



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

FACULTAD DE INGENIERÍA AGROHIDRÁULICA

**COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE OVINOS EN ENGORDA CON
LA INCLUSIÓN DE RAICILLA DE CEBADA (*Hordeum vulgare*) EN LA
DIETA**

TESIS PROFESIONAL

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADA EN INGENIERÍA AGRONÓMICA Y ZOOTECNIA**

PRESENTA

LUCINA ROMERO VENANCIO

DIRECTOR DE TESIS

DR. MARCOS PÉREZ SATO

Tlatlauquitepec, Puebla, México. Diciembre de 2020



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

FACULTAD DE INGENIERÍA AGROHIDRÁULICA

**COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE OVINOS EN ENGORDA CON
LA INCLUSIÓN DE RAICILLA DE CEBADA (*Hordeum vulgare*) EN LA
DIETA**

TESIS PROFESIONAL

**PARA OBTENER EL TITULO DE
LICENCIADA EN INGENIERÍA AGRONÓMICA Y ZOOTECNIA**

PRESENTA

LUCINA ROMERO VENANCIO

DIRECTOR DE TESIS

DR. MARCOS PÉREZ SATO

ASESORES

DR. NUMA P. CASTRO GONZÁLEZ

DR. EUTIQUIO SONÍ GUILLERMO

Tlatlauquitepec, Puebla, México. Diciembre de 2020

La presente tesis titulada: **Comportamiento productivo de ovinos en engorda con la inclusión de raicilla de cebada (*Hordeum vulgare*) en la dieta**, realizada por **Lucina Romero Venancio**, ha sido revisada y aprobada por el siguiente consejo particular, para obtener el título de:

LICENCIADA EN INGENIERÍA AGRONÓMICA Y ZOOTECNIA

Facultad de Ingeniería Agohidráulica

Consejo Particular integrado por:

Firma

Director: Dr. Marcos Pérez Sato

Asesor: Dr. Numa P. Castro González

Asesor: Dr. Eutiquio Soní Guillermo

The image shows three horizontal lines representing signature lines. The top line has a handwritten signature in blue ink that appears to be 'M. P. Sato'. The middle line has a handwritten signature in blue ink that appears to be 'N. P. Castro'. The bottom line has a handwritten signature in blue ink that appears to be 'E. Soní'.

Tlatlauquitepec, Puebla, México. Diciembre de 2020

El presente trabajo forma parte del Cuerpo Académico denominado: “**Producción Pecuaria Integral**” y de la Línea de Investigación: “**Producción Integral de Rumiantes yno Rumiantes**”. Dicho trabajo, fue financiado con recursos propios.

DEDICATORIA

A mi hija

Dedico con todo mi amor y cariño esta tesis a *Yza Aylen Mata Romero*, quien cada día al despertar su tierna voz y su sonrisa colorean mis días, quien me dio todas las fuerzas para salir adelante, sin importar las adversidades que nos esperaban, gracias a ti mi tierna Yza que llenas mi vida de amor.

A mis padres

José Margarito Romero Meneses y *Hortensia Venancio Rojas*, es para mí una gran satisfacción poder dedicarles a las personas que me dieron la vida este logro que también es un logro, gracias por guiarme con su sabiduría, bondad y su cariño incondicional.

A mi herma

Gabriela Romero Venancio, quien siempre estuvo a mi lado, gracias por tus palabras de aliento que me fortalecen e iluminan mi mente y porque siempre serás un ejemplo a seguir.

A los profesores

Elvira Aguilar Aguilar y *Gabriel Aguilar Aguilar*, por motivarme a continuar con mis estudios y seguir preparándome para ser una mejor persona, gracias por sus consejos y su apoyo.

A la familia Ramírez Llaguno

En especial para *Esmeralda Ramírez Llaguno* y su mamá la señora *Andrea Llaguno*, quienes tienen todos mis agradecimientos y gratitud, porque a pesar de no conocerme, me mostraron su apoyo y comprensión para seguir adelante, sin la necesidad de esperar nada a cambio.

A mis amigos

Saby, Mikey, López, Fer, Zuri, Bel, Esme y Avila, quienes más que mis amigos se convirtieron en mi familia, gracias por nunca dejarme caer sola y estar siempre presentes y dándome ánimo en todo momento.

AGRADECIMIENTOS

A mi casa de estudios la **Benemérita Universidad Autónoma de Puebla**, que permitió mi estancia en la facultad de Ingeniería Agrohidráulica en el programa educativo de Ingeniería Agronómica y Zootecnia (IAZ).

Al programa educativo de **Ingeniería Agronómica y Zootecnia**, y a cada uno de mis profesores, gracias por todos sus conocimientos y experiencias adquiridas. Les debo todas mis enseñanzas y formación profesional, mi más grande admiración para ustedes.

Al **Colectivo CUEP**, en especial a los compañeros: **Toño, Gibran, Omar, Fid, Dany, Sambrano y Sharif**, no hay palabras para poder expresar mi gratitud hacia ustedes al rerealizar una labor tan noble hacia la sociedad.

A mi **Generación 2015**, por esta huella inolvidable que hoy me llevó, y con quien compartí mis mejores momentos como universitaria. Espero que nuestras historias no se queden solo aquí y sigamos cosechando triunfos.

A la **Generación 2018**, gracias porque a pesar del cansancio que se mostraba en sus rostros y la oscuranoche que nos acechaba, no se dieron por vencidos hasta terminar lo que habíamos empezado.

A mi director de tesis el **Dr. Marcos Pérez Sato** quien con su capacidad, sencillez y profesionalismo, dirigió el presente trabajo de investigación, gracias porque con sus comentarios, consejos, sugerencias, tiempo y asistencia constante, me ayudaron a enriquecer este trabajo para poder concluir este logro.

Dr. Numa Pompilio Castro González le agradezco por su tiempo, paciencia y apoyo en la colaboración como asesor de la presente investigación, gracias porque su puerta siempre estuvo abierta para escucharme y brindarme apoyo durante mi estancia como estudiante.

Dr. Eutiquio Soní Guillermo por su gentileza y apoyo como asesor del presente trabajo de investigación, por sus valiosos consejos y su contagioso entusiasmo en las clases impartidas. Ahora he aprendido a tomar con serenidad comentarios, consejos y observaciones que pueden mejorar mi formación.

Finalmente muchas gracias a todas esas personas que directa o indirectamente han contribuido en mi formación y desarrollo profesional.

“La educación no cambia al mundo, cambia a las personas que van a cambiar al mundo”.

(Paulo Freire)

INDICE GENERAL

ÍNDICE DE CUADROS	iii
ÍNDICE DE FIGURAS	iv
RESUMEN	v
ABSTRACT	vi
INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
2.1. General	3
2.2. Específicos.....	3
III. HIPOTÈSIS	4
V. REVISIÓN DE LITERATURA	5
4.1. Entorno internacional de la ovinocultura.....	5
4.2. Producción ovina en México	7
4.3. Situación actual de la producción ovina en el estado de Puebla.....	9
4.4. Sistemas de producción	10
4.5. Distribución ovina	10
4.6. Precio.....	10
4.7. Principales factores que afectan la productividad ovina	10
4.8. Requerimientos nutricionales de los ovinos	11
4.8.1. Granos utilizados en la alimentación ovina	13
4.9. El impacto de los costos de producción en la ovinocultura.....	14
4.10. Sub productos agroindustriales.....	14
4.10.1. Clasificación de los sub productos agroindustriales.....	15
4.11. Industria cervecera.....	15
4.11.1. Germen de malta o raicilla de cebada	16
4.11.2. Valor nutricional de la raicilla de cebada y su aplicación en la alimentación	

animal	16
V. MATERIALES Y MÉTODOS	18
5.1. Determinación del área de estudio	18
5.2. Clima	18
5.3. Animales.....	18
5.2. Dietas y tratamientos experimentales	19
5.3. Manejo y alimentación de los corderos	19
5.4. Variables evaluadas	20
5.4.1. Consumo total de materia seca (CTMS)	20
5.4.2. Ganancia diaria de peso (GDP).....	20
5.4.3. Conversión alimenticia (CA)	20
5.4.4. Relación beneficio costo (B-C).....	21
5.6. Modelo estadístico, diseño experimental y análisis estadístico	21
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	23
6.1. Consumo total de materia seca (CTMS)	23
6.2. Ganancia diaria de peso (GDP)	24
6.3. Conversión alimenticia (CA).....	25
6.4. Relación beneficio costo (C-B)	26
VII. CONCLUSIÓN.....	27
VIII. LITERATURA CITADA	28

ÍNDICE DE CUADROS

Contenido	Página
Cuadro 1. Principales países de producción ovina.....	5
Cuadro 2. Concentración de nutrientes en las dietas para ovinos (expresada en base al 100% de materia seca).....	12
Cuadro 3. Valor nutricional del maíz y trigo	13
Cuadro 4. Valor nutricional del maíz y trigo.....	15
Cuadro 5. Elaboración de dietas proporcionadas a los animales	19
Cuadro 6. Consumo total de materia seca (kg d-1) de borregos cruza Dorper con Katahdin alimentados con diferentes concentraciones de raicilla de cebada.....	23
Cuadro 7. Ganancia diaria de peso (g d-1) en borregos cruza Dorper/Katahdin, alimentados con diferentes concentraciones de raicilla de cebada	24
Cuadro 8. Conversión alimenticia de borregos cruza Dorper/Katahdin, alimentados con diferentes concentraciones de raicilla de cebada	25
Cuadro 9. Análisis Financiero de ovinos en engorda, en la fase de finalización suplementados con raicilla de cebada.....	26

ÍNDICE DE FIGURAS

Contenido	Página
Figura 1. Inventario ovino mundial 2010-2018 FOASTAT (2020).....	5
Figura 2. Importaciones y exportaciones mundiales 2010-2018. FOASTAT (2020).....	7
Figura 3. Exportaciones e importaciones 2010-2018. FOASTAT (2020)	8
Figura 4. Consumo de carne ovina per cápita 2010-2019 CNOG (2020).....	9
Figura 5. Campo experimental de Ocota.....	18

