



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

FACULTAD DE INGENIERÍA AGROHIDRÁULICA

INGENIERÍA AGRONÓMICA Y ZOOTECNIA

INCLUSIÓN DE DOS FUENTES DE (*Saccharomyces cerevisiae*) EN LA ALIMENTACIÓN DE BORREGOS

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADO EN INGENIERÍA AGRONÓMICA Y ZOOTECNIA

PRESENTA:

FRANCISCO JAVIER AGUILAR QUIROZ

DIRECTOR DE TESIS

DR. MARCOS PEREZ SATO

Tlatlauquitepec, Puebla, México, julio 2017



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

FACULTAD DE INGENIERÍA AGROHIDRÁULICA

INGENIERÍA AGRONÓMICA Y ZOOTECNIA

INCLUSIÓN DE DOS FUENTES DE (*Saccharomyces cerevisiae*) EN LA ALIMENTACIÓN DE BORREGOS

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADO EN INGENIERÍA AGRONÓMICA Y ZOOTECNIA

PRESENTA:

FRANCISCO JAVIER AGUILAR QUIROZ

ASESORES:

DR. EUTIQUIO SONI GUILLERMO

DR. NUMA POMPILIO CASTRO GONZÁLEZ

Tlatlauquitepec, Puebla, México, Julio 2017

La presente tesis titulada: **Inclusión de dos fuentes de (*Saccharomyces cerevisiae*) en la alimentación de borregos**, realizada por el alumno **Francisco Javier Aguilar Quiroz**, ha sido revisada y aprobada por el siguiente consejo particular, para obtener el título de:

LICENCIADO EN INGENIERÍA AGRONÓMICA Y ZOOTECNIA

Facultad de ingeniería Agrohidráulica

CONSEJO PARTICULAR INTEGRADO POR:

Firma

Director: Dr. Marcos Pérez sato

Asesor: Dr. Eutiquio Soni Guillermo

Asesor: Dr. Numa Pompilio Castro González

Tlatlauquitepec, Puebla, México, julio 2017.

El presente trabajo forma parte del cuerpo académico denominado "Producción Pecuaria Integral" y de la línea de investigación: Producción Integral de Rumiantes y No Rumiantes

DEDICATORIAS

Para los responsables de este logro, para los que me dieron la vida y año con año forjaron mi persona a través de sus enseñanzas y consejos para salir adelante, los que han apoyado mis caídas y celebrado mi triunfo en mi trayecto por la vida, por los que agradezco a dios que me tocaron por padres.

*A **Minerva Quiroz Espinoza** mi madre mi ejemplo a seguir, la mujer que amo, respeto y admiro, quien me regalo la existencia y con su carillo, cuidados, regaños y caricias desde mis primeros pasos a guiado mi camino por la vida motivándome a conseguir las metas que me proponga.*

*A **Gilberto Aguilar Medina** mi padre, mi amigo, mi compañero, por formar de mi un hombre con valores y visión en la vida, por enseñarme que las cosas no son fáciles, pero que si te lo propones lo puedes lograr.*

*A **Arturo Aguilar Quiroz** hermano y segundo padre, compañero de incontables aventuras, no hay palabras suficientes para describir el aprecio y admiración que tu representas para mí persona, por ese apoyo incondicional a lo largo de esta carrera, por estar detrás de mi después de cada logro, porque sin tu apoyo no estaría donde estoy ahora.*

A mis hermanos y toda mi familia, y todas las personas que he conocido durante este trayecto de la universidad, que me han brindado su amistad y apoyo para culminar una meta más en mi vida.

Este logro no es mío es de nuestro.

“No hay plazo que no se cumpla ni fecha que no se llegue”

AGRADECIMIENTOS

A dios por permitirme culminar esta meta en mi vida, por rodearme de bendiciones y salud, por permitir que me tocaran los padres que tengo, para poder agradecerles todos los esfuerzos por los que han pasado para sacar adelante a mis hermanos y a mí.

Al programa de ingeniería Agronómica y Zootecnia de la Facultad de ingeniería Agrohídrica de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, y todo su personal académico que contribuyen día a día a la formación de personas profesionales.

Al Dr. Marcos Pérez Sato, base fundamental para la realización de la presente investigación, excelente profesional como catedrático y una gran persona como amigo, por su disposición de tiempo y apoyo continua a lo largo de toda la carrera.

Al Dr. Eutiquio Soni Guillermo, por apoyar mi formación profesional a lo largo de los años de la carrera, así como también por su amistad como catedrático y amigo, por cooperar y Participar en la presente investigación

Al Dr. Numa P. Castro González, por su colaborar y formar parte de la presente investigación, así como también por compartir sus conocimientos teóricos a lo largo de mi formación académica.

A todos los catedráticos que contribuyeron en mi formación profesional, M.C. Ramiro Escobar Hernández, Dr. Raúl Berdeja Arbeu, M.C. Pablo Zaldívar Martínez, por su amistad y por formar parte de mi formación profesional.

A los trabajadores de la Facultad de Ingeniería Agrohídrica:, Martha Sánchez Marín, por sus apoyo y paciencia durante mi estancia en la universidad,

Químico Feliciano Villegas Ramírez, Cinthya Hernández Rivera por amistad, y apoyo durante el curso de la carrera.

A mis amigos y compañeros de la carrera, Laura herrera Rodríguez, gracias por todo tu apoyo, Jair Castro de Jesús, por su apoyo durante la presente investigación, José Antonio Ochoa Sánchez (Ese compa Toño), Erick Flores Miranda (Ese compita Matamoros), Jesús Medina Gonzales (Ese compita chucho), Isauro Arenas Espinosa (Compita garaje) animo, Samuel Silva Morales (Ese chamaco), Zaida Torres Aragón (Esa ortografía), dice que, poco al paso se avanza . muchas gracias mis amistades.

ÍNDICE GENERAL

Contenido	Página
ÍNDICE DE CUADROS	i
ÍNDICE DE FIGURAS	iii
RESUMEN	iv
ABSTRAC	v
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
2.1. Objetivo general	3
2.2. Objetivos específicos	3
III. HIPÓTESIS	4
IV. REVISIÓN DE LITERATURA	5
4.1 Producción nacional de ovinos	5
4.2 Principales razas utilizadas	5
4.3 Sistemas de producción de ovinos en México	6
4.3.1 Sistema intensivo	6
4.3.2 Sistema de producción extensiva	7
4.3.2 Sistemas de producción semi-intensiva	7
4.4 Rumiantes	8
4.4.1 Fermentación ruminal	8
4.4.2 Microflora ruminal	9
4.4.2.1 Bacterias ruminales	9
4.4.1.2 Protozoarios	10

4.4.1.2 Hongos	11
4.5 Problemas metabólicos en rumiantes	12
4.5.1 Acidosis ruminal	12
4.6 Factores que previenen la acidosis ruminal	14
4.7 Uso de aditivos en la alimentación de rumiantes	14
4.7.1 Ionóforos	16
4.7.2 Enzimas	17
4.7.3 Probióticos	17
4.7.3.1 Saccharomyces cerevisiae.....	18
4.7.3.2 Uso de Saccharomyces cerevisiae en rumiantes..	19
4.7.3.3 Uso de Saccharomyces cerevisiae en ovinos.....	20
V. MATERIALES Y MÉTODOS.....	21
5.1. Localización	21
5.2. Clima	22
5.3. Establecimiento del experimento	22
5.3.1. Unidades experimentales y manejo en general	22
5.4. Distribución de tratamientos	23
5.5. Alimentación de los animales	23
5.6. Dietas a evaluar	24
5.7. Muestreo de líquido ruminal	25
5.8. Variables a evaluar	26
5.8.1 Consumo de alimento	26
5.8.2. Ganancia diaria de peso	26
5.8.3. Conversión alimenticia	26
5.8.4. pH ruminal	26

5.8.6. Análisis estadístico	27
VI RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	28
6.1. Consumo diario de alimento	28
6.2. Ganancia diaria de peso	29
6.3. Conversión alimenticia	31
6.4. pH de líquido ruminal	32
6.5. Concentración de protozoarios	33
VII. CONCLUSIÓN.....	35
VIII. LITERATURA CITADA.....	36
VIII. ANEXOS.....	45

ÍNDICE DE CUADROS

Contenido	Pagina
Cuadro 1. Concentración y función de la flora ruminal.....	9
Cuadro 2. Diversidad de protozoarios en rumiantes.....	11
Cuadro 3. Comparación de acidosis clínica y subclínica.....	13
Cuadro 4. Composición (%) de la dieta experimental, Tlatlauquitepec, Puebla (2017).....	24
Cuadro 5. Análisis Químico Proximal (AQP) en base seca (% BS)	25
Cuadro 6. Consumo diario de alimento (kg) en borregos alimentados con la dieta experimental más inclusión de SC producidas artesanalmente, dieta experimental más inclusión de SC liofilizadas, dieta experimental sola. Tlatlauquitepec, Puebla (2017).....	29
Cuadro 7. Ganancia diaria de peso (kg) en borregos alimentados con la dieta experimental más inclusión de SC producidas artesanalmente, dieta experimental más inclusión de SC liofilizadas, dieta experimental sola. Tlatlauquitepec, Puebla (2017).....	30
Cuadro 8. Conversión alimenticia (kg) en borregos alimentados con la dieta experimental más inclusión de SC producidas	

artesanalmente, dieta experimental más inclusión de SC
liofilizadas, dieta experimental sola. Tlatlauquitepec, Puebla
(2017).....32

Cuadro 9. pH ruminal de los borregos alimentados con la dieta
experimental más inclusión de SC producidas artesanalmente,
dieta experimental más inclusión de SC liofilizadas, dieta
experimental sola. Tlatlauquitepec, Puebla (2017).....33

Cuadro 10. Concentración de protozoario ruminales (10^4 mL⁻¹
fluido ruminal) de los borregos alimentados con la dieta
experimental más inclusión de SC producidas artesanalmente,
dieta experimental más inclusión de SC liofilizadas, dieta
experimental sola. Tlatlauquitepec, Puebla (2017).....34

ÍNDICE DE FIGURAS

Contenido	Pagina
Figura 1. producción nacional de ovinos.....	5
Figura 2. Localización geográfica del municipio de Tlatlauquitepec, Puebla.....	21

RESUMEN

Se evaluó la inclusión de dos fuentes de *Saccharomyces cerevisiae* (SC) en la respuesta productiva y microbiológica de borregos en engorda, se utilizaron 12 borregos de la craza Columbia-Suffolk, con un peso promedio inicial de 18 ± 3 kg.

