): 32-39.
- Bianchi, G; Garibotto, G; Feed, O.; Bentancur, O; Franco, J. (2006). Efecto del peso al sacrificio sobre la calidad de la canal y de la carne de corderos corriedale puros y cruza. *Archivo de Medicina Veterinaria*, vol. 38, núm. 2, 2006, pp. 161-165 pp.
- Biswas, K., Chattopadhyay, I., Banerjee R, K., & Bandyopadhyay, U. (2002). Biological activities and medicinal properties of neem (*Azadirachta indica*). *Current Sci.*, 82 (11): 1336-1345.
- Bais, B., Purohit, G. R., Dhuria, R. K. and Pannu, U. (2002). Nutritive Value of Sares and Neem Leaves in Marwari Goats. *Indian Journal of Animal Nutrition* 19 (3): 266-268.
- Caja López, G. (2001). Orientaciones básicas para la alimentación del ganado ovino de carne. ( consultado el 29 de mayo de 2013).
- CATIE, C. A. (1986). *Sivicultura de especies premisoras para producción de leña en America Central: Resultados de cinco años de investigación*. Turrialba Costa Rica.
- Chalupa, W., & Sniffen C, J. (1996). Protein and amino acid nutrition of lactating dairy cattle. . *in: dairy nutrition management. Vet. Clinics of North America. Food animalPractice,*, Vol 7 N2: 353-372. .
- Chandrawathani, P., Adnan, M., & Zaini, C. (2000). Preliminary STUDIES ON NEEM (*Azadirachta indica*) as an alternative anthelmintic for sheep. *Proceedings of the 12th Veterinary Association Malaysia Scientific Congress, Malaysia, Kuantan*.
- Chandrawathani, P., Brelin, D., Nor Fasahah, S., Adnan, M., Jammah, O., Sani, R., . . . Waller, P. (2002). Evaluation of the neem tree (*Azadirachta indica*) as a herbal anthelmintic for nematode parasite control in small ruminants in Malaysia. *Tropical Biomedicine*, 19 (1-2): 41-48.

- Cosma. (2008). *Publicación técnica: utilización de la zeolita natural (clinoptilolita)*.
- Cruz Fernández, M., & del Ángel Sánchez, R. (2004). *El árbol de nim establecimiento y aprovechamiento en la huasteca potosina*. San Luis Potosí, S.L.P., México: Folleto Técnico Num.3 FUNDACION PRODUCE SAN LUIS POTOSI A.C.
- De la cruz, C.L., Torres H.G., Nuñez D.R., Becerril P.C. (2006). Evaluación de características productivas de corderos Hampshire, Dorset y Suffolk en pruebas de comportamiento, en Hidalgo, Mexico. *Agrociencia* 40:59-69 pp.
- Desdémona Martínez, E. (2014). *Evaluación de corderos en pie y en canal* (primera edición ed.). México, D. F.: Trillas.
- Dubeuf, J., Morand-Fehr, P., & Rubino, R. (2004). Situación, cambios y futuro de la industria caprina en todo el mundo. *Small Ruminant Research*, 51 (2), 165-173.
- Dutta , N., Panda A, K., & Kamra D, N. (2012). Use of Pongamia glabra (karanj) and Azadirachta indica (neem) seed cakes for feeding livestock. In: *makkar, H.P.S, Biofuel co-products as livestock feed - opportunities and challenges*, FAO, 379-402.
- Esparza D, G., Villanueva J, J. A., Lopez C, J., & Osorio A, F. (2011). Multi-insecticide extractive technology of neem seeds for small growers. *Trop. Subtrop. Agroecosyst*, 13: 409-415.
- Espinal Carlos, F., Martínez Covalada, H., & Amézquita, J. E. (2006). La cadena de ovinos y caprinos en Colombia. *Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Observatorio Agrocadenas Colombia. Documento de trabajo no. 125*.
- FAO. (2009). Promotor del crecimiento. *Glosario de Agricultura Orgánica de la FAO*.
- FAOSTAT. (2020). *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. Obtenido de contacto: Teléfono: (+39) 06 57051: <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QA>
- FAWAC. (2017). *Consejo Asesor de Bienestar de Animales de Granja. Animal Welfare Guidelines for Sheep Farmers*.
- Galindo, J., Elías, A., & Cordero, J. (1982). La adicción de zeolita a las dietas que consumen ensilaje. *Rev. Cubana Cienc. Agric.* , 16:269-276.
- Geilfus, F. (1989). El árbol al servicio del agricultor: manual de agroforestería para el desarrollo rural. Guía de especies (No. 30625). *ENDA-CARIBE, Santo Domingo (R. Dominicana). CATIE*.
- Gimenez D, M. J. (2010). *Nutrient Requirements of Sheep and Goats*.
- González Garduño, R., Blardony Ricardez, K., Ramos Juárez, J. A., 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.