RESUMEN

México no cubre con la demanda interna de carne ovina, por lo que es necesario importar carne de otros países, dejando a un lado los sistemas de producción tradicionales, que se diseminan principalmente en el medio rural, donde uno de los factores importantes que influyen es el costo de la alimentación, una alternativa para disminuir estos costos sin afectar la producción es la inclusión de subproductos agroindustriales, que resultan ser productos altamente económicos y biológicos. Por ello, el objetivo del presente trabajo de investigación fue evaluar el comportamiento productivo y económico de ovinos cruza Dorper/Katahdin con la inclusión de raicilla de cebada (*Hordeum vulgare*), bajo un sistema intensivo. Se utilizaron 12 ovinos machos enteros con un peso promedio de 18 ± 1 kg, mismos que fueron asignados bajo un diseño completamente al azar distribuidos de la siguiente manera: T₁: 0% de raicilla de cebada (Testigo); T₂: 15% de raicilla de cebada y T₃: 30% de raicilla de cebada. Las dietas formuladas fueron principalmente isoproteicas con 16% de proteína e isoenergéticas con 2.5 Mcal kg^{-1} . Diariamente se llevaron registros de consumo, rechazo y pesajes, cada 15 días, el suplemento se racionó diariamente en dos porciones iguales durante 60 días, donde el consumo total de materia seca fue de: T₁:0.889, T₂:1.224, T₃:0.892 kg d⁻¹, con una ganancia de peso para el: T₁:0.191, T₂:0.234, T₃:0.237 kg d⁻¹, una conversión alimenticia de: T₁:4.6, T₂:5.8, T₃:5.6 y una relación beneficio costo de: T₁:0.9, T₂:1.2 y T₃:1. Por consiguiente la inclusión de raicilla de cebada en la alimentación ovina permitió alcanzar los parámetros productivos similares a los obtenidos al tratamiento testigo, por lo que se infiere que la utilización de la raicilla de cebada en la formulación de dietas para ovinos, reduce los costos de la alimentación incrementando la rentabilidad del sistema de producción.

Palabras clave: *Hordeum vulgare*, raicilla, ovinos, subproductos, agroindustrial.

ABSTRACT

México does not meet the domestic demand for sheep meat, so it is necessary to import meat from other countries, leaving aside traditional production systems, which are spread mainly in rural areas, where one of the important influencing factors is the cost of food, an alternative to reduce these costs without affecting production is the inclusion of agro-industrial by-products, which turn out to be highly economic and biological products. Therefore, the objective of this research work was to evaluate the productive and economic behavior of the inclusion of barley root (*Hordeum vulgare*), in sheep crosses Dorper/Katahdin under an intensive system. Twelve whole male sheep with an average weight of 18 ± 1 kg were used, which were assigned under a completely randomized design distributed as follows: T1: 0% barley root (Testigo); T2: 15% barley root and T3: 30% barley root. The diets formulated were mainly 16% protein and isoenergetic with 2.5 Mcal kg⁻¹. Daily consumption records, rejection and weighings were kept every 15 days, the supplement was rationed daily in two equal portions for 60 days. Where the total dry matter intake was: T1:0.889, T2:1.224, T3:0.892 kg d⁻¹, with a weight gain for him: T1:0.191, T2:0.234, T3:0.237 kg d⁻¹, a feed conversion of: T1:4.6, T2:5.8, T3:5.6, and a cost benefit ratio of: T1:0.9, T2:1.2 and T3:1. Therefore, the inclusion of barley root in sheep feeding allowed to reach productive parameters similar to those obtained in the control treatment, so it is inferred that the use of barley root in the formulation of diets for sheep reduces the costs of feeding increasing the profitability of the production system.

Keywords: *Hordeum vulgare*, raicilla, sheep, by-products, agro-industrial.

INTRODUCCIÓN

México se caracteriza por su manejo en la ganadería, siendo esta una actividad del sector primario, que hace referencia al cuidado y alimentación de los sistemas de producción ganadero. La ovinocultura es un sistema de producción que en México se implementa por el uso de sistemas extensivos, semi intensivos, como una forma de supervivencia y autoconsumo principalmente (Macedo y Castellanos, 2004).

De acuerdo a las cifras indicadas por el Sistema de Información Agropecuaria y Pesquera (SIAP, 2019), la población nacional de ovinos se incrementó en los últimos años de 8, 105,562 cabezas en el 2010 a 8, 902,451 de cabezas en el 2017, sin embargo, para el 2019 se tuvo una baja en la producción del 2.1% registrando un inventario ovino de 8,708,246 cabezas. A pesar del inventario ovino con el que cuenta México, el mercado no cubre con la demanda interna que se tiene, por lo que se tiene que importar carne principalmente de Nueva Zelanda y Australia (FOASTAT, 2020).

La producción ovina en México es deficitaria debido a la gran demanda que existe en el mercado. La carne en canal que se produce en el país y que se importa, es utilizada especialmente para la elaboración de platillos típicos, como lo es la barbacoa, que se consume con mayor frecuencia en el centro del país. Los principales estados productores de ovinos son: México, Hidalgo, Veracruz, Puebla, Zacatecas, Jalisco, Oaxaca y San Luis Potosí, cabe destacar que México e Hidalgo están produciendo casi una tercera parte de la producción nacional. Esto lo podemos relacionar a la alta demanda existente que se tiene en el centro del país y los atractivos precios de mercadeo (Gonzales *et al.*, 2013).

El desarrollo de la producción ovina es limitado, debido al bajo valor nutricional de los forrajes y el alto costo en la alimentación y corderos, puesto que estos pueden llegar a representar al rededor del 80 % de los costos de producción, lo que evidencia en trabajar en la optimización de la alimentación (Castillo *et al.*, 2017).

Una forma de optimizar los costos de producción es implementar el uso de subproductos agroindustriales en la alimentación animal, estos son residuos producto de la actividad agraria, que pueden ser derivados de la recolección de un producto de un eslabón de las cadenas industriales. Los subproductos agroindustriales se dividen en subproductos de origen animal y en sub productos de origen vegetal (Fernández, 2014).

La raicilla de cebada es un subproducto agroindustrial de origen vegetal que se puede implementar en la alimentación animal, el cual ha sido calificado como un complemento adecuado para la alimentación de rumiantes, debido a la concentración de proteína y su alta cantidad de fibra que estimula el buen funcionamiento del rumen, esto sin mencionar que es

un producto biológico con un bajo costo en el mercado en comparación con otros insumos como la pastade soya y el maíz, productos utilizados frecuentemente en la alimentación de rumiantes (FEDNA, 2016).

Las malteras mediante el proceso de malteado ofrecen diferentes subproductos, principalmente “raicilla de cebada o brote de malta” producto que se obtiene como residuo posterior de la germinación del grano de cebada (*Hordeum vulgare*) y la extracción de la malta (Fernández, 2001). Anteriormente las malteras ofrecían tres tipos de raicilla: la pura, la combinada y la de impurezas, actualmente en algunos países las malteras ofrecen como tal el pellets de raicilla de cebada listo para racionar, no obstante aun en las malteras de México podemos conseguir raicillas de cebada combinadas e impuras con un adecuado valor nutricional para la elaboración de concentrados (Fernández, 2014). Por lo que, de acuerdo con lo anterior, el objetivo del presente trabajo de investigación, fue evaluar el comportamiento productivo y económico de ovinos en engorda con la inclusión de raicilla de cebada.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Evaluar el comportamiento productivo y económico de ovinos en engorda alimentados a base de raicilla de cebada (*Hordeum vulgare*), con una inclusión del 15 y 30%.

2.2. Objetivos específicos

2.2.1. Determinar los parámetros productivos de la inclusión de raicilla de cebada en dos diferentes concentraciones.

2.2.2. Estimar la rentabilidad económica, por tratamiento, de la inclusión del 15 y 30% de raicilla de cebada en la alimentación de ovinos en engorda.

III. HIPOTÈSIS

La inclusión del 30% de raicilla de cebada mejorará los parámetros productivos en ovinos de engorda sin afectar la relación beneficio-costo.

V. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1. Entorno internacional de la ovinocultura

La carne ovina es una fuente principal de proteína animal para el consumo humano a nivel mundial, la carne de ovino ocupa el cuarto lugar dentro del consumo de proteína animal (FAO, 2014). En los últimos años la producción mundial ovina incremento 9.1% (Figura 1) pasando de 1,099,017,430 cabezas en el 2010 a 1,209,409,079 cabezas en el 2018, mientras que la producción mundial de carne aumento un 13.3%, pasando de 8,484,009 toneladas de carne en el 2010 a 9,788,315 toneladas de carne en el 2018 (FOASTAT, 2020).

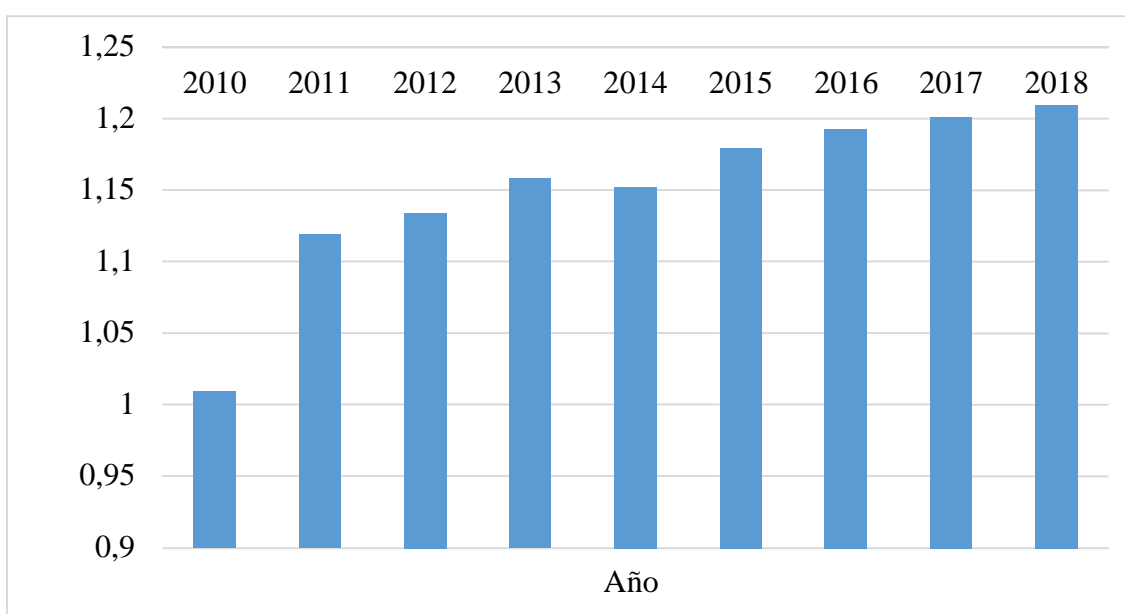


Figura 1. Inventario ovino mundial 2010-2018 FOASTAT (2020).

