



UAGro

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE GUERRERO

Maestría en Ciencias Agropecuarias y Gestión Local

Comportamiento productivo, fermentación ruminal y rendimiento en canal de caprinos consumiendo forrajes de baja calidad más *Saccharomyces cerevisiae*

Tesis

Presentada como requisito parcial
para obtener el grado de:

Maestro en ciencias

Presenta:

M.V.Z. Gerardo Núñez López

Director: Dr. Luis Miguel Camacho Díaz

Codirectora: Dra. Mona Mohamed Mohamed Yasseen Elghandour

Asesores: Dr. Moisés Cipriano Salazar

Dr. Jaime Olivares Pérez

Dr. Saúl Rojas Hernández

Iguala de la Independencia, Guerrero. Abril de 2019

Contenido

I.- INTRODUCCIÓN	1
II.- REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1 Pared vegetal de esquilmos agrícolas.....	3
2.2 Uso de probióticos en la alimentación animal	3
2.3 Uso de levaduras como probiótico en la alimentación animal.....	4
2.4 Parámetros productivos	7
2.5 Fermentación ruminal.....	7
2.6 Rendimiento y características de la canal	9
2.6.1 Composición química de la carne.....	9
2.6.2 Factores que afectan la calidad de la carne.....	9
2.6.3 pH.....	11
2.6.4 Rigor mortis	11
2.6.5 Color	12
III.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	13
IV.- JUSTIFICACIÓN	14
V.- HIPÓTESIS	15
VI.- OBJETIVOS.....	16
6.1 General.....	16
6.2 Particulares	16
VII.- MATERIALES Y MÉTODOS	17
7.1 Ubicación del área de estudio.....	17
7.2 Animales.....	17
7.3 Tratamientos.....	17
7.4 Variables a medir	19
7.4.1 Consumo de materia seca (CMS).....	19
7.4.2 Ganancia diaria de peso (GDP)	19
7.4.3 Conversión alimenticia (CA)	19
7.4.4 pH ruminal	20
7.4.5 Conteo de protozoarios	20
7.4.6 Sacrificio de los animales y obtención de datos.....	21
7.4.7 Color	23
7.5 Diseño experimental.....	23

VIII. RESULTADOS	24
IX. DISCUSIÓN.....	28
9.1 Parámetros productivos.....	28
9.2 Parámetros de fermentación ruminal.....	29
9.3 Rendimiento y características de la canal	30
X. CONCLUSIONES	32
XI.- BIBLIOGRAFÍA.....	33

Índice de cuadros

	Nombre	Número de página
Cuadro 1.	Microorganismos utilizados como probióticos en los animales y el hombre (R= especial interés en rumiantes).	6
Cuadro 2.	Factores que influyen sobre algunos parámetros relacionados con la calidad de la canal .	10
Cuadro 3.	Composición de la dieta (% BS) caprina suplementada con <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	18
Cuadro 4.	Parámetros productivos en caprinos suplementados con <i>Saccharomyces cerevisiae</i> .	25
Cuadro 5.	Parámetros de fermentación ruminal en caprinos suplementados con <i>Saccharomyces cerevisiae</i> .	25
Cuadro 6.	Rendimiento en canal de caprinos suplementados con <i>Saccharomyces cerevisiae</i> ..	26
Cuadro 7.	Temperatura, pH y color de la canal de caprinos suplementados con <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	27

Índice de figuras

	Nombre	Número de página
Figura 1.	Esquema condensado de la degradación de materia orgánica en el rumen y de interacciones microbianas.	8