- Gruber, A. K. (1994). El proceso científico técnico que ha dado origen al aprovechamiento del árbol nim (*Azadirachta indica* A. Juss) como fuente de insecticidas botánicos en Nicaragua. In 2. *Taller de Intercambio de Experiencias y Conocimientos sobre el Cultivo del Arbol Nim en America Latina,, Managua (Nicaragua)*.
- Guillermo, B., Oscar, B., Héctor, B., & Ana, P. (2002). PROMOTORES DEL CRECIMIENTO Y MODIFICADORES DEL METABOLISMO. *Cursos de Producción Bovina de Carne, F.A.V. UNRC.* , 1-4.
- Gutiérrez, O., Galindo, J., Oramas, A., & Cairo, J. (2001). Efecto de la suplementación con bentonina y zeolita en la protección de la proteína ruminal. *Redalyc*.
- Hentgen, A. (1985). Forages trees in India, a chance for rearing ruminants. *Fourrages*, 101: 105-119.
- Ketkar C, M. (1976). Final Technical Report-Utilisation of Neem (*Azadirachta indica* A. Juss) and its by products. Final technical report of Directorate of Non-Edible Oils and Soap Industry, Khadi and Village Industries Commission.
- Killi, Ravi, Pentela, Ravi Kumar, Bandi, Eswar Rao, Bobba, Krishna, Kumar, Satish, Chitturi, S V. (2015). Oxidativo estabilidad y las propiedades físico-químicas de la carne de los pollos alimentados con la dieta Hoja de Neem en polvo , espirulina y su combinación., *Notulae Scientia Biologicae* 7 (4) 400-404
- Kone, A. (2010). Effects of incorporation of neem (*Azadirachta indica*, A. Juss) oilmeal at low levels in the feed and in the bedding on performance and health of broilers. *Ph.D. dissertation, Chiekh Anta Diop University, Dakar, Senegal*.
- Kudke, R. J., Kalaskar, S. R., & Nimbalkar, R. V. (1999). Neem leaves as feed supplement for livestock. *Pushudhn*, 14, 12.
- Kumar, A. and Sharma, S. D. (2003). Nutritive Evaluation of Some Fodder Tree Leaves for Ruminants in Tarai Region of Uttaranchal. *Indian Journal of Animal Nutrition*, 20(2): 161-167.
- Kumar K, P., Reddy C, R., Rao M, R., Reddy V, P., & Sastry V, R. B. (1992). utilization of water washed neem seed cake as cattle feed . *Indian Vet. J.*, 69 (6): 127-132.
- Landy, N., Ghalamkari, G., & Toghyani, M. (2011). Performance, carcass characteristics, and immunity in broiler chickens fed dietary neem (*Azadirachta indica*) as alternative for an antibiotic growth promoter. *Livest. Sci.*, 142 (1-3): 305-309.

