



UNIVERSIDAD DEL PAPALOAPAN

Campus Loma Bonita

LICENCIATURA EN ZOOTECNIA

**ENGORDA DE OVINOS CON RACIONES A BASE DE
INGREDIENTES TRADICIONALES EN LA CUENCA BAJA DEL
PAPALOAPAN**

TESIS PROFESIONAL

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADO EN ZOOTECNIA**

PRESENTA:

ADOLFO INOCENCIO JARQUÍN JAIME

DIRECTOR DE TESIS

DR. MIGUEL ANGEL SÁNCHEZ HERNÁNDEZ

LOMA BONITA, OAXACA, MÉXICO. 2021



UNIVERSIDAD DEL PAPALOAPAN

Campus Loma Bonita

LA PRESENTE TESIS TITULADA “ENGORDA DE OVINOS CON RACIONES A BASE DE INGREDIENTES TRADICIONALES EN LA CUENCA BAJA DEL PAPALOAPAN”, PRESENTADA POR EL PASANTE ADOLFO INOCENCIO JARQUÍN JAIME, BAJO LA DIRECCIÓN DEL DR. MIGUEL ANGEL SÁNCHEZ HERNÁNDEZ, HA SIDO REVISADA Y ACEPTADA POR EL JURADO EXAMINADOR PARA SER DEFENDIDA EN EL EXAMEN PROFESIONAL Y OBTENER EL TÍTULO DE LICENCIADO EN ZOOTECNIA.

JURADO EXAMINADOR

DR. MIGUEL ANGEL SÁNCHEZ HERNÁNDEZ

DIRECTOR

DRA. GLADIS MORALES TERÁN

ASESOR

D.R. WILBER HERNÁNDEZ MONTIEL

ASESOR

Loma Bonita, Oaxaca, México. 2021

AGRADECIMIENTOS

A **PRODEP-SEP**, por financiar el proyecto “**Producción de ovinos con dietas a base de alimentos vegetales no convencionales**”, aprobado al Cuerpo Académico “Sistemas Agropecuarios Tropicales (UNPA-CA34) de la Universidad del Papaloapan, como parte de la Convocatoria *Fortalecimiento de Cuerpos Académicos 2016* que permitió realizar la presente tesis “Engorda de ovinos con raciones a base de ingredientes tradicionales en la Cuenca baja del Papaloapan”.

DEDICATORIA

A TODA LA FAMILIA JARQUIN JAIME.

A MI MAMÁ MARIA EUGENIA JAIME SACRAMENTO QUE ES LO MÁXIMO DEL MUNDO MUNDIAL.

A MI PADRE FILIBERTO JARQUIN SANTOS.

Y POR ÚLTIMO AL CREADOR DE ESTE DOCUMENTO "YO", ASI COMO A LOS QUE ME ASESORARON PARA PODER DARLE FIN AL PROCESO DE TITULACIÓN.

ÍNDICE

	Página
AGRADECIMIENTOS.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
ÍNDICE DE CUADROS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
ÍNDICE DE CUADROS DEL APÉNDICE.....	xi
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT.....	xiv
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. OBJETIVOS.....	3
2.1. Objetivo general.....	3
2.2. Objetivos específicos.....	3
3. HIPÓTESIS.....	4
4. REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
4.1. Población mundial de ovinos.....	5
4.2. Población ovina en el Continente Americano.....	6
4.3. Situación actual de la ovinocultura en México.....	7
4.4. Producción ovina en el trópico mexicano.....	8
4.5. Situación actual de la producción ovina en Oaxaca, México.....	9
4.6. Producción ovina en el municipio de Loma Bonita, Oaxaca.....	9
4.7. Sistemas de producción.....	9
4.7.1. Sistema extensivo.....	10
4.7.2. Sistema semi-intensivo.....	10
4.7.3. Sistema intensivo.....	11
4.8. Alimentación.....	11
4.9. Requerimientos nutricionales para ovinos.....	12
4.9.1. Carbohidratos.....	13

4.9.2.	Proteínas.....	14
4.9.3.	Agua.....	14
4.9.4.	Vitaminas.....	16
4.9.5.	Minerales.....	16
4.10.	Digestión en rumiantes.....	17
4.10.1.	Alimentación de ovinos en la región del Papaloapan.....	18
4.10.2.	Pastoreo.....	18
4.10.3.	Pasto estrella de África.....	19
4.10.4.	Tulipán (<i>Hibiscus rosa sinensis</i>).....	20
4.10.5.	Grano de maíz quebrado.....	21
4.10.6.	Ensilado de maíz.....	22
4.10.7.	Rastrojo de maíz.....	23
4.11.	Peso al sacrificio en ovinos.....	23
4.12.	Zoometría en la ovinocultura.....	24
5.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	25
5.1.	Localización del experimento.....	25
5.2.	Características de las instalaciones utilizadas.....	25
5.2.1.	Corrales.....	25
5.2.2.	Comederos.....	25
5.2.3.	Bebederos.....	26
5.3.	Selección de animales, manejo y alimentación.....	26
5.4.	Ingredientes utilizados en las diferentes raciones.....	26
5.4.1.	Rastrojo de maíz.....	26
5.4.2.	Tulipán (<i>Hibiscus rosa sinensis</i>).....	27
5.4.3.	Ensilado de maíz.....	27
5.4.4.	Maíz quebrado.....	28
5.4.5.	Alimento concentrado.....	28
5.4.6.	Pasto estrella de África (<i>Cynodon nlemfuensis</i>).....	29

5.5. Tratamientos.....	29
5.6. Duración del experimento.....	31
5.7. Desarrollo del experimento y alimentación de recepción	31
5.8. Periodo de adaptación de corderos.....	31
5.9. Elaboración de dietas experimentales.....	32
5.10. Balanceo de raciones.....	33
5.11. Variables a evaluar.....	35
5.11.1. Ganancia diaria de peso (GDP).....	35
5.11.2. Ganancia total de peso (GTP).....	35
5.11.3. Conversión alimenticia (CA).....	36
5.11.4. Eficiencia alimenticia (EA).....	36
5.11.5. Consumo de agua.....	36
5.12. Determinación de medidas zoométricas.....	36
5.13. Relación beneficio-costo (B/C).....	39
5.14. Análisis de la información y modelo estadístico.....	39
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	40
6.1. Ganancia de peso, conversión (CA) y eficiencia alimenticia (EA).....	40
6.2. Consumo de agua.....	44
6.3. Correlaciones fenotípicas en ovinos.....	45
6.4. Relación beneficio-costo de las dietas en estudio.....	48
7. CONCLUSIONES.....	50
8. RECOMENDACIONES.....	51
9. LITERATURA CITADA.....	52
10. APÉNDICE.....	66

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Requerimientos nutricionales para corderos en crecimiento.	13
2	Consumo de agua en corderos y ovejas con diferentes estados fisiológicos según la temperatura ambiental.....	15
3	Requerimiento de macrominerales para ganado ovino.....	17
4	Requerimiento de microminerales para ganado ovino.....	17
5	Frecuencia y horarios en los que se ofreció a ovinos la ración diaria al evaluar tratamientos de alimentación.....	30
6	Alimentación de ovinos durante la fase de adaptación.....	32
7	Ingredientes y contenido nutrimental para dietas en ovinos de engorda.....	33
8	Cantidad de ingredientes y aporte de nutrientes (%) en dietas de ovinos.....	34
9	Peso inicial (kg), peso final (kg), ganancias de peso diario (g) y conversión alimenticia en ovinos bajo diferentes dietas ofrecidas.....	40
10	Correlaciones fenotípicas para 26 caracteres en ovinos.....	46

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Principales países productores de ovinos en pie (FAOSTAT, 2017).....	5
2	Principales países de América con población ovina durante el año 2017 (FAOSTAT, 2017).....	6
3	Población ovina en México durante el año 2017 (SIAP, 2017).....	8
4	Constituyentes esenciales de un alimento (Church <i>et al.</i> , 2002).....	12
5	Fórmula del Cuadrado de Pearson (Adaptado de Church <i>et al.</i> , 2002).....	33

ÍNDICE DE CUADROS DEL APÉNDICE

Cuadro		Página
1A	Relación beneficio–costo, de ovinos alimentados con dieta a base de ensilado de maíz.....	66
2A	Relación beneficio–costo, de ovinos alimentados con dieta a base de grano de maíz quebrado.....	66
3A	Relación beneficio–costo, de ovinos alimentados con dieta a base de tulipán (<i>Hibiscus rosa sinensis</i>).....	67
4A	Relación beneficio–costo, de ovinos alimentados con dieta a base de rastrojo de maíz (<i>Zea mays</i> L.).....	67
5A	Relación beneficio–costo, de ovinos alimentados con dieta (testigo) a base de pastoreo (<i>Cynodon nlemfuensis</i>) más suplemento con concentrado comercial ovina 15 Purina ^{MR} ...	68

RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo caracterizar el desempeño productivo de ovinos alimentados con raciones a base de ingredientes tradicionales de la región de la Cuenca baja del Papaloapan. El experimento se desarrolló en las instalaciones ovinas pertenecientes a la Posta Zootécnica de la Universidad del Papaloapan campus Loma Bonita, Oaxaca. Se recibieron 40 ovinos de pelo con un peso vivo promedio de 18 kg, que provenían de Tecamachalco, Puebla; se sometieron a un periodo de adaptación durante quince días y, posteriormente se alimentaron por 90 días. Los tratamientos de alimentación fueron: T1= rastrojo de maíz, T2= ensilado de maíz, T3= tulipán (*Hibiscus rosa sinensis*), T4= maíz quebrado y T5= testigo (pastoreo + suplemento ovina 15). Cada grupo de ocho corderos se alojó en un corral de 4 x 4 m; se trabajó con cinco grupos que se distribuyeron en un diseño experimental completamente al azar. Los ovinos se pesaron cada semana para cuantificar la ganancia diaria de peso (GDP), conversión alimenticia (CA), eficiencia alimenticia (EA), consumo de agua (CDA); también se determinaron las medidas zoométricas de cada ovino. Los datos obtenidos se analizaron mediante Proc Anova de SAS (Sas Institute, 2010). Se efectuó una prueba de comparación de medias de tratamientos mediante Tukey ($P \leq 0.05$). Derivado de la información se encontraron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos para GDP, CA, EA y consumo de agua (L). Para la GDP los valores observados fueron de 0.180, 0.074, 0.050, 0.061 y 0.106 kg animal⁻¹ día⁻¹, respectivamente para maíz quebrado, ensilado, tulipán, rastrojo de maíz y pastoreo, donde ensilado de maíz y rastrojo no mostraron diferencias

entre tratamientos. Los promedios asociados a CA fueron de: 5.2, 10.1, 15.6, 13.2 y 7.5, respectivamente mostrando diferencia significativa ($P < 0.05$) entre tratamientos. En la variable EA se presentaron valores de 0.175, 0.102, 0.074, 0.085 y 0.040 para maíz quebrado, ensilado de maíz, tulipán, rastrojo de maíz y pastoreo. El consumo de agua ($L \text{ animal}^{-1} \text{ día}^{-1}$) fue distinto entre grupos de ovinos reflejado por una diferencia significativa ($P < 0.05$) para maíz quebrado, tulipán y pastoreo (testigo) con valores promedio de: 1.7, 1.2, y 1.1 litros de agua de bebida. No obstante, los tratamientos ensilado y rastrojo de maíz mostraron valores similares de 1.0 litro de agua consumida $\text{animal}^{-1} \text{ día}^{-1}$.

Palabras clave: Ovinos, dietas, alimentación, consumo de agua.

ABSTRACT

The present study aimed to characterize the productive performance of sheep fed rations based on vegetable ingredients from the region of the lower Papaloapan Basin. The experiment was carried out in the sheep facilities belonging to the Posta Zootécnica at the Papaloapan University, campus Loma Bonita, Oaxaca. Initially, 40 sheep with an average weight of 18 kg were received, which came from Tecamachalco, Puebla, underwent a period of adaptation for fifteen days and then fed for 90 days. The feeding treatments were T1= corn stubble (*Zea mays* L.), T2= corn silage, T3= tulip (*Hibiscus rosa sinensis*), T4= broken corn and T5= grazing + sheep supplement with ovina 15. Each group of eight lambs was housed in a 4 x 4 m pen, in total it was experimented with five groups that were distributed under a completely randomized experimental design. The sheep were weighted every week to obtain the daily weight gain (GDP), feed conversion (CA), feed efficiency (EA), water consumption (CDA), as well as the zoometric measurements of each sheep. The data obtained were analyzed using Proc Anova de SAS (Sas Institute, 2010). A comparison test of treatment means was also carried out using Tukey ($P \leq 0.05$).

Derived from the information, significant statistical differences were found between treatments for GDP, CA, EA and water consumption (L). For GDP, the values observed were 0.180, 0.074, 0.050, 0.061 and 0.106 kg animal⁻¹ day⁻¹, respectively for broken corn, silage, tulip, corn stubble and grazing, where corn silage and stubble did not show differences between treatments. The averages associated with CA were: 5.2, 10.1, 15.6, 13.2 and 7.5, respectively showing

significant difference ($P < 0.05$) between treatments. In the variable EA, values of 0.175, 0.102, 0.074, 0.085 and 0.040 were presented for broken corn, corn silage, tulip, corn stubble and grazing. Water consumption ($L \text{ animal}^{-1} \text{ day}^{-1}$) was different between groups of sheep reflected by a significant difference ($P < 0.05$) for broken corn, tulip and grazing with average values of: 1.7, 1.2, and 1.1 liters of drinking water. However, corn silage and corn stubble treatments showed similar values of 1.0 liter of water consumed $\text{animal}^{-1} \text{ day}^{-1}$.

Key words: Ovine, diets, feeding, water consumption.

1. INTRODUCCIÓN

La ovinocultura es una actividad productiva difundida en la mayor parte de la República Mexicana. A pesar de esto, el inventario ovino nacional no es suficiente para satisfacer la demanda de carne ovina, ya que se necesita importar carne (Hernández *et al.*, 2017), principalmente de Australia, Nueva Zelanda y en una menor proporción de Estados Unidos de América (Bobadilla *et al.*, 2017).

La importancia de la especie ovina como fuente de proteína animal y su adaptación a las condiciones de clima tropical que prevalecen en la región Sureste, hacen que dicha especie sea una buena alternativa a considerar en las estrategias de producción rural (Hernández *et al.*, 2017).

En regiones tropicales y subtropicales de México la producción ovina se basa en el aprovechamiento de forrajes nativos o introducidos como principal fuente de nutrientes, pero las fluctuaciones en disponibilidad de forraje a través del año es uno de los principales problemas a los que se enfrentan los productores, lo cual determina que el comportamiento animal sea limitado y los sistemas de producción animal no respondan a la demanda del mercado (Ruiz *et al.*, 2006).

Incorporar especies arbóreas en la alimentación animal es una alternativa para mejorar la rentabilidad pecuaria, ya que se disminuye el alto costo de las materias primas para elaborar alimentos, subsanándose en una proporción los problemas asociados con la escasez de alimentos en época de sequía (Bolio *et al.*, 2006).

El ovino es una especie animal que puede transformar los contenidos nutritivos de los forrajes y concentrados de baja calidad en carne, leche, lana y otros

subproductos útiles al hombre por poseer un metabolismo especial el cual facilita la degradación de los nutrientes, así como también posee un ciclo de producción corto (Hernández *et al.*, 2017).

Hay que considerar que para tener una producción satisfactoria se tiene que mejorar la situación zootécnica de estos animales, para ello, una herramienta de fácil empleo es la lectura de medidas corporales (zoometría); estas mediciones permiten determinar la conformación corporal del ovino (Pavón *et al.*, 1986), además de poder inferir en el peso vivo (PV) (Vilaboa *et al.*, 2010).