Resumen

Se utilizó la levadura *Saccharomyces cerevisiae* como modificador de la fermentación ruminal, en una dieta a base de heno de avena y rastrojo de maíz, para valorar su efecto sobre los parámetros productivos, la fermentación ruminal y el rendimiento y características de la canal de caprinos cruza boer x criollo. En un diseño estadístico completamente al azar durante 67 días, se utilizaron 32 caprinos machos de tres meses de edad y un peso de 13 ± 1.8 kg. Los tratamientos fueron: T1) heno de avena + concentrado sin *Saccharomyces cerevisiae*; T2) heno de avena + concentrado + 5 g de *Saccharomyces cerevisiae*; T3) Rastrojo de maíz + concentrado sin *Saccharomyces cerevisiae*; T4) Rastrojo de maíz + concentrado + 5 g de *Saccharomyces cerevisiae*. No se presentaron diferencias estadísticas significativas ($p > 0.05$) en parámetros productivos, parámetros de fermentación ruminal, rendimiento y características de la canal en ninguno de los cuatro tratamientos utilizando la levadura *Saccharomyces cerevisiae*. Se concluye que al utilizar la levadura *Saccharomyces cerevisiae* en la suplementación de caprinos con dietas fibrosas no se afectan los parámetros productivos, los parámetros de fermentación ruminal y el rendimiento y las características de la canal, por lo que su uso en cabras puede implementarse sin inconvenientes.

Palabras clave: *Saccharomyces cerevisiae*; esquilmos; cabras

Abstract

The yeast *Saccharomyces cerevisiae* was used as modifier of the ruminal fermentation, in a diet based on oats hay and corn stover, to assess its effect on productive performance, ruminal fermentation and carcass yield in goats crossing boer x criollo. In a completely randomized statistical design for 67 days, 32 male goats of three-month-old weighing 13 ± 1.8 kg were used. The treatments were: T1) oat hay + concentrate without *Saccharomyces cerevisiae*; T2) oat hay + concentrate + 5 g of *Saccharomyces cerevisiae*; T3) corn stover + concentrate without *Saccharomyces cerevisiae*; T4) Corn stover + concentrate + 5 g of *Saccharomyces cerevisiae*. It can be observed that there are no significant statistical differences ($p > 0.05$) in productive performance, ruminal fermentation parameters and carcass yield in any of the four treatments that use the *Saccharomyces cerevisiae*. It is concluded that when using *Saccharomyces cerevisiae* in the supplementation of goats with fibrous diets, they do not affect the productive performance, the parameters of fermentation of the rumen and the characteristics of the carcass, so its use in goats can included without problems.

Keywords: *Saccharomyces cerevisiae*; oat hay; corn stover; goats

I.- INTRODUCCIÓN

En el transcurso de los años, mediante estudios científicos se han buscado nuevas formas que mejoren el valor nutritivo de los rastrojos o subproductos agrícolas (Oseguera *et al.*, 1944). Los esquilmos agrícolas o forrajes de baja calidad son una fuente de energía abundante y barata para los rumiantes (Yescas *et al.*, 2004). Sin embargo, la pared vegetal de los esquilmos está constituida por enlaces lignocelulósicos que representan cubiertas rígidas de difícil digestión de nutrientes, bajo contenido de proteína cruda y una mala palatabilidad para el rumiante (Fondevila, 1998). Más aún, los esquilmos por si solos no cubren los requerimientos nutricionales de los rumiantes (García *et al.*, 2009), ya que tienen un elevado contenido de fibra. Por lo tanto, la baja digestibilidad, la deficiencia nutricional y la ingesta negativa de los rumiantes provocan desnutrición (Estrada *et al.*, 2015), facilitando la aparición de enfermedades, bajo peso y por ende el incremento en los costos de producción. El proceso de fermentación ruminal que se realiza en ausencia de oxígeno con el fin de obtener energía necesaria para funciones vitales (Abreu *et al.*, 2003), juega un papel importante, ya que la población de microorganismos, la síntesis de proteína microbiana, potencial de hidrogeno (pH) y el reciclaje de nitrógeno contribuyen para utilizar de manera eficiente los forrajes fibrosos (Angulo *et al.*, 2005). Para que exista un aumento en la fermentación ruminal de la fibra se ha recurrido a metodologías físicas y químicas para optimizar el valor nutritivo de diversos alimentos que se utilizan en la nutrición animal (Tous *et al.*, 2010), aunque el mecanismo por el cual se produce este aumento no se conoce en su totalidad (López *et al.*, 2015).