Los animales fueron distribuidos en un diseño completamente al azar (cuatro animales por tratamiento). Los tratamientos (T) fueron: T₁= dieta experimental más la adición de levaduras artesanales (1 litro de levadura SC por cada 100 kg de alimento terminado), T₂= dieta experimental más la adición de levaduras liofilizadas (100 g de levadura SC liofilizada por cada 100 kg de alimento terminado, T₃= dieta experimental sin levaduras, la investigación duró 60 días, dividido en cuatro periodos (15 días cada uno), la alimentación y el agua fue *ad libitum*. El consumo promedio de alimento no fue afectado por la inclusión de (SC), 1.3970 VS 1.3457 VS 1.4444 g d⁻¹, (T₁, T₂, T₃, respectivamente). La ganancia diría de peso (0.318 VS 0.293 VS 0.352 g d⁻¹), y conversión alimenticia (4.7673 VS 4.8457 VS 4.2354 g d⁻¹), fue similar entre los tratamientos (P>0.05). El pH del líquido ruminal (5.7450 VS 5.8175 VS 5.4675) y la concentración de protozoarios (300.0 VS 225.6 VS 582.4 X 10⁴ mL⁻¹) estadísticamente no hubo diferencias significativas entre tratamientos. Se concluye que la inclusión de (SC) cultivadas artesanalmente producen resultados similares a la (SC) comercial.

Palabras clave: *Saccharomyces cerevisiae*, *ad libitum*, pH, protozoarios.

ABSTRAC

The inclusion of two *Saccharomyces cerevisiae* (SC) Sources was evaluated in the productive and microbiologic response of fattening sheep. Twelve sheep of the Columbia-Suffolk breeding were utilized, with an initial average weight of 18 ± 3 kilograms.

The animals were distributed in a design completely at random (four animals for treatment). The treatments (T) were: T₁= experimental diet plus the handcrafted yeasts addition (1 liter of SC yeast for each 100 kilograms of finished food), T₂= experimental diet plus the lyophilized yeasts addition (100 grams of lyophilized SC yeast for each 100 kilograms of finished food), T₃= experimental diet without yeasts, the investigation lasted 60 days, divided in four periods (15 days each one). The feeding and water was *ad libitum*. The consumption average of food was not affected by the inclusion of (SC), 1.3970 VS 1.3457 VS 1.4444 g d⁻¹, (T₁, T₂, T₃, respectively). The daily weight gain (0.318 VS 0.293 VS 0.352 g d⁻¹), and feeding conversion (4.7673 VS 4.8457 VS 4.2354 g d⁻¹), was similar between the treatments (P>0.05). The pH of the ruminal liquid (5.7450 VS 5.8175 VS 5.4675 g d⁻¹) and the protozoans concentration (300.0 VS 225.6 VS 582.4 X 10⁴ mL⁻¹), statistically there were no meaningful differences between treatments. It is concluded that the inclusion of handcrafted cultivated (SC) produces outcomes similar to the commercial (SC).

Key words: *Saccharomyces cerevisiae*, *ad libitum*, pH, protozoans.

I. INTRODUCCIÓN

Con el aumento de la población mundial, el consumo de alimentos proteicos de origen animal ha ido en aumento. Por lo tanto, se debe recurrir a técnicas que ofrezcan producir mayor cantidad de carne y de buena calidad (Gómez, 2006).

La producción de ovinos en México está cambiando de sistemas de pastoreo a la utilización de concentrados debido a que las unidades de pastoreo de menor superficie cuentan con menor disponibilidad de recursos forrajeros, (Herrera *et al.*, 1998).

Sin embargo, las dietas altas en granos, tales como cebada, maíz, sorgo aportan gran cantidad de carbohidratos (almidón) fermentables teniendo como consecuencias la acidosis ruminal que está asociada con una acumulación de ácidos grasos volátiles (AGV) y ácido láctico (Gentile *et al.*, 1986; Nagaraja y Town, 1990), provocando la disminución del pH ruminal (Nagaraja *et al.*, 2007), baja motilidad ruminal, estasis, ruminitis (Nordlund *et al.*, 1995; Radostits *et al.*, 1994), disminución de la producción de leche (Garrett *et al.*, 1997; Oetzel *et al.*, 1999) que afectan directamente a la producción pecuaria.

El uso de probióticos, como las levaduras, se han estudiado en ovinos como modificadores de la fermentación ruminal, para mejorar la producción (Arcos *et al.*, 1998; García *et al.*, 2000).

Las levaduras, de las que destaca *Saccharomyces cerevisiae* (SC), tiene la facilidad de mejorar el ambiente del rumen, debido a la disminución de la cantidad oxígeno, favoreciendo

la anaerobiosis y estimulando el crecimiento de bacterias celulolíticas (Doleža et al., 2011). Otra de las características importantes del uso de las levaduras es que necesitan de azúcares y almidón para su metabolismo, teniendo una menor cantidad de sustrato para la formación de ácido láctico a nivel ruminal que permite una regulación del pH (Cifuentes y González, 2013).

Por lo antes mencionado, el objetivo de este presente trabajo de investigación es evaluar la inclusión de dos fuentes de *Saccharomyces cerevisiae* en la alimentación de ovinos criollos con dietas altas en grano, en el municipio de Tlatlauquitepec, en el estado de Puebla.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

- Evaluar el efecto de la inclusión de dos fuentes de *Saccharomyces cerevisiae* en las variables productivas y microbiológicas de borregos de la craza Culumbia x Suffulk.

2.2. Objetivos específicos

- Medir el consumo de Materia Seca (MS).
- Obtener la Ganancia Diaria de Peso (GDP).
- Determinar Conversión Alimenticia (CA).
- Medir el pH y la concentración de protozoarios en el líquido ruminal.

III. HIPÓTESIS

La inclusión en la dieta de *Saccharomyces cerevisiae* producidas artesanalmente producen un efecto similar en las variables productivas y microbiológicas en comparación con la *Saccharomyces cerevisiae* liofilizada comercial.

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1 Producción nacional de ovinos

En México, según datos del SIAP (2016), la producción de ovinos (Cuadro 1), pasó de 7,287,446 en el año 2006 a 8,710,781 en el año 2015. En México se tienen registradas alrededor de 53,000 unidades de producción ovina, que están distribuidas aproximadamente en 53% en el centro, 24% en el sur-sureste y 23% en el norte (PROGAN, 2010).

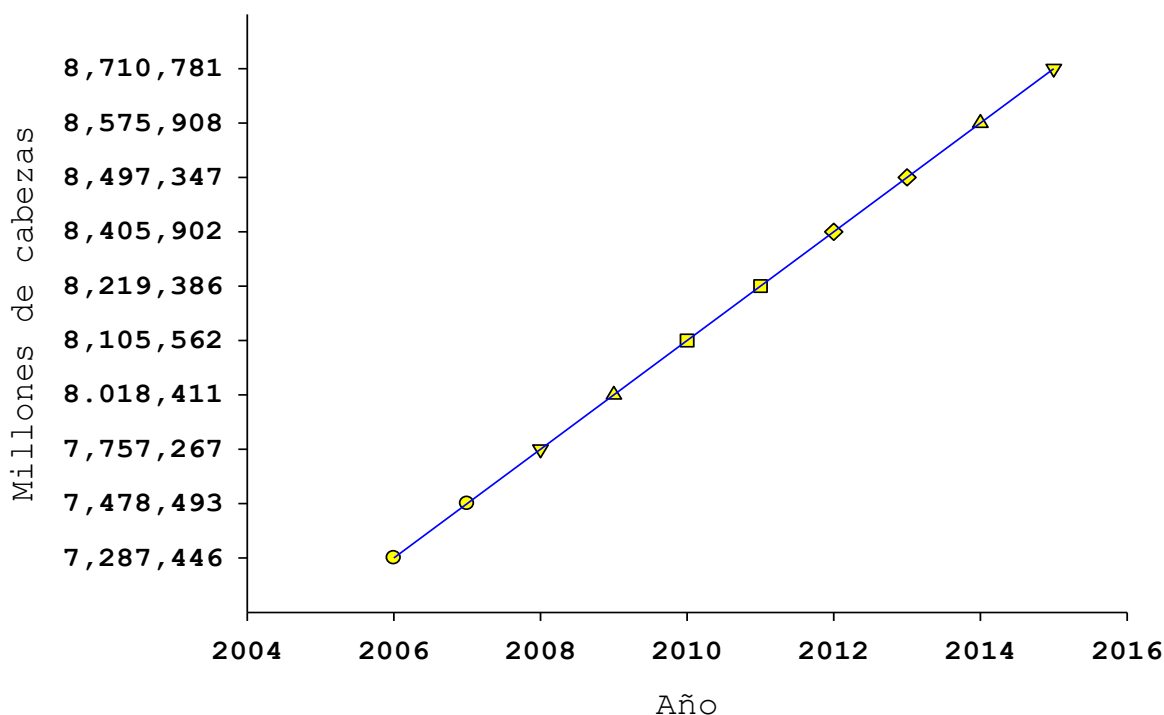


Figura 1. Producción nacional de ovinos

4.2 Principales razas utilizadas

La ovinocultura de carne se desarrolla bajo un esquema de tipo regional, en la zona central se producen carne y pieles con razas de lana como Suffolk, Hampshire, Rambouillet y Dorset y de pelo Katahdin, Dorper y Pelibuey. La región sur-sureste

produce razas de pelo Pelibuey, Black Belly, Katahdin y Dorper y la zona norte, utilizan raza Rambouillet, pero más recientemente se han introducido razas de pelo Pelibuey, Katahdin y Dorper (INIFAP, 2013).