El inventario ovino (Cuadro 1) a nivel mundial se concentra principalmente en China con 13.5% del total teniendo una producción de 164,079,093 millones de cabezas, seguido de Afganistán con 11.5% de la producción mundial y un inventario total de 140, 236,689 millones de cabezas, y Mongolia que es el tercer país que cuenta con un 10.7% de producción y 130, 554,804 millones de (FOASTAT, 2020).

Por otro lado, el mercado de la carne está determinado, por el lado de la demanda, por los altos precios de los productos y el incremento de los ingresos, debido al rápido crecimiento en los países en desarrollo (ODEPA, 2014). A nivel mundial la producción de carne se concentra principalmente (Cuadro 1) en china, que es el primer productor de carne con 2,422,887 toneladas de la misma, la cual representa el 24.7% del total, Australia posee el segundo lugar con 735,009 toneladas de carne la cual representa el 7.5% de producción total,

no obstante, Nueva Zelanda es el tercer productor de carne ovina con apenas 470,813 toneladas y un 4.8% de producción mundial de carne ovina.

Cuadro 1. Principales países de producción ovina.

País	Producción (Cabezas)	Aportación (%)	Producción (Carne/Ton.)	Aportación (%)
Mundial	1,209,467,079	100	9,788,315	100
Afganistán	140,236,689	11.6	112,834	1.1
Australia	70,067,316	5.7	735,009	7.5
China	164,079,316	13.5	2,422,887	24.7
India	61,666,343	5.1	229,834	2.3
Irán	39,670,704	3.2	320,678	3.2
Mongolia	130,554,804	10.7	152,706	1.5
Nigeria	42,971,860	3.5	140,273	1.4
Nueva Zelanda	27,295,749	2.2	470,813	4.8
Paquistán	30,498,000	2.5	172,000	1.7
Reino Unido	33,781,000	2.7	289,000	2.9
Sudan	40,846,600	3.3	264,000	2.6

Fuente: (FOASTAT y SIAP, 2020).

De acuerdo a las tendencias observadas en los últimos 8 años, el crecimiento del valor de las exportaciones ovinas mundiales, aumentaron 22.2%, exportando 965,775 toneladas de carne en el 2016 a 1,242,418 en el año 2018. En los últimos años los países que más han exportado carne ovina son: Australia que representa el 38% de las exportaciones totales, seguido de Nueva Zelanda con el 32.2%, estos dos países exportan el 70% de las exportaciones totales (FAOSTAT, 2019). Con relación a las importaciones, han aumentado 26.2% pasando de 900,280 toneladas en el 2010 a 1,221,397 toneladas en el 2018, siendo los principales países importadores china con 346,571 toneladas representando el 28.3% de las mismas, Estados Unidos, es el segundo país importando 109,769 toneladas las cuales

representan el 8.9% de las importaciones totales y Francia que cuenta con 87,772 toneladas y un porcentaje de 7.1% con relación a las importaciones totales.

Como se puede observar (Figura 2) tanto las importaciones como las exportaciones, han tenido un aumento significativo sin embargo algunos países tienen dificultades que limitan el acceso a los mercados internacionales (Fondo Monetario Internacional, 2019).

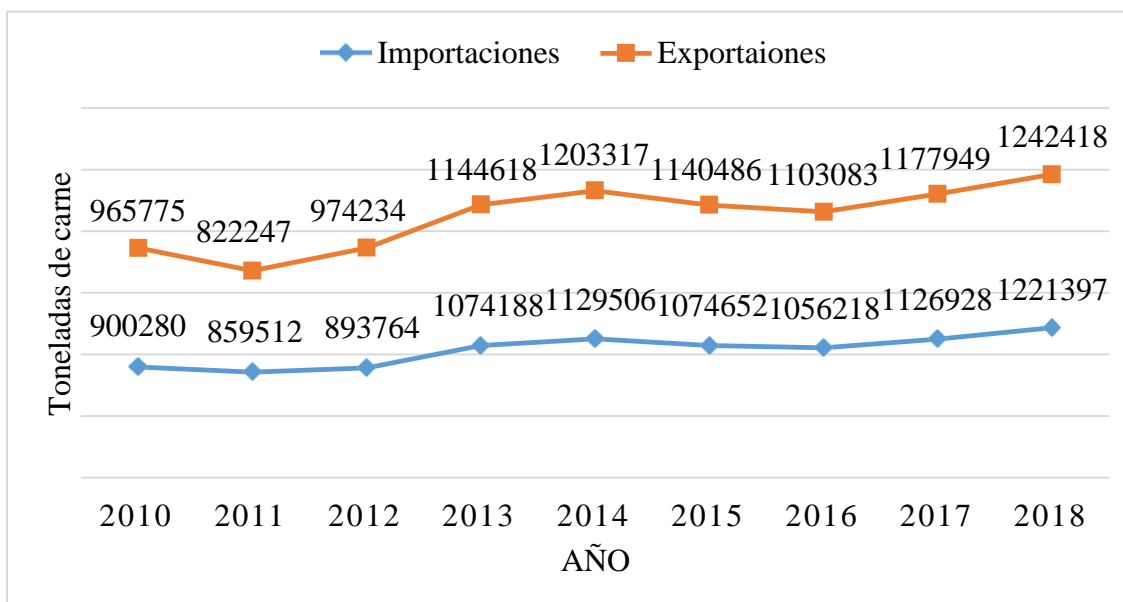


Figura 2. Importaciones y exportaciones mundiales 2010-2018. FOASTAT (2020).

4.2. Producción ovina en México

En la actualidad, la producción de borregos de engorda en corral y en praderas ha ido en aumento, con el objetivo final de satisfacer la alta demanda de carne dentro del país, además de que constituye una fuente de ingresos para algunas familias mientras que para otros es una forma de supervivencia y autoconsumo (Villanueva-Partida, 2019).

De acuerdo a las cifras indicadas por el SIAP en el 2019, la población nacional de ovinos se incrementó en los últimos años, de 8,105,562 cabezas en 2010, A 8,708,246 cabezas en 2019, teniendo un aumento en la producción del 7%. La producción ovina en el país se concentra principalmente, en el Estado de México (15.7%), Hidalgo (13.3%), Veracruz (8%), Puebla (6%), Zacatecas (5.2%), Oaxaca (4.8%), Jalisco (4.7%), San Luis Potosí (4.6%), otros (37.7%). Sin embargo, México e Hidalgo están produciendo casi una tercera parte de la producción nacional (SIAP, 2019).

El desarrollo de la ovino cultura en México se debe principalmente a la alta demanda existente en el centro del país y los atractivos precios de mercadeo (Gonzales, 2013). A pesar del inventario ovino con el que cuenta el país, no se cubre la demanda interna de este por lo que tiene que importar carne principalmente de Nueva Zelanda y Australia.

La carne que se produce dentro del país o que es importada suele consumirse en forma de barbacoa representando el 95% del consumo, cabe mencionar que conforme aumenta la demanda también aumentan los platillos, actualmente también se puede encontrar la carne de ovino en: sustituto de cabrito, mixiote, birria y cortes de ternero, barbacoa en conserva, entretos (Mondragón-Ancelmo *et al.*, 2018).

México en los últimos años bajó sus importaciones hasta un 84% (Figura 4), de acuerdo con la información proporcionada por el FOASTAT (2020), desde el año 2004 las importaciones empezaron a bajar súbitamente en comparación con años anteriores.

En el 2002 México llegó a reportar 48,845 toneladas de carne, mientras que para el 2018 tan solo reporto 7,746 es decir, que actualmente solo se importa el 16% de lo que se llegó a importar en años anteriores, los países importadores de carne de ternero a México son Australia y Nueva Zelanda principalmente (Bobadilla-Soto, 2017). Por otro lado México aumento sus exportaciones un 12.5%, pasando de 14 toneladas en 2010 a 16 toneladas en 2018, exportando principalmente a Estados Unidos.

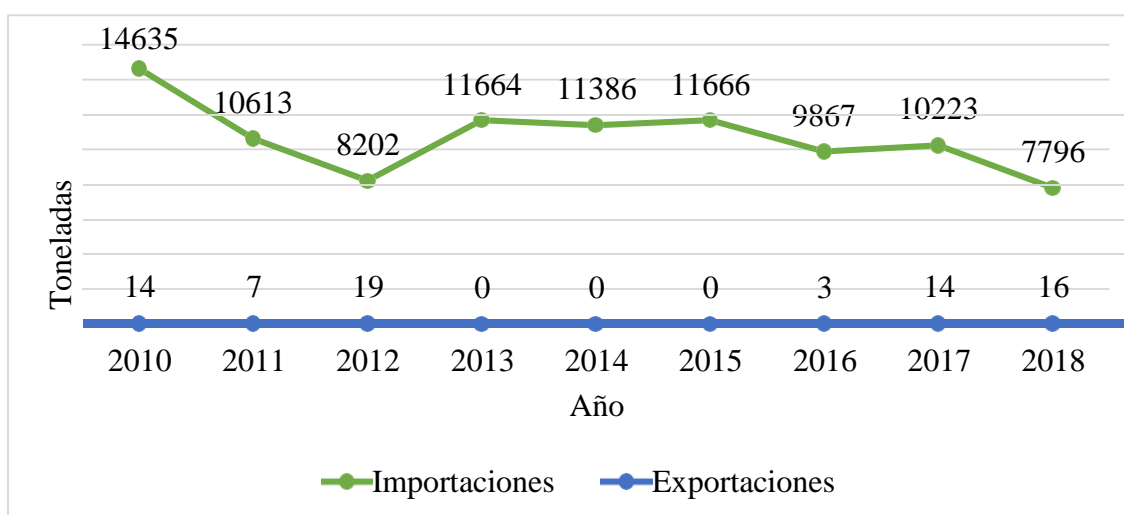


Figura 3. Exportaciones e importaciones 2010-2018. FOASTAT (2020).