Para mejorar el rendimiento productivo de los animales se han utilizado probióticos, los cuales son microorganismos vivos como bacterias y hongos que al ser agregados como suplemento en las dietas muestran efectos benéficos en las unidades de producción pecuaria (Cifuentes y González, 2014), ya que mejoran el equilibrio de la flora microbiana intestinal (Cadena, 2014) sin que haya perturbaciones en las funciones fisiológicas en los animales (Gonzalo, 2010). Se

han realizado estudios previos sobre el empleo de la levadura *Saccharomyces cerevisiae* en rumiantes donde se evalúan parámetros de fermentación ruminal y su efecto en la respuesta animal (Sales, 2011). Sin embargo, pese a que hay abundante información no se conoce en su totalidad el efecto que esta levadura provoca en los rumiantes, sobre todo los que son alimentados con forrajes de baja calidad (Fernández *et al.*, 2014).

Los caprinos se encuentran distribuidos por todo el planeta, aunque hay mayor distribución en países en vías de desarrollo (Martins *et al.*, 2016). México tiene una gran biodiversidad, lo cual ha permitido que las cabras se encuentren distribuidas en todo su territorio, aunque esta actividad aporta el 1% de la producción pecuaria del país, es de gran importancia productiva, social, económica, ecológica y cultural (Alejandre *et al.*, 2016). En la Región Tierra Caliente de Guerrero, la caprinocultura juega un papel importante para el sustento de muchas familias de bajos recursos, por lo que se buscan nuevas alternativas que mejoren la producción para obtener beneficios para las personas que practican esta actividad pecuaria (Hernández, 2000).

El objetivo del presente estudio fue determinar los efectos de la adición de *Saccharomyces cerevisiae* en una dieta a base de rastrojo de maíz en comparación con una dieta a base de heno de avena, sobre las variables productivas (consumo de alimento, ganancia diaria de peso y conversión alimenticia), parámetros de fermentación ruminal (pH y conteo de protozoarios) y rendimiento y características de la canal (peso, pH y color).

II.- REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Pared vegetal de esquilmos agrícolas

La pared vegetal de los esquilmos está constituida por celulosa, lignina, hemicelulosa, pectina, inulina, agar, quitina, gomas y silicatos; incluso se consideran como parte de la fibra a los compuestos fenólicos, el ácido fítico y otros compuestos anti nutricionales presentes en pequeñas cantidades (Segura *et al.*, 2007). Los componentes primarios de los forrajes son la celulosa y la hemicelulosa (Yescas *et al.*, 2004). Los alimentos fibrosos, que contienen elevadas concentraciones de celulosa y hemicelulosa, pueden crear un complejo de carbohidratos estructurales y lignina que reducen la digestibilidad de los carbohidratos y así se reduce la utilización óptima de forrajes para rumiantes (Lopez *et al.*, 2015). Cuando se utilizan forrajes de baja calidad, no se cubren los requerimientos nutricionales de rumiantes, ya que estos contienen un elevado contenido de fibra (Estrada *et al.*, 2015). La baja calidad nutricional de pastos en los trópicos está asociada con una mala productividad de los rumiantes, debido al alto contenido de paredes celulares que limitan la actividad ruminal dando como resultado bajas tasas de ganancia por un consumo limitado de nutrientes digestibles reduciendo la eficiencia de utilización de alimento (Rojo *et al.*, 2000).

2.2 Uso de probióticos en la alimentación animal

Los probióticos se perfilan como la opción más destacada para evitar la utilización de antibióticos en animales y como una solución promotora de la calidad y de la seguridad dietaria. Son totalmente seguros para los animales, los consumidores y el medio ambiente y su eficacia está respaldada por numerosos estudios (Castro y de Souza, 2005).