4.3 Sistemas de producción de ovinos en México

4.3.1 Sistema intensivo

Este tipo de sistema se caracteriza por producir de la manera más rápida posible para dar dinamismo a la inversión y lograr una mayor velocidad en el retorno del capital y su viabilidad económica gira en función del precio de los insumos, sobre todo de los cereales, ya que la alimentación representa más del 60% de los costos de producción. Se emplea la combinación de forrajes de buena calidad con alimentos concentrados, que se ofrecen dos o tres veces al día, buscando tener la mejor conversión alimenticia y la máxima eficiencia de transformación. (González *et al.*, 2013)

Otra de las principales características es que procuran tener la mayor eficiencia reproductiva (5 ó más partos en 3 años), la mínima mortalidad (<6%) y la mayor cantidad de kilogramos de cordero destetado por hembra (>25 kg), ya sea para la obtención de pie de cría o de corderos para el abasto. La producción intensiva puede ser realizada en pastoreo tecnificado, en completa estabulación o en esquemas mixtos con la combinación de éstos dos procesos (INIFAP, 2013).

4.3.2 Sistema de producción extensiva

Los sistemas extensivos de producción ovina se basan en la utilización de la vegetación nativa. En el sur-sureste los climas cálidos y una intensa precipitación pluvial, permiten una alta disponibilidad de zacates, leguminosas, gramíneas, cactáceas, que se aprovechan mediante pastoreo rotacional o continuo, (Esqueda y Gutiérrez, 2009).

La calidad de forraje depende de su estado fenológico y varía con la época del año, presentándose la mayor disponibilidad y mejor calidad del forraje durante la época de lluvias (julio, agosto y septiembre), donde el contenido de proteína varía entre 11-15%, dependiendo de la especie. No obstante, durante la época más seca (diciembre a junio) la cantidad y calidad del forraje disminuyen, presentándose contenidos de proteína que sólo van del 4 a 8% (Echavarría, et al., 2006).

4.3.2 Sistemas de producción semi-intensiva

Su principal característica es que los ovinos pastorean en superficies agrícolas como maíz, cafetales, áreas forestales y en frutales como son el nogal, cítricos, agave, mango, manzano, peral, etc. El pastoreo se efectúa cuando la plantación está bien establecida para evitar daños en los árboles jóvenes, ya que cuando hay poca disponibilidad de alimento, los ovinos ramonean las hojas de los arbustos y árboles pequeños dañándolos (INIFAP, 2013).

4.4 Rumiantes

Los rumiantes tienen los sistemas estomacales más complejos y diferenciados de todas las especies de mamíferos (Jouany y Morgavi, 2007). Las adaptaciones anatómicas del tracto digestivo de los rumiantes proporcionan un modo especializado de digestión, que permite un mejor acceso a la energía retenida en los alimentos fibrosos en comparación con otras especies de mamíferos (van Soest, 1994).

Las necesidades nutricionales de los rumiantes son diferentes de las de los no rumiantes. Los animales rumiantes tienen cuatro compartimentos distintos posteriores al esófago y anteriores al intestino delgado. Estos son el retículo, el rumen, el omaso y el abomaso (Reinhardt y Faris, 2004).

Todos los mamíferos, incluidos los rumiantes, carecen de la enzima celulasa, que es esencial para la utilización del carbohidrato principal que se encuentra en las plantas que es la celulosa. Debido a esto, los mamíferos desarrollaron la capacidad de adoptar poblaciones microbianas, que prosperan dentro del tracto gastrointestinal y son capaces de convertir la celulosa en nutrientes disponibles para sus huéspedes (Dehority, 1997).

4.4.1 Fermentación ruminal

Los ácidos grasos volátiles (AGVs), y la proteína microbiana se producen como resultado de la digestión ruminal. El contenido de AGVs proporciona aproximadamente el 80% de las necesidades energéticas metabolizables del animal. Las proporciones de AGVs ruminal oscilan entre 50 y 70% del total

de AGVs para acetato, 15 a 35% para propionato y 10 a 12% para butirato (Krehbiel, 2014).

4.4.2 Microflora ruminal

La eficiencia de los rumiantes para consumir alimentos y asimilar los nutrientes se debe principalmente a la población microbiana en el rumen (Cuadro 1), que está compuesta por bacterias, arqueobacterias (productores de metano), protozoarios y hongos (Qi et al., 2011; Krause et al., 2013).

Cuadro 1. Concentración y función de la flora ruminal.

Microorganismo	Concentración	Función
Bacterias	$10^{10} - 10^{11}$ bacterias ml ⁻¹	Fermentación, degradación.
Protozoarios	$10^5 - 10^6$ protozoarios ml ⁻¹	Fermentar, degradar sustratos, engullir almidón, bacterias y partículas.
Arqueobacterias	$10^7 - 10^9$ células ml ⁻¹	Metabolizan hidrógeno.
Hongos	$10^3 - 10^5$ zoosporas ml ⁻¹	Degradación de fibras.

Kamra, 2005; Bergen, 2004; Guttman et al., 2004.

4.4.2.1 Bacterias ruminales

Krehbiel, (2014) menciona que las bacterias ruminales se agrupan de acuerdo con su estructura de pared celular (gram

negativa y gram positiva), sus 3 morfologías principales, de acuerdo a su tamaño (0,3 a 50 μm) y según el tipo de sustrato fermentado, como degradadoras de fibra (celulolíticas, pectinolíticas), degradadores de almidón (amilolíticas), degradadoras de proteínas (proteolíticas) y degradadores de lípidos (lipolíticas).

Las bacterias productoras de metano (archaebacteria) son responsables de regular la fermentación en el rumen. Elimina el gas hidrógeno al reducir el dióxido de carbono para formar metano. La producción de metano mantiene baja la presión de hidrógeno en el rumen, lo que permite a las bacterias metanogénicas promover el crecimiento de otras especies bacterianas y proporciona una fermentación más eficiente (Janssen y Kirs, 2008).

4.4.1.2 Protozoarios

Los protozoos presentes en el rumen están influenciados por las prácticas de alimentación y pueden ser ciliados o flagelados, siendo los protozoos ciliados los más abundantes (Bohatier, 1991). Los protozoos ciliados del rumen (Cuadro 2), han sido clasificados en dos grupos dependiendo de sus características morfológicas: holotricos y entodiniomorfos (Hungate, 1996).

Cuadro 2. Diversidad de protozoarios en rumiantes.

Grupo	Ganado
Holotricos	
<i>Isotricha prostoma</i>	Ovino
	Caprino
<i>Isotricha intestinalis</i>	Bovino
<i>Dasytricha ruminantium</i>	Ovino
Entodiniomorfos	
<i>Entodinium bursa</i>	Ovino, caprino, bovino
<i>Entodinium caudatum</i>	Ovino, caprino, bovino

Fuente: Adaptado por Kamra, 2005.

Los protozoos, tienen función similar a las bacterias y hongos, pues contribuyen a la digestión de las fibras. Los protozoos ingieren activamente las bacterias como fuente de nitrógeno (N), y por lo tanto son responsables del reciclaje ruminal de N. amoniacal a su vez, los protozoos son parte en la fermentación; sin embargo, su efecto positivo para los rumiantes se ve modificado, especialmente cuando los animales son alimentados con dietas altas en grano (Firkins y Yu, 2006).

4.4.1.2 Hongos

Los hongos que se encuentran en el rumen, tienen la característica de ser anaeróbicos obligatorios. Sin embargo, cuando hay una alta concentración de azúcares fermentables, el pH ruminal disminuye, teniendo como consecuencia, una disminución de producción de zoosporas (Orpin, 1997). Los hongos ruminales tienen la capacidad de degradar celulosa y

hemicelulosa, pero no pueden degradar pectina (Fonty y Joblin, 1991).

4.5 Problemas metabólicos en rumiantes

4.5.1 Acidosis ruminal

Entre los trastornos digestivos del ganado de engorde (rumiantes), la acidosis es una de las enfermedades metabólicas más comunes, debido a la utilización de granos que aportan carbohidratos fermentables en cantidades suficientes para causar una acumulación no fisiológica de ácidos orgánicos en el rumen, desencadenando una reducción en el pH (Nagaraja y Titgemeyer, 2007).