- Lara P., y A. Gutiérrez Y. (2004). IV Prueba de comportamiento en ovinos. Folleto. Asociación Ganadera Local de Ovinocultores de Queretaro. Queretaro, Qro. 9p.
- Lata, K., Das, G., Kumbhakar N, K., & Verma, R. (2017). Evaluation of Anthelmintic Activity of Neem Seed Powder in Goats. *Environment & Ecology*, 35(4E), 3695-3697.
- Leos M, J., & Salazar R, P. (1992). El árbol insecticida neem (*Azadirachta indica* A. Juss) en México. . *Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Agronomía, Folleto Técnico*, (3).
- Madhavi, K., Reddy T, J., Reddy Y, R., & Reddy G, V. (2006). Effect of feeding differently processed detoxified neem (*Azadirachta indica*) seed cake based complete diets on growth, nutrient utilization and carcass characteristics in Nellore sheep. *Livestock Research for Rural Development*, 18 (10).
- Martín Gairal, N. (2016). Antibióticos promotores del crecimiento y sus alternativas naturales en rumiantes. *Veterinaria digital*.
- Mejía Haro, J., Delgado Hernández, J., Mejía Haro, I., Guajardo Hernández, I., & Valencia Posadas, M. (2011). Efectos de la suplementación con bloques multinutricionales a base de nopal fermentado sobre la ganancia de peso de ovinos en crecimiento. *redalyc.org. Sistema de Información Científica. Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal*, 11-16.
- Musalía L, M., Anandam, S., Sastry V, R. B., & Agrawal D, K. (2000). Urea-treated neem (*Azadirachta indica* A. juss) seed kernel cake as a protein supplement for lambs. *Small Rum. Res*, 35 (2): 107-116.
- Ngamsaeng, A., Wanapat, M. and Khampa, S. (2006). Evaluation of Local Tropical Plants By in vitro Rumen Fermentation and Their Effects on Fermentation End-Products. *Pakistan Journal of Nutrition* 5 (5): 414-418.
- Niranjan, P. S., Udeybir, S. J. and Verma, D. N. (2008). Mineral and Antinutritional Factors of Common Tree Leaves. *Indian Veterinary Journal* 85: 1067-1069.
- NRC., N. R. (1992). Neem: A tree for solving global problems. *for International Development. National Academy Press.*, 107.
- Ogbuewu, I. P., Odoemenam, V. U., Obikaonu, H. O., Opara, M. N., Emenalom, O. O., Uchegbu, M. C., Okoli, I. C., Esonu, B. O. and Iloeje, M. U. (2011). The Growing Importance of Neem (*Azadirachta indica* A. Juss) in Agriculture, Industry, Medicine and Environment: A review. *Research Journal of Medicinal Plant* 5(3): 230-25.

- Olabode A, D., & Okela O, E. (2014). Effect of neem leaf meal (*Azadirachta indica* A juss) on the internal egg quality and serum biochemical indices of laying birds. (A case study at Federal College of Agriculture, Ishiagu, Ebonyi state) *Global J Biology, Agric Health Sci*, 3: 25-27.
- Partida de la Peña, J. A., Braña Varela, D., Jiménez Severiano, H., Ríos Rincón, F., & Buendía Rodríguez, G. (2013). *Producción de carne ovina en México. Libro Técnico No. 5. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias*. Ajuchitlán, Colón, Querétaro.
- Patel B, M., & Patel P, S. (1957). Fodder value of tree and vegetable leaves in Kaira District. *Indian J. Agric. Sci*, 27: 307-315.
- Piaggio, L., & García, A. (2009). *Manejo del pastoreo y producción de forraje: Proyecto de Interacción Alimentación*. Reproducción, Montevideo: CONAPROLE. p 25-34. .
- Puri H, S. (1999). Neem: the divine tree (*Azadirachta indica*). *Harwood Academic Publishers*.
- Radhakrishnan, L., Gomathinayagam, S., & Balakrishnan, V. (2007). Evaluation of anthelmintic effect of neem (*Azadirachta indica*) leaves on *Haemonchus contortus* in goats. *Research Journal Parasitology*, 2, 57-62.
- Provenza F., D. (1995). Postingestive feedback as an elementary determinant of food preference and intake in ruminants. *Journal of Range Management* 48: 2-17.
- Raghuvansi S, K., Prasad, R., Mishra A, S., Chaturvedi O, H., Tripathi M, K., Misra A, K., . . . Jakhmola R, C. (2007). Effect of inclusion of tree leaves in feed on nutrient utilization and rumen fermentation in sheep. *Biores. Technol*, 98 (3): 511-517.
- Raghuvansi S, K., Tripathi M, K., Mishra A, S., Chaturvedi O, H., Prasad, R., Saraswat B, L., & Jakhmola R, C. (2007). Feed digestion, rumen fermentation and blood biochemical constituents in Malpura rams fed a complete feed-block diet with the inclusion of tree leaves. *Small Rumin. Res*, 71 (1-3): 21-30.
- Ramana, D. B. V., Singh, S., Solanki, K. R. and Negi, A. S. (2000). Nutritive Evaluation of Some Nitrogen and Non-nitrogen Fixing Multipurpose Tree Species. *Animal Feed Science and Technology* 88: 103-111.
- Ranjhan S, K. (1980). animal nutrition and feeding practice in india . *Vikas Publishing House, New Delhi*, 350 p.
- Rao S, B., Jash, S., Dineshkumar, D., Krishnamoorthy, P., Elangovan A, V., Sivaram, M., & Selvaraju, S. (2016). Influence of detoxified neem seed cake on diet digestibility, body weight change, hormonal profiles, immune response and testicular gene expression in male sheep. *Animal Feed Science and Technology*, 211, 41-49.