En la actualidad, el empleo de probióticos en la nutrición animal constituye una necesidad e incentiva la búsqueda de productos más integrales que permitan efectos benéficos sobre diferentes especies animales. Generalmente, los efectos observados con el uso de probióticos en nutrición animal son: el incremento de los parámetros productivos y mejora el estado sanitario. Los productos probióticos son

obtenidos como células viables y cuando alcanzan el tracto gastrointestinal, causan un rebalance en la microbiota, mejorando la utilización de los alimentos digeridos aportando metabolitos esenciales, procesando toxinas complejas u otros agentes inductores (Leonard, 2007).

Los probióticos son microorganismos vivos que al ser adicionados a diferentes dietas, medicamentos o suplementos tienen efectos benéficos para el animal (Guarner *et al.*, 2011). Los probióticos son principalmente bacterias capaces de producir ácido láctico y son las más conocidas, sin embargo, además de estas existen otras como las bacterias no lácticas, hongos y levaduras (Caja *et al.*, 2003).

2.3 Uso de levaduras como probiótico en la alimentación animal

El nombre levadura engloba a una serie de organismos celulares, incluyendo especies patógenas para plantas y animales, también incluye especies inocuas y de gran utilidad. Existen cepas diferentes utilizadas en la panificación, destilería, producción de extractos de levadura y uso en animales (Suarez *et al.*, 2016). Las levaduras son organismos eucariotas con gran variedad respecto a su tamaño, forma y color. Son hongos unicelulares y generalmente sus células son ovaladas, esféricas, cilíndricas o elípticas. Miden entre 4 y 5 μm . Se reproducen por fisión binaria o gemación. Los constituyentes macromoleculares de las levaduras incluyen proteínas, glicoproteínas, polisacáridos, polifosfatos, lípidos y ácidos nucleicos; además contienen entre 40 y 50% de proteína de su peso seco (Mejía *et al.*, 2016). Las levaduras más estudiadas en el mundo son cepas provenientes de las especies: *Saccharomyces cerevisiae*, *Kluyveromices fragilis* y *Candida utilis* (Ramírez *et al.*, 2013).

Dentro de las levaduras, *S. cerevisiae* ha sido estudiada, aunque no se conoce mucho acerca de su uso como probiótico debido a que gran parte de las investigaciones se han enfocado en el uso de otros microorganismos (bacterias lácticas). A esta levadura se le reconocen ciertos atributos como producir cambios favorables en la mucosa intestinal y mejorar el comportamiento productivo con raciones bajas en proteína (Ortiz *et al.*, 2008). Con el transcurso de los años, *Saccharomyces cerevisiae* ha sido estudiada en experimentos *in vitro* e *in vivo* en

diferentes especies animales, con el fin de evaluar su efecto probiótico y así obtener incrementos en los parámetros productivos sin poner en riesgo la salud animal (Delgado *et al.*, 2014). Levaduras como *Saccharomyces cerevisiae* pueden mejorar la estabilidad del pH en el rumen, la digestibilidad de forrajes fibrosos y el consumo de materia seca, además de producir ácidos grasos volátiles (AGVs) debido a cambios favorables para el crecimiento de microorganismos ruminales (Reséndiz *et al.*, 2012). En el cuadro 1 se muestran los principales microorganismos utilizados como probióticos en los animales y el hombre.

Cuadro 1. Microorganismos utilizados como probióticos en los animales y el hombre (R= especial interés en rumiantes).