Los países con mayor consumo per cápita de carne ovina en el mundo, suelen ser los países industrializados, mientras que en los países en desarrollo el consumo per cápita es bajo, inferior a 10 kg lo cual es considerado como deficiente lo que ocasiona en muchos casos una mala nutrición (FAO, 2014).

En México el abasto nacional viene cubriendo prácticamente el 90% de las necesidades del consumo de carne de ovina en México, lo que habla del incremento de la producción y la actividad en el rebaño ovino. Con relación al consumo per cápita no se ha crecido tanto y se ha ido a la baja siendo actualmente de 0.558 Kg por persona (Figura 5). En los últimos nueve años se tuvo una baja en el consumo per cápita del 16.9%, esto no quiere decir que baja la producción, esta va en aumento debido a la urbanización principalmente (CNOG, 2020).

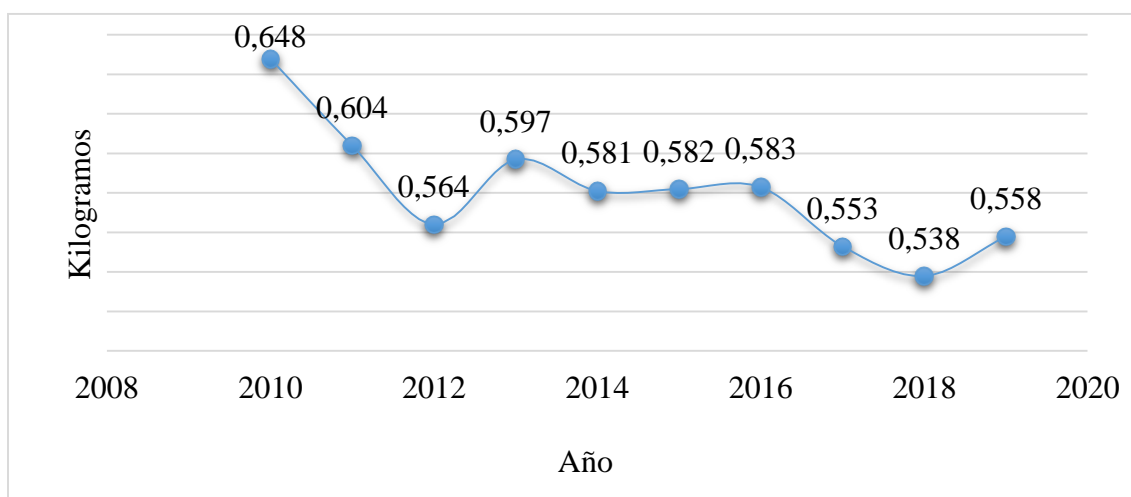


Figura 4. Consumo de carne ovina per cápita 2010-2019 CNOG (2020).

4.3. Situación actual de la producción ovina en el estado de Puebla

En el estado de Puebla las actividades pecuarias se llevan a cabo en una amplia serie de sistemas productivos, que van desde los altamente tecnificados hasta los de economía de forma tradicional. La producción de carne es la labor más diseminada en el medio rural y aun en condiciones ambientales adversas que no permiten la práctica de otras actividades productivas. Sin embargo, cada vez más campesinos intentan convertirse en ovinocultores, porque se ha dejado de ver como una simple actividad de traspatio, de ahorro forzado o de aprovechamiento marginal de los agostaderos, y se visualiza como un buen negocio potencial (Hernández-Marín., *et al* 2017).

En la última década Puebla tuvo un incremento en la producción ovina del 19.3%, es el cuarto estado con mayor producción ovina en el país con un inventario ovino de 547,109 cabezas de ovinos distribuidas en 2,515 unidades de producción (Díaz -Sánchez *et al.*, 2018). Los distritos de desarrollo rural donde se desarrolla principalmente la producción ovina son: Zacatlán, Libres y Teziutlán donde se produce el 72% de toneladas de carne de cordero (Díaz-Sánchez *et al.*, 2018). La carne en canal que se produce en el estado cubre primordialmente a mercados locales, aunque estos presenten diferencia a nivel tecnológico, capacidad productiva y uso de recursos.

4.4. Sistemas de producción

En México la producción ovina se realiza bajo diferentes sistemas de producción como la extensiva, semi intensiva e intensiva. Sin embargo el desarrollo de estos sistemas de producción están limitados por las condiciones socioeconómicas, acceso a tierra, la disponibilidad de insumos y la tecnología utilizada, mismos que impiden aumentar la producción de carne y de esta manera satisfacer a demanda interna del país (Vázquez Martínez *et al.*, 2018).

4.5. Distribución ovina

La ovinocultura en México se caracteriza y distingue por su disposición, en la zona norte la producción se basa principalmente en lana y carne utilizando sistemas tecnificados, mientras que en la zona centro se emplean animales cruza (Suffolk, Hampshire y razas de pelo), estas cruza son utilizadas en zonas marginadas donde se utilizan sistemas semi intensivos y extensivos con residuos agrícolas (Hernández-Marín *et al.*, 2017). Por otro, lado la zona sur y este se caracterizan por el clima tropical, donde destacan razas de pelo (Pelibuey y Black Belly), aunque en los últimos años se han introducido razas para producción de carne (Dorper y Katahdin).

4.6. Precio

En el país el precio en pie y en canal de borrego varía dependiendo la zona de comercialización. Puebla en el año 2016 reportó un precio en pie de ovinos de \$25.24 por kilogramo mientras que la carne en canal el mismo año fue de \$53.81 el kilogramo (SIAP, 2019).

4.7. Principales factores que afectan la productividad ovina

La productividad ovina tiene muchos factores dada la diversidad agroecológica del país y las interacciones entre eslabones (producción, insumos y servicios, transformación, comercialización). Estas afectan los parámetros productivos y reproductivos (peso al nacimiento, peso al destete, ganancia de peso, producción de leche e intervalo entre partos), así mismo afecta el bienestar de los animales y consecuentemente el tiempo en el que los animales son finalizados para su comercialización (Villanueva-Partida *et al.*, 2019).

En toda actividad pecuaria existen innovaciones consideradas de alto impacto, las cuales deben cumplir con tres características: rápida tasa de adopción, bajo costo de implementación, y el impacto directo a las utilidades de producción. Las innovaciones de alto impacto están distribuidas en siete áreas de primordial importancia en la actividad ovina, tales como: nutrición, reproducción y genética, sanidad, organización, infraestructura, comercialización y administración (Espejel-García *et al.*, 2015).

En México la mayoría de los ovinocultores no cuentan con el mismo sistema de producción y por tanto con el mismo nivel de tecnificación e innovación, por consecuencia gran parte de estos venden sus animales sin llegar a una etapa de término, y en algunos casos animales viejos de desecho sin alguna raza específica. Cabe mencionar que el desarrollo de los ovinos en crecimiento suele ser lento, por lo que los productores obtienen animales 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 (Camacho *et al*, 2018).

4.8. Requerimientos nutricionales de los ovinos

Un requerimiento nutricional es aquel que, al ser sustituido en una dieta balanceada, provee al animal las proporciones y cantidades adecuadas de los nutrientes para poder satisfacer sus necesidades alimenticias y en combinación con el buen manejo y bienestar del animal obtener resultados favorables (Huerta, 2001). Los requerimientos nutricionales en corderos, exigen diariamente nutrientes como: agua, energía, proteínas, minerales y vitaminas, con la finalidad de obtener un para mantener un apropiado crecimiento, producción y reproducción. De acuerdo a las tablas del NRC (1985) (Cuadro2) considera que para la formulación de una dieta para corderos hay que incluir de un 10 a 40% de forraje sin diferenciar el sexo, para cubrir los requerimientos y obtener una ganancia máxima de peso.

Cuadro 2. Concentración de nutrientes en las dietas para ovinos (expresada en base al 100% de materia seca).

P	GP	NDT	ED	EM	Con.	Fr	PB	Ca	P	Vit. A	Vit. E
Kg	g	%	Mcal kg⁻¹	Mcal kg⁻¹	%	%	%	%	%	IU/kg	IU/kg
Finalización de corderos de 4 a 7 meses de edad.											
30	295	72	3.2	2.5	60	40	14.7	0.51	0.24	1,085	15
40	275	76	3.3	2.7	75	25	11.6	0.42	0.21	1,175	15
50	205	77	3.4	2.8	80	20	10	0.35	0.19	1,469	15
Corderos destetados temprano (potencial de crecimiento moderado y rápido).											
10	250	80	3.5	2.9	90	10	26.2	0.82	0.38	940	20
20	300	78	3.4	2.8	85	15	16.9	0.54	0.24	940	20
30	235	78	3.3	2.7	85	15	15.1	0.51	0.24	1,085	15
40-60	400	78	3.3	2.7	85	15	14.5	0.55	0.28	1,253	15

Fuente: (NRC, 1985).

P: Peso, GP: Ganancia de peso, NDT: Nutrientes digestibles totales, ED: Energía digestible, EM: Energía metabolizable, Con: Concentrado, Fr. Forraje, PB: Proteína bruta, Ca: Calcio, P: Fosforo, Vit. A: Vitamina A, Vit. E: Vitamina E, IU: Unidades internacionales

La leche y la carne que se produce por los rumiantes dependen en gran medida del uso digestivo de los constituyentes de la ración, y una gran parte de esos componentes se encuentran en concentrados, granos o subproductos de granos ricos en almidón y proteínas (González, 2017).