El peso corporal es un parámetro importante porque permite evaluar el estado general del animal, mejorar la eficiencia de alimentación, calcular la cantidad de medicamento a suministrar, estimar el rendimiento de la canal, así como medir la conversión alimenticia (Kunene *et al.*, 2009; Yilmaz *et al.*, 2013).

Se ha comprobado que algunas de las medidas corporales utilizadas en la clasificación para tamaño están correlacionadas con la fertilidad y así mismo con la producción cárnica, como son la altura a la cadera (Vargas *et al.*, 1998), ancho de la cadera (ADC), altura a la cruz (AC) y circunferencia de las cañas (CDC) (Vilaboa *et al.*, 2010).

En la región tropical húmeda de México la alimentación de ovinos se sustenta en el uso de gramíneas forrajeras y leguminosas en condiciones extensivas, lo que explica que no se logren satisfacer los requerimientos nutricionales de los animales, por esta razón se efectuó un estudio para evaluar el comportamiento productivo de ovinos que recibieron raciones a base de ingredientes vegetales tradicionales existentes en la Cuenca baja del Papaloapan.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Cuantificar el efecto de la inclusión de dietas a base de rastrojo de maíz (*Zea mays* L.), ensilado de maíz, tulipán (*Hibiscus rosa sinensis*), grano de maíz y pastoreo tradicional en el desempeño productivo de ovinos de pelo en un sistema semitecnificado en Loma Bonita, Oaxaca, México.

2.2. Objetivos específicos

- a) Determinar el comportamiento con alimentos vegetales tradicionales sobre la ganancia diaria de peso (GDP), conversión alimenticia (CA) y eficiencia alimenticia (EA) en ovinos de pelo en la región de la Cuenca baja del Papaloapan.
- b) Utilizar la zoometría como herramienta en campo para verificar el crecimiento de ovinos al incluir diferentes raciones alimenticias en ovinos en un sistema semitecnificado.

3. HIPÓTESIS

Al ofrecer a ovinos, dietas balanceadas a base de rastrojo de maíz, ensilado de maíz, tulipán y grano de maíz, estas pueden cubrir adecuadamente sus requerimientos nutricionales, generando ganancias de peso por animal superiores en relación con ovinos alimentados en pastoreo y que recibieron un complemento con alimento comercial.

Las medidas zoométricas en ovinos permiten determinar de forma práctica el peso vivo de los animales, pudiendo éstas, ser superiores en ovinos que recibieron una alimentación con dietas balanceadas a base de tulipán, rastrojo, ensilado y grano de maíz con relación a lo obtenido en los animales en pastoreo.

4. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1. Población mundial de ovinos

La población mundial de ovinos para el año 2017 se estimó en 1,200 millones aproximadamente, siendo el continente asiático el que mayor número de ovinos en pie aporta al inventario con un 42 %, seguido de África con un 29.4 %, el resto se encuentra en Europa, Oceanía y América con un 11.6 %, 9.3 % y 7.7 %, respectivamente (FAOSTAT, 2017).

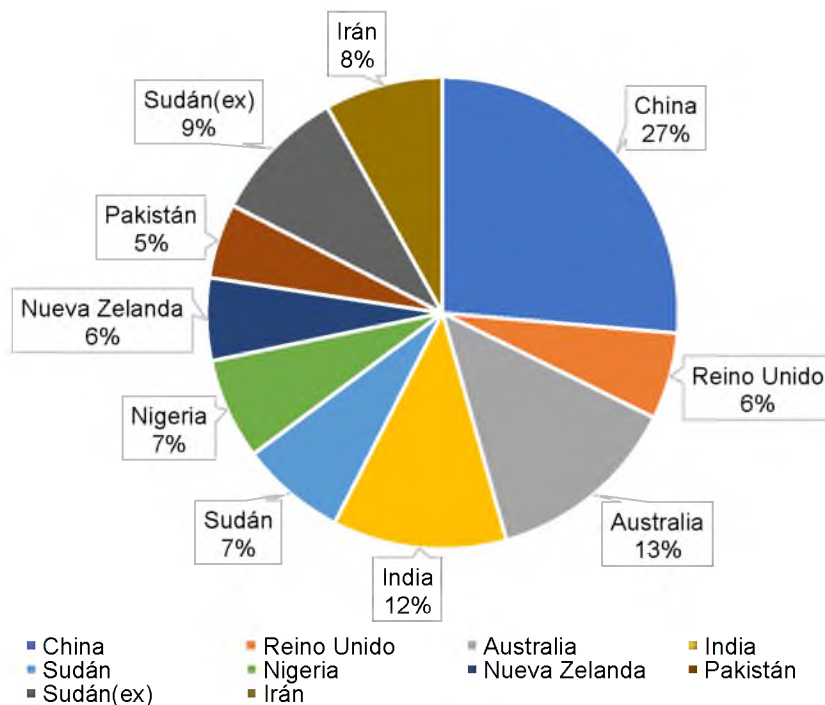


Figura 1. Principales países productores de ovinos en pie (FAOSTAT, 2017).

Los tres principales países productores de ovinos son: China Continental con 161,350,800 cabezas, Australia con 72,125,334 cabezas e India con 63,068,632

cabezas de ovinos en pie, el resto lo componen Sudán (ex), Irán, Sudán, Nigeria, Reino Unido, Nueva Zelanda y Pakistán, como se muestra en la (Figura 1)

(FAOSTAT, 2017).

4.2. Población ovina en el Continente Americano

La población de ovinos para el caso de América, tiene una población total de 81,307,875 cabezas de ovinos, donde los principales países con el mayor inventario en número de cabezas ovinas le corresponden a Brasil con 17,976,367 cabezas, seguido de Argentina y Perú con 14,842,957 y 11,338,424, respectivamente, México está ubicado en el cuarto lugar con una población de 8,902,451 cabezas de ovinos como se muestra en la Figura 2 (FAOSTAT, 2017).

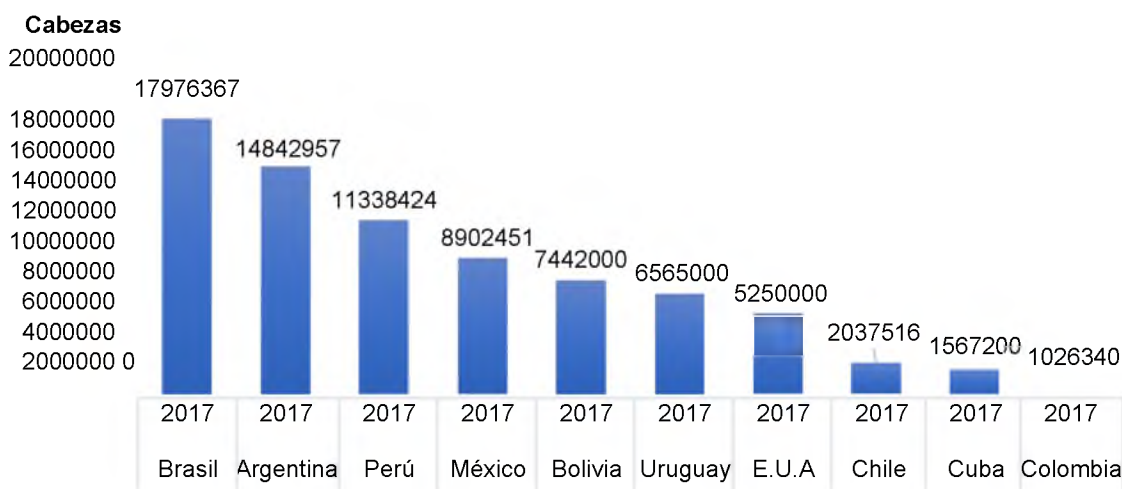


Figura 2. Principales países de América con población ovina durante el año 2017 (FAOSTAT, 2017).

4.3. Situación actual de la ovinocultura en México

La ovinocultura es una actividad pecuaria difundida en la mayor parte de la República Mexicana. Los principales estados productores de borrego cárnico en el país son: el Estado de México, Hidalgo, Veracruz y Oaxaca que poseen el 43.7 % del inventario nacional (Hernández *et al.*, 2017). No obstante, la producción no satisface la demanda, ya que se necesita importar carne de otros países.

El consumo *per cápita* de carne de ovino fue de 0.54 a 0.76 kg en el período de 1995-2005 (Orona *et al.*, 2014). Posteriormente el consumo *per cápita* de carne ovina en México alcanzó 1.0 kg por persona por año (Camacho *et al.*, 2018), generando un aumento de la importación de carne ovina en canal de 41 a 46 % en el mismo período, lo cual hace que México sea un país cada vez más dependiente del exterior para satisfacer esta creciente demanda (Orona *et al.*, 2014).

La alta demanda existente en el centro del país y los atractivos precios del mercado han incrementado el desarrollo de la ovinocultura en el trópico mexicano. A pesar de la productividad de los ovinos en sistemas extensivos a base de pastoreo se ve limitada por dos factores: la calidad de los pastos y la alta incidencia de parásitos gastrointestinales, ambos factores se ven reflejados en el deficiente crecimiento de los corderos y, por tanto, el tiempo al que salen los animales al mercado se prolonga (González *et al.*, 2013).

La población ovina existente en México para el año 2017 fue de 8,902,451 cabezas de ovinos (FAOSTAT, 2017). Donde los principales estados que destacan son, México, Hidalgo, Veracruz, Oaxaca y Puebla con un inventario

ovino en número de cabezas de: 1,450,098; 1,215,342; 695,507; 521,869; 505,401, respectivamente como se muestra en la Figura 3.

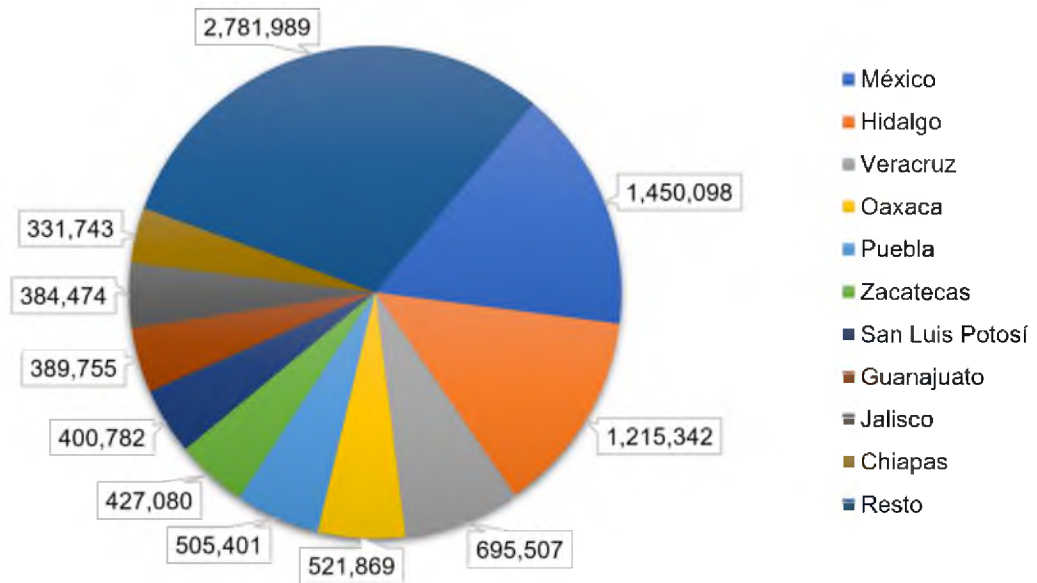


Figura 3. Población ovina en México durante el año 2017 (SIAP, 2017).

4.4. Producción ovina en el trópico mexicano

Una quinta parte de los ovinos están ubicados en zonas tropicales y subtropicales (Cambellas, 1993). Por esta razón los ganaderos de estas zonas han visto a la ovinocultura como una opción económica, debido a la baja rentabilidad y el uso de una mayor extensión de terreno para su producción en el trópico (Ramírez *et al.*, 2011). Debiendo considerar que las condiciones imperantes en clima tropical y la disponibilidad estacional de los recursos forrajeros condiciona el desarrollo del estado nutritivo de los animales a lo largo del año y, por ende, se refleja en su productividad (Fonseca *et al.*, 2011).

4.5. Situación actual de la producción ovina en Oaxaca, México

En Oaxaca, la actividad agropecuaria recae en un 34.5 % de la población quienes la tienen como su principal actividad económica. En 370 de 570 municipios que tiene el estado existen 5003 unidades de producción pecuaria que tienen ovinos, siendo las regiones Mixteca, Istmo y Valles Centrales las que concentran el 74.8 % de las unidades de producción.

El inventario de ovinos en Oaxaca incrementó durante 2006-2017 al pasar de 519,197 a 521,869 cabezas (SIAP, 2017). La región Papaloapan aporta un 4.3 % de las unidades de producción existentes en el estado (Hernández *et al.*, 2017).

4.6. Producción ovina en el municipio de Loma Bonita, Oaxaca

La producción de ganado ovino en pie en Loma Bonita, Oaxaca para el año 2016 fue de 108 toneladas, dichos animales se sacrificaron con un peso promedio de 30 kg. La producción de carne en canal fue de 53 toneladas con un peso promedio de 18 kg, el total de animales sacrificados fue de 2905 cabezas (SIAP, 2016).

4.7. Sistemas de producción

Los sistemas de producción ovina (SPO) se basan en la tipificación del nivel de intensificación productiva (García *et al.*, 2010; Pérez *et al.*, 2011) como son los sistemas extensivos, semi-intensivos estos también llamados diversificados ya que incluyen: pastoreo en asociación de gramíneas y leguminosas, pastoreo en asociación con árboles frutales o maderables, intensivos y mixtos (asociados con bovinos o caprinos). En estudios previos (Nuncio *et al.*, 2001; Valerio *et al.*, 2010)

los clasifican como sistemas de producción tradicional, extensivo y semi-intensivo ó semi-tecnificado. En Oaxaca, la actividad ovina se desarrolla principalmente bajo un sistema de producción de subsistencia (Hernández *et al.*, 2017).

4.7.1. Sistema extensivo. En este sistema, la alimentación es a base de pastoreo utilizando gramíneas forrajeras como pasto estrella de África (*Cynodon nlemfuensis*) (Ramírez *et al.*, 2011) y leguminosas en agostadero (Hernández *et al.*, 2017), aunque también tienden a emplear un pastoreo trashumante por la limitada disponibilidad de superficie (Pérez *et al.*, 2011). La carga animal y la ganancia de peso fluctúan entre 70 y 100 g animal⁻¹ día⁻¹, aproximadamente, dependiendo de la calidad del pasto (Ramírez *et al.*, 2011).

En época de sequía a los ovinos se les proporciona rastrojos y pajas cosechadas en la época de lluvias; ofrecen sal común y sal mineral esporádicamente. En lo referente a la sanidad, solo aplican desparasitantes (internos y externos) de forma irregular. Cuentan con un corral de encierro, los animales representan un ahorro para el productor, con ventas esporádicas (Hernández *et al.*, 2017).

4.7.2. Sistema semi-intensivo. Los ovinos se alimentan en parcelas con pastos mejorados, utilizando un sistema de rotación de potreros (Hernández *et al.*, 2017). Los animales pastorean en promedio 7 horas diarias entre la mañana y tarde, la existencia de corrales es una característica de este sistema, así como la complementación con productos o subproductos agrícolas existentes en cada región (Pérez *et al.*, 2011). Los productores realizan labores para conservación de forraje (ensilados) que se proporcionan como suplemento al momento en que

los ovinos se encierran para descansar, también ofrecen sal mineral y sal común. Cuentan con equipo mínimo como picadoras de forraje (Hernández *et al.*, 2017). Algunos productores con más ingresos ofrecen alimentos balanceados.