Microorganismos	Géneros	Especies
Bacterias lácticas no esporuladas (Gram +)	Lactobacilos (<i>Lactobacillus</i>)	<i>L. acidophilus</i> , <i>L. plantarum</i> , <i>L. casei</i> , <i>L. rhamnosum</i> , <i>L. GG</i> , <i>L. delbrueckii bulgaricus</i> , <i>L. reuteri</i> , <i>L. fermentum</i> , <i>L. brevis</i> , <i>L. lactis</i> , <i>L. cellobius</i> .
	Bifidobacterias (<i>Bifidobacterium</i>)	<i>B. bifidum</i> , <i>B. longum</i> , <i>B. thermophilus</i> , <i>B. infantis</i> , <i>B. adolescents</i> , <i>B. animalis</i>
	Estreptococos (<i>Streptococcus</i>)	<i>S. thermophilus</i> , <i>S. lactis</i> , <i>S. cremoris</i> , <i>S. salivarius</i> , <i>S. intermedius</i> , <i>S. leuconostoc</i>
	Enterococos (<i>Enterococcus</i>)	<i>E. faecali</i> , <i>E. faecium</i>
	Lactococos (<i>Lactococcus</i>)	<i>L. lactis</i>
	Pediococos (<i>Pediococcus</i>)	<i>P. acidilactici</i>
	Leuconostoc (<i>Leuconostoc</i>)	<i>L. mesenteroides</i>
Bacterias lácticas esporuladas (Gram +)	Sporolactobacilos (<i>Sporolactobacillus</i>)	<i>S. inulimus</i>
Bacterias no lácticas esporuladas	Bacilos (<i>Bacillus</i>)	<i>B. subtilis</i> , <i>B. coagulans</i> , <i>B. clausii</i> , <i>B. cereus</i> (var. <i>toyoi</i>), <i>B. licheniformis</i>
	Bacterias propiónicas (<i>Propionibacterium</i>)	<i>P. freudenreichii</i>
Levaduras	Sacaromicetos (<i>Saccharomyces</i>)	<i>S. cerevisiae</i> (R), <i>S. boulardii</i> (R)
Hongos	Aspergilos (<i>Aspergillus</i>)	<i>A. niger</i> , <i>A. oryzae</i> (R)

Tomado de Caja *et al.*, (2003)