4.8.1. Granos utilizados en la alimentación ovina

Los principales granos utilizados en la alimentación de rumiantes son: el sorgo y el maíz, el maíz es el grano que aporta mayor contenido energético para la producción animal, cabe mencionar que en los últimos años los mercados utilizan este grano principalmente para el consumo humano, lo que da paso a la producción ganadera buscar nuevas alternativas para su sustitución. (Gonzales, 2017). En algunas regiones del país se utiliza con frecuencia el sorgo como sustituto del grano de maíz, debido a la similitud con la que cuentan de acuerdo a su valor nutricional (Cuadro 3).

Cuadro 3. Valor nutricional del maíz y trigo.

Valores Nutricionales	Maíz	Sorgo
	%	%
Proteína bruta	7.3	8.9
Fibra bruta	2.1	2.3
Humedad	13.6	13
Almidón	63.8	64.2

Fuente: (FEDNA, 2016).

Existe una gran variedad de insumos que se utilizan para la elaboración de concentrados en la alimentación animal. Los insumos antes de ser utilizados es necesario que pasen por un proceso de selección, para poder tomar en cuenta el porcentaje de capacidad con la que cuenta el ingrediente para cubrir las necesidades nutricionales de los animales y de la misma forma hacerlo redituable. Rivas-Jacobo *et al* en el 2017 menciona que los sub productos agroindustriales de cervecería, pueden ser utilizados como una forma de suplementación en la ovinocultura, ya que mediante estos insumos se han obtenido ganancias diarias de peso (GDP) similares a la de otros suplentes energéticos, que elevan los costos en la alimentación debido a sus costos como lo es el caso del maíz y sorgo que son utilizados frecuentemente

en la alimentación. Una ventaja de utilizar sub productos de cervecería son sus bajos costos sin mencionar los buenos resultados en los parámetros productivos.

4.9. El impacto de los costos de producción en la ovinocultura

A nivel mundial el tema de los costos de producción debería de ser de suma importancia para los productores, sin embargo muchos de ellos desconocen de este tema y otros pocos los estiman de acuerdo a los movimientos de capital que perciben mediante la venta de los animales, distando de reflejar correctamente los costos de producción, lo cual aunado a la poca información por parte de los productores repercute a que el sistema de producción se lleve a cabo en un ambiente de incertidumbre (Aguilar *et al.*, 2019).

La alimentación y el costo de los corderos son unos de los rubros de mayor incidencia en los costos de producción (Camacho *et al.*, 2018). Uno de los desafíos más importantes para una exitosa producción en sector agropecuario, es una nutrición adecuada, sin embargo este es uno de los desafíos de mayor importancia en el sector, ya que se refiere a una excelente disponibilidad y un bajo costo en la alimentación.

Lo primero que se tiene que tomar en cuenta para formular una dieta sin alterar los costos son: los requerimientos del animal de acuerdo a su etapa (Núñez-Torres, 2017), las dietas se pueden elaborar por fases como peso, edad, presupuesto y sexo. La proteína ideal va a variar dependiendo cada etapa de producción para cada etapa de producción, lo cual permite reducir los niveles de proteína en la dieta evitando pérdidas de esta y mejorando los parámetros productivos y el costo de producción, ya que muchas veces estos costos nos pueden llegar a representar entre el 60% y 70% los costos de producción (FAO, 2014).

4.10. Subproductos agroindustriales

Actualmente las industrias agrícolas generan gran cantidad de residuos, y es aquí donde nace la necesidad de perfeccionar e implementar nuevas técnicas o métodos para el aprovechamiento de éstos (Yepes *et al.*, 2008). Estos pueden ser derivados de la recolección de un producto o procedentes de alguno de los eslabones de la cadena industrial, estos residuos o subproductos suelen ser perjudiciales para la salud humana, en cambio para la alimentación animal se pueden convertir en fuentes importantes de proteína animal.

En México se genera gran diversidad de subproductos agroindustriales, estos son obtenidos mediante los diferentes procesos productivos. Sin embargo, se pueden convertir en un problema a nivel mundial, puestos que casi siempre no reciben otro proceso para poder

ser utilizados adecuadamente, por lo que muchas veces contribuyen a la contaminación ambiental (Vargas y Pérez, 2018).

4.10.1. Clasificación de los subproductos agroindustriales

Lo subproductos agroindustriales se clasifican principalmente en dos grupos (Cuadro 4) los subproductos de origen vegetal y los subproductos de origen animal. En México estos subproductos forman parte importante en la elaboración de concentrados comerciales o en raciones elaboradas a nivel de campo (Fernández, 2014).

Cuadro 4. Valor nutricional del maíz y trigo.

Subproductos de origen vegetal	Subproductos de origen animal
Industria aceitera	Industrias lácteas
Industria molinera	Industria pesquera
Industria frutihortícola	Industria frigorífica
Industria azucarera	Producción avícola
Industria cervecera	
Industria vinícola	
Industria de golosinas y panadería	

Fuente: (INTA, 2014).

4.11. Industria cervecera

México es uno de los principales países que producen cerveza y se encuentra entre los principales exportadores de esta bebida. Para su elaboración se utiliza el grano de raicilla de cebada, actualmente en el país se producen dos tipos, la forrajera verde que se utiliza para la alimentación animal primordialmente y en grano que es la que se destina para la elaboración de cerveza y que se cultiva en 18 estados del país (SEMARNAT, 2016). La elaboración de la cerveza consta de una serie de procesos que van desde la recepción del grano, malteado del cereal, molienda y maceración, filtración, cocción, fermentación, maduración, clarificación y finalmente envasado.

La búsqueda de nuevas alternativas que permiten avanzar en la gestión de la economía circular en el proceso de producción de cerveza, es una de las prioridades actuales, además de una apuesta por la reducción, la reutilización y el reciclaje de residuos. Los principales

residuos generados en la industria cervecera son principalmente: la cascarilla de cebada, el brote de malta o raicilla de cebada y los granos de destilería, que son obtenidos mediante el malteado y la escarificación del grano, mismos que son ricos en proteína y fibra. Estos subproductos se emplean hasta el momento para alimentación animal o como biocombustible, pero presentan otras perspectivas de uso en la actualidad (Esteban, 2019).

4.11.1. Germen de malta o raicilla de cebada

La raicilla de cebada es un residuo o producto final de la germinación del grano de cebada (*Hordeum vulgare*), en México todavía se pueden encontrar diferentes tipos de raicilla como: la pura la combinada y la de impurezas que van a diferenciarse por su composición nutricional (Fernández, 2001). Aunque en algunos países se en forma de pellets y se utiliza principalmente para alimento de los animales principalmente por su contenido de fibra y materias proteicas.

Las raicillas de cebada se obtienen mediante el producto de la germinación de los granos en un medio de alta humedad (+60%) durante 7 días a 30°C. Posteriormente, se secan a 4% de humedad por efecto de un flujo de aire caliente a más de 70°C durante unos minutos. Finalmente, se separan las “raicillas” del resto del grano o malta, por medio de unos rodillos especiales (Fernández, 2014). Obteniendo en promedio 5 kg de raicilla de cebada por cada 100 kg de cebada (FEDNA, 2016).

4.11.2. Valor nutricional de la raicilla de cebada y su aplicación en la alimentación animal

México ofrece tres calidades distintas de raicilla de cebada con diferente composición nutricional, estas se dividen en raicillas tipo A, también conocidas como puras, compuestas por brote puro de malta y granos de destilería, las raicillas tipo B, que están compuestas de brote de malta, granos de destilería y cascarilla o bagazo, y las raicillas tipo C, que están compuestas por las raicillas A, B, material extraño y polvo. La raicilla de cebada se caracteriza por su alto contenido en fibra (40% FND) y su bajo porcentaje de lignificación (2% LAD), tiene una digestibilidad en materia seca del 80%, proteína bruta del 21 al 28%, un porcentaje de almidón de 12%, calcio 0.22%, fósforo 60%, el porcentaje de aminoácidos con la que cuenta es aceptable (4,6% de lisina sobre proteína bruta) y su digestibilidad es relativamente alta con respecto a otros subproductos de cereales (FEDNA, 2016) y (Fernández, 2001).

En pocas palabras la raicilla de cebada tiende a ser más eficiente que los alimentos balanceados (comerciales), ya que estos tienen un rango de digestibilidad menor o igual a la raicilla de cebada (74 a 80%), mientras que su proteína oscila entre el 12 al 14% y en algunos casos la calidad nutricional es menor a la indica. Una de las grandes ventajas que se tiene al utilizar subproductos de la industria cervecera en la alimentación animal es que se pueden utilizar en rumiantes como en no rumiantes. Como se puede ver los subproductos de la industria cervecera proporcionan proteínas, energía y fibra en las dietas del ganado, pero la variabilidad del producto puede influir en su utilización y requiere un programa de pruebas para determinar el contenido de nutrientes (Westendorf y Wohlt, 2002).

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Determinación del área de estudio

La presente investigación se llevó a cabo en el módulo ovino del campo experimental de Ocota, perteneciente al Programa Educativo de Ingeniería Agronómica y Zootecnia, de la Facultad de Ingeniería Agrohídrica de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Ubicado en la localidad de Ocota, municipio de Tlatlauquitepec, Puebla, México (Figura 5). Con coordenadas: 19° 50' 17.5" de latitud norte y 97°29' 7.9" de longitud occidental, a una mediana altura de 1950 metros sobre el nivel del mar (INEGI, 2009).