- Rao, S. B. N., Radhika, V., Singh, N. and Dutta, T. K. (2011). Evaluation of Mineral Adequacy of Natural Browse Species and Concentrate Ingredients for Goats. *Livestock Research for Rural Development* 23(8). Article #166. Retrieved January 20, 2016, from <http://www.lrrd.org/lrrd23/8/rao23166.htm>
- Romero, C., & Vargas, M. (2005). Extracción del aceite de neem (*Azadirachta indica*). *Ciencia, Maracaibo*, 13 (4): 464-474.
- Ruiz R, J. M. (2005). Los bloques multinutricionales, su justificación, función, elaboración y respuesta animal. *IV Seminario de Producción de Ovinos en el Trópico*. Villa Hermosa, Tabasco.
- Sanchez del R, C. (2005). Manejo y Estrategias de alimentación de corderos. FIRA., (pág. 88). San Luis, Potosí.
- Sastry, V., R, V., & Agrawal D, K. (1992). Utilization of water washed neem (*Azadirachta indica*) seed kernel cake as a protein source for growing pigs. *J. Appl. Anim. Res.*, 1 (2): 103-107.
- Shimada Miyasaca, A. (2005). *Nutrición animal*. México, D.F.: Trillas. Primera edición.
- Shimada Miyasaka, A. (2015). *Nutrición Animal*. México, D. F.: Trillas.
- SIAP. (10 de marzo de 2020). *Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP)*. Obtenido de Secretaría de Agricultura Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Resumen Nacional. Población Ganadera Ovina 2008-2017: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/412568/Ovino\\_\\_2017.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/412568/Ovino__2017.pdf)
- Srisaikham, S. (2009). Effect of neem (*Azadirachta indica* A. Juss. var. *siamensis* Valetton) foliage utilization in meat goat diets on rumen fermentation and productive performances. *PhD Thesis, Technol. Univ. Suranaree, Thailand*.
- Subapriya, R., & Nagini, S. (2005). Medicinal properties of neem leaves: A review. *Med. Chem. Anticancer Agents*, 5: 149-156.
- Torres, C., & Zaragoza, M. (2002). Antibióticos como promotores del crecimiento en animales: ¿Vamos por el buen camino? *Gaceta Sanitaria*, 16(2), 109-112.
- Trillas. (2018). *Crianza de borregos, negocios agropecuarios*. México, D. F.: trillas.
- Trillas, S. (2014). manuales para la educación agropecuaria. Ovinos. Área: producción animal. En *Alimentación de borregos de engorda* (págs. 48-49). México, D. F.: Trillas.
- Trujillo R, P. A., Zapata R, L. N., Hoyos S, R. A., Yepes R, F. C., Capataz T, J., & Orozco S, F. (2008). Determinación de la DL50 y TL50 de extractos etanólicos de suspensiones celulares de *Azadirachta indica* sobre *Spodoptera frugiperda*. *Rev. Fac. Nal. Agr. Medellin*, 61 (2): 4564-4575.

Vázquez E. T., Partida J.A., Rubio M.S.L., Méndez D.M. (2011). Comportamiento productivo y características de la canal en corderos provenientes de la cruce de ovejas katahdin con machos de cuatro razas cárnicas especializadas. *Revista Mexicana Ciencia Pecuaria*. 2 (3):247-258 pp.

Webb, R. (1988). A preliminary investigation into the fodder qualities of some trees in Sudan. *Int. Tree Crops J.*, 5 (1-2): 9-17.