2.4 Parámetros productivos

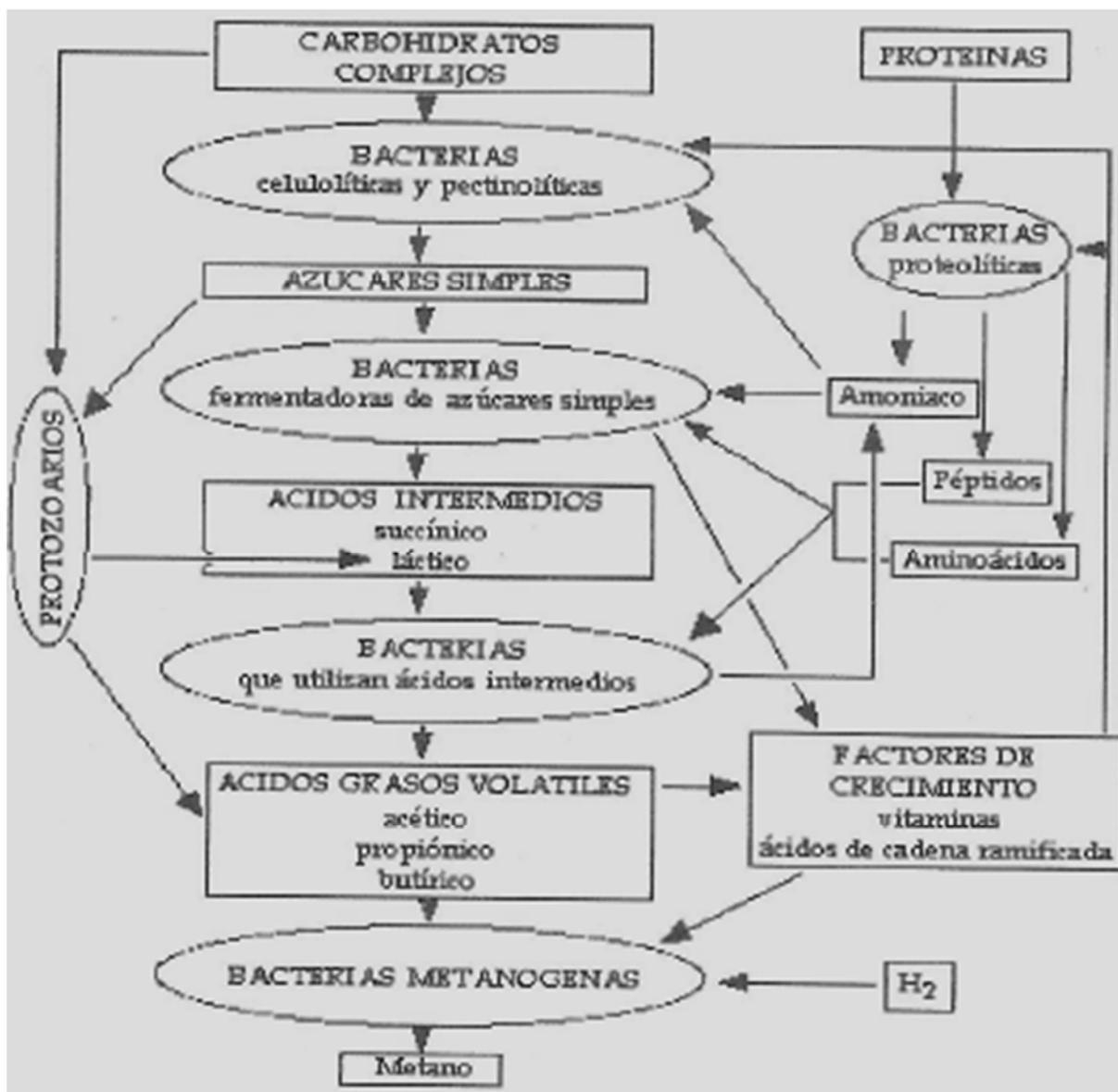
En las últimas décadas creció el interés en modificar los procesos de fermentación ruminal con el fin de disminuir el uso de antibióticos y de mejorar la eficacia de la producción animal (Ahmed *et al.*, 2002). Diversos aditivos se han utilizado como modificadores de la fermentación ruminal con el fin de obtener mejores resultados en consumo de materia seca, ganancia diaria de peso y conversión alimenticia, según la Agencia de Seguridad Alimentaria de Europa el uso de la levadura *Saccharomyces cerevisiae* tiene efectos benéficos para la ganancia de peso en corderos de engorda (Carro *et al.*, 2006), en el trabajo de investigación realizado por Reséndiz *et al.* (2012), encontraron que adicionar selenio, cromo y *Saccharomyces cerevisiae* en borregos en crecimiento aumenta la ganancia de peso en comparación con el grupo testigo. Gloria *et al.* (2014), reportan que al suplementar corderos con 3 g de *Saccharomyces cerevisiae* disminuye el consumo de materia seca sin afectar la ganancia de peso después de 15 días de uso, lo que sugiere una mejor eficiencia en la utilización de la dieta suministrada.

2.5 Fermentación ruminal

La mayor parte de la población mundial de rumiantes se encuentra en los países del trópico y la alimentación se basa principalmente en forrajes de baja calidad en época de sequía (Abreu *et al.*, 2003). Los forrajes de baja calidad tienen un valor nutritivo pobre, debido a los altos niveles de fibra que poseen, lo cual limita el consumo voluntario y la absorción de nutrientes (Rodríguez *et al.*, 2013). Los rumiantes son animales que tienen un compartimento llamado rumen, el cual se encuentra habitado por poblaciones microbianas (protozoos, bacterias y hongos) y estos desempeñan un papel importante para la degradación de alimentos (Galindo y Marrero, 2005). El producto final de los procesos fermentativos ruminales son ácidos grasos volátiles (Figura 1), los cuales son absorbidos a través de la pared del rumen en un ambiente líquido amortiguado y próximo a la neutralidad, al mismo tiempo que se eliminan continuamente productos solubles de dicho proceso (Febres *et al.*, 2007). En un estudio realizado por Rojo *et al.* (2000), en toretes, observaron

que al adicionar 10 g de *Saccharomyces cerevisiae* en la dieta mejoró la digestibilidad total de la fibra detergente ácida.