La acidosis (Cuadro 3), se clasifica en dos tipos: agudos y subagudos o clínicos y subclínicos, respectivamente. Los rumiantes que presentan una acidosis aguda se manifiestan después del consumo de carbohidratos fácilmente fermentables en cantidades suficientes (Nagaraja y Titgemeyer, 2007). Con la acidosis subaguda, la ingesta y el rendimiento pueden reducirse, pero los animales no parecen enfermos (Owens et al., 1998). Sin embargo, el impacto económico causado por los efectos de la acidosis subclínica sobre el rendimiento animal es mayor que los de la acidosis aguda (Britton y Stock, 1989).

Cuadro 3. Comparación de acidosis clínica y subclínica.

	Acidosis	
	Clínica	Subclínica
Signos clínicos	Presentes	Ausentes
Mortalidad	Si	No
Cambios ruminales		
pH ruminal	< 5.0	5.0-5.5
Ácido láctico	50-120 mmol	0-5 mmol
AGVs	< 100 mmol	150- 225 mmol
<i>Streptococcus bovis</i>	Se incrementan al inicio	Normal
<i>Lactobacillus sp.</i>	Incremento	Incremento
Productos tóxicos microbianos		
Etanol	Aumento	No determinado
Aminas	Aumento	No determinado
Endotoxinas	Aumento	Aumento
Secuelas		
Ruminitis	Si	Si
Laminitis	Si	Si

Fuente: adaptado por Nagaraja *et al.* (2007).

4.6 Factores que previenen la acidosis ruminal

Como lo menciona González *et al.* (2012), sólo dos estrategias relacionadas con la formulación de alimentos pueden ser útiles para prevenir la acidosis ruminal. La primera está relacionada con la formulación de la dieta, que incluyen la elección de grano y forraje en términos de tipo y proporción en la dieta. El segundo implica el uso de aditivos para alimentos como tampones, extractos naturales de plantas, ionóforos, levaduras, microbios alimentados directamente, ácidos orgánicos o anticuerpos contra *Streptococcus bovis*.

4.7 Uso de aditivos en la alimentación de rumiantes

El Reglamento del parlamento europeo para aditivos (CE) N° 1831/2003 clasifica a los aditivos para alimentación animal en las siguientes cinco categorías:

1. Aditivos tecnológicos: cualquier sustancia añadida a los piensos con fines tecnológicos y que incluyen a los conservantes, antioxidantes, emulgentes, estabilizantes, espesantes, gelificantes, ligantes, antiaglomerantes, reguladores de la acidez, aditivos para ensilaje y desnaturalizantes.
2. Aditivos organolépticos: cualquier sustancia que, añadida a los piensos, mejora o modifica las propiedades organolépticas de éstos o las características visuales de los alimentos de origen animal y que incluyen a los colorantes y aromatizantes.

3. Aditivos nutricionales: incluyen a las vitaminas, provitaminas y sustancias químicamente definidas de efecto análogo, oligoelementos o compuestos de oligoelementos, aminoácidos, sus sales y análogos, y la urea y sus derivados.

4. Aditivos zootécnicos: cualquier aditivo utilizado para influir positivamente en la productividad de los animales sanos o en el medio ambiente y que incluyen a diversos grupos funcionales, como los digestivos, los estabilizadores de la flora intestinal, las sustancias que influyen positivamente en el medio ambiente y a otros aditivos zootécnicos.

5. Coccidiostáticos e histomonostáticos

De los cinco grupos de aditivos, y desde el punto de vista de la producción animal, los aditivos zootécnicos son uno de los grupos que suscita mayor interés, ya que su utilización puede mejorar el rendimiento productivo de los animales y disminuir los costes de producción (Carro *et al.*, 2007).

El uso de aditivos alimentarios tiene como objetivo principal manipular la población microbiana ruminal y, por lo tanto, la fermentación ruminal para maximizar la eficiencia de la utilización de nutrientes para aumentar la productividad de rumiantes, (Nagaraja, 2012).

Los aditivos para alimentos que se utilizan en la dieta de los rumiantes deben de tener las siguientes propiedades y características como lo mencionan varios autores (Wallace y Newbold, 1995; Kung *et al.*, 1997; Newbold, 2007; Nagaraja, 2012):

1. Equilibrar el pH ruminal; reducir la producción y acumulación de lactato y aumentar la fermentación de lactato.
2. Reducción de los patógenos del rumen, en particular organismos de origen alimentario como *Escherichia coli*
3. Desarrollo temprano y mejorado del rumen en rumiantes neonatales
4. Mejorar la eficiencia de la utilización de la energía ruminal
5. Mejorar la eficiencia de la utilización de nitrógeno ruminal reduciendo la proteólisis, la peptidólisis y la desaminación de aminoácidos.
6. Mejorar la microflora ruminal y aumentar la digestión de las fibras microbianas.

4.7.1 Ionóforos

Los ionóforos desempeñan un papel importante en la mejora de la salud y la eficiencia alimentaria de la producción ganadera y avícola. En el mercado, se encuentran 7 tipos de ionóforos: monensina, lasalocida, salinomisina, narasina, maduramicina, laidlomocina, semduramicina (US FDA, 2007).

En el alimento para los rumiantes, la monensina mejora la eficiencia de la fermentación ruminal al causar un

desplazamiento de la población microbiana ruminal, afectando la producción de ácidos grasos volátiles (AGV). La monensina provoca una reducción en la población de bacterias ruminales Gram positivas que su principal producción es lactato, acetato y butirato, lo que permite un aumento relativo en las bacterias Gram-negativas que producen principalmente propionato. Éste cambio en la producción de AGV conduce a una mejora de la eficiencia de producción al mismo tiempo que reduce las pérdidas de energía y gases residuales asociadas con la formación de AGV (Corah, 1991).

4.7.2 Enzimas

De acuerdo con la Unión Internacional de Bioquímica (IUB), clasifica a las enzimas de acuerdo a su naturaleza de reacción. Las cuales se dividen en seis clases: oxidorreductasas, transferasas, hidrolasas, liasas, isomerasas y ligasas (Sánchez y Demain, 2017).

El interés en el desarrollo de productos enzimáticos suministrados directamente en los rumiantes para mejorar la eficiencia productiva ha ido en aumento. Uno de los puntos principales para el estudio del uso de enzimas en rumiantes se enfoca para mejorar la digestibilidad de la pared celular de los forrajes (Beauchemin *et al.*, 2003).

4.7.3 Probióticos

En las últimas dos décadas, ha habido una creciente preocupación de los consumidores con respecto a la seguridad, la calidad de los productos animales y las cuestiones ambientales. Por tales motivos, el objetivo de usar aditivos para alimentos es mejorar la eficiencia digestiva y de

producción disminuyendo la prevalencia de patógenos y reduciendo el impacto del ganado en el medio ambiente (Yirga, 2015).

La FAO/ WHO define a los probióticos como microorganismos que cuando se administran en cantidades adecuadas confieren un beneficio para la salud en el huésped (WHO/FAO, 2009). Por otra parte, Fuller, (2004), define a los probióticos como microorganismos viables que son consumidos animales con el objetivo de inducir efectos beneficiosos influyendo cualitativa o cuantitativamente en su microflora intestinal, modificando su estado inmune.

Los probióticos específicos para rumiantes incluyen especies fúngicas y bacterianas como *Bacillus*, *Bifidobacterium*, *Enterococcus*, *Lactobacillus* y cepas de *Megasphaera elsdenii* y *Prevotella bryantii*, junto con mezclas de levaduras que contienen *Aspergillus* y *Saccharomyces* (Seo et al., 2010).

Los probióticos fúngicos benefician a los rumiantes mediante procesos que aumentan el número de bacterias celulolíticas presentes en el rumen, estimulan el crecimiento de hongos y mejoran el metabolismo en el rumen y tienen como resultado concentraciones disminuidas de ácido láctico, reduciendo así el pH ruminal (Vibhute et al., 2011).

4.7.3.1 *Saccharomyces cerevisiae*

Las levaduras se clasifican en tres grupos: ascosporógenas, basidiosporógenas e imperfectas donde *Saccharomyces* es la más estudiada dentro de las ascosporógenas. Este género fue descrito por primera vez por Meyen cuando le asignó levadura de cerveza como SC en 1838, y fue redefinido

por Reess en (1870) a partir de las observaciones de ascosporas y su germinación (Steward, 1999).

La principal característica de *Sacharomyces* es que es su capacidad de fermentación anaerobia (Steward, 1999), además de que es rica en biotina, niacina, ácido pantoténico y tiamina (Peralta et al., 2008).

La levadura *Saccharomyces cerevisiae* ha sido evaluada en estudios en la alimentación animal, ya sea en animales rumiantes como en no rumiantes. Los estudios desarrollados en rumiantes tienen como propósito evaluar las variables ruminales y la productividad animal (Gloria, 2012).

4.7.3.2 Uso de *Saccharomyces cerevisiae* en rumiantes

Chaucheyras et al. (1996) investigaron el impacto de LEVUCEL®SC (*Saccharomyces cerevisiae* CNCM 1-1077, Pasteur Institute), una cepa de SC comercializada como aditivo para alimentos en rumiantes, sobre el metabolismo del lactato por las bacterias ruminales y observaron que las células de levadura, fueron capaces de superar a *Streptococcus bovis* para la utilización de la glucosa en condiciones anaeróbicas, reduciendo la cantidad de azúcares fermentables disponibles para la bacteria y, por tanto, la cantidad de lactato producida.

Se ha documentado que las dietas suplementadas con levaduras probióticas como SC, modifican las proporciones molares de los ácidos grasos volátiles, estabilizando así el pH ruminal (Hucko et al., 2009; Helal et al., 2004).