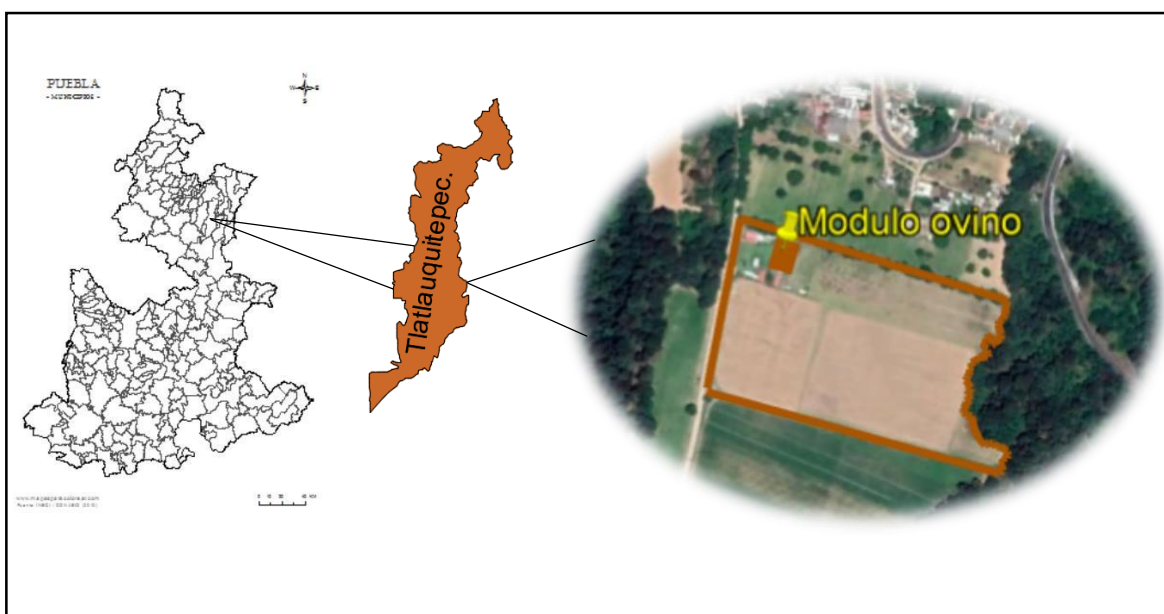


Figura 5. Campo experimental de Ocota.

5.2. Clima

El clima que predomina es templado húmedo con abundantes lluvias en verano, durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 6 °C a 24 °C y rara vez baja a menos de 2 °C o sube a más de 28 °C, cuenta con una precipitación media anual de 600 a 4100 mm (INEGI, 2009).

5.3. Animales

Se utilizaron 12 ovinos cruce Dorper/Katahdin, con un peso vivo (PV) promedio de 18 ± 2 kg. Al inicio del experimento los corderos se identificaron, pesaron y ubicaron al azar en corrales metálicos individuales de aproximadamente 1 m², donde cada unidad experimental conto con comederos y bebederos individuales. El experimento tuvo una duración de 60 días, con un periodo de adaptación al suplemento de 10 días.

5.2. Dietas y tratamientos experimentales

Las dietas (Cuadro 5) fueron formuladas para obtener una GDP de 250g, se elaboraron de acuerdo a las tablas del NRC de 1985, de modo que fueron isoproteicas con el 16% proteína bruta (PB) e isoenergéticas con 2.5 Mcal kg⁻¹.

Los tratamientos consistieron en incluir la raicilla de cebada en diferentes concentraciones: T3 con el 30% y 1% de pasta de soya, el T2 con 15% de raicilla y 6% pasta de soya, mientras que para el T1 solo se dosifico con el 14 de pasta de soya. Para el resto de los insumos el porcentaje de inclusión en la dieta es el mismo para las tres dietas.

Cuadro 5. Elaboración de dietas proporcionadas a los animales.

Ingrediente	Tratamiento T.	Tratamiento 1	Tratamiento 2
	%	%	%
P. Soya	14	6	1
Raicilla (Malta)	0	15	30
Urea	1	1	1
Maíz	68	61	51
Rastrojo	10	10	10
Minerales	1	1	1
Melaza	5	5	5
Bicarbonato Sodio	1	1	1
Total	100%	100%	100%

5.3. Manejo y alimentación de los corderos

La alimentación consistió en proporcionales, diariamente agua al libitum y el 4% de concentrado de acuerdo al peso vivo de cada animal, correspondiente al T₁, T₂ y T₃ respectivamente. Los corderos tuvieron dos horarios de comida, en los cuales se distribuyó la ración en partes iguales (8:00 y 15:00hrs). El manejo sanitario que se les brindó a los animales fue antes y después de ingresarlos al área de experimentación. Antes de ingresar los corderos al módulo fueron desparasitados (Iverfuul F) y vitaminados (Vigantol ADE),

así mismo se les aplico una dosis de Emisina liquida (clorhidrato de oxitetraciclina), para la fiebre de embarque, posterior a los días de adaptación se les suministro una bacterina (11 Vías) para reforzar la inmunidad de los animales y prevenir posibles enfermedades.

5.4. Variables evaluadas

5.4.1. Consumo total de materia seca (CTMS)

De acuerdo a la diferencia que existía entre el peso de los animales el consumo de suplemento fue limitado, debido al mayor o menor porcentaje de alimento ingerido; por lo cual diariamente el suplemento rechazado fue retirado de los comederos, pesado y registrado. Los datos registrados durante los 60 días del periodo experimental fueron promediados y convertidos a % PV.

5.4.2. Ganancia diaria de peso (GDP)

Posterior a la fase de adaptación los animales fueron pesados en periodos de 15 días, los datos obtenidos fueron registrados para posteriormente analizarlos y determinar el incremento de peso por animal en cada periodo, durante toda la fase experimental, por lo cual se utilizó una báscula con una capacidad de 500 kg. La GDP se obtuvo a través de restar el peso final menos el peso inicial entre los días que duro el experimento. Para la obtención de esta variable se utilizó la siguiente formula:

$$GDP = \frac{PF - PI}{DE}$$

Dónde:

GDP: Ganancia Diaria de Peso

PI: Peso Inicial

PF: Peso Final

DE: Días que duro el Experimento

5.4.3. Conversión alimenticia (CA)

Para esta variable se tomaron las variables de consumo total de CTMS y GDP en kilogramos. A través de esta variable se pudo definir la cantidad de alimento necesaria que fue empleado para producir un kilogramo de carne. Para lo cual se utilizó la siguiente formula:

$$CA = \frac{CTMS}{GP}$$

Dónde:

CA: Conversión Alimenticia

CTMS: Consumo Total de Materia Seca

GP: Ganancia de Peso

5.4.4. Relación beneficio costo (B-C)

Se obtuvo de manera parcial tras dividir el valor actual de los ingresos totales netos o beneficios netos entre el valor actual de los costos de inversión o costo de la producción. El costo de los insumos para la alimentación de los corderos al igual que el precio de venta por kg en pie de los mismos fue fijado en base al precio establecido en los mercados locales durante el periodo de invierno, que fue cuando se realizó la venta de los animales. Por ello se utilizó la siguiente fórmula:

$$B/C = \frac{VAI}{VAC}$$

Dónde:

B/C: Relación Beneficio Costo

VAL: Valor Actual de Ingresos

VAC: Valor actual des Costos

5.6. Modelo estadístico, diseño experimental y análisis estadístico

El modelo estadístico utilizado fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} = Variable de respuesta en el tratamiento i , repetición j ; T_i = Efecto del tratamiento i ;
 E_{ij} = Error aleatorio $E_{ij} \sim N. (0, \sigma^2)$; $i=1,2,3$; $j=1,2,3,\dots,6$; μ = Media general.

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar utilizando tres tratamientos con cuatro repeticiones y 1 borrego entero por unidad experimental. Con los datos obtenidos se efectuó un ANDEVA, utilizando el procedimiento GLM de SAS y las medias de tratamientos se compararon con la prueba de tukey ($P \leq 0.05$) (SAS, 2009).

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1. Consumo total de materia seca (CTMS)

La variable de CTMS (Cuadro 6) no mostró diferencias significativas ($P < 0.05$) en ninguno de los tratamientos evaluados, así como en los promedios totales de estos (0.8892 kg d⁻¹, 1.2243 kg d⁻¹, 0.8920 kg d⁻¹). Se observó que el T1 y T3 fueron similares (0.8891 kg d⁻¹ y 0.8820 kg d⁻¹), mientras que el T2 resulto tener el mayor CTMS (1.2243 kg d⁻¹). Esta respuesta probablemente se debe a las características propias de los animales, así como a la combinación en la suplementación de pasta de soya (6%) y raicilla de cebada (15%) la cual resulto más palatable para los terneros.

Cuadro 6. Consumo total de materia seca (kg d-1) de borregos cruza Dorper/Katadin alimentados con diferentes concentraciones de raicilla de cebada.

Periodo♦	T1	T2	T3	E.E.M●
	MED	MED	MED	
1	0.7165 a	0.8210a	0.7288a	0.238
2	0.8318a	1.3018a	0.8485a	0.295
3	0.9105a	1.2783a	0.9075a	0.289
4	1.0423a	1.4960a	1.0833a	0.404
Promedio	0.8892a	1.2243a	0.8920a	1.0064

♦: Cada periodo es de 15 días; **T1**: Tratamiento testigo; **T2**: Tratamiento con 15% de raicilla de cebada; **T3**: Tratamiento con 30% raicilla de cebada; ●: Error estándar de la media; **a**: Medias con la misma literal entre hileras no son significativamente diferentes ($P \leq 0.05$); **MED**: Media.

Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Rivas-Jacobo *et al.* (2017) quienes obtuvieron un CTMS (1.300 kg d⁻¹) en la inclusión de gabazo de cervecería en la engorda de ovinos, además hacen referencia al porcentaje de humedad en la raicilla de cebada, la cual limita su vida útil en la dieta (6 à 7 días), ya que a partir de este momento empieza a disminuir significativamente su palatabilidad afectando el CTMS. Por su parte, Hernández *etal.* (2008) mencionan que mejoraron la respuesta productiva en terneros de engorda al

suplementar con el 10% de raicilla de cebada obteniendo un CTMS (1.320 kg d^{-1}) resultados similares similar a los antes mencionados.

6.2. Ganancia diaria de peso (GDP)

En cuanto a la variable, ganancia diaria de peso (Cuadro 7), no mostró diferencias significativas ($P < 0.05$) entre los tratamientos (T1, T2 y T3), ni en los diferentes periodos (1, 2, 3 y 4), así como en los promedios totales (0.1918 kg d^{-1} , 0.2341 kg d^{-1} y 0.2374 kg d^{-1}). Los tratamientos con inclusión de raicilla de cebada (T2 y T3) mostraron ganancias de pesos similares (0.2341 kg d^{-1} y 0.2374 kg d^{-1}) en comparación con el T1 que no fue suplementado con raicilla de cebada, donde se mostró la menor GP (0.1918 kg d^{-1}).