4.7.3. Sistema intensivo. Comprende las unidades de producción ovina con actividad intensiva, bajo dos manejos. En el primero, los animales están estabulados y la alimentación se proporciona en comederos, se dan ensilados, henos, alimentos balanceados y premezclas; la alimentación se realiza de acuerdo con la etapa fisiológica del ovino. En el segundo grupo están las unidades que manejan animales en pastoreo intensivo de forrajes mejorados y cerco eléctrico, siendo común la suplementación con concentrados. En ambos grupos hay un calendario de sanidad animal y un sistema de registros (Hernández *et al.*, 2017).

4.8. Alimentación

Es el costo más importante en las explotaciones ganaderas, comprendiendo un 70 % aproximadamente, haciéndolo un punto de especial interés con vistas a mejorar su margen económico (Caja, 2001). Su objetivo es proveer alimentos combinados que satisfagan los nutrientes que requiere el animal para su salud y producción de acuerdo con su edad, estado productivo y lugar donde se cría (Muños, 2004 citado por Gutiérrez, 2013). Para formular alimentos menos costosos y eficientes los productores deben cumplir los requerimientos nutricionales de cada animal en su etapa particular de vida (Giménez, 2010).

4.9. Requerimientos nutricionales para ovinos

La estimación de las necesidades nutritivas diarias del ganado ovino se realiza respecto a diferentes nutrientes (Figura 4) entre los que destacan las proteínas, carbohidratos, vitaminas, minerales y agua, formados por compuestos orgánicos (materia orgánica) e inorgánicos (materia mineral) (Caja, 2001).

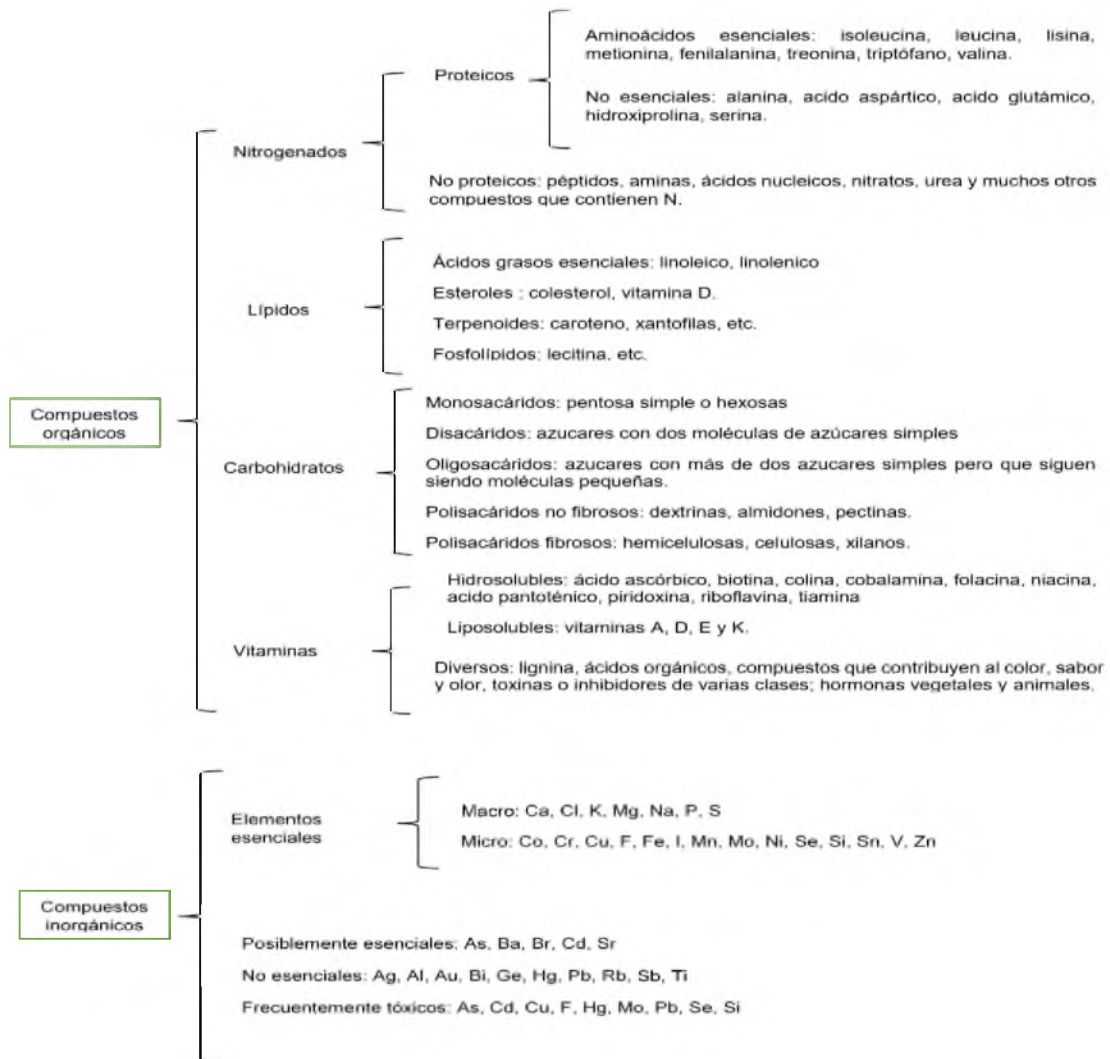


Figura 4. Constituyentes esenciales de un alimento (Church *et al.*, 2002).

En el Cuadro 1, se observan los requerimientos nutricionales para corderos en crecimiento de acuerdo a Jolly y Wallace (2007).

Cuadro 1. Requerimientos nutricionales para corderos en crecimiento.

Fuente	PV (kg)	Ganancia de Peso (g/d)	Consumo MS (kg)	Consumo MS % PV	EM Mcal/kg MS	PC %/kg MS	PM g/d
NRC (1985)	20	300	1.2	6.0	2.74	17	-
AFRC (1995)	20	100	0.6	3.0	2.43	-	64
AFRC (1995)	20	150	0.8	4.0	2.34	-	80
AFRC (1995)	20	200	1.0	5.0	2.39	-	95
NRC (1985)	30	325	1.4	4.7	2.86	15	-
SCARM (1990)	30 E	200	1.1	3.7	2.62	10	-
SCARM (1990)	30 P	200	1.3	4.3	2.62	9	-
AFRC (1995)	30	100	0.8	2.7	2.46	-	71
AFRC (1995)	30	150	1.0	3.3	2.46	-	85
AFRC (1995)	30	200	1.3	4.3	2.39	-	100
AFRC (1995)	40	100	1.0	2.5	2.41	-	77
AFRC (1995)	40	150	1.3	3.3	2.34	-	91
AFRC (1995)	40	200	1.6	4.0	2.36	-	105
NRC (1985)	50	425	1.7	3.4	2.77	14	-
AFRC (1995)	50	100	1.2	2.4	2.39	-	83
AFRC (1995)	50	150	1.5	3.0	2.41	-	97
AFRC (1995)	50	200	1.9	3.8	2.36	-	110
NRC (1985)	60	350	1.7	2.8	2.77	14	-

Fuente: (Jolly y Wallace, 2007). E= Estabulado, P= Pastoreo.

4.9.1. Carbohidratos. La energía es obtenida de los carbohidratos presentes en los músculos en forma de glucógeno y en las plantas en forma de almidón, pero estos se presentan en forma de monosacáridos, disacáridos, almidones, celulosa y lignina, la cantidad de los requerimientos energéticos de

los ovinos dependen principalmente del tipo animal (cordero, borrega, semental) y del estado fisiológico en que se encuentre (Castellaro *et al.*, 2015).

De acuerdo con el NRC (2007), para corderos en una etapa temprana de madurez de 8 meses con un peso entre 20 a 40 kg, que presenten ganancias superiores a los 200 g día⁻¹ y un consumo de 1.14 a 1.66 kg día⁻¹ es necesario proporcionarles una dieta cuya concentración energética sea de 2.87 Mcal EM/kg de materia seca (MS), siendo energía metabolizable (EM), tomando en cuenta un requerimiento energético por día de 3.2 a 4.7 Mcal EM.

4.9.2. Proteínas. Las proteínas son compuestos orgánicos complejos de alto peso molecular, al igual que carbohidratos y grasas, contienen carbono, hidrógeno, oxígeno, además de nitrógeno y generalmente azufre (Mc Donald *et al.*, 1999).

Según el NRC (2007), una dieta para engorda deberá tener 15 a 17 % de proteína cruda (PC) y un 70 % en total de nutrientes digestibles (TND), para satisfacer y cubrir los requerimientos diarios en los ovinos. Sin embargo, Jolly y Wallace (2007) mencionaron que para aquellas situaciones en las que se desconoce la edad de los corderos, un mínimo de 150 a 160 g/kg MS puede optimizar su crecimiento.

4.9.3. Agua. Es un componente esencial de los organismos y representa de 60 a 70 % del peso corporal (INATEC, 2016), se obtiene a través del agua de bebida, la contenida en forrajes y el agua metabólica formada por la oxidación de nutrientes; se pierde, a través de heces, orina, al respirar y en forma de sudor.

Participa en el metabolismo intermedio, es decir, en reacciones bioquímicas que ocurren en el animal, también es fundamental en el transporte y eliminación de residuos (Squires, 1993) regulando la temperatura corporal del animal (INATEC, 2016). El consumo de agua se puede ver reflejado ya sea por el estado fisiológico del animal, la calidad de los alimentos o bien por la variación de temperaturas en las diferentes estaciones del año ya que en verano el consumo de agua puede llegar a ser un 40 % mayor que en invierno, como puede verse en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Consumo de agua en corderos y ovejas con diferentes estados fisiológicos según la temperatura ambiental.

Categoría	Temperatura (°C)				
	15	20	25	30	
Corderos	2.0*	2.6	3.0	4.0	
Ovejas no preñadas o gestación inicial	2.0-2.5	2.6-3.3	3.0-3.8	4.0-5.0	
gestación tardía	Únicos Ovejas	3.0-3.5	3.9-4.6	4.5-5.3	6.0-7.0
	Mellizos	3.5-4.5	4.6-5.9	5.3-6.8	7.0-9.0
Ovejas lactancia	Primer mes	4.0-5.5	5.2-5.9	6.0-6.8	8.0-9.0
	Del mes 2-5	3.0-4.0	3.9-5.2	4.5-6.0	6.0-8.0

Fuente: (INIA, 2017).

*Litros /día /animal. El consumo de agua incluye agua de todas las fuentes (agua de bebida, alimento, rocío, entre otros).

4.9.4. Vitaminas. Están compuestas por sustancias orgánicas que tienen las siguientes características: componentes de los alimentos, no son lípidos, glúcidos ni proteínas; están en cantidades pequeñas dentro de los alimentos, el animal es incapaz de sintetizarlas por lo cual su presencia es indispensable dentro de la dieta del animal. Las vitaminas se necesitan en cantidades muy pequeñas para el metabolismo normal del cuerpo; cada una tiene sus propias funciones específicas y la falta o ausencia en la dieta de una especie produce síntomas específicos de deficiencia e incluso podría llegar a ocasionar la muerte del animal (Church *et al.*, 2002).

Estos micronutrientes se clasifican en: vitaminas hidrosolubles (complejo B y vitamina C) y liposolubles donde se encuentran las vitaminas (A, D, E, K). En rumiantes las vitaminas hidrosolubles se adquieren de la síntesis gastrointestinal de origen microbiano, por lo que pueden satisfacer los requerimientos del animal (Shimada, 2009).

Los animales que pastan obtienen suficientes precursores de vitaminas para satisfacer las necesidades, pudiendo ser necesario dar un complemento a los animales alimentados en confinamiento (Church *et al.*, 2002).

4.9.5. Minerales. Elementos inorgánicos indispensables para las diversas actividades del ser vivo. Galaviz *et al.* (2011) sugirieron que para lograr las ganancias de peso esperadas en los corderos engordados debe incluirse en la dieta una mezcla de minerales tanto macro como micro-minerales (Cuadros 3 y 4), de acuerdo con las recomendaciones de las tablas de necesidades nutricionales del ovino (NRC, 2007).

Cuadro 3. Requerimiento de macrominerales para ganado ovino.

Macrominerales	Requerimientos (%)	Máximo tolerable (%)
Calcio	0.20	0.82
Fósforo	0.16	0.38
Magnesio	0.12	0.18

Fuente: (Shimada, 2009).

Cuadro 4. Requerimiento de microminerales para ganado ovino.

Microminerales	Requerimientos (%)	Máximo tolerable (%)
Azufre	0.14	0.26
Cobalto	0.10	0.20
Cobre	7.00	11.00
Fierro	30.00	50.00

Fuente: (Shimada, 2009).

4.10. Digestión en rumiantes

Los rumiantes se han adaptado a varios sistemas alimenticios debido a que en el rumen se encuentran diversas especies microbianas como bacterias, protozoarios y hongos (Orpin y Joblin, 1997; Williams y Coleman, 1997), estos organismos tienen la capacidad de transformar alimentos de baja calidad como las pajas de cereales o inclusive la urea, en productos con alto contenido de proteína (Church *et al.*, 2002).

4.10.1. Alimentación de ovinos en la región del Papaloapan. En la Cuenca del Papaloapan la alimentación de ovinos se basa principalmente en el consumo de pastos nativos de los géneros: *Paspalum spp.*, *Axonopus*, *Urochloa* (antes *Brachiaria spp.*), *Panicum spp.*, *Pennisetum*, *Cynodon* y algunas leguminosas de los géneros *Trifolium*, *Centrosema*, *Clitoria*, *Arachis*, y también se utilizan subproductos de cosechas como: cardón y corona de piña, punta de caña, rastrojos de maíz y de sorgo. En menor medida ensilajes de maíz (*Zea mays* L.) y sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench), (García, 2004; Sánchez *et al.*, 2016).

Una opción para reducir el costo de la alimentación de los ovinos es incorporando en la ración, frutos, follaje de árboles y arbustos disponibles en cada región productiva (Ramírez *et al.*, 2011).

4.10.2. Pastoreo. La cría de ovinos que predomina en las regiones de México es realizada de forma tradicional donde la principal fuente de alimento es el pastoreo por ser la forma más barata para la producción de rumiantes (Echevarría *et al.*, 2006). Esta forma de alimentación para ovinos puede no ser suficiente ya que no cubre las necesidades nutrimentales de los ovinos (Reyes *et al.*, 2011).

En términos generales, una pastura se considera de buena calidad cuando su digestibilidad es superior a 55 %, tiene un porcentaje de proteína bruta de más del 8 %, presenta bajos niveles de lignina y sus carbohidratos son mayores de 100 g kg⁻¹ de materia seca (Rossi, 2006).

La alimentación de corderos a base de pastoreo se realiza controlando la rotación de praderas esto dependerá de las condiciones de cada potrero donde se deberá establecer la carga animal adecuada. Las praderas que están en condiciones muy pobres presentan una carga animal de 0.25 unidades ovinas por hectárea y las de condiciones excelentes presentan una carga óptima de 4 unidades de ovinos por hectárea, dado que una unidad ovina equivale a 0.15 en borregos (Florez y Malpartida, 1987).

La productividad ovina a base de pastoreo está limitada por la calidad y valor nutricional de los pastos (Oficialdegui, 2002) y la alta incidencia de parásitos gastrointestinales (Torres-Acosta y Hoste, 2008). Estos dos factores ocasionan un bajo desarrollo de corderos, incrementando los días en engorda y el tiempo para que los animales salgan al mercado se prolonga (Macedo y Arredondo, 2008).