## X. ANEXOS



**Figura 9.** Limpieza y desinfección del área donde se realizó la investigación.



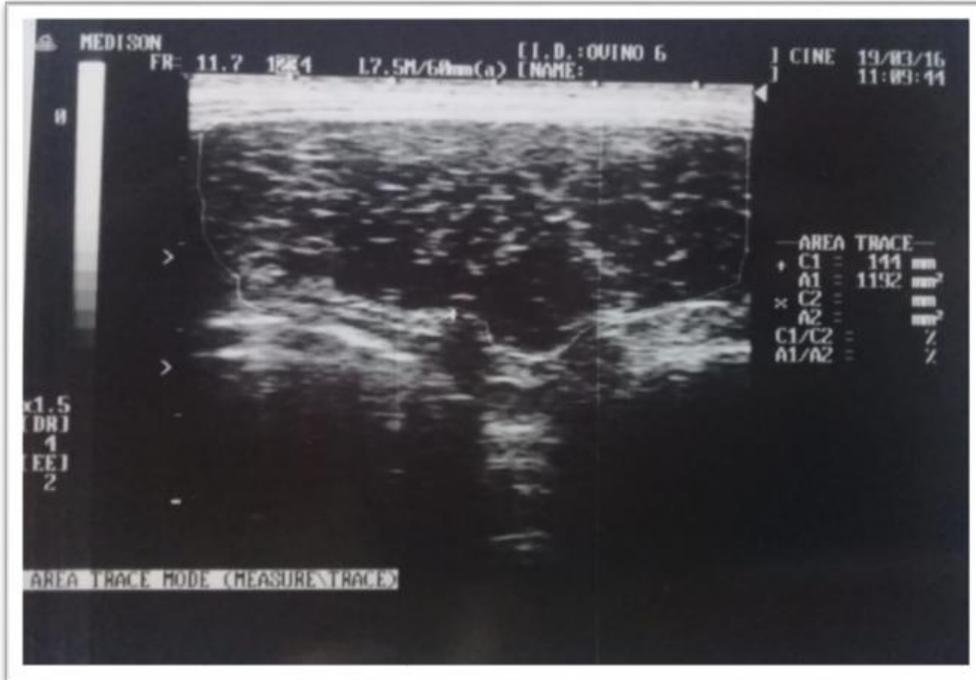
**Figura 10.** Preparación de las dietas.



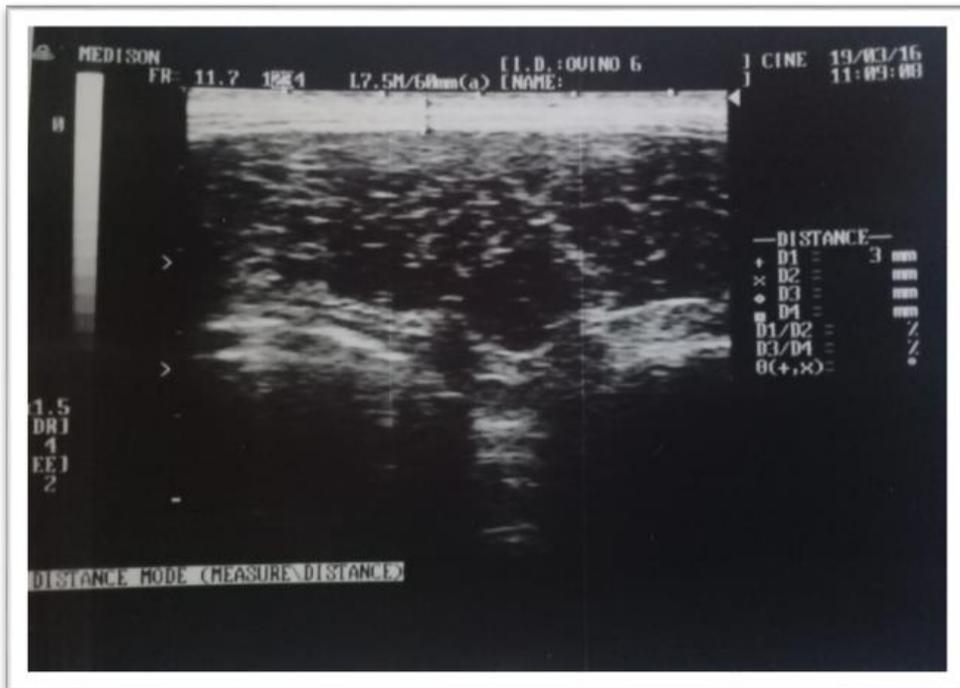
**Figura 11.** Pesaje de los corderos.



**Figura 12.** Rasurado del lado derecho dorsal, entre el espacio intercostal de la 12<sup>a</sup> y 13<sup>a</sup> costilla del ovino.