Galip, (2006) y Brossard et al. (2006) sugirieron que existe una correlación entre la levadura, la población de protozoos y el pH ruminal, pues en sus estudios, observaron un

aumento en la población de protozoos y en el pH ruminal en animales alimentados con dietas suplementadas con *Saccharomyces cerevisiae* I-1077. Por su parte, Chaucheyras et al. (2002) afirman que las levaduras aumentan el crecimiento de ciertas comunidades protozoarias ruminales, ya sea proporcionando nutrientes o mejorando las condiciones anaeróbicas mediante la remoción de oxígeno.

4.7.3.3 Uso de *Saccharomyces cerevisiae* en ovinos

En un estudio realizado por Arcos et al. (2000), probaron la inclusión de dos fuentes de comerciales de SC en dietas adicionando 1 y 3 g/ día para ovinos con base en caña de azúcar teniendo como resultado que la adición de 3 gr de SC en la dieta tiene mejor comportamiento en la variable pH ruminal en comparación con la administración de 1 g/día. Sin embargo, la concentración de protozoos en el rumen, es mejor agregando 1 g/día de SC comercial en la dieta.

Se han hecho estudios comparando la inclusión de SC en comparación con el uso de ionóforos (monensina). Tal es el estudio realizado por García et al. (2000), donde compararon la inclusión de 1 g/día de SC y 25 g/día de monensina en dietas con el 50 % de alfalfa y 50 % de concentrado. Los resultados muestran que sí hubo diferencias significativas ($p < 0.05$) en las variables de pH, contenido de protozoos e ingesta de materia seca, donde la monensina supera a la SC en la variable pH, no obstante en contenido de protozoos la SC supera a la monensina.

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Localización

El trabajo de investigación se realizó en las instalaciones del Módulo Experimental Ovino denominado "Pezmatlán" del Programa Educativo de Ingeniería Agronómica y Zootecnia, de la Facultad de Ingeniería Agrohidráulica de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, el cual se ubica en el municipio de Tlatlauquitepec, Puebla localizado al noreste del estado de Puebla, teniendo como coordenadas geográficas: los paralelos $19^{\circ} 36' 24''$ y $20^{\circ} 03' 18''$ de latitud norte y los meridianos $97^{\circ} 14' 42''$ y $97^{\circ} 28' 06''$ de longitud occidental, a una altitud de 1930 msnm.

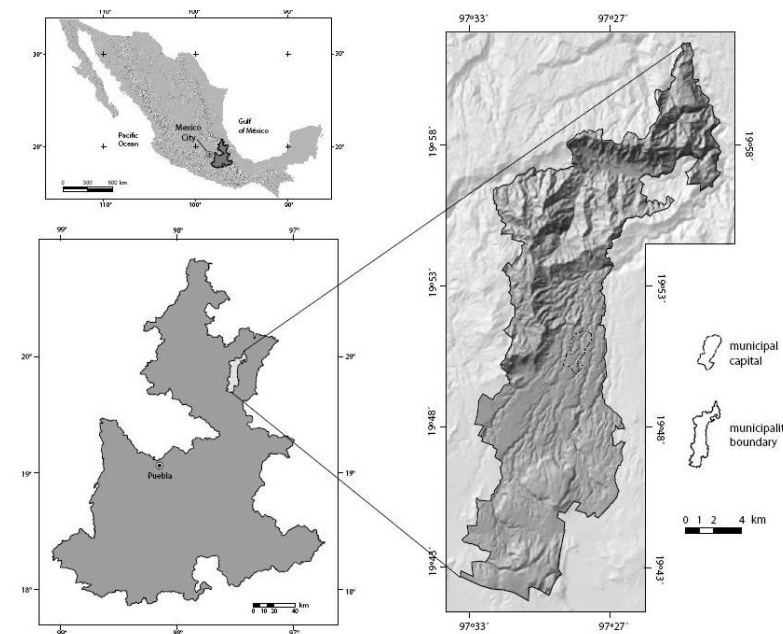


Figura 2. Localización geográfica del municipio de Tlatlauquitepec, Puebla.

5.2. Clima

Por su localización, este municipio presenta una gran variedad de climas que señala la transición entre los climas templados de la Sierra Norte y los cálidos del declive del Golfo. Esta región recibe los vientos que irrumpen desde el Golfo de México contra la serranía, haciendo un clima variable, con fuertes lluvias durante el verano y densas neblinas, así como bajas temperaturas durante el invierno. Este municipio tiene una temperatura media anual de 15 °C a 22 °C, alcanzando los 28 °C entre los meses de abril y julio (Briceño *et al.*, 2004).

5.3. Establecimiento del experimento

5.3.1. Unidades experimentales y manejo en general

Para llevar a cabo la realización del experimento de tesis se trabajó con 12 borregos de la cruce Columbia-Suffolk (C x S) adquiridos en una unidad de producción establecida en la región con un peso de 18 ± 3 kg con una edad promedio de 3 meses, previo al transporte se realizó la aplicación de 1.5 mL de oxitetraciclina para prevenir algún tipo de patología por el estrés del transporte. A su llegada se les alojó en un solo corral ofreciéndoles forraje con grano de avena y agua a libre acceso, posteriormente a las 72 horas se les aplicó la bacterina Bobact 8 (sepas de *Clostridium spp.* y *Pausterella spp.*), vitamina (ADE) y desparasitante (Ivermectina). Durante ocho días los animales fueron alimentados con forraje de avena con grano, inicialmente se les proporcionó la dieta utilizada en el experimento con 200 g por borrego, continuamente fue aumentando paulatinamente hasta darles la dieta al 100 %.

5.4. Distribución de tratamientos

Una vez pasando el período de adaptación de 10 días los animales fueron distribuidos al azar y alojados en jaulas individuales de 1 m² con piso elevado, con comedero y bebederos individuales y para el pesaje se utilizó una báscula comercial con capacidad para 500 kg.

Se evaluaron tres tratamientos con cuatro repeticiones cada uno.

Tratamiento 1. Cuatro borregos alimentados con dieta experimental más la adición de levaduras artesanales (1 litro de levadura SC por cada 100 kg de alimento terminado)

Tratamiento 2. Cuatro borregos alimentados con dieta experimental más la adición de levaduras liofilizadas (100 g de levadura SC liofilizada por cada 100 kg de alimento terminado)

Tratamiento 3. Cuatro borregos alimentados con la dieta experimental sin levaduras

5.5. Alimentación de los animales

Se llevó a cabo con dietas isoproteicas e isoenergéticas, Con los datos de los pesajes de las unidades experimentales se calculó el 4% de su peso vivo, se alimentó dos veces por día el 50 % en la mañana (8:00 horas) y el resto por la tarde (16:00 horas) durante todo el experimento, para poder determinar el consumo diario, el agua fue a libre acceso. Durante las 60 mañanas se recolectaba el alimento rechazado antes de ofrecerles la primera parte de la ración del día.

5.6. Dietas a evaluar

Las dietas (Cuadro 4) fueron formuladas con el programa NUTRION y preparadas en el Programa Educativo de Ingeniería Agronómica y Zootecnia, para ovinos machos de un peso promedio de 15 kg \pm 3 kg con 15.4 de proteína y 2.8 Mcal de energía, de acuerdo con los requerimientos marcados por el NRC (1985).

Cuadro 4. Composición (%) de la dieta experimental, Tlatlauquitepec, Puebla (2017).

Ingredientes	% de la dieta (kg)	T1	T2	T3
Pasta de soya	11	11	11	11
Maíz molido	34	34	34	34
Sorgo molido	32	32	32	32
Alfalfa	14	14	14	14
Melaza	5	5	5	5
Minerales	2	2	2	2
Bicarbonato	1	1	1	1
Urea	1	1	1	1
<i>Saccharomyces Serevisiae</i>		+ 1 litro de (CS) artesanales	+ 100 gr de (SC) liofilizadas	Sin (SC)
Total	100	100	100	100

Datos calculados de acuerdo a los requerimientos nutritivos del NRC de ovinos (1985)

La inclusión del litro de biomasa levaduriforme (SC) producido artesanalmente por su estado líquido se adicionó a

la dieta mediante el mezclado con la melaza, para posteriormente ser revueltos y agregados con los demás ingredientes.

La inclusión de Sc liofilizadas por su composición en polvo se incorporó a la dieta mediante el mezclado con la pasta de soya para posteriormente ser integrada con los demás ingredientes de la dieta.

Cuadro 5. Análisis Químico Proximal (AQP) en base seca (% BS)

AQP del alimento	T1 Promedio	T2 Promedio	T3 Promedio
PC	14.1	14.1	14.0
FDN	63.8	55.6	69.5
FDA	5.9	5.7	4.2
CENIZAS	5.32	3.3	5.13

5.7. Muestreo de líquido ruminal

Se realizaron dos muestreos, la primera recolección fue a los 30 días después de iniciado el experimento, el segundo a los 45 días, después de 3 a 4 horas de la alimentación de los borregos, fueron dos muestras por cada tratamiento (40 mL de líquido ruminal por animal) mediante una sonda esofágica de 1 metro de largo y un diámetro de 0.8 mm, se utilizó un abre bocas para poder introducir la sonda, se extrajo el líquido, haciendo que la maniobra fuera práctica, con el manejo de sujeción adecuado para los animales y así evitarles algún daño. En total fueron 12 muestras durante el período experimental.

5.8. Variables a evaluar

5.8.1 Consumo de alimento

Se determinó mediante el registró diario de la cantidad de alimento suministrado y rechazado. Obteniéndose el consumo diario de alimento por tratamiento expresado en gramos.