Otro factor que limita tanto la ganancia de peso y la tasa de pariciones en ovinos en pastoreo es la disponibilidad de forraje en las praderas y las distancias que recorren para obtener el forraje durante el pastoreo (Galaviz, 2009).

Los nutrientes que tienen los pastos aportan apenas las cantidades necesarias que requieren los animales durante un ciclo vital anual de reproducción y producción en regiones tropicales y subtropicales (Church *et al.*, 2002).

4.10.3. Pasto estrella de África. El pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*) es originario del este de África y se encuentra propagado en las áreas tropicales

y subtropicales de América Latina. Esta gramínea también es conocida como estrella africana, estrella de África y grama estrella, pertenece a la familia Gramineae, subfamilia Festucoideae, tribu Chlorideae, género *Cynodon* y especie *nlemfuensis* (Meléndez y De Dios, 2011). Es un pasto que se adapta muy bien a las condiciones del trópico húmedo de México (Carrizales, 1996).

El pasto estrella presenta una composición nutrimental para el contenido de MS promedio de 23.57 %, el contenido de PC varía de 8.7 a 20.27 % dependiendo de la temporada (sequías o lluvias) y el manejo que se le dé a las praderas (fertilizaciones). Presenta valores de extracto etéreo (EE) 2.67 % y contenidos de cenizas (CEN) promedio de 10.97 % (Villalobos y Arce, 2014).

Martínez *et al.* (2016), reportaron valores para PC= 10.34 %, EE= 0.808 %, MS= 33.15 %, CEN= 12.44 %, así como fibra cruda (FC) de 29.96 % y fibra detergente neutra (FDN) de 67.17 %.

4.10.4. Tulipán (*Hibiscus rosa sinensis*). En las regiones tropicales y subtropicales de México existe una variedad de especies de árboles y arbustos que tienen un gran potencial para ser incorporados en los sistemas de producción de rumiantes como el caso de los ovinos (Topps, 1992), por ello una opción poco estudiada es el tulipán, arbustiva de crecimiento rápido, utilizada principalmente como planta de ornato.

El follaje de *H. rosa sinensis* contiene 24.8 % de MS, 21 % de PC y su digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) oscila en 70 % y presenta una concentración de paredes celulares de entre 30 y 35 % (Benavides, 2000; Sosa *et al.*, 2004). Por lo cual se puede usar como alternativa en la alimentación ovina,

su uso puede ser como banco de proteína mediante la técnica de corte fresco y acarreo o en pastoreo directo (Ruiz *et al.*, 2006).

Hay que tener en cuenta que varios registros en forma aislada han indicado bajo aporte de energía disponible en las arbustivas tropicales, entonces adicionar una fuente energética al suplementar con estos forrajes, mejora el comportamiento animal (Pérez *et al.*, 1995; Benavides, 1998).

Mata *et al.* (2006) recomendaron usar harina de tulipán (*Hibiscus rosa sinensis*) para suplementar corderos en pastoreo en trópico en Cárdenas, Tabasco, ya que obtuvieron ganancias de peso diarias promedio (GDP) de 77.1 ± 5.9 g día⁻¹ también reportaron una digestibilidad aparente (DGA) de 51 %. Sus valores incluyen pasto estrella más suplemento de harina de tulipán. Siendo los valores nutrimentales del tulipán: PC= 19.18 %, MS= 86.5 %, FDN= 28 % y fibra detergente ácida (FDA) de 18.43 %.

Rubio *et al.* (2004) mencionaron valores de composición química y digestibilidad *in vitro* de tulipán donde se presentan % de PC= 14.24 %, DIVMS= 79 %, FDN= 40 % y FDA= 19.73 %, así como 0.21 g kg⁻¹ de fenoles y cero taninos.

4.10.5. Grano de maíz quebrado. El grano de maíz amarillo (*Zea mays* L.) presenta una composición nutrimental de MS= 89 %, TND= 87.0 %, ED= 3.84 Mcal/kgMS, energía metabolizable (EM= 3.42 Mcal/kgMS), energía neta metabolizable (ENm= 2.09 Mcal/kgMS), energía neta de ganancia (ENg= 1.42 Mcal/kgMS) y PC= 10.9 % (Shimada, 2009).

Cuando el maíz se somete a un proceso de molido para alimentar ovinos se promueve que las bacterias amilolíticas tengan un mayor acceso a los gránulos

de almidón, incrementando así su velocidad de fermentación y digestión ruminal (McClister y Cheng, 1996). Aunque también se pueden presentar problemas metabólicos como la acidosis ruminal, esto si no se proporciona la cantidad adecuada de fibra en la dieta.

4.10.6. Ensilado de maíz. El ensilaje es un proceso de fermentación anaeróbica controlada, en el que las bacterias ácido lácticas convierten los carbohidratos solubles en ácidos orgánicos, especialmente ácido láctico, propiciando la disminución del pH y permitiendo su conservación (Koch *et al.*, 2002; McDonald *et al.*, 2011).

La finalidad del ensilado es preservar el forraje con la mínima pérdida de nutrientes (Jalc *et al.*, 2009; Nkosi *et al.*, 2011). Se puede ensilar cualquier tipo de cultivo, aunque se prefieren gramíneas y leguminosas (McDonald *et al.*, 2011). El maíz es el cultivo más utilizado para ensilar, debido a su alta concentración de energía y palatabilidad (Alaniz, 2008; Nkosi *et al.*, 2011).

Améndola *et al.* (2009), mencionaron que el proceso de ensilaje debe cumplir las siguientes condiciones: 1) ser anaeróbico; 2) no generar metabolitos tóxicos para los animales; 3) producir ácidos orgánicos capaces de bajar el pH; 4) lograr un estado de equilibrio enzimático y microbiológico estable.

Para que un ensilado de maíz se considere de buena calidad debe de presentar un contenido de materia seca entre 28 y 35 %, un contenido energético de 2.58 Mcal EM/kgMS, un valor de PC entre 7 y 8 %, y un pH de 3.8 a 4.5 (Kolver *et al.*, 2001).

4.10.7. Rastrojo de maíz. Los rastrojos son residuos de cosecha o subproductos derivados de actividades agrícolas después de que el grano o producto comercializable es removido, se les considera la porción del cultivo cosechado (hojas, tallos, espigas y brácteas de la mazorca) que queda en el terreno después de extraer el grano (González, 2009; Shanahan *et al.*, 2010). En México, la mayor obtención de rastrojos es a partir de cereales y está asociada con producción de grano, a medida que aumenta el volumen de granos para consumo humano, se incrementa su disponibilidad para alimentación animal (Sánchez *et al.*, 2016). El rastrojo de maíz es uno de los alimentos más abundantes para los rumiantes en gran parte del año en muchas regiones de México (Sánchez *et al.*, 2012).

El rastrojo representa un 24 % de MS disponible para consumo animal (Borja *et al.*, 2013). Este esquileo llega a presentar un porcentaje de MS= 85.0 %, TND= 59.0 %, ED= 2.60 Mcal/kgMS, EM= 2.18 Mcal/kgMS, ENm= 1.28 Mcal/kgMS, ENg= 0.62 Mcal/kgMS y PC= 6.6 % (Shimada, 2009).

4.11. Peso al sacrificio en ovinos

El peso al sacrificio de ovinos en México oscila de 30 a 50 kg y se prefieren animales jóvenes, aun cuando para elaborar barbacoa se comercializan hembras y machos de diversas edades, razas y pesos. El mercado para cortes de cordero es exigente y prefiere animales jóvenes procedentes de sistemas estabulados, con un peso al sacrificio de 40 a 45 kg y un peso de la canal fría de 20 a 24 kg, que procedan de cruces entre razas de lana con razas de pelo (Gómez, 2013).

4.12. Zoometría en la ovinocultura

El peso corporal es uno de los parámetros de mayor importancia en explotaciones donde el propósito es producir ovinos para abasto ya que es una de las razones con la cual se evalúa el estado general del animal, la eficiencia de alimentación, calcular la cantidad de medicamento a suministrar, estimar el rendimiento en canal y como criterio de selección para el mejoramiento genético de animales productores de carne (Kunene *et al.*, 2009; Yilmaz *et al.*, 2013).

Los pesos corporales son exactos cuando se usan básculas adecuadas para su determinación. No obstante, los equipos no siempre están al alcance de los pequeños productores debido a sus altos costos. Una alternativa viable es utilizar ecuaciones de predicción a partir de las medidas corporales del animal, ya que es un método indirecto, rápido y de bajo costo capaz de predecir el peso vivo de ovinos en las pequeñas explotaciones ganaderas (Canaza *et al.*, 2017). Así las variables más asociadas con el peso del ovino la composición en músculo y hueso de la canal tienen una correlación significativa con la composición de la región del tórax (perímetro y ancho), longitud del cuerpo y grosor de la cola (Martínez *et al.*, 1987).

El precio de venta del cordero para abasto se fija en base a su peso al sacrificio y apoyándose en una evaluación subjetiva de la condición corporal. Sin embargo, al ser mayores los requerimientos de los consumidores y de la industria de la carne, adquiere importancia, no solo conocer el peso de los animales al sacrificio, si no que resulta importante determinar indicadores vinculados con calidad de la canal como: color, textura, pH, proteínas y grasas (Partida *et al.*, 2009).

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Localización del experimento

El experimento se llevó a cabo en instalaciones ovinas de la Posta Zootécnica de la Universidad del Papaloapan campus Loma Bonita, Oaxaca, la cual se localiza al noroeste de la entidad en la región media de la Cuenca del Papaloapan en las coordenadas 18° 06' 35" Latitud Norte y 95° 52' 47" Longitud oeste, a una altura de 25 msnm. El clima del lugar es cálido húmedo (Am) con abundantes lluvias en verano. La precipitación va de los 1500 a 2000 mm anuales y la temperatura media anual presente es de 25 °C, respectivamente (INEGI, 2016).

5.2. Características de las Instalaciones utilizadas

5.2.1. Corrales. La galera que se utilizó está compuesta por seis corrales cercados con malla ciclónica estructurada con tubos metálicos de 8 pulgadas, cada corral tiene una dimensión de 4 m de largo por 4 m de ancho obteniendo así 16 m² en cada corral.

5.2.2. Comederos. Los comederos se estructuraron con tubos de PVC de 8 pulgadas los cuales se cortaron por la mitad longitudinalmente. El espacio proporcionado a cada cordero abarca un máximo de 40 cm en el comedero con la finalidad de que los corderos puedan ingerir los alimentos adecuadamente,

estos comederos se colocaron a una altura del suelo de 40 cm, evitando que los corderos suban dentro del comedero y que el alimento se contamine.

5.2.3. Bebederos. Los bebederos se diseñaron a partir de garrafas de plástico con una capacidad de almacenamiento de 20 litros de agua, con un corte en la cara superior para ser llenados manualmente con manguera de ½ pulgada.

El agua se transporta por una red y su origen es agua de pozo profundo.

5.3. Selección de animales, manejo y alimentación

Se utilizaron 40 corderos, machos enteros con diferentes grados de encaste (Pelibuey, Blackbelly, Dorper y Katahdin) provenientes de Tecamachalco, Puebla, con un peso vivo (PV) de 18 ± 2 kg. Previo al periodo de evaluación los ovinos se sometieron a un tratamiento contra endoparásitos, usando Levamisol (L- Vermizol^(MR)) por vía intramuscular a razón de 1 mL por cada 20 kg de peso vivo y se les aplicó una inyección de vitaminas (Vigantol ADE, Bayer^(MR)) de 5 mL por animal vía intramuscular.

5.4. Ingredientes utilizados en las diferentes raciones

5.4.1. Rastrojo de maíz. El rastrojo de maíz (*Zea mays* L.) se sometió a una disminución de tamaño de partícula de

aproximadamente 0.5 cm, para ello se utilizó un molino de martillos accionado por la toma de fuerza de un tractor Massey Ferguson 165 de 80 Hp, esto con la finalidad de que el tracto digestivo de los corderos lo degradaran de manera más rápida y eficiente, y fuese aprovechado de una mejor manera por la flora ruminal de los ovinos, el material obtenido se almacenó en costales de 40 kg y tambos con capacidad de 200 L, para ser utilizados en las raciones alimenticias de cada tratamiento.

5.4.2. Tulipán (*Hibiscus rosa sinensis*). El follaje del tulipán (*Hibiscus rosa sinensis*) se obtuvo de plantas que se encuentran dentro de las instalaciones de la Universidad del Papaloapan, Campus Loma Bonita, así como también de algunos parques y viviendas de la comunidad de Loma Bonita Oaxaca. Para el corte del tulipán se utilizaron tijeras de jardinería con las cuales se podó la parte superior de la planta donde se encuentra la mayor cantidad y calidad de forraje, posteriormente las hojas del tulipán se sometieron a un proceso de secado natural utilizando la radiación solar. Cuando las hojas estuvieron completamente secas se procedió a triturar el follaje de forma manual y se incorporó a la dieta correspondiente.

5.4.3. Ensilado de maíz. Se utilizó ensilado de (*Zea mays* L.) de un año de conservación el cual se cosechó con anterioridad, para ello se tuvo que moler la planta de maíz completa con elote,

de una edad de 80 a 90 días después de siembra. Se utilizaron las variedades de maíz VS-536 y los híbridos H-520 y A7573.

El punto óptimo para la cosecha del forraje se hizo cuando los granos de elote se encontraban en estado lechoso masoso. Para disminuir en la planta de maíz el tamaño de partícula se utilizó una picadora de 13 Hp con motor a gasolina. Una vez que se molió en verde la planta, el material obtenido se vertió en tambos con capacidad de 200 L a los que se les extrajo el aire mediante apisonado manual entre cada capa de forraje depositado, con el objetivo de promover una fermentación anaeróbica para que se generara ácido láctico y obtener un ensilado de buena calidad para ser usado en la dieta correspondiente. Los atributos de calidad en un ensilado es un pH=4 ácido, color verde olivo y un olor fuerte agradable al olfato.

5.4.4. Maíz quebrado. El maíz quebrado, se obtuvo mediante compra directa en la casa comercial Purina^(MR) sucursal Loma Bonita, se optó por utilizar maíz amarillo dado que este no afecta la demanda de la población que consume preferentemente maíz de grano blanco.

La compañía que provee de maíz a la empresa Purina es Alimentos Balanceados OCHOA, dicho maíz presentó las siguientes características nutrimentales: MS= 87 %, PC= 8 %, grasa= 3 %, FC= 1.5 %, cenizas= 3 %, ELN= 71.5 %.

5.4.5. Alimento concentrado. Se utilizó alimento concentrado Ovina 15 (Purina^{MR}) el cual se obtuvo en la casa comercial Purina sucursal Loma Bonita.

El concentrado utilizado presenta las siguientes características nutrimentales en un saco de 40 kg. MS= 12 %, PC= 15 %, grasa= 2 %, FC= 13.5 %, cenizas= 8 %, ELN= 49.5 %, Calcio= 0.65 %, fósforo= 0.35 %, vitaminas (A, D, E). Minerales: carbonato de calcio, fosfato dicálcico, cloruro de sodio, carbonato de cobalto, sulfato ferroso, óxido de magnesio, sulfato de manganeso, óxido de manganeso, óxido de zinc, sulfato de zinc, selenio de sodio y sulfato de potasio.

5.4.6. Pasto Estrella de África (*Cynodon nlemfuensis*). El forraje utilizado para alimentar los corderos en estabulación, se molió hasta obtener un tamaño de partícula entre 1 y 2 cm., dado que el tamaño debe favorecer el mezclado homogéneo de los ingredientes en este tipo de dietas integrales, con la finalidad de no permitir la selectividad del borrego ya que esta tiende a ser mayor que la de los bovinos, generando una alta incidencia de problemas metabólicos (Hernández y Sánchez, 1999).