Cuadro 7. Ganancia diaria de peso (g d-1) en borregos cruza Dorper/Katahdin, alimentados con diferentes concentraciones de raicilla de cebada.

Periodo ♦	T1	T2	T3	E.E.M●
	MED	MED	MED	
1	0.2098a	0.3095a	0.2507a	0.139
2	0.08325a	0.11067a	0.18300a	0.100
3	0.20825a	0.19975a	0.18325a	0.038
4	0.26625a	0.31650a	0.33300a	0.065
Promedio	0.1918a	0.2341a	0.2374a	0.0666

♦: Cada periodo es de 15 días; **T1**: Tratamiento testigo; **T2**: Tratamiento con 15% de raicilla de cebada; **T3**: Tratamiento con 30% raicilla de cebada; ●: Error estándar de la media; **a**: Medias con la misma literal entre hileras no son significativamente diferentes ($P > 0.05$); **MED**: Media.

Los resultados obtenidos superan a los mencionados por Moges *et al.* (2008) quienes al suplementar con 200 g d^{-1} y 300 g d^{-1} de granos secos de cervecera obtuvieron GP de $70-90 \text{ g d}^{-1}$. Mientras que Rivas-Jacob *et al.* (2017) mencionan que aumentó la GP significativamente ($P \leq 0.05$) cuando suplementaron con subproductos de la industria cervecera (500 g d^{-1} bagazo húmedo de cervecera) teniendo como resultado un aumento de peso diario mejorado de 139 g d^{-1} , resultados menores a los obtenidos en la presente investigación.

En comparación con otras especies la raicilla de cebada ha tenido resultados favorables principalmente en carne y leche (bovinos), donde se han obteniendo GP mayores (1 kg d^{-1}) en comparación con otros sub productos agroindustriales. (Fernández y Chiatellino, 2001).

6.3. Conversión alimenticia (CA)

En la eficiencia de la conversión alimenticia (Cuadro 8), mostró diferencias significativas ($P \leq 0.05$) en el periodo tres entre los tratamientos (T1 y T2), mientras que para el resto de los periodos y los promedios totales no existieron diferencias significativas ($P < 0.05$). Cabe destacar que la mejor CA se obtuvo en el T1 (4.6:1), mientras que la CA en los tratamientos suplementados con raicilla de cebada fue mayor (5.8:1 y 5.6:1), lo que indicó que para producir 1 kg de carne los terneros del T1 y T2 tuvieron que consumir en promedio 1kg más de alimento que T1.

Cuadro 8. Conversión alimenticia de borregos cruza Dorper/Katahdin, alimentados con diferentes concentraciones de raicilla de cebada.

Periodo♦	T1	T2	T3	E.E.M●
	MED	MED	MED	
1	2.862a	2.620a	4.981a	2.563
2	7.303a	9.535a	9.372a	5.229
3	4.4480b	6.4463a	4.8530ab	0.983
4	4.0482a	4.6520a	3.2513a	0.930
Promedio	4.665a	5.813 ^a	5.614a	2.396

♦: Cada periodo es de 15 días; **T1**: Tratamiento testigo; **T2**: Tratamiento con 15% de raicilla de cebada; **T3**: Tratamiento con 30% raicilla de cebada; ●: Error estándar de la media; a, b: Medias con la misma literal entre hileras no son significativamente diferentes ($P > 0.05$) **a, b**: Medias con literales diferentes entre hileras son diferentes significativamente ($P \leq 0.05$); **MED**: Media.

Los resultados mencionados anteriormente concuerdan con lo mencionado por Fernández (2001) quien dice que un porcentaje mayor al 20% de raicilla de cebada reduce los parámetros productivos. Por otra parte, este mismo autor al suplementar terneros destetados con raicilla de cebada (0.5%) aumentó la eficiencia de CA (9.34:1) misma que se considera aceptable para un sistema de producción semi intensivo. Mientras que Marotta (1980) al

suplementar cerdos con altos porcentajes de raicilla de cebada (54%, 61% y 66%) ocasionó un lento crecimiento en lechones y a su vez prolongó el tiempo de duración de la engorda. Por lo que se recomienda revisar los niveles de inclusión de la raicilla de cebada antes de incluirla en una dieta.

6.4. Relación beneficio costo (C-B)

Con respecto a los datos de la relación benéfico-costos (Cuadro 9) entre los respectivos tratamientos, el T2 resultó ser el mejor tratamiento con un valor de 1.2 lo que indica que los beneficios son mayores a los costos, es decir que por cada peso invertido en el sistema de producción se tendrá una ganancia de \$1.2, a diferencia del T1 sin inclusión de raicilla de cebada y el T3 suplementados con el 30% de raicilla de cebada, ya que a pesar de tener ganancias de peso similares los costos fueron elevados. El T2 mostró un valor de (=1) de acuerdo a la relación B/C, lo que significa que los beneficios igualan a los costos. Por otro lado, el T1, muestra un valor de la relación B/C de (0.99), lo que muestra que los costos superaron a los beneficios. En consecuencia, este sistema de producción no es redituable.

Cuadro 9. Análisis Financiero de ovinos en engorda, en la fase de finalización suplementados con raicilla de cebada.

	Tratamientos ■		
	T1	T2	T3
Costo de suplemento, \$ kg ⁻¹	5.3	4.7	4.2
Precio de venta, \$ kg PV ⁻¹	40	40	40
Costo de la alimentación, \$	1076	1337	887
Valor de peso de la ganancia total, \$	-12.048	1,266.526	276.645
Valor de producción, \$	4700	6240	4800
Costos de la producción, \$	4,712.048	4,973.474	4,523.355
B/C	0.99	1.2	1

■: Cada tratamiento conto con cuatro unidades experimentales; **T1**: Tratamiento testigo; **T2**: Tratamiento con 15% de raicilla de cebada; **T3**: Tratamiento con 30% de raicilla de cebada.

VII. CONCLUSIÓN

La raicilla de cebada puede ser una opción para la suplementación en ovinos, ya que a través de su utilización se mostraron ganancias de peso similares a las de otros suplementos, como es el caso del maíz y pasta de soja.

De igual manera la suplementación con raicilla de cebada tuvo la mejor relación en cuanto a costo-beneficio, reduciendo costos en la alimentación y obteniendo mejores ganancias.

VIII. LITERATURA CITADA

- Aguilar A. J., L. Sagarnaga V., J. Salas G y M. Arroyo P. 2019. Ingresos y costos de producción 2013-2015. Unidades Representativas de Producción Agropecuaria, México. 227-235 pp. Disponible en: <http://repositorio.chapingo.edu.mx:8080/bitstream/handle/20.500.12098/273/L-costos-19.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (Revisado el 07 de octubre del 2020).
- Bobadilla-Soto E., J. Flores-Padilla y M. Perea-Peña. 2017. Comercio exterior del sector ovino mexicano antes y después del Tratado de Libre Comercio con América del Norte. Revista Economía y Sociedad 21 (37): 35-49. Disponible en: <https://www.redalyc.org/jatsRepo/510/51054506003/html/index.html> (Revisado el 15 octubre del 2015).
- Camacho R. J., J. Hernández H., O. Espino-Barros., F. Franco G y C. Camacho. 2018. Análisis económico de la engorda de ovinos en una granja integral en el estado de Puebla, México. Revista Mexicana de Agronegocios 42: 1405-9282. Disponible en: https://www.redalyc.org/jatsRepo/141/14156175001/html/index.html#redalyc_14156175001_ref13 (Revisado el 29 Septiembre del 2020).
- Díaz-Sánchez C., J. Jaramillo-Villanueva., A. Bustamante-González., S. Vargas-López., A. Delgado-Alvarado., O. Hernández-Mendo y M. Casiano-Ventura. 2018. Evaluation of the profitability and competitiveness of sheep production systems in the region of Libres, Puebla. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias 9 (2): 2448-6698 Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-11242018000200263&script=sci_arttext (Revisado el 04 de octubre del 2020).
- Castillo R., R. Medina M., M. Robles R y E. Castañeda R. 2017. El Indicador CASI en la rentabilidad ovina. Revista Mexicana de Agronegocios 41:764-777. Disponible en: <https://www.redalyc.org/jatsRepo/141/14153918010/html/index.html> (Revisado el 11 de octubre del 2020).
- CNOG (Confederación Nacional de Organizaciones Ganaderas). 2020. Producción primaria de ovinocultura y caprinocultura. Revista México Ganadero 599: 22-23. Disponible en: <http://www.cnog.org.mx/index.php/cnog/quienes-somos> (Revisado el 01 octubre del 2020).
- Espejel-García A; A. Barrera-Rodríguez; A. Rodríguez-Moreno y M. Santiago-Vargas. 2015. Caracterización de los productores y dinámica de adopción de innovación en el municipio de villa victoria, estado de México. Ra Ximhai, 11(5): 17-34. Disponible en:

<https://www.redalyc.org/pdf/461/46142593001.pdf> (Revisado el 01 de octubre del 2020).

Esteban T. S. 2019. Aprovechamiento de los subproductos generados en la industria cervecera. Tesis de Doctorado. Facultad de farmacia universidad complutense, Madrid. 20p.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2014. Producción animal, consumo de carne. Disponible en: <http://www.fao.org/ag/againfo/themes/es/meat/background.html> (Revisado el 04 octubre del 2020).

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2014. Producción de carne y sanidad animal. Disponible en: http://www.fao.org/ag/againfo/themes/es/pigs/AP_nutrition.html (Revisado el 03 de octubre del 2020).

Fernández M. A. 2014. Transformación de subproductos y residuos de agroindustria de cultivos templados, subtropicales y tropicales en carne y leche bovina. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Ediciones INTA. Bordenave Buenos Aires: Disponible en: https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_-_transformacin_de_subproductos.pdf (Revisado 10 octubre del 2020).