5.8.2. Ganancia diaria de peso

Al iniciar el experimento los ovinos fueron pesados y posteriormente se continuó con esta actividad cada 15 días antes de ofrecer el alimento. La ganancia diaria de peso (GDP) reportada en gramos se obtuvo de la diferencia entre el peso final menos el peso inicial entre los días del periodo.

5.8.3. Conversión alimenticia

La CA se calculó como el producto del consumo de alimento entre la ganancia de peso en kilogramos. Para calcularla se utilizaron los datos de los pesos de los borregos y el consumo de alimento de cada periodo.

5.8.4. pH ruminal

Se realizó mediante la utilización de un potenciómetro marca conductronic PC18, calibrado a dos valores de pH (4.0 y 7.0), se determinó el pH de la colecta del líquido ruminal.

5.8.5. Concentración de protozoarios

Para realizar el conteo de protozoarios se extrajeron de 5 a 8 mL de líquido ruminal, este fue trasladado al laboratorio para llevar a cabo el conteo, las muestras extraídas se colaron

para evitar la presencia de partículas mayores que pudieran interferir en la observación de los protozoarios, se hicieron diluciones con agua destilada en tubos de ensaye para lograr bajar la concentración de protozoarios (1 mL de agua por 1 mL de muestra) y facilitar el conteo, para esto se utilizó una cámara de Neubauer y un microscopio Leica CMF a una magnitud de 40x. La fórmula utilizada para estimar la concentración de protozoarios fue:

$$\text{Protozoarios mL}^{-1} \text{ fluido ruminal} = (\text{Media}) (\text{Factor de dilución}) 10^4$$

5.8.6. Análisis estadístico

Las variables respuesta se analizaron con un diseño completamente al azar bajo el siguiente modelo matemático:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \epsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Variable respuesta

μ = Media general

τ_i = Efecto del tratamiento

ϵ_{ij} = Error aleatorio

Se utilizó para el análisis estadístico el programa SAS ver. 9.0 (2004), comparación de medias se realizó mediante una prueba de Tukey.

VI RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1. Consumo diario de alimento

Los insumos suministrados en la alimentación animal representan el mayor costo de producción, por tal motivo la estimación real del CMS es importante para la formulación, la prevención de deficiencias o excesos en el consumo de nutrientes y en promover el uso eficiente de estos mismos para cubrir las demandas del animal (NRC., 2001).

En el Cuadro 6 se observa que los tratamientos no presentaron diferencias significativas ($P>0.05$), entre los diferentes periodos, así como en los promedios totales (1.3970 vs 1.3457 vs 1.4444) para los tratamientos 1, 2 y 3 respectivamente. Plata *et al.* (2004) reportó consumos de materia seca similares (1.27 vs 1.35 $\text{kg}^{-1}/\text{d}^{-1}$) para dieta testigo y dieta testigo + un cultivo de (SC) respectivamente en la alimentación de ovinos, donde estadísticamente tampoco se encontraron diferencias significativas entre tratamientos.

Montalvo (2009) obtuvo consumos homogéneos sin diferencias significativas entre tratamientos en un estudio con ovinos criollos alimentados con (SC) a razón de 0.125 kg y 0.250 kg de levadura por cada 100 kg de alimento terminado.

Cuadro 6. Consumo diario de alimento (kg) en borregos alimentados con la dieta experimental más inclusión de SC producidas artesanalmente, dieta experimental más inclusión de SC liofilizadas, dieta experimental sola. Tlatlauquitepec, Puebla (2017).

TRATAMIENTOS				
Periodos*	1	2	3	CV
1	0.7768	1.0818	1.0473	33.00373
2	1.4733	1.4320	1.4678	13.24647
3	1.5695	1.3790	1.7695	30.59370
4	1.7685	1.4898	1.4928	17.65181
Promedios	1.3970	1.3457	1.4444	22.95124

*cada periodo fue de 15 días; C.V.= Coeficiente de variación
No existieron diferencias significativas

6.2. Ganancia diaria de peso

En cuanto a la ganancia de peso (cuadro 7) en los borregos del presente experimento, no mostró alguna diferencia significativa ($p \geq 0.05$) entre los promedios de cada tratamiento ni en los diferentes periodos (0.318 vs 0.293 vs 0.352).

Cifuentes *et al.* (2013) trabajó con ovinos criollos en pastoreo continuo + suplementación de un cultivo de levadura (05 g d^{-1}) y grupo control sin suplementación, sin encontrar diferencias entre las ganancias de peso de los dos tratamientos (120 vs 100) respectivamente.

En otro trabajo realizado por Macedo *et al.* (2006) con corderos pelibuey purasangre alimentados intensivamente a base de una dieta alta en granos, divididos en dos

tratamientos, el primero solo con la dieta control y el segundo dieta control + suplantación de un cultivo de levaduras (12 g d⁻¹) sin obtener diferencias significativas entre los tratamientos, (290 vs 300 g d⁻¹) respectivamente para cada tratamiento, estos resultados son semejante a los obtenidos en la presente investigación, la efectividad de los cultivos de levadura podrían aumentar cuando la dieta ofrecida presente un forraje con una baja digestibilidad de su fibra (Miranda et al., 1996).

Cuadro 7. Ganancia diaria de peso (kg) en borregos alimentados con la dieta experimental más inclusión de SC producidas artesanalmente, dieta experimental más inclusión de SC liofilizadas, dieta experimental sola. Tlatlauquitepec, Puebla (2017).

TRATAMIENTOS				
Periodos*	1	2	3	CV
1	0.230	0.240	0.197	33.229
2	0.420	0.407	0.470	20.341
3	0.353	0.257	0.370	28.199
4	0.269	0.335	0.369	18.192
Promedio	0.318	0.293	0.352	29.017

* cada periodo fue de 15 días; C.V.= Coeficiente de variación
No existieron diferencias significativas

6.3. Conversión alimenticia

La conversión alimenticia, tiene una relación muy estrecha con las variables ganancia de peso y consumo alimenticio, las cuales indican la eficiencia en la utilización de la dieta como alimento. En el cuadro 8 se indica la conversión alimenticia de los animales, los cuales no presentaron diferencias significativas ($P > 0.05$) entre periodos ni entre tratamientos, (T1 vs T2 vs T3) respectivamente.

Reséndiz *et al.* (2012) menciona que no encontró diferencias significativas en la conversión alimenticia al comparar tres sepas de levaduras vivas en la alimentación de corderos de engorda. De igual manera Macedo *et al.* (2006) reporta valores de (4.22 vs 4.15) para grupo testigo y grupo testigo + SC respectivamente, la CA se mantuvo inferior a 4.0 durante los primeros 35 días para el grupo de borregos suplantados con SC en dicho estudio, estos datos son similares a los arrojados en la actual investigación.

Cuadro 8. Conversión alimenticia (kg) en borregos alimentados con la dieta experimental más inclusión de SC producidas artesanalmente, dieta experimental más inclusión de SC liofilizadas, dieta experimental sola. Tlatlauquitepec, Puebla (2017).

Periodos*	Tratamientos			
	1	2	3	VC
1	4.7385	4.8905	4.7293	21.38796
2	3.5833	3.5793	3.1593	11.11407
3	4.4638	6.3105	4.0140	26.86872
4	6.2837	4.6023	5.0388	14.70463
Promedios	4.7673	4.8457	4.2354	22.49149

* cada periodo fue de 15 días; C.V.= Coeficiente de variación
No existieron diferencias significativas

6.4. pH de líquido ruminal

La composición de la dieta está directamente relacionada con la fluctuación del pH ruminal el cual es un factor crítico en la función normal y estable del rumen debido a su profundo impacto en las poblaciones microbianas y los productos de fermentación y funciones fisiológicas, principalmente la motilidad y la función de absorción (Nagaraja *et al*, 2009). El fosfato y el bicarbonato secretados en la saliva del rumiante al momento de la ingestión como durante la rumia actúan como amortiguadores del pH para mantenerlo en condiciones normales de 5.5 - 6.5 (Ramírez, 2009) y evitar acidosis subclínica.

García *et al.*, 2000 aplicó un cultivo de (*Saccharomyces cerevisiae*) directamente en el rumen en borregas fistuladas

sin encontrar diferencias entre tratamientos, los resultados de la presente investigación muestran resultados homogéneos (cuadro 9) donde la variable pH del líquido ruminal de las unidades experimentales, no mostraron diferencias significativas entre tratamientos ni durante periodos, ($p > 0.05$), debido a que el pH de los 12 animales se mantuvo en un rango promedio de (5.7450, 5.8175 y 5.4675) del tratamiento 1, 2 y 3 respectivamente, mostrando un pH ácido sin embargo no afectó el consumo de los animales por el periodo de adaptación al inicio del experimento.

Cuadro 9. pH ruminal de los borregos alimentados con la dieta experimental más inclusión de SC producidas artesanalmente, dieta experimental más inclusión de SC liofilizadas, dieta experimental sola. Tlatlauquitepec, Puebla (2017).

Periodo*	Tratamientos			CV
	1	2	3	
1	5.6700	5.7500	5.3550	4.317486
2	5.82000	5.88500	5.58000	1.678254
Promedio	5.7450	5.8175	5.4675	2.173628

*Cada periodo fue de 30 días; C.V.= Coeficiente de variación

6.5. Concentración de protozoarios

Los protozoarios forman parte de la población microbiana del rumen contribuyendo a una eficiente asimilación del alimento fibroso (Qi et al., 2011; Krause et al., 2013).