5.5. Tratamientos

Se evaluaron cinco tratamientos que consistieron en premezclas con ingredientes base, para cada dieta se agregó una de pasto estrella de África (*Cynodon nlemfuensis*) el cual aportó fibra para el adecuado funcionamiento ruminal de los corderos, pasta de soya para complementar el balance proteico faltante de acuerdo con cada dieta y sales minerales donde se aportó a la ración de los ovinos macro y microminerales.

Así los tratamientos fueron: T1= rastrojo de maíz + ingredientes base, T2= ensilado de maíz + ingredientes base, T3= tulipán (*Hibiscus rosa sinensis*) +

ingredientes base, T4= maíz quebrado + ingredientes base, T5= pastoreo + suplementación con ovina 15.

Para determinar la ración proporcionada a los corderos se consideró el 3 % de su peso vivo, para ello se ajustó a cada grupo con promedios de 18 ± 2 kg, donde a cada cordero le tocó 600 g de MS animal⁻¹ día⁻¹. Cada grupo de animales (5 grupos) fue de 8 corderos (repeticiones), que consumieron 4.80 kg de alimento por día de la premezcla, dividida en cuatro comidas o raciones, que se ofrecieron en los siguientes horarios: 7:00 a.m., 12:00 p.m., 16:00 p.m. y 18:00 p.m.

El pastoreo duró 6 horas por día donde los corderos fueron alimentados durante el transcurso de cada día como se muestra en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Frecuencia y horarios en los que se ofreció a ovinos la ración diaria al evaluar tratamientos de alimentación.

Horarios	Dieta 1 (T1)	Dieta 2 (T2)	Dieta 3 (T3)	Dieta 4 (T4)	Horario	Dieta 5 (T5)
07:00 a.m.	Rastrojo de maíz + IB	Ensilado de maíz + IB	Tulipán (<i>Hibiscus</i>) + IB	Maíz quebrado + IB	07:00 a.m.	Pastoreo + concentrado comercial
12:00 p.m.	Rastrojo de maíz + IB	Ensilado de maíz + IB	Tulipán (<i>Hibiscus</i>) + IB	Maíz quebrado + IB	12:00 p.m.	Pastoreo + concentrado comercial
16:00 p.m.	Rastrojo de maíz + IB	Ensilado de maíz + IB	Tulipán (<i>Hibiscus</i>) + IB	Maíz quebrado + IB	16:00 p.m.	Pastoreo + concentrado comercial
18:00 p.m.	Rastrojo de maíz + IB	Ensilado de maíz + IB	Tulipán (<i>Hibiscus</i>) + IB	Maíz quebrado + IB	18:00 p.m.	Pastoreo + concentrado comercial

IB= ingredientes base: soya, sal mineral, pasto estrella de África y melaza. Concentrado Ovina 15 de Purina^{MR}, del cual se suministró 400 g animal⁻¹ día⁻¹ en dos horarios: 12:00 p.m. y 18.00 p.m.

En cada uno de los grupos se ajustó el consumo de alimento de los corderos por semana después de que fueron pesados, con el fin de compensar el consumo adecuado por animal. En relación con el grupo testigo los corderos se sacaron a pastorear en praderas establecidas con pasto estrella de África en praderas ubicadas en la Posta Zootécnica de la UNPA.

5.6. Duración del experimento

El experimento duró 90 días empezando desde que los ovinos consumieron el 100 % de sus respectivas dietas para cada uno de los 5 grupos de animales.

5.7. Desarrollo del experimento y alimentación de recepción

Los 40 corderos llegaron a las instalaciones de la Posta Zootécnica de la UNPA campus Loma Bonita Oaxaca, el día 5 de agosto del año 2017, donde al momento de su recepción se ofreció agua *ad libitum* y 300 g de pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*) por animal de MS. Dos días después de la recepción de ovinos se les desparasitó con Albendazol vía oral (Alban 10 % laboratorio Andoci^{MR}) a razón de 1 mL por cordero y se vitaminaron con Polivit + B12 y ADE (laboratorio Riverfarma^{MR}) vía intramuscular a razón de 3 a 5 mL. Tres días después de aplicar desparasitantes y vitaminas se aplicó la vacuna bacterina toxoide 8 vías (Laboratorio Pier^{MR}) en dosis de 2.5 mL por animal vía intramuscular.

5.8. Periodo de adaptación de corderos

Con la finalidad de que los corderos no sufrieran un trastorno metabólico al recibir la totalidad de sus respectivas dietas, se optó por someterlos a un periodo de adaptación antes de recibir el 100 % de sus raciones correspondientes a cada

tratamiento, este periodo de adaptación comprendió 16 días, en los cuales se ofreció el 50, 75 y 100 % de la dieta (Cuadro 5). Desde el día 6 de agosto se ofreció pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*) 300 g por animal por ración de MS, aportando un total de dos raciones por día (Mañana y tarde), esto realizado rutinariamente hasta el día 21 de agosto del 2017, donde se empezó a ofrecer la dieta correspondiente a cada grupo de ovinos de una forma gradual (Cuadro 6).

Cuadro 6. Alimentación de ovinos durante la fase de adaptación.

Días	% de dieta	Concentrado (kg)	Dieta (kg)	*D kg/ ración	*C kg/ ración
Del 1 – 3	50:50	2.4	2.4	0.600	0.600
Del 4 – 6	75:25	1.2	3.6	0.900	0.300
Desde 7	100	-	4.8	1.200	0.000

*D, dieta (premezcla), *C (concentrado Ovina 15 Purina^{MR}). Ración (se ofrecieron cuatro raciones por día = 2.4 kg).

5.9. Elaboración de dietas experimentales

Considerando lo especificado en la literatura, antes mencionada, donde se reportan los valores nutricionales requeridos para ovinos de engorda, así como los nutrientes proporcionados por el tulipán, rastrojo de maíz, ensilado de maíz y grano de maíz quebrado (Cuadro 5) se procedió a elaborar cuatro dietas correspondientes a cada alimento mencionado como ingrediente principal de cada dieta (Cuadro 7).

Cuadro 7. Ingredientes y contenido nutrimental para dietas en ovinos de engorda

Ingrediente*	EM (Mcal/kg)	PC (%)	MS (%)
Tulipán (<i>Hibiscus-rosa sinensis</i>)	3.82	17.0-19.0	78.0
Maíz quebrado	3.30	8.1	86.4
Rastrojo de maíz	2.18	6.6	85.0
Ensilado de maíz	2.62	7.8	26.0
Estrella de África	2.08	7.3-10.0	24.0-27.0
Pasta de soya	3.29	48.0	88.0
Melaza	2.76	5.8	75.0
Sal mineral	-	-	99.0

*Ingredientes en base seca. EM= Energía metabolizable, PC= Proteína cruda, MS= Materia seca.

5.10. Balanceo de raciones

Las raciones que se evaluaron fueron realizadas mediante el programa de Excel de Office, utilizando el método del “Cuadrado de Pearson” (Figura 5). A estas dietas se les adicionó un porcentaje estable de 5 % de melaza, sal mineral al 1%.



Figura 5. Fórmula del Cuadrado de Pearson (Adaptado de Church *et al.*, 2002).

Cuadro 8. Cantidad de ingredientes y aporte de nutrientes (%) en dieta de ovinos.

Ingrediente	T1	T2	T3	T4	T5
Rastrojo de maíz	38	-	-	-	-
Ensilado de maíz	-	41	-	-	-
Maíz quebrado	-	-	-	44	-
Tulipán (<i>Hibiscus</i>)	-	-	26	-	-
Pastoreo + ovina ¹⁵	-	-	-	-	-
Pasto estrella	37	35	59	32	99*
Pasta de soya	19	18	9	18	-
*Sal mineral	1	1	1	1	1
Melaza	5	5	5	5	-
Total	100	100	100	100	100
Composición química					
MS (%)	63.0	40.0	47.7	50.7	-
EM (Mcal/kgMS)	2.3	2.5	2.6	2.8	-
PC (%)	16.2	16.7	16.7	16.8	-

T1= rastrojo de maíz, T2= ensilado de maíz, T3= tulipán, T4= maíz quebrado, T5= pastoreo (Testigo). *Fosforysal Purina^{MR} (Manganeso 21.6 g, Zinc 54 g, Cobalto 2.5 g, Selenio 0.01 g, Yodo 0.8 g, Carbonato de Ca 5320 g, Magnesio 108 g, Vitamina A 5,500,000 UI, Vitamina D 1,000,000 UI, Vitamina E 20,000 UI, Sal común 5,000 g). *Incluye alimento concentrado como suplemento.

El “Cuadrado de Pearson” (Figura 5) es uno de los métodos más comunes para hacer el balance de los nutrientes requeridos en una dieta animal. En este trabajo

se realizó un balance con respecto a la proteína que presenta cada uno de los diferentes ingredientes que se encuentran en las dieta en estudio (Cuadro 7).

5.11. Variables a evaluar

Para registrar la variable GDP se tomó como referencia el peso inicial de los corderos menos el peso final, estos dos datos obtenidos se dividieron entre los días que duró el experimento. El pesaje se realizó cada semana. También se determinó conversión alimenticia (CA), eficiencia alimenticia (EA), así como la zoometría de los animales cada semana considerando algunos aspectos del animal como son altura a la cruz, perímetro de caña, ancho de grupa, largo de grupa, perímetro de tórax y condición corporal solo por mencionar las más relevantes, también se estimó la cantidad de agua (litros) consumida por animal durante el periodo de engorda.

5.11.1. Ganancia diaria de peso (GDP). Se obtuvo pesando a los corderos al inicio y al final de cada periodo de siete días, la diferencia entre ambos pesos divididos entre el número de días del periodo representa la ganancia diaria de peso.

$$\text{GDP} = \frac{\text{Peso inicial (kg)} - \text{Peso final (kg)}}{7}$$

7

5.11.2. Ganancia total de peso (GTP). Es la diferencia entre los kg del peso al inicio del periodo experimental y el peso al finalizar el mismo (peso ganado en 90 días).

$$\text{GTP} = \text{Peso inicial (kg)} - \text{Peso final (kg)}$$

5.11.3. Conversión alimenticia (CA). La conversión alimenticia, se generó mediante estimación matemática entre la relación de alimento consumido en kg y la ganancia de peso, aplicando la fórmula:

$$\text{Conversión Alimenticia} = \frac{\text{Consumo Total de Alimento (kg)}}{\text{Ganancia de Peso (kg)}}$$

5.11.4. Eficiencia alimenticia (EA). Se calculó a partir de la ganancia diaria de peso (GDP, kg) entre el consumo diario de alimento (CDAL, kg).

$$\text{EA} = (\text{GDP}) / (\text{CDAL})$$

5.11.5. Consumo de agua. Para determinar el consumo de agua (CDA, L) de bebida ingerido por animal, se utilizó una probeta de plástico con capacidad de 2 litros, con graduación de 5 en 5 mL, este procedimiento se realizó todas las mañanas 7:00 a.m. midiendo el agua sobrante de los contenedores, así estos valores obtenidos se restaban:

$$\text{CDA} = [\text{Agua consumida (L) el día anterior} - \text{Agua consumida (L) el día posterior}]$$

5.12. Determinación de medidas zoométricas

Las medidas zoométricas permiten tomar decisiones respecto al desarrollo y crecimiento de órganos, músculos y composición ósea del animal, para ello se hizo una estimación de los gramos ganados por animal por día de acuerdo con la alimentación que cada grupo recibió. De esta manera se midió a los animales semanalmente después de pesar a cada uno de los corderos. Se consideraron 28 medidas corporales tomadas en centímetros (cm), la medición de la zoometría se basó en las especificaciones de Blanco *et al.* (1990) y Herrera y Luque (2009).

Altura a la cruz (ALC), desde el suelo hasta el punto más alto de la cruz (región interescapular).

Altura a la grupa (ALG), desde el nivel del suelo hasta el punto más alto de la tuberosidad sacra (grupa).

Longitud del cuerpo (LC), desde la articulación del encuentro (escápulo humeral) hasta la punta de la nalga (articulación coxo-femoral).

Longitud del animal (LA), tomando de referencia el labio superior hasta la punta de la nalga.

Longitud del cuello (LDC), desde el occipital hasta la cruz.

Longitud de la grupa (LGR), puntas de las ancas y de la nalga (tuberosidad iliaca externa y punta del isquion).

Longitud de la cabeza (LCA), tomando como referencia el punto medio de la frente hasta el labio superior del animal.

Ancho de la cabeza (ANCB), distancia entre los arcos cigomáticos.

Ancho de la grupa (ANG), tuberosidades laterales del coxal.

Ancho de la cadera (ANC), la distancia existente entre las dos partes más sobresalientes de la grupa.

Ancho de la espalda (ANE), entre las primeras vértebras lumbares.

Perímetro del cuello (PEC), circunferencia del cuello tomándolo por la mitad.

Perímetro del tórax (PET), pasando a través del hueco subesternal y el proceso de las vértebras dorsales séptima a octava.

Perímetro de la espalda (PEE), entre la región interescapular y la región esternal inferior.

Perímetro de la caña de la pata izquierda (CAI), y derecha (CAD), porción media de la región metatarsiana miembro posterior izquierdo y derecho.

Perímetro de la caña mano derecha (CMD) y mano izquierda (CMI), porción media de la región metacarpiana del miembro anterior derecho e izquierdo.

Circunferencia escrotal (CIE), se sujetaron los testículos del animal y se midieron con cinta métrica por la mitad.

Longitud del testículo derecho (LTD) e izquierdo (LTI), sujetar los testículos y medir verticalmente el del lado derecho hasta donde empieza el epidídimo, de igual manera para el lado izquierdo.

Longitud epidídimo derecho (LED) e izquierdo (LEI), en cada caso, sujetar los testículos y medir desde donde inicia el epidídimo hasta donde termina. **Ancho**

testículo derecho (ATD) e izquierdo (ATI), sujetar los testículos y medir el ancho con un vernier digital, esto para ambos lados.

Perímetro de la cola (PECO), midiendo todo el contorno de la cola por la mitad.

Perímetro de la grupa (PEG), midiendo la circunferencia entre los dos fémures.

Condición corporal (CC), se utilizó la técnica establecida por Russel *et al.* (1969), palpando al animal por el lomo, percibiendo la cantidad de grasa bajo el tejido, teniendo una escala del 1 a 5, donde (1= flaco, 2= delgado, 3= normal, 4= gordo, 5= obeso).

Para tomar estas mediciones se utilizó una cinta métrica y un vernier digital los datos obtenidos fueron expresados en cm.

5.13. Relación beneficio–costo (B/C)

La relación beneficio costo fue asumida como el producto de dividir el beneficio bruto entre el 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 ese periodo.

5.14. Análisis de la información y modelo estadístico

Los datos obtenidos se sometieron a análisis de varianza mediante un diseño experimental completamente al azar, y se usó el PROC ANOVA de SAS (Sas Institute, 2010). También se efectuó una prueba de comparación de medias de tratamientos mediante Tukey, con un nivel de significancia de ($P < 0.05$).

El modelo estadístico utilizado fue el siguiente: $Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$.

Dónde: Y_{ij} = Variable respuesta, μ = media general del experimento,

T_i = efecto del i -ésimo tratamiento,

E_{ij} = efecto atribuido al error experimental.

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1. Ganancia de peso, conversión (CA) y eficiencia alimenticia (EA) La dieta a base de maíz quebrado fue más eficiente para generar una mayor ganancia de peso en ovinos (GDP= 0.180 kg día⁻¹) (Cuadro 9), siendo superior al testigo (animales en pastoreo) y a los tratamientos ensilado de maíz, tulipán y rastrojo de maíz.

Cuadro 9. Peso inicial (kg), peso final (kg), ganancias de peso diario (g) y conversión alimenticia en ovinos bajo diferentes dietas ofrecidas.