**Figura 13.** Ultrasonido del área del musculo longissimus dorsi.



**Figura 14.** Ultrasonido del espesor de grasa dorsal del musculo.

**Cuadro 13.** Costos de las dietas de los tratamientos del trabajo de investigación

<b>Ingredientes</b>	<b>T0 kg</b>	<b>PRECIOS T0</b>	<b>T1 kg</b>	<b>PRECIOS T1</b>	<b>T2 kg</b>	<b>PRECIOS T2</b>	<b>T3 kg</b>	<b>PRECIOS T3</b>
<b>Sorgo</b>	161.100	\$ 483.30	161.063	\$ 483.19	161.025	\$ 483.08	160.975	\$ 482.93
<b>Maíz</b>	105.000	\$ 283.50	105.000	\$ 283.50	105.000	\$ 283.50	105.000	\$ 283.50
<b>Rastrojo</b>	20.000	\$ 40.00	20.000	\$ 40.00	20.000	\$ 40.00	20.000	\$ 40.00
<b>Pasta de soya</b>	58.400	\$ 525.60	58.438	\$ 525.94	58.475	\$ 526.28	58.525	\$ 526.73
<b>Sal común</b>	0.500	\$ 4.00	0.500	\$ 4.00	0.500	\$ 4.00	0.500	\$ 4.00
<b>Melaza</b>	20.000	\$ 70.00	20.000	\$ 70.00	20.000	\$ 70.00	20.000	\$ 70.00
<b>Avena rastrojo</b>	51.900	\$ 93.42	50.388	\$ 90.70	48.875	\$ 87.98	47.363	\$ 85.25
<b>Heno alfalfa</b>	78.100	\$ 195.25	78.363	\$ 195.91	78.625	\$ 196.56	78.888	\$ 197.22
<b>Neem</b>	0.000	\$ -	1.250	\$ 125.00	2.500	\$ 250.00	3.750	\$ 375.00
<b>Minerales</b>	5.000	\$ 75.00	5.000	\$ 75.00	5.000	\$ 75.00	5.000	\$ 75.00
<b>Total kilos</b>	500.000	\$ 1,770.07	500.000	\$ 1,893.23	500.000	\$2,016.39	500.000	\$ 2,139.62



**FORMATO DE LIBERACION DE PROYECTO PARA LA TITULACIÓN INTEGRAL**

Referencia a la Norma ISO 9001:2015  
**8.5.1, 8.5.5**

**ANEXO XXXIII. FORMATO DE LIBERACION DE PROYECTO PARA LA TITULACION INTEGRAL**

**HUEJUTLA DE REYES HIDALGO, 17 DE MARZO DE 2020**

Asunto: Liberación de Proyecto para la titulación integral

ING. BLANCA ARGÜELLES ARGÜELLES  
JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
P R E S E N T E.

Por este medio informo que ha sido liberado el siguiente proyecto para la titulación integral:

Nombre del estudiante y/o egresado	ALEXA GUADALUPE VILLEGAS PEDRAZA CHARLES FABIAN MARCOS HERNÁNDEZ
Carrera:	INGENIERÍA EN AGRONOMÍA
No. de control:	15840182 15840171
Nombre del proyecto:	EFFECTO DE LA HARINA DE HOJA DE NEEM ( <i>Azadirachta indica</i> ) COMO PROMOTOR DE CRECIMIENTO EN LA ENGORDA DE OVINOS.
Producto	TESIS

El Vocal Suplente para la presentación del Acto de recepción profesional será:

Vocal Suplente:	ING. BLAS HERNÁNDEZ RODRÍGUEZ
-----------------	-------------------------------

Agradezco de antemano su valioso apoyo en esta importante actividad para la formación profesional de nuestros egresados.

**ATENTAMENTE**  
*Excelencia en Educación Tecnológica®*



**S.E.P.**

TECNOLOGICO NACIONAL DE MEXICO  
INSTITUTO TECNOLÓGICO HUEJUTLA  
DEPARTAMENTO DE INGENIERIAS

LIC. ROSSLYN LEINES NOGUERA  
JEFA DEL DEPTO DE INGENIERIAS

<del>ING. ELICEO HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ</del>	M.C. PEDRO AZUARA BAUTISTA	ING. ROBERTO MENEZ SAN JUAN
Nombre y firma del asesor	Nombre y firma del revisor*	Nombre y firma del revisor*

\*Solo aplica para el caso de tesis o tesina