La composición de la dieta está directamente relacionada sobre la población de protozoarios viéndose disminuida cuando los animales son alimentados con dietas altas en granos,

ingieren activamente las bacterias como fuente de nitrógeno (N), y por lo tanto son responsables del reciclaje ruminal de N. amoniacal a su vez, los protozoos son parte en la fermentación ruminal (Firkins y Yu, 2006).

La concentración de protozoarios (Cuadro 10) no mostró diferencias significativas en la concentración promedio (300 vs 255.6 vs 582.4) sin embargo, existe diferencia significativa ($P \leq 0.05$).

Cuadro 10. Concentración de protozoario ruminales (10^4 mL⁻¹ fluido ruminal) de los borregos alimentados con la dieta experimental más inclusión de SC producidas artesanalmente, dieta experimental más inclusión de SC liofilizadas, dieta experimental sola. Tlatlauquitepec, Puebla (2017).

Periodos*	Tratamiento			CV
	1	2	3	
1	97.6	184.0	179.2	65.62776
2	502.4	267.2	985.6	130.7261
Promedios	300.0	225.6	582.4	100.1602

*Cada periodo fue de 30 días; C.V.= Coeficiente de variación

VII. CONCLUSIÓN

De acuerdo a los resultados obtenidos en la presente investigación se concluye lo siguiente:

La inclusión de *Saccharomyces cerevisiae* (SC) cultivadas artesanalmente producen resultados similares a la SC comercial, al no encontrar diferencias significativas en las variables productivas de borregos en engorda; Ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia.

La inclusión de SC cultivadas artesanalmente o las adquiridas comercialmente, no afecta el pH ruminal ni la concentración de protozoarios ruminales.

VIII. LITERATURA CITADA

- Arcos, J., Castrejón, F., Mendoza, G., Pérez, E. 2000. Effect of two commercial yeast cultures with *Saccharomyces cerevisiae* on ruminal fermentation and digestion in sheep fed sugar cane tops. *Livestock Production Science* 63. PP.153-157
- Beauchemin, K., Colombatto, D., Morgavi, D., Yang, W. 2003. Use of exogenous fibrolytic enzymes to improve feed utilization by ruminants. *J. Anim. Sci.* 81 (E. Suppl.), PP.37-47. Consultado el día 23 de septiembre del 2001 en <http://www.asas.org/symposia/03esupp2/jas2304.pdf>, Accessed August 14, 2003.
- Bergen, W. 2004. Quantitative determination of rumen ciliate protozoal biomass with real-time PCR. *J Nutr* ;p.134:3223-4.
- Blood, and C. C. Gay, ed. W. B. Saunders, Philadelphia, PA.
- Bohatier, J. 1991. The rumen protozoa: Taxonomy, cytology and feeding behaviour. Pages 217-239 in *Rumen Microbial Metabolism and Ruminant Digestion*. J. P. Jouany, ed. Institut national de la Recherche Agronomique, Paris, France.
- Briceño, A. J., Parra, C. L., Galicia, M. L., Aguilar, G. M. L., Aguilar, G. M. y C. García N. 2004. Municipios de Puebla "Tlatlauquitepec". Secretaría de Desarrollo Social. Puebla, México. pp. 10-15
- Britton, R., Stock, R., 1989. Acidosis: a continual problem in cattle fed high grain diets. In: *Proceedings of the*

- Cornell Nutrition Conference for Feed Manufacturers, Cornell University, Ithaca, NY, pp. 9-15.
- Brossard, L., Chaucheyras-Durand, F., Michalet-Doreau, B., Martin, C. 2006. Dose effect of live yeasts on rumen microbial communities and fermentations during butyric latent acidosis in sheep: new type of interaction. *Anim. Sci.* 82, 829-836.
- Carro, M. D., Ranilla M. J. y Tejido, M. L. 2007. Utilización de aditivos en la alimentación del ganado ovino y caprino. *Sitio argentino de producción* 3: 26-37.
- Chaucheyras-Durand, F., Fonty, G., 2002. Influence of a probiotic yeast (*Saccharomyces cerevisiae* CNC I-1077) on microbial colonization and fermentation in the rumen of newborn lambs. *Microb. Ecol. Health Dis.* 14, 30-36.
- Chaucheyras-Durand, F., Fonty, G., Bertin, G., Salmon, J.M., Gouet, P. 1996. Effects of a strain of *Saccharomyces cerevisiae* (Levucell S.C.) a microbial additive for ruminants, on lactate metabolism in vitro. *Can. J. Microbiol.* 42, 927-933.
- Cifuentes, O. & Gonzalez, Y. (2013). Evaluación de la levadura (*saccharomyces cerevisiae*) en la ganancia de peso de ovinos criollos. *Facultad de ciencias agrarias*, p.43.
- Corah, L.R., 1991. Polyether ionophores effect on rumen function in feedlot cattle. *Vet. Clin. North. Am. Food Anim. Pract.* 7, 127e132.
- Dehority, B., 1997. Foregut fermentation. In: Mackie, R.I., White, B.A. (Eds.), *Gastrointestinal Microbiology*, vol. 1. Chapman and Hall, New York, pp. 39-76.

- Doleža, P., DVOŘÁČEK, J., DOLEŽAL, J., ČERMÁKOVÁ, J., ZEMAN, L. & SZWEDZIAK, K. 2011. Effect of feeding yeast culture on ruminal fermentation and blood indicators of Holstein dairy cows. *Acta Vet. Brno.* 80: pp. 139-145.
- Echavarria y Rossi. 2006. Fenología, producción y valor nutritivo del pasto alpiste (*Phalaris arundinacea*). *Agronomía Costarricense* 36(1): 25-37.
- Esqueda, C., Gutiérrez R. 2009. Producción de ovinos de pelo bajo condiciones de pastoreo extensivo en el norte de México. Libro Técnico No. 3. Centro de Investigación Regional del Norte Centro INIFAP.
- FAO, 2009. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Guidelines for the evaluation of probiotics in foods. Consultado el día 3 de septiembre del 2017 en <ftp://ftp.fao.org/es/esn/food/wgreport2.pdf>.
- Firkins, J., Allen, M., Oldick, B. y St-Pierre, N. 1998. Modeling ruminal digestibility of carbohydrates and microbial protein flow to the duodenum. *J. Dairy Sci.* P.81:3350-3369.
- Fonty, G. y Joblin. 1991. Rumen anaerobic fungi. Their role and interactions with other rumen microorganisms in relation to fiber digestion. pp. 665-679.
- Fuller, R., 2004. What is a probiotic? *Biologist* 51, p.232.
- Galip, N., 2006. Effect on supplemental yeast culture and sodium bicarbonate on ruminal fermentation and blood variables in rams. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 90, pp. 446-452.
- García, C., Mendoza, M., González, M., Cobos, P., Ortega, P. y Ramírez, L. 2000. Effect of a yeast culture (*Saccharomyces*

- cerevisiae) and monensin on ruminal fermentation and digestion in sheep. *Animal Feed Science and Technology* 83, pp.167-168.
- Garrett, E. F., K. V. Nordlund, W. J. Goodger, and G. R. Oetzel. 1997. A cross-sectional field study investigating the effect of periparturient dietary management on ruminal pH in early lactation dairy cows. *J. Dairy Sci.* 80(Suppl. 1):169. (Abstr.)
- Gentile, G., S. Cinotti, G. Ferri, and P. Famigli-Bergamini. 1986. Nutritional acidosis and technological characteristics of milk in high producing dairy cows. Page 823 *in* Proc. 14th World Congr. Diseases Cattle. P. J. Harigan and M. L. Monaghan, ed. Dublin, Ireland.
- Gloria, Trujillo (2012). Comportamiento productivo y niveles de ácido oleico en la canal de corderos suplementados con *Saccharomyces cerevisiae*. Colegio de posgraduados campus Montecillos.
- Gómez, L. 2006. Ventajas y desventajas del uso de anabólicos en bovinos productores de carne. Morelia, Michoacan.
- González GR, Blardony RK, Ramos JJA, Ramírez HB, Sosa R, Gaona PM. 2013. Rentabilidad de la producción de carne de ovinos Katahdin x Pelibuey con tres tipos de alimentación. *Avances en Investigación Agropecuaria* 17(1):135-148.
- Guttman B, Raya R, Kutter E. Basic phage biology. In: Kutter E, Sulakvelidze A, editors. *Bacteriophages: biology and applications*. New York: CRC Press; 2004. p. 29-66.
- Helal, F.I.S., Abdel- Rahman, K.A. 2010. Productive performance of lactating ewes fed diets supplementing with dry yeast

- and/or bentonite as feedadditives. *World J. Agric. Sci.* 6, 489-498.
- Herrera, M., García, P y Cobos, R. 1998. La ganadería familiar en México. Colegio de Postgraduados campus Montecillo con la colaboración del Instituto Nacional de Estadística e Informática.
- Hucko, B., Bampidis, V.A., Kodes, A., Christodoulou, V., Mudrik, Z., Poláková Plachy, V., 2009. Rumen fermentation characteristics in pre-weaning calvesreceiving yeast culture supplements. *Czech J. Anim. Sci.* 54, 435-442.
- Hungate, R. E., *Rumen and its Microbes*, Academic Press, Washington DC, 1996.
- INIFAP. 2013. Producción de carne ovina. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología y Mejoramiento Animal.
- Janssen, P. H., and M. Kirs. 2008. Structure of the Archaeal community of the rumen. *Appl. Environ. Microbiol.* 74:3619-3625.
- Jouany, J.P., Morgavi, D.P. 2007. Use of 'natural' products as alternatives to antibiotic feed additives in ruminant production. *Animal* 1 (10), 1443-1466.
- Kamra, D.N. 2005. Rumen microbial ecosystem. *Current science*, Vol. 89, NO. 1.
- Krause, D. O., T. G. Nagaraja, A. D. G. Wright, and T. R. Callaway. 2013. Rumen microbiology: Leading the way in microbial ecology. *J. Anim. Sci.* 91:331-341.
- Krehbiel, C. 2014. Invited review: Applied nutrition of ruminants: Fermentation and digestive physiology.