Tratamiento	N	PI	PF	GT	GDP	CA	EA	Agua (L)
Maíz quebrado	8	18.9 ^a	35.1 ^a	16.2 ^a	180.4 ^a	5.2 ^d	0.175 ^a	1.7 ^a
Ensilado	8	18.5 ^a	25.2 ^b	6.7 ^{bc}	74.4 ^{bc}	10.1 ^{bc}	0.102 ^b	1.0 ^c
Tulipán	8	19.0 ^a	23.5 ^b	4.5 ^c	50.0 ^c	15.6 ^a	0.074 ^c	1.2 ^b
Rastrojo	8	19.0 ^a	24.4 ^b	5.4 ^{bc}	61.0 ^{bc}	13.2 ^{ab}	0.085 ^{bc}	1.0 ^c
Testigo (P)	8	19.0 ^a	28.5 ^b	9.4 ^b	106.0 ^b	7.5 ^{cd}	0.040 ^d	1.1 ^{bc}
DMS		3.3	5.7	4.8	54.0	3.0	0.02	0.18

PI= Peso inicial (kg), PF= Peso final (kg), GT= Ganancia total (kg), GDP= Ganancia diaria de peso (g), CA= Conversión alimenticia, EA= Eficiencia alimenticia, P= Pastoreo. ^aLetras iguales en columnas indican que no existieron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos (Tukey, P<0.05). DMS= Diferencia mínima significativa. Sánchez *et al.* (2016), alimentaron corderos con ensilado de maíz, rastrojo de maíz y tulipán y obtuvieron una GDP de 0.132 ± 0.02 kg animal⁻¹ día⁻¹, para la dieta a base de rastrojo de maíz, comparada con ensilado, tulipán y pastoreo, donde obtuvieron GDP de 0.119 ± 0.02, 0.126 ± 0.02 y 0.117 ± 0.02 kg animal⁻¹

día⁻¹, respectivamente. Así como una CA y EA con los siguientes valores para rastrojo, (CA= 7.88, EA= 0.126), ensilado de maíz (CA= 9.77, EA= 0.102), tulipán (CA= 10.90, EA= 0.092), respectivamente.

En el presente estudio la ganancia total de peso, en 90 días de observación (Cuadro 9) mostró ganancias de peso por animal de 16.2 kg con el tratamiento a base de maíz quebrado, siendo superior en 42.0 % a aquellos animales del tratamiento testigo (pastoreo). La dieta con ensilado de maíz generó 6.7 kg de ganancia por animal en el periodo indicado por debajo del testigo en un 28 %. Un comportamiento productivo menor, con relación a la dieta que se ofreció al testigo, se registró en los tratamientos a base de tulipán y rastrojo de maíz.

Sánchez *et al.* (2016), reportaron una GT de peso de ovinos a los 90 días de engorda que oscilaron en 11.9 kg para rastrojo de maíz, 8.8 kg para la dieta testigo (P), 9.6 y 8.6 kg para ensilado de maíz y tulipán, respectivamente.

Bustamante (2002). Alimentaron a 48 ovinos Pelibuey por un periodo de 77 días utilizando una dieta alta en granos 77 % maíz, 8.8 % pasta de soya, 7.7 % melaza y 1.7 % de sal mineral, con un peso inicial de 14.4 kg y peso final de 30.6 kg. Obteniendo resultados de GDP= 175 g/animal/día, una ganancia total (GT) de 16.2 kg, así como una CA de 4.1 kg de alimento por kg de peso ganado.

Bonilla *et al.* (2007), con una dieta compuesta por 14.5 % PC y 2.7 de EM (Mcal/kg) compararon dos dietas con 58.7 % a base de maíz normal híbrido (3028W) y maíz con alta calidad proteica (ACP) variedad V-537 C, alimentando *ad libitum* a 72 corderos machos en crecimiento, de peso promedio de 17.8 kg, provenientes de cruzamientos entre Pelibuey, Blackbelly, Dorper y Charolais.

Obtuvieron un PF de 35.6 kg para los animales que consumieron maíz normal y un valor de 35.1 kg para maíz de ACP. Lo que generó una GT de 15.8 kg con maíz normal y 17.0 kg para ACP, respectivamente, a los 61 días de engorda.

En el trabajo de Bonilla *et al.* (2007), la GDP obtenida por tratamiento fue de 264 g y 282 g para cada tipo de maíz. En relación con la CA los animales consumieron 3.79 kg de maíz normal y 3.84 kg de maíz ACP en base seca para producir un kg de peso vivo en los corderos.

En el estudio que se efectuó en Loma Bonita, Oaxaca, la conversión alimenticia fue más eficiente en los animales alimentados con grano de maíz quebrado con una CA de 5.2 kg respecto al testigo (CA= 7.5 kg). Peñúñuri *et al.* (2007) observó en ovinos de 75 días de edad, una conversión alimenticia que osciló en 9.4 para hembras y de 7.4 kg para machos enteros, respectivamente, los valores fueron superiores en hembras, las cuales recibieron una alimentación a base de concentrado comercial finalizador de ovinos.

Es importante indicar que en este trabajo la ganancia diaria de peso y la conversión alimenticia fueron más bajas en los tratamientos con ensilado de maíz, rastrojo de maíz y tulipán. De esta manera la eficiencia alimenticia fue mejor en el tratamiento de maíz quebrado.

Por otro lado, Mata *et al.* (2006) realizaron un ensayo de comportamiento productivo de ovinos con encaste de Pelibuey y Black Belly en crecimiento, con peso vivo inicial de 18.29 ± 1.56 kg que permanecieron por 90 días en pastoreo en una pradera de estrella de África, donde se les proporcionó un suplemento,

obteniendo una GDP (g día^{-1}) así como una CA para cada tratamiento: T1= testigo solo pastoreo en zacate estrella de África (GDP=46.1, CA= 17.1), T2= T1 + concentrado comercial (GDP= 81.6, CA= 14.2), T3= T1 + harina de cocoíte (GDP= 48.1, CA= 18.6), T4= T1 + harina de morera (GDP= 63.2, CA= 15.8) y T5= T1 + harina de tulipán (GDP= 77.1, CA= 14.4). El aporte de suplemento fue de $200 \text{ g animal}^{-1} \text{ día}^{-1}$.

Obrador *et al.* (2007), ofrecieron a corderos $300 \text{ g animal}^{-1} \text{ día}^{-1}$, de suplemento con tulipán y morera a diferentes edades de corte, calcularon GDP (g día^{-1}) y CA. Donde, P= sólo pastoreo (GDP= 76.5, CA= 17.2), P + C= pastoreo más alimento comercial (GDP= 131.6, CA= 6.2), P + M60= pastoreo más morera de 60 días (GDP= 90.5, CA= 11.0), P + M90 = pastoreo más morera de 90 días (GDP= 65.6, CA= 11.2), P + M120 = pastoreo más morera de 120 días (GDP= 89.3, CA= 7.0), P + T60= pastoreo más tulipán de 60 días (GDP= 91.9, CA= 8.8), P + T90= pastoreo más tulipán de 90 días (GDP= 107.9, CA= 7.2), P + T120= pastoreo más tulipán de 120 días (GDP= 86.6, CA= 11.3).

Álvarez *et al.* (2003) evaluaron la ganancia de peso, conversión y eficiencia alimentaria en ovinos suplementados con: a) 30 % de fruto de parota (*Enterolobium cyclocarpum*) (GDP= $0.086 \text{ kg animal}^{-1} \text{ día}^{-1}$, CA= 7.47 y una EA= 0.147), b) 30 % de pollinaza (GDP= $0.074 \text{ kg animal}^{-1} \text{ día}^{-1}$ CA= 10.35 y una EA= 0.120) y, c) mezcla 15 % parota y 15 % de pollinaza (GDP= $0.111 \text{ kg animal}^{-1} \text{ día}^{-1}$, CA= 7.97 y una EA= 0.144), se incluyó 70 % de grano de maíz en las dietas y hasta 20 % de rastrojo de maíz.

Dado que el maíz quebrado contribuye en la alimentación ovina al ser una fuente de energía de alta degradación a nivel ruminal, por los microorganismos del sistema digestivo del rumiante, de esta manera es depositada en forma de grasa en el tejido adiposo del animal, generando una mayor ganancia de peso, en menos de 90 días se puede llegar a obtener animales con un peso vivo superior a 30 kg, ideales para el sacrificio.

6.2. Consumo de agua

El consumo de agua en el tratamiento de maíz quebrado, al ser una dieta en base seca requirió de un consumo de agua mayor, ya que dietas como el ensilado presentan contenidos altos en agua, en el caso del tulipán se secó al sol y pudo haberse hidratado más rápido con la humedad ambiental, en la dieta de pastoreo los contenidos de humedad de pasto estrella son superiores a 80 %.

Marín *et al.* (2003) midieron valores para consumo de agua en un periodo de 90 días utilizando 20 borregos Pelibuey (dos grupos de n=10) alimentadas con una dieta (testigo) a base de grano de maíz y alfalfa, la dieta dos con un agregado de 25 % de alga (*Sargassum spp*), en las cuales obtuvieron un consumo promedio de agua por animal de 3.81 L y 4.36 L, respectivamente.

En este estudio, el consumo de agua varió por el tipo de alimentación que se proporcionó a los ovinos, es decir, en dietas con bajo contenido de humedad el ovino requiere una mayor hidratación con respecto a dietas con alto contenido de agua. La literatura menciona que los factores involucrados en el consumo de agua son temperatura, tipo de alimentación y estado fisiológico del animal.

6.3. Correlaciones fenotípicas en ovinos

Además de conocer el desempeño productivo de ovinos alimentados con diferentes dietas, se buscó determinar el grado de asociación entre características morfológicas que se miden de manera continua en animales, es por ello que se calcularon correlaciones fenotípicas entre caracteres para conocer cuales se asocian en mayor medida con peso vivo.

Derivado del estudio se encontró, en promedio de cinco dietas, que el peso vivo se asoció de acuerdo al coeficiente de correlación de Pearson (r) (Cuadro 10) alta y positivamente con los caracteres perímetro de tórax ($r= 0.83$), perímetro de cuello ($r= 0.78$) perímetro de espalda ($r= 0.78$) y longitud del cuerpo ($r= 0.70$) y también se asoció a caracteres relacionados con el perímetro de miembros anteriores y posteriores (perímetro de caña).

Hernández *et al.* (2012) en ovinos Pelibuey estimaron que el peso vivo se correlacionó en $r= 0.79$ con el perímetro de tórax, en longitud del cuerpo obtuvieron $r= 0.68$, para longitud de la caña obtuvieron $r= 0.55$, estos datos son muy similares a los encontrados en el presente estudio.

Cuadro 10. Correlaciones fenotípicas para 26 caracteres en ovinos.

	PV	ALC	ALG	LC	LA	LGR	ANG	ANC	ANE	PEC	PET	PEE	CAI
PV	1.0	0.61**	0.61**	0.70**	0.66**	0.69**	0.69**	0.73**	0.69**	0.78**	0.83**	0.76**	0.77**
ALC		1.0	0.90**	0.57**	0.55**	0.58**	0.51**	0.57**	0.56**	0.57**	0.60**	0.52**	0.57**
ALG			1.0	0.58**	0.52**	0.61**	0.52**	0.57**	0.54**	0.59**	0.60**	0.54**	0.58**
LC				1.0	0.60**	0.69**	0.62**	0.58**	0.57**	0.66**	0.62**	0.50**	0.59**
LA					1.0	0.61**	0.64**	0.64**	0.59**	0.57**	0.47**	0.44**	0.61**
LGR						1.0	0.72**	0.67**	0.64**	0.66**	0.64**	0.53**	0.68**
ANG							1.0	0.80*	0.80**	0.63**	0.57**	0.49**	0.71**
ANC								1.0	0.89**	0.71**	0.63**	0.53**	0.77*
ANE									1.0	0.70**	0.61**	0.53**	0.75**
PEC										1.0	0.72**	0.58**	0.76**
PET											1.0	0.80**	0.69**
PEE												1.0	0.52**
CAI													1.0

PV= Peso vivo (kg), ALC= Altura a la cruz (cm), ALG= Altura a la grupa (cm), LC= Longitud del cuerpo (cm), LA= Longitud del animal (cm), LGR= Longitud de grupa (cm), ANG= Ancho de grupa (cm), ANC= Ancho de cadera (cm), ANE= Ancho de espalda (cm), PEC= Perímetro de cuello (cm), PET= Perímetro de tórax (cm), PEE= Perímetro de espalda (cm), CAI= Perímetro de caña pata izquierda (cm),

Vilaboa y Díaz (2007), señalaron que si aumentan el perímetro torácico, longitud del tronco y circunferencia de la caña hay un mayor incremento en el peso vivo de los animales, y que estos datos varían dependiendo de la raza, ya que encontraron valores inferiores en ovinos Pelibuey comparados con la raza Katahdin y Dorper, reportando una alta correlación entre el peso y el perímetro torácico ($r= 0.84$), al igual que entre el peso y la circunferencia de la caña ($r= 0.75$); de igual forma, la longitud del tronco influye en el peso vivo de los animales ($r= 0.67$).

Continuación del Cuadro 10.

	CAD	CMI	CMD	LCA	ANCB	CIE	LTD	LTI	ATD	ATI	PECO	PEG	CC
PV	0.76**	0.76**	0.76**	0.66**	0.66**	0.76**	0.78**	0.77**	0.74**	0.72**	0.16**	0.71**	0.33**
ALC	0.56**	0.57**	0.58**	0.54**	0.48**	0.43**	0.50**	0.47**	0.44**	0.41**	0.14**	0.53**	0.12**
ALG	0.58**	0.59**	0.60**	0.55**	0.47**	0.45**	0.51**	0.48**	0.43**	0.41**	0.17**	0.54**	0.10**
LC	0.37**	0.36**	0.59**	0.62**	0.60**	0.49**	0.59**	0.56**	0.49**	0.47**	0.13**	0.53**	0.19**
LA	0.61**	0.59**	0.59**	0.61**	0.58**	0.50**	0.54**	0.51**	0.51**	0.47**	0.12**	0.43**	0.22**
LGR	0.67**	0.66**	0.66**	0.66**	0.59**	0.51**	0.57**	0.56**	0.50**	0.47**	0.18**	0.56**	0.19**
ANG	0.69**	0.69**	0.69**	0.68**	0.69**	0.48**	0.54**	0.51**	0.46**	0.45**	0.09ns	0.50**	0.24**
ANC	0.76**	0.75**	0.75**	0.73**	0.71**	0.51**	0.58**	0.56**	0.50**	0.47**	0.10ns	0.54**	0.27**
ANE	0.76**	0.72**	0.74**	0.69**	0.68**	0.48*	0.55**	0.53*	0.45**	0.44**	0.07ns	0.53**	0.27**
PEC	0.76**	0.75**	0.75**	0.69**	0.61**	0.62**	0.68**	0.65**	0.60**	0.58**	0.11ns	0.59**	0.26**
PET	0.69**	0.67**	0.66**	0.57**	0.54**	0.65**	0.68**	0.68**	0.63**	0.62**	0.16**	0.74**	0.25**
PEE	0.53**	0.51**	0.50**	0.46**	0.47**	0.62**	0.65**	0.65**	0.61**	0.59**	0.09ns	0.78**	0.25**
CAI	0.99**	0.90**	0.90**	0.71**	0.64**	0.57**	0.60**	0.59**	0.48**	0.53**	0.16**	0.56**	0.28**
CAD	1.0	0.90**	0.90**	0.71**	0.64**	0.56**	0.60**	0.58**	0.54**	0.53**	0.16*	0.56**	0.28**
CMI		1.0	0.98**	0.69**	0.62**	0.57**	0.61**	0.60**	0.53*	0.53*	0.16*	0.54*	0.28**
CMD			1.0	0.69**	0.62ns	0.56**	0.61**	0.59*	0.53*	0.53*	0.15*	0.54*	0.28**
LCA				1.0	0.67**	0.52**	0.60**	0.57*	0.53**	0.52**	0.15*	0.47**	0.22**
ANCB					1.0	0.48**	0.53**	0.51ns	0.50**	0.48**	0.15*	0.49**	0.21*
CIE						1.0	0.89**	0.88**	0.49**	0.46**	0.09ns	0.54**	0.25**
LTD							1.0	0.95**	0.89**	0.89**	0.12ns	0.59**	0.24**
LTI								1.0	0.88**	0.72**	0.12ns	0.58**	0.25**
ATD									1.0	0.86**	0.13ns	0.56**	0.22**
ATI										1.0	0.12ns	0.54**	0.21**
PECO											1.0	0.18**	0.04ns
PEG												1.0	0.23*
CC													1.0

PV= Peso vivo (kg), CAD= Perímetro de caña pata derecha (cm), CMI= Perímetro de caña mano izquierda (cm), CMD= Perímetro de caña mano derecha (cm), LCA= Longitud de cabeza (cm), ANCB= Ancho de cabeza (cm), CIE= Circunferencia escrotal (cm), LTD= Longitud del testículo derecho (cm), LTI= Longitud del testículo izquierdo (cm), ATD= Ancho de testículo derecho (cm), ATI= Ancho de testículo izquierdo (cm), PECO= Perímetro de cola (cm), PEG= Perímetro de grupa (cm), CC= Condición corporal (1= flaco, 2= delgado, 3= normal, 4= gordo, 5= obeso).