Fernández M. A. 2001. Efectos del pellet o raicilla de cebada (*Hordeum Vulgare*) sobre la producción de carne o leche. Revista Argentina 31(318): 2-18. Disponible en: http://www.produccion-animal.com.ar/tablas_composicion_alimentos/117-pellet-o-raicilla-de-cebada.pdf (Revisado el 01 de octubre del 2020).

Fernández M. A y D. Chiatellino. 2007. Respuesta productiva y económica de una ración a base de pellet de cebada y grano de maíz con terneros de destete precoz. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Ediciones INTA. Bordenave Buenos Aires.

FEDNA (Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal). 2016. Raicilla de malta. Disponible en: http://www.fundacionfedna.org/ingredientes_para_piensos/raicillas-de-malta-25-pb (Revisado 10 octubre del 2020).

FOASTAT (Base de datos estadísticos corporativos de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2019-2020. Producción de ganadería y ganadería procesada. Disponible en: <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QA> (Revisado

el 10 octubre del 2020).

Fondo Monetario Internacional. 2001. La liberación del comercio mundial y los países en desarrollo. Disponible en: <https://www.imf.org/external/np/exr/ib/2001/esl/110801s.htm> (Revisado 18 de junio del 2020).

González G. U., L. Corona G., J. Estrada F., D. Abarca A., y M. González R. 2017. Digestión ruminal e intestinal del maíz (*zea mays*) y sorgo (*sorghum bicolor* l. moench) utilizando diferentes técnicas de digestibilidad (in vivo, in vitro e in sacco). *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 20(2):183-194. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/939/93952506003.pdf> (Revisado el 02 de octubre del 2020).

González-Garduño R., K. Blardony-Ricardez., J. Ramos-Juárez., B. Ramírez-Hernández., R. Sosa y M. Gaona-Ponce. (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. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/837/83725698008.pdf> (Revisado el 10 octubre del 2020).

Hernández-Marín J., M. Valencia-Posada., J. Ruíz-Nieto., A. Mireles-Arriaga., C. Cortes-Romero y J. Gallegos-Sánchez. 2017. Contribución de la ovinocultura al sector pecuario en México 10: 90-92. Disponible en: <http://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/975/833> (Revisado el 29 de septiembre del 2020).

Hernández C. L., E. Ramírez B., I. Guerrero L y E. Razo R. 2008. Comportamiento productivo y rendimiento de la canal en corderos pelibuey suplementados con dos concentraciones de magnesio y selenio. XIV Congreso Nacional Asociación Mexicana de Técnicos Especialistas en Ovinocultura A.C. México.

Huerta B. M. 2001. Requerimientos Nutricionales de Ovinos Pelibuey y de lana. II Congreso Latinoamericano de Especies en Pequeños Rumiantes y Camélidos Sudamericanos. XI Congreso Nacional de Producción Ovina. Mexico.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2009. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos, Tlatlauquitepec, Puebla. Disponible en: http://www3.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/21/21186.pdf (Revisado el 03 de octubre del 2020).

Macedo R. y Y. Castellanos. (2004). Rentabilidad de un sistema intensivo de producción ovino en el trópico. *Avances en Investigación Agropecuaria* 8(3):1-9. Disponible

- en: <https://www.redalyc.org/pdf/837/83708304.pdf> (Revisado el 25 de octubre del 2020).
- Marotta L. L. 1980. Efectos de una tasa elevada de celulosa bruta en raciones de cerdos para engorde. *Revista Analecta Veterinaria* 12:1-3.
- Milena Y. S., L. Montoya N y F. Orozco S. 2008. Valorización de residuos agroindustriales (frutas) en Medellín y el Sur del Valle de Aburrá, Colombia. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín* 61(1):4422-4431. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/1799/179914077018.pdf> (Revisado el 03 de octubre del 2020).
- Moges M., B. Tamir y A. Yam. 2008. The Effects of Supplementation of Grass Hay with Different Levels of Brewers Dried Grain on Feed Intake Digestibility and Body weight Gain in Intact Wogera Lambs. *East African Journal of Sciences* 2 (2):105-110.
- Mondragón-Ancelmo J., P. García-Hernández., L. Rojas-Sandoval., I. Domínguez V., G. Gómez-Tenorio y S. Rebollar R. 2018. Characterization of agroindustrial consumers of small ruminants meat in the State of México. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes* 74:17-24. Disponible en: <https://revistas.uaa.mx/index.php/investycien/article/view/1717> (Revisado el 02 octubre del 2020).
- Moreno O. F y D. Molina R. 2018. Buenas prácticas agropecuarias (BPA) en la producción de ganado de doble propósito bajo confinamiento, con caña panelera como parte de la dieta. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Manual técnico. Colombia. 45-60pp. [En línea]. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-a1564s.pdf> (Revisado 10 octubre del 2020).
- NRC (National Research Council). 1985. Nutrient Requirements of Sheep. Disponible en: <https://www.nap.edu/catalog/11654/nutrient-requirements-of-small-ruminants-sheep-goats-cervids-and-new> (Revisado el 29 septiembre del 2020).
- Núñez-Torres O. 2017. Los costos de la alimentación en la producción pecuaria. *Journal of the Selva Andina Animal Science* 4 (2): 93-94. Disponible en: http://www.scielo.org.bo/pdf/jsaas/v4n2/v4n2_a01.pdf (Revisado 28 de septiembre del 2020).

- ODEPA (Oficina De Estudio y Políticas Agrarias). 2014. Estadísticas de consumo, leguminosas, lácteos, carnes y huevos, frutas, tubérculos, aceite de oliva, azúcar, vino, pan, arroz. Disponible en: <https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2014/09/evolucionConsumoAlimentos.pdf> (Revisado el 02 de octubre del 2020).
- ONU (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2014. Producción animal, consumo de carne. [En línea]. Disponible en: <http://www.fao.org/ag/againfo/themes/es/meat/background.html> (Revisado el 04 octubre del 2020).
- Rivas-Jacobo M., R. Herrera-Medina., R Santos-Díaz., A. Herrera-Corredor., F. Escalera-Valente., S. Martínez-González. 2017. Wet bagasse from brewery as a substitute of cereals in the supplementation of sheep. *Abanico veterinario* 7(3):21-29. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-61322017000300021#B10 (Revisado el 20 de septiembre del 2020).
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2016. Determinación de factores de emisión de bióxido de carbono (CO₂), partículas en suspensión de 2.5 y 10 micras (pm 2.5 y pm 10) y contaminantes de vida corta, metano (CH₄) y carbono negro por prácticas de quema agrícola. Disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/290687/Factores_de_Emision_de_Quema_Agricola_CGMCC_2016.pdf (Revisado el 15 de septiembre del 2020).
- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2019. Inventario ovino. Disponible en: <https://www.gob.mx/siap> (Revisado el 01 de octubre del 2020).
- Vargas C. Y y L. Pérez P. 2018. Aprovechamiento de residuos agroindustriales para el mejoramiento de la calidad del ambiente. *Revista Facultad de Ciencias Básicas* 14:59-72. Disponible en: [file:///C:/Users/Lucy/Downloads/3108-Texto%20del%20art%C3%ADculo-13312-2-10-20190408%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Lucy/Downloads/3108-Texto%20del%20art%C3%ADculo-13312-2-10-20190408%20(1).pdf) (Revisado el 05 de octubre del 2020).

- Vázquez-Martínez I., J. Jaramillo-Villanueva., A. Bustamante-González., S. Vargas-López., F. Calderón-Sánchez., G. Torres-Hernández y W. Pittroff. 2018. Estructura y tipología de las unidades de producción ovinas en el centro de México. *Revista de Agricultura Sociedad y Desarrollo* 15(1): 85-97. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-54722018000100085 (Revisado el 14 de octubre del 2020).
- Velázquez V. G y S. Jurado J. 2016, Innovación tecnológica: un análisis del crecimiento económico en México (2002-2012: proyección a 2018). *Análisis Económico* 30(78):145-170. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/413/41347447008.pdf>
- Villanueva-Partida C., V. Díaz-Echeverría., A. Chay-Canul., L. Ramírez-Avilés., F. Casanova-Lugo y I. Oros-Ortega. 2019. Comportamiento productivo e ingestivo de ovinos en crecimiento en sistemas silvopastoriles y de engorda en confinamiento. *Revista mexicana de ciencias pecuarias* 10(4): 870-884. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2007-11242019000400870&lng=es&nrm=iso (Revisado el 03 octubre del 2020).
- Westendorf, M.L. and Wohlt, J.E. 2002. Brewing by-products: their use as animal feeds. *Vet Clin North Am Food Anim Pract.* 18: 233-241. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0749072002000166?via%3Dihub> (Revisado 11 de octubre del 2020).
- Yepes S. M., Montoya N. L., Orozco S. F. 2008. Valorización de residuos agroindustriales (frutas)-Medellín y el sur del valle del Aburrá, Colombia. *Revista Facultad Nacional de Agronomía - Medellín*, 61(1),4422-4431. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/1799/179914077018.pdf> (Revisado 29 de octubre del 2020).



BUAP

Oficio No. FCAyP/196/2021

Asunto: Impresión de Tesis.

C. Lucina Romero Venancio

Egresada de la Facultad de Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

P R E S E N T E

Con base en el dictamen emitido por el Dr. Marcos Pérez Sato (**Director de Tesis**), Dr. Numa Pompilio Castro González (**Asesor**) y Dr. Eutiquio Soní Guillermo (**Asesor**), en su calidad de Consejo Particular, se autoriza la impresión de la tesis titulada:

“Comportamiento productivo de ovinos en engorda con la inclusión de raicilla de cebada (*Hordeum vulgare*) en la dieta”

Correspondiente a la Licenciatura en Ingeniería Agronómica y Zootecnia.

Sin otro particular por el momento me despido de Usted.

Atentamente

“Pensar bien, para vivir mejor”

San Juan Acateno, Teziutlán, Pue., 14 de mayo de 2021.

Dr. Armando Ibáñez Martínez

Director de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias



c.c.p.- Archivo y Minutario
DR. AIM/gra.