Department of Animal Science, Oklahoma State University,
Stillwater 74078.

- Kung, L., Kreck, E.M., Tung, R.S., Hession, A., Sheperd, A.C., Cohen, M.A., Swain, H.E., Leedle, J. 1997. Effects of a live yeast culture and enzymes on in vitroruminal fermentation and milk production of dairy cows. *Dairy Sci.* 80, 2045-2051.
- Macedo, R., Arredondo, V., & Beauregard, J. (2006). Influence of yeast culture on productive performance of intensively fattened Pelibuey lambs in Colima, México. *AVANCES EN INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA*, P.64.
- Miranda, L., Mendoza, G., Bárcena, R., González, S., Ferrara, R., Ortega, M. and Cobos, M. 1996. Effect of *Saccharomyces cerevisiae* or *Aspergillus oryzae* cultures and NDF levels on parameters of ruminal fermentation. *Animal Feed Science and Technology*. 63: pp. 289- 296.
- Montalvo, G. 2009. EFECTO DE LA SUPLEMENTACION DE (*Saccharomyces cerevisiae*) EN EL COMPORTAMINETO PRODUCTIVO Y MICROBIOLÓGICO DE OVINOS. p.33.
- Nagaraja TG, Titgemeyer EC. Acidosis in beef cattle. *J Dairy Sci* 2007;90(ESuppl. 0): E17-38.
- Nagaraja, T., 2012. A microbiologist's view on improving nutrient utilization in ruminants. In: 23rd Annual Ruminant Nutrition Symposium, University ofFlorida Dairy Extension, Gainesville, Florida, 149175.
- Nordlund, K. V., E. F. Garrett, and G. R. Oetzel. 1995. Herdbased rumenocentesis: a clinical approach to the diagnosis of subacute rumen acidosis. *Compend. Contin. Educ. Pract. Vet.* 17: S48-S56.

- Oetzel, G. R., K. V. Nordlund, and E. F. Garrett. 1999. Effect of ruminal pH and stage of lactation on ruminal lactate concentration in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 82(Suppl. 1):35. (Abstr.)
- Orpin, C. G. 1997. The rumen flagellate *Piromyces communis*: Its life history and invasion of plant material in rumen. *J. Gen. Microbiology*.
- Owens, F.N., Secrist, D.S., Hill, W.J., Gill, D.R. 1998. Acidosis in cattle: a review. *J. Anim. Sci.* 76, 275-286.
- Peralta, M. F., Miazso, R. D. y Nilson, A. 2008. Levadura de cerveza (*Saccharomyces cerevisiae*) en la alimentación de pollos de carne - Yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) in feed broiler. REDVET. Revista electrónica de Veterinaria 1695-7504 2008 Volumen IX Número 10.
- Plata, F., Ricalde, R., Melgoza, L., Lara, A., Aranda, E., Mendoza, G. 2004. Un cultivo de levadura (*Saccharomyces cerevisiae*) y la monensina sódica en el comportamiento productivo de ovinos. *Revista Científica*, 14: PP.522-525.
- PROGAN. 2010. Programa Nacional Ganadero. SAGARPA. Disponible en <http://www.sagarpa.gob.mx/ganaderia/Programas/Paginas/PROGRAM.aspx>.
- Qi, M., P. Wang, N. O'Toole, P. S. Barboza, E. Ungerfeld, M. B. Leigh, L. B. Selinger, G. Butler, A. Tsang, T. A. McAllister, and R. J. Forster. 2011. Snapshot of the eukaryotic gene expression in Muskoxen rumen—A metatranscriptomic approach. *PLoS ONE* 6(e20521):1-12.
- Radostits, O. M., D. C. Blood, and C. C. Gay. 1994. Acute carbohydrate engorgement of ruminants (rumen overload).

- Pages 262-269 in *Veterinary Medicine*. 8th ed. O. W. Radostits, D. C.
- Ramírez, I. R. G. 2009. *NUTRICIÓN DE RUMIANTES: SISTEMAS EXTENSIVOS*. MEXICO, D.F.: Trillas.
- Reglamento (CE) No 1831/2003 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 22 de septiembre de 2003 sobre los aditivos en la alimentación animal.
- Reinhardt, C and Faris, B. 2004. *Ruminants*. Kansas State University, Manhattan, KS, USA.
- Reséndiz, M., Bárcena, J., Crosby, M., Cobos, M., Herrera, J., Hernández, P. & Carreón, L. (2012). Efecto del selenio y cromo orgánicos y *Saccharomyces cerevisiae* en la degradación in situ de la dieta, fermentación ruminal y crecimiento de borregos. *Agrociencia*, 46(8), 745-755. Recuperado en 14 de septiembre de 2017, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&id=S1405-31952012000800001&lng=es&tlng=es.
- Sánchez, Sergio y Demain, Arnold L. 2017. Chapter 1, Useful Microbial Enzymes, An Introduction. *Biotechnology of Microbial Enzymes Production, Biocatalysis and Industrial Applications* pages 1-11
- Seo, J.K., Kim, S.W., Kim, M.H., Upadhaya, S.D., Kam, D.K., Ha, J.K., 2010. Direct-fed microbials for ruminant animals. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 23, 1657-1667.
- Servicio de Información Alimentaria Pesquera. 2016. Población ganadera ovina. Disponible en <http://www.siap.com>.
- Stewart G.G. 1999. *Saccharomyces*. Risk Analysis see *Microbial Risk Analysis*. Revision of the previous edition article by Yuji Oda, Kozo Ouchi, volume 3, pp. 1907-1913.

- US FDA, 2007. Toxicological Principles for the Safety Assessment of Food Ingredients. Redbook 2000 FDA Center for Food Safety and Nutrition, Washington, DC.
- van Soest, P.J. 1994. Nutritional Ecology of the Ruminant, second ed. Cornell University Press, New York.
- Vibhute, V.M., Shelke, R.R., Chavan, S.D., Nage, S.P., 2011. Effect of probiotics supplementation on the performance of lactating crossbred cows. *Vet. World* 4, 557-561.
- Wallace, R.J., Newbold, C.J. 1995. Microbial feed additives for ruminants. In: Fuller, R., Heidt, P.J., Rusch, V., Der Waaij, D. (Eds.), *Probiotics: Prospects of Use in Opportunistic Infections*. Institute for Microbiology and Biochemistry, Herborn-Dill, Germany, pp. 101-125.
- Yirga, H., 2015. The use of probiotics in animal nutrition. *J. Probiot. Health* 3 (132), recuperado el día 5 de septiembre del 2017 de <http://dx.doi.org/10.4172/2329-8901.1000132>

VIII. ANEXOS



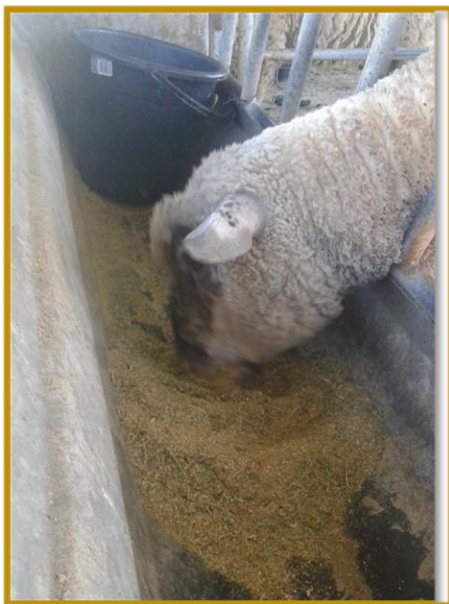
Anexo 1: Mezclado de los ingredientes para la preparación de la dieta experimental.



Anexo 2: Periodo de adaptación (10 días) de los animales.



Anexo 3: Distribución de las unidades experimentales.



ANEXO 4: Alimentación de los animales por tratamiento con la dieta experimental



Anexo 5: Pesaje de las unidades experimentales al final de cada periodo (15 días) para la captura de datos.



ANEXO 6: Sondeo esofágico para la extracción del líquido ruminal, para determinar variables microbiológicas.



ANEXO 7: Trabajo en laboratorio de Ingeniería Agronómica y Zootecnia para determinar AQP.



Anexo 8: Borregos al final de la presente investigación.



BUAP

Oficio No. IAH/692/2017

C. Francisco Javier Aguilar Quiroz
Egresado de la Facultad de Ingeniería Agrohidráulica
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
PRESENTE

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

"Inclusión de dos fuentes de *Saccharomyces cerevisiae* en la alimentación de borregos"

Correspondiente a la Licenciatura en Ingeniería Agronómica y Zootecnia.

Sin otro particular por el momento, me despido reiterando a Usted mi más atenta y distinguida consideración.

Atentamente

"Pensar bien, para vivir mejor"

Tlatlauquitepec, Pue., a 05 de Julio de 2017.

Dr. Armando Ibáñez Martínez

Director de la Facultad de Ingeniería Agrohidráulica



C.c.p.- Archivo y Minutario
Dr. AIM/mlsm

80 AÑOS
DE UNIVERSIDAD

Facultad
de Agrohidráulica

Av. Universidad s/n, San Juan
Acateno, Teziutlán, Pue.
01 (231) 312 29 33