De acuerdo con Sabaté (2011), en ovinos las medidas corporales han permitido estimar el peso vivo de los animales en diversas especies y razas, demostrándose que existe una alta correlación entre PV y las medidas corporales: perímetro torácico, abdominal y del flanco, alzada a la cruz y a la grupa y longitud corporal.

Los resultados obtenidos en otros estudios están en concordancia con los resultados encontrados en la presente investigación, además es importante verificar las medidas morfoestructurales que tienen que ver con aspectos reproductivos como lo es la circunferencia escrotal, largo y ancho de los testículos que presentaron altas correlaciones con el PV, lo que puede incidir en la producción animal cuando el objetivo es tener un mejor pie de cría.

Arredondo *et al.* (2015), afirmaron que a mayor perímetro torácico y anchura de pecho y una menor alzada a la cruz tienden a ser animales más apegados a un fenotipo cárnico.

Así animales que son alimentados con dietas altas en granos de cereales llegan a presentar una mejor conformación muscular y por ende un mayor tamaño, con lo cual se pueden recortar los días de engorda, estimando con una medición de medidas zoométricas el incremento en el tiempo del peso vivo de los animales.

6.4. Relación beneficio-costos de las dietas en estudio

Para los resultados de costos de producción totales correspondientes a cada tratamiento (Cuadros 1A a 5 A) es posible observar que para el T1 (Rastrojo de

maíz) se obtuvo un costo total de producción de 9,563.8 pesos mexicanos. No obstante, para los valores obtenidos en los tratamientos T2 (Ensilado de maíz), T3 (Tulipán), T4 (Maíz quebrado) y T5 (Pastoreo + ovina 15) fueron de 9,292.2, 9,5616.9, 11,425.7 y 11,074.5 pesos, respectivamente.

Dando como resultado, un menor costo de producción para la dieta a base de ensilado de maíz, en comparación con la dieta a base de maíz quebrado que presentó un valor más alto en costo de producción debido a que el maíz es uno de los insumos con mayor precio en México para la producción pecuaria.

En el Cuadro 1A y 5A, también se presentan los resultados de la estimación efectuada para la relación beneficio costo de corderos en engorda, en condiciones tropicales húmedas, observando que para el tratamiento (maíz quebrado) se estima un ingreso total de 14,040.0 pesos mexicanos para ovinos vendidos en pie así como un costo de producción de 11,425.7 dando como resultado un beneficio-costo= 1.22 lo cual representa una ganancia de 22 % sobre el gasto de inversión siendo este tratamiento la mejor opción de inversión en comparación con los tratamientos (ensilado de maíz, rastrojo de maíz, tulipán y pastoreo + ovina 15) que presentaron valores de beneficio-costo de 1.08, 1.02, 0.97 y 1.00, presentando el valor más bajo la dieta a base de tulipán.

No obstante, el tratamiento que más se acercó al valor obtenido en la dieta a base de maíz quebrado fue el tratamiento ensilado de maíz que presentó una ganancia de 20.5 % sobre la inversión de producción.

7. CONCLUSIONES

El desempeño productivo de ovinos se vio incrementado con la dieta que se ofreció a base de grano de maíz quebrado, traducido en una mayor ganancia diaria de peso ($GDP = 0.180 \text{ kg animal}^{-1} \text{ día}^{-1}$), conversión alimenticia ($CA = 5.2$), eficiencia alimenticia ($EA = 0.175$) y consumo de agua, superando al testigo (pastoreo más complemento) y a los tratamientos a base de tulipán, rastrojo de maíz y ensilado de maíz.

El uso de la zoometría permitió calcular correlaciones fenotípicas en ovinos Pelibuey, las cuales resultaron altas, positivas y significativas para el carácter peso vivo (PV) que se asoció con: perímetro de tórax ($r = 0.83$), perímetro de espalda ($r = 0.76$) y longitud del cuerpo ($r = 0.70$), aunque existió una correlación alta de PV con los caracteres altura a la grupa y perímetro de cuello.

8. RECOMENDACIONES

Se le recomienda a los ovinocultores que buscan obtener una ganancia de peso rápida para animales en confinamiento utilizar el tratamiento a base de maíz quebrado. En el caso de que un productor tenga como objetivo generar una GDP de ovinos a un costo menor, se puede optar por utilizar el tratamiento de ensilado de maíz. Así, los productores podrán aprovechar recursos existentes en la región de la Cuenca baja del Papaloapan para proveer alimento a los ovinos.

9. LITERATURA CITADA

- Alaniz V., O. G. 2008. Adición de residuo de la industria cervecera al ensilaje de maíz como alternativa de forraje para ganado. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Regional Unidad Durango. Tesis M. C. en Ciencias en Gestión Ambiental. Instituto Politécnico Nacional. 37 p.
- Álvarez M. G., Melgarejo V. L. y Castañeda N. Y. 2003. Ganancia de peso, conversión y eficiencia alimentaria en ovinos alimentados con fruto (semilla con vaina) de parota (*Enterolobium cyclocarpum*) y pollinaza. *Veterinaria México*. 34:39-46.
- Améndola, M. R. D., Ojeda, G. F., Marcof, Á. C. F., Martínez, H. P. A., Miranda, R. L. A. 2009. Ensilaje de forraje para pequeños ganaderos de la Sierra y la Huasteca Hidalguense. Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, Estado de México, México. 60 p.
- Arredondo V., Macedo R., Molina J., Magaña J., C., Prado O. y García L., J. 2015. Análisis multivariado de la variación morfológica de la oveja pelibuey en Colima, México. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal*. AICA 5. pp. 87-92.
- Benavides J. E. 1998. Manejo y utilización de la morera (*Morus alba*) como forraje. *Agroforestería en las Américas*. 5:27-31.
- Benavides J. E. 2000. Árboles y arbustos forrajeros: una alternativa agroforestal para la ganadería. En: Sánchez M. D. y M. Rosales (Eds) *Agroforestería para la Producción Animal en Latinoamérica*. FAO, Roma. pp. 367-377.

- Blanco, P. F., García, V. D., Ruiz, A. F. y Cruz, M. M. 1990. Estudio biométrico en la raza ovina segureña. *Archivos de Zootecnia*. 39:249-261.
- Bobadilla, S. E. E., Flores, P. J. P. y Perea, P. M. 2017. Comercio exterior del sector ovino mexicano antes y después del Tratado de Libre Comercio con América del Norte. *Economía y Sociedad*. 21:35-49.
- Bolio, O. R. E., Lara, P. E., Magaña, M. M. A. y Sanginés, G. J. R. 2006. Producción forrajera del tulipán (*Hibiscus rosa-sinensis*) según intervalo de corte y densidad de siembra. *Técnica Pecuaria en México*. 44(3):379-388.
- Bonilla C. J. A., Bustamante G. J. J., Vidal M. V. A., Cárdenas S. J. A., Villanueva A. J. F., Núñez H. G. y Rubio C. J. V. 2007. Utilización de grano y esquilmos de maíz en la alimentación de borregos en crecimiento y finalización. INIFAP- CIRPAC. Sitio experimental "El Verdineño". Folleto para productores Núm. 2, INIFAP, México. 30 p.
- Borja, B. M., Reyes, M. L., Espinosa, G. J. A. y Vélez, I. A. 2013. Rastrojos: manejo, uso y mercado en el centro y sur de México. Producción y consumo de rastrojos en México. INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias). México. pp. 12-35.
- Bustamante G. J. J. 2002. Crecimiento y finalización de corderos con dietas basadas en granos. INIFAP-CIRPAC. Campo experimental "El Verdineño". Folleto Científico Núm. 1, Nayarit, México.
- Caja, L. G. 2001. Orientaciones básicas para la alimentación del ganado ovino de carne. Producción Ovina y Caprina, Facultad de Veterinaria, UAB.

Disponible en: http://www.ucv.ve/fileadmin/user_upload/facultad_agronomia/Ovinos_de_carne.pdf. Consultado el: 20 de febrero del 2020.

- Camacho R. J. C., Hernández H. J. E., Villarreal E. B. O. A., Guerra C. F. J. F. y Camacho B. C. A. 2018. Análisis económico de la engorda de ovinos en una granja integral en el estado de Puebla, México. *Revista Mexicana de Agronegocios*. 42:819-827.
- Cambellas, J. B. 1993. Comportamiento reproductivo en ovinos tropicales. *Revista Científica FCV-LUZ*. 3(2):135-141.
- Canaza, C. A. W., Beltrán, B. P. A., Gallegos, R. E. y Mayta. Q. J. 2017. Zoometría y estimación de ecuaciones de predicción de peso vivo en ovejas de la raza Corriedale. *Revista de Investigaciones Altoandinas*. 19:313-318.
- Carrizales, G. A. 1996. Pastoreo intensivo tecnificado en zonas tropicales. In: *Memorias del XX Congreso Nacional de Buiatría*. Acapulco, Guerrero, México. pp. 319-325.
- Castellaro, G. G., Orellana, M. C. y Escanilla, C. J. P. 2015. Manual básico de nutrición y alimentación de ganado ovino. Facultad de ciencias agronómicas, Universidad de Chile. 56 p.
- Church, D. C., Pond, W. G. y Pond K. R. 2002. Fundamentos de Nutrición y Alimentación de Animales. 2a ed. Ed. Limusa. México. D. F. 635 p.
- Echevarria, C. F. G., Gutiérrez, L. R., Ledesma, R. R. I., Bañuelos, V. R., Aguilera, S. J. I. y Serna, P. A. 2006. Influencia del sistema de pastoreo con pequeños rumiantes en un agostadero del semiárido Zacatecano. I *Vegetación Nativa. Técnica Pecuaria en México*. 44:203-217.

- FAO/STAT (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2017. Población ganadera, ovino 2007-2017. Disponible en: <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QA/visualize>, Consultado: 26/10/2019.
- Flórez A. y Malpartida E. 1987. Manejo de Praderas Nativas y Pasturas en la Región Altoandina del Perú. Fondo del Libro del Banco Agrario Perú, Tomo I y II. 651 p.
- Fonseca, F. J. y Souza, G. M. J. 2011. Manejo reproductivo de caprinos e ovinos. 5° Simposio Internacional Sobre Caprinos e Ovinos de Corte. Joao Pessoa, Paraíba – Brasil. 20 p.
- Galaviz, R. J. R. 2009. Análisis del sistema de producción ovina asociada a la agricultura de temporal en el Nor-Poniente de Tlaxcala. Tesis de Doctorado. Colegio de Postgraduados, Campus Puebla.
- Galaviz, R. J. R., Zaragoza, R. J. L. y Jiménez, V. C. 2011. Alimentación para ovinos de la región norponiente de Tlaxcala. INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Centro de investigación regional centro Inifap-Tlaxcala, Tlax., México. Folleto técnico núm. 46.
- García A., Perea J., Acero R., Angón E., Toro P., Rodríguez V. y Gómez C. A. G. 2010. Caracterización estructural de los sistemas ganaderos de las dehesas andaluzas, España. *Archivos de Zootecnia*. 59:577-588.
- García, D. E. 2004. Principales factores antinutricionales de las leguminosas forrajeras y sus formas de cuantificación, Pastos y forrajes, Matanzas, Cuba. 27(2):101-116.
- Giménez, D. M. 2010. Nutrient requirements of sheep and goats. En: Livestock &

- Poultry, Alabama Cooperative Extension System. pp. 1-10.
- Gómez M. J. 2013. Red de valor para la industria de la carne ovina en México: Integración Productiva. Memoria del I Foro Panamericano Ovino. Santiago de Querétaro, Querétaro, México.
- González, G. R., Blardony, R. K., Ramos, J. J. A., Ramírez, H. B., Sosa, R., y Gaona, P. M. 2013. Rentabilidad de la producción de carne de ovinos Katahdin x Pelibuey con tres tipos de alimentación. *Avances en Investigación Agropecuaria*. 17:135-148.
- González M., S. S. 2009. Aprovechamiento de esquilmos y subproductos en la alimentación del ganado. SAGARPA-COLPOS. (p. 8). México, Distrito Federal, México. Sistemas de Agronegocios Pecuarios.
- Gutiérrez M, T. 2013. Manejo nutricional en ovinos de engorda. Torreón, Coahuila, México. Monografía. 32 p.
- Hernández, B. J., Salinas, R. T., Héctor, R. M. M., Aquino, C. M., Mariscal, M. A. y Ortiz, M. I. Y., 2017. Características que determinan el sistema de producción ovina en el estado de Oaxaca, México, *Revista Mexicana de Agroecosistemas*. 4:38-47.
- Hernández E., D. F., Oliva H., J., Pascual C., A. y Hinojosa C., J. A. 2012. Descripción de medidas corporales y composición de la canal en corderas Pelibuey: estudio preliminar. *Revista Científica* 22:24-31.
- Hernández R. y Sánchez del R., C. 1999. Recepción de corderos para engorda con diferentes dietas. Tesis profesional. Departamento de Zootecnia. Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, México. 90 p.

- Herrera, M., Luque, M. 2009. Morfo estructura y sistemas para el futuro en la valoración morfológica. Valoración morfológica en los animales domésticos. Ministerio de medio ambiente y medio rural y marino. Gobierno de España. 865 p.
- INATEC (Instituto Nacional Tecnológico). 2016. Manual del protagonista. Nutrición Animal. Dirección General de Formación Profesional. Nicaragua. 126 p.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2016. Anuario estadístico y Geográfico de Oaxaca. 1754 p.
https://www.inegi.org.mx/contenido/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/anuarios_2016/702825084295.pdf
consultado: 28/11/20.
- INIA (Instituto de Investigaciones Agropecuarias). 2017. Manual de manejo ovino. Boletín INIA / N° 03. Santiago, Chile. 154 p.
- Jalc, D., Lauková A., Simonová M., Varadyobá Z. and Homolka P. 2009. Bacterial Inoculant Effects on Com Silage Fermentation and Nutrient Composition; *Asian Aust. Journal of Animal Science*. 7:977-983.
- Jolly, S. and Wallace A. 2007. Best practice for production feeding of lambs: A review of the literature. Meat and Livestock Australia Limited. North Sydney, Australia. pp 8-12.
- Koch D. W., C. Kercher and R. Jones. 2002. Fall and winter grazing of brassicas a value-added opportunity for lamb producers. *Sheep and Goat Research Journal* 17(2):1-13.

- Kolver E. S., Roche J. R., Miller D. y Densley R. 2001. Maize silage for dairy cows. Proceedings of the New Zealand Grassland Association 63:195- 201.
- Kunene, N. W., Nesamvuni, A. E., Nsahlai, I. V., 2009. Determination of prediction equations for estimating body weight of Zulu (Nguni) sheep. *Small Rumin Reseach*. 84:41-46.
- Macedo, R. y Arredondo V. 2008. Efecto del sexo, tipo de nacimiento y lactancia sobre el crecimiento de ovinos Pelibuey en manejo intensivo. *Archivos de Zootecnia* 57:219-228.
- Marín, A., Casas, M., Carrillo, S., Hernández, H. y Monroy, A. 2003. Comportamiento de ovinos alimentados con raciones que incluyen el alga marina *Sargassum spp.* *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*. 37:119-123.
- Martínez, A. M. M. A., Bores, Q. F. R., Castellanos, R. A. F. 1987. Zoometría y predicción de la composición corporal de la borrega Pelibuey. *Técnica Pecuaria en México*. 25:72-84.
- Martínez M. M., Reyes C. A., Lara B. A., Miranda R. L. A., Huerta B. M. y Uribe G. M. 2016. Composición nutricional de *Leucaena* asociada con pasto estrella en la Huasteca Potosina de México, *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 16:3343-3355.
- Mata, E. A., Hernández, S. D., Cobos, P. M. A., Ortega, C. M. E., Mendoza, M.G.D. y Arcos, G. J. L. 2006. Comportamiento productivo y fermentación ruminal de corderos suplementados con harina de cocoíte (*Gliricidia sepium*), Morera (*Morus alba*) y Tulipán (*Hibiscus rosa sinensis*). *Revista Científica* 16:249-256.

- McAllister, T. A. y Cheng, K. J. 1996. Estrategias microbianas en la digestión ruminal de granos de cereales. *Ciencia y Tecnología de Alimentación Animal*. 62:29-36.
- McDonald, P.; Edwards, R.; Greenhalgh, J.; Morgan, C.; Sinclair, L. and Wilkinson, R. 2011. Nutrición Animal. Séptima Edición. Ed. Acribia, S.A. Zaragoza, España. pp: 473-478.
- Meléndez, N. F. y De Dios, L. G. 2011. Fertilización de praderas tropicales. In: fertilidad de suelos para praderas tropicales. Pérez, P. J.; Vázquez, G. J. y Meléndez; N. F. Fundación Produce A. C. Chiapas, México. pp. 307-344.
- Nkosi, B. D., Meeske, T. Langa, R. S. Thomas. 2011. Effects of bacterial silage inoculants of whole-crop silage fermentation and silage digestibility in rams. *South Africa Journal of Animal Science*. 41:350-359.
- NRC (National Research Council). 2007. Nutrient Requirements of Small Ruminants: Sheep, Goats, Cervids, and New World Camelids. Ed. National Academy Press. Washington, DC. pp 36, 39, 244.
- Nuncio O. G., Nahed T. J., Díaz H. B., Escobedo A. F. y Salvatierra I. B. 2001. Caracterización de los sistemas de producción ovina en el estado de Tabasco, México. *Agrociencia*. 35:469-477.
- Obrador O. P. V., Hernández S. D., Aranda I. E. M., Gómez V. A., Camacho C. W. y Cobos P. M. 2007. Evaluación de los forrajes de morera *Morus alba* y tulipán *Hibiscus rosa sinensis* a diferentes edades de corte como suplemento para corderos en pastoreo. *Universidad y Ciencia*. 23:115-125
- Oficialdegui, R. 2002. Sistemas de producción a pasto con ovinos. *Archivos*

Latinoamericano de Producción Animal. 10(2):110-116.

Orona, C. I., López, M. J., Vázquez V. C., Salazar S. E. y Ramírez R. M. 2014.

Análisis microeconómico de una unidad representativa de producción de carne de ovino en el Estado de México bajo un sistema de producción semi intensivo. *Revista Mexicana de Agronegocios*. 34:720-728.

Orpin, C. G., y Joblin, K. N. 1997. The rumen anaerobic fungi. In: The Rumen

Microbial Ecosystem. P. N. Hobson and C. S. Stewart, Eds. Blackie Academic and Professional, Publishers, London, pp. 140-195.

Partida, D. J. A., Braña, V. D., Martínez, R. L. 2009. Desempeño productivo y

propiedades de la canal en ovinos Pelibuey y sus cruzas con Suffolk o Dorset. *Técnica Pecuaria en México*. 47:313-322.

Pavón, M., Lima T y Ramírez A. 1986. Medidas corporales de hembras ovinas.

Revista Cubana de Reproducción Animal. 12:7-19.

Peñuñuri M. F. J., Velázquez C. J., Sosa C. J., Torrescano U. G. R. y Ortega G.

C. 2007. Comportamiento productivo de ovinos de la raza pelibuey y criollo con encaste de katahdin, blackbelly y dorper en el municipio de Santa Ana, Sonora. INIFAP Campo Experimental Costa de Hermosillo. Sonora,

México. 25 p.

Pérez H. P., Vilaboa A. J., Chalate M. H., Candelaria M. B., Díaz R. P. y López O.

S. 2011. Análisis descriptivo de los sistemas de producción con ovinos en el Estado de Veracruz, México. *Revista Científica*. 21: 327-334.

Pérez J. D., Zapata G, Sosa E. 1995. Utilización del ramón (*Brosimum alicastrum*

- Swartz) como forraje en la alimentación de ovinos en crecimiento. *Agroforestería de las Américas* 7:17-21.
- Ramírez, A. L., López B, L., Petit A. J., Ku Vera J. 2011. Producción ovina en sistemas agroforestales en el trópico. *Bioagrocencias*. 4:33-42.
- Reyes G. R., José, Z, R. y Victoria, C. J. 2011. Alimentación para ovinos de la región Nor-Poniente de Tlaxcala. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Centro INIFAP Tlaxcala, Tlaxcala, México. 20 p.
- Rossi C. A., E. Torrá, G. L. González, A. A. De Magistris, H. Lacarra, A. Ramos de Oliveira, J. B. Medina y A. M. Pereyra. 2006. Evaluación de los recursos forrajeros en un sistema silvopastoril del Delta del Paraná, Argentina. IV Congreso Latinoamericano de Agroforestería para la Producción Pecuaria Sostenible. Varadero, Cuba.
- Rubio, S. E. E, Pérez, R. D., Ortega, R. L. y Zapata, B. G. 2004. Evaluación del potencial forrajero de árboles y arbustos tropicales para la alimentación de ovinos. *Técnica Pecuaria en México*. 42:129-144.
- Ruiz S. D. L., Lara, L P. E., Sierra, V. A. C., Aguilar, U. E., Magaña, M. M. A. y Sanginés G. J. R. 2006. Evaluación nutritiva y productiva de ovinos alimentados con heno de *Hibiscus rosa sinensis*. *Zootecnia Tropical*. 24:467-482.
- Russel A. J. F., Doney J. M., Gunn R. G. 1969. Subjective assessment of body fat in live sheep. *J. Agric. Sci., Camb.* 72(3):451-454.
- Sabaté, J., Caballero M., Salinero P., Valenzuela S. y Parés P. M. 2011.

Estimación del peso vivo en la cabra "Blanca de Rasquera". Departamento de producción animal, Ciencia y salud Animal Universidad de Lleida. *Revista Pequeños Rumiantes* 12:7-11.

Sánchez, A. E., Ortega, C., María, E., Mendoza M., Germán D., Montañez V., Oziel D., Buntinx D. S. E. 2012. Rastrojo de maíz tratado con urea y metionina protegida en dietas para ovinos en crecimiento. *Interciencia* 37:395-399.

Sánchez, H. M. A., Sánchez, H. C., Morales, T. G. y Andrés, C. L. A. 2016. Producción sustentable de ovinos con dietas a base de alimentos vegetales no convencionales. En: Vicente, P. A. J., Rogelio, F. F. (Ed). *Estrategias de desarrollo solidario para zonas pobres de México*. Fondo editorial grupo Gasca. México, DF. pp. 107-138.

SAS Institute Inc 2010. SAS/Access® 9.4. Interfaz a DABAS: Referencia. Cary, Carolina del Norte: SAS Institute Inc.

Shanahan J. F., Smith D. H., Stanton T. L. and Horn B. E. 2010. *Crop Residues for Livestock Feed*, Crop series, Colorado State University Cooperative Extension. 54 p.

Shimada, M. A. 2009. *Nutrición animal*, 2da ed. México. Editorial Trillas. 397 p.

SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2016. Población ganadera, ovino 2006-2015. Disponible en <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/166001/ovino.pdf> (Consultado 15/04/2019).

SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2017. Población ganadera, ovino 2008-2017. Disponible en

<https://www.gob.mx/siap/documentos/poblacionganadera136762?idiomes>

https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/412568/Ovino_2017.pdf

(Consultado 29/10/2019).

Sosa, R. E. E., Pérez, R. D., Ortega, R. L. y Zapata, B. G. 2004. Evaluación del potencial forrajero de árboles y arbustos tropicales para la alimentación de ovinos. *Técnica Pecuaria en México*. 42:129-144.

Squires V. R. 1993. Agua y sus funciones, regulación y empleo comparativo por los rumiantes. El rumiante, Fisiología Digestiva y Nutrición. Editorial Acribia. España. pp. 243-253.

Topps J. H. 1992. Potential, composition and use of legume shrub and trees as fodders for livestock in the tropics. *Journal of Agricultural Science* 118:1- 8

Torres-Acosta, J. F. J. y Hoste, H. 2008. Alternative or improved methods to limit gastro-intestinal parasitism in grazing sheep and goats. *Small Ruminant Research*. 77:159-173.

Valerio D., García, A., Acero, R., Perea, J., Tapia, M., y Romero, M. 2010. Caracterización estructural del sistema ovino-caprino de la región noroeste de República Dominicana. *Archivos de Zootecnia*. 59:333-343.

Vargas, C. A., Elzo, M. A., Chase, C. C., Chenoweth, P. J. and T. A. Olson. 1998. Estimation of genetic parameters for scrotal circumference, age at puberted in heifers, and hip height in Brahman cattle. *Journal of Animal Science*. 76:2536-2541.

- Vilaboa, A. J., Bozzi, R., Díaz, R. P. y Bazzi, L. 2010. Conformación corporal de las razas ovinas Pelibuey, Dorper y Kathadin en el estado de Veracruz, México. *Zootecnia Tropical*. 28:321-328.
- Vilaboa., A. J y Díaz., R. P. 2007. Conformación corporal de las razas ovinas Pelibuey, Kathadin y Dorper en el Estado de Veracruz, México. <https://www.engormix.com/MA-ovinos/articulos/conformacion-corporalrazas-ovinas-t1437/p0.htm#> = . Consultado en Noviembre de 2019.
- Villalobos, L., Arce, J. 2014. Evaluación agronómica y nutricional del pasto estrella africana (*Cynodon nlemfuensis*) En la zona de Monteverde, Puntarenas, Costa Rica. II. Valor nutricional. *Agronomía Costarricense*. 38:133-145.
- Williams, A. G., Coleman, G. S. 1997. The rumen protozoa. In: The Rumen Microbial Ecosystem. In: Hobson, P. N., & Stewart, C. S. (Eds.). Blackie Academic and Professional Publishers, London, pp. 73-139.
- Yilmaz, O., Cemal, I., Karaca, O., 2013. Estimation of mature live weight using some body measurements in Karya sheep. *Tropical Animal Health and Production*. 45:397- 403.

10. APÉNDICE

Relación Beneficio–Costo

Cuadro 1A. Relación beneficio–costo, de ovinos alimentados con dieta a base de ensilado de maíz.

Unidad	Cantidad	Precio	Total \$
Corderos	8	900.0	7,200.0
Ensilado de maíz (kg)	221.9	2.0	443.8
Pasta de soya (kg)	97.4	10.0	974.0
Estrella de África (kg)	189.4	2.5	473.5
Melaza (kg)	27.0	4.0	108.0
Sal mineral (kg)	5.4	17.2	92.9
\$/kg de alimento	3.8		
Inversión Total			9,292.2

Unidad	Cantidad	kg total en pie	Precio a la venta	\$ total obtenido
Corderos (venta)	8	25.2	50.0	10,080.0
Inversión				9,292.2
Ganancia \$				787.8

Cuadro 2A. Relación beneficio–costo, de ovinos alimentados con dieta a base de grano de maíz quebrado.

Unidad	Cantidad	Precio	Total \$
Corderos	8	900.0	7,200.0
Maíz quebrado (kg)	296.5	7.5	2,223.7
Pasta de soya (kg)	121.3	10.0	1,213.0
Estrella de África (kg)	215.6	2.5	539.0
Melaza (kg)	33.7	4.0	134.8
Sal mineral (kg)	6.7	17.2	115.2
\$/kg de alimento	6.3		
Inversión Total			11,425.7

Unidad	Cantidad	kg total en pie	Precio a la venta	\$ total obtenido
Corderos (venta)	8	35.1	50.0	14,040.0
Inversión				11,425.7
Ganancia \$		2,614.3		

Cuadro 3A. Relación beneficio–costo, de ovinos alimentados con dieta a base de tulipán (*Hibiscus rosa sinensis*).

Unidad	Cantidad	Precio	Total \$
Corderos	8	900.0	7,200.0
Tulipán (kg)	146.0	6.0	876.0
Pasta de soya (kg)	50.4	10.0	504.0
Estrella de África (kg)	331.3	2.5	828.2
Melaza (kg)	28.1	4.0	112.4
Sal mineral (kg)	5.6	17.2	96.3
\$/kg de alimento	4.3		
Inversión Total			9,616.9

Unidad	Cantidad	kg final en pie	Precio a la venta	\$ total obtenido
Corderos (venta)	8	23.5	50.0	9,400.0
Inversión				9,616.9
Ganancia \$				-216.9

Cuadro 4A. Relación beneficio–costo, de ovinos alimentados con dieta a base de rastrojo de maíz (*Zea mays* L.).

Unidad	Cantidad	Precio/unidad	Total \$
Corderos	8	7,200.0	7,200.0
Rastrojo de maíz (kg)	216.6	2.5	541.5
Pasta de soya (kg)	108.3	10.0	1,083.0
Estrella de África (kg)	210.9	2.5	527.3
Melaza (kg)	28.5	4.0	114.0
Sal mineral (kg)	5.7	17.2	98.0
\$/kg de alimento	4.14		
Inversión Total			9,563.8

Unidad	Cantidad	kg final en pie	Precio a la venta	\$ total obtenido
Corderos (venta)	8	24.4	50.0	9,760.0
Inversión				9,563.8
Ganancia \$				196.2

Cuadro 5A. Relación beneficio–costo, de ovinos alimentados con dieta (testigo) a base de pastoreo (*Cynodon nlemfuensis*) más suplemento con concentrado comercial ovina 15 Purina^{MR}.

Unidad	Cantidad	Precio	Total \$
Corderos	8	900.0	7,200.0
Concentrado Purina (kg)	288.0	9.0	2,592.0
Estrella de África (kg)	513.0	2.5	1,282.5
\$/kg de alimento			
Inversión Total			11,074.5

Unidad	Cantidad	kg final en pie	Precio a la venta	\$ total obtenido
Corderos (venta)	8	28.5	50.0	11,074.5
Inversión				11,040.0
Ganancia \$				34.5