Figura 2. Esquema condensado de la degradación de materia orgánica en el rumen y de interacciones microbianas.



Adaptado de Elghandour *et al.* (2014).

2.6 Rendimiento y características de la canal

La nueva modalidad que existe en el mercado cárnico es producir más con menos, con el objetivo de obtener un mayor rendimiento sin afectar las propiedades físico-químicas de la carne (Mencio *et al.*, 2014). Los consumidores determinan que producto cárnico comprar de acuerdo a la apariencia visual de la carne, por lo que la calidad puede ser definida como el conjunto de características reales que satisfacen las necesidades del cliente. Sin embargo, actualmente se suman nuevas características para determinar la calidad de carne como son los sistemas de producción, raza, genotipo, alimentación, manejo previo al sacrificio y aturdimiento, método de sacrificio, enfriamiento y métodos de almacenamiento (Andersen *et al.*, 2005).

2.6.1 Composición química de la carne

La carne es muy importante en la dieta humana, ya que aporta una serie de nutrientes, proteínas, grasas, agua, minerales y vitaminas (Olivan *et al.*, 2000). En el caso de la carne, podemos hablar de cuatro características a tomar en cuenta: nutritiva, de acuerdo a los nutrientes que aporte; higiénico-sanitaria o de inocuidad, según su carga microbiana o presencia de residuos; sensorial, donde se valoran atributos visuales y caracteres que se aprecian en el momento de la degustación; y tecnológica, de acuerdo a su aptitud para la elaboración de productos cárnicos (Urrutia *et al.*, 2008). Se puede decir que la carne posee un 75% de agua, 21 a 22% de proteínas, de 1 a 2 % de grasas, 1% de minerales y menos del 1% de hidratos de carbono (Pérez *et al.*, 2007).

2.6.2 Factores que afectan la calidad de la carne

Existen una serie de causas que pueden afectar la calidad de la carne y por ende el precio de la misma. Algunos factores dependen de la raza, edad, sexo y estado fisiológico del animal y otros como el manejo que han recibido en la unidad pecuaria como: el ejercicio, la alimentación, condiciones ambientales y por último el proceso

que tiene el animal desde su sacrificio hasta la transformación en carne, transporte, refrigeración, maduración, etc. (Cuadro 2).

Cuadro 2. Factores que influyen sobre algunos parámetros relacionados con la calidad de la canal

	Calidad de la canal			
	Rendimiento	Peso	Conformación	Engrasamiento
Factores intrínsecos	**	***	****	***
Raza	**	**	**	**
Genotipo	**	***	***	***
Edad- peso	***	****	*	****
Factores productivos y ambientales				
Ambiente – estación	*	***	0	**
Alimentación	***	***	*	****
Aditivos	*	**	**	****
Factores de sacrificio y presacrificio				
Transporte, estrés y ayuno	****	*	0	0
Sacrificio	**	**	0	*
Post – sacrificio y comercialización				
Maduración	0	0	0	0
Estimulación eléctrica	0	0	0	0
Refrigeración de canales	**	*	0	0
Conservación	0	*	0	0

0: sin influencia, *: Pequeña influencia, **: influencia moderada, ***: influencia alta, ****: fundamental.

(Tomado de Pulido, 2015).

2.6.3 pH

El pH de la carne es uno de los elementos que determina la calidad del producto, este rasgo es el factor principal que confiere las características organolépticas: color, olor y textura de la carne, así como también participa en la capacidad de retención de agua de la misma. Factores como la alimentación del animal, el medio y modo de transporte, el estrés, el modo de sacrificio actúan directamente sobre el nivel de pH en la carne (Cayetano, 2014). El valor final del pH, cuando se mide a las 24 h después del sacrificio, la velocidad de caída del mismo durante la transición del músculo en carne, repercuten en las características organolépticas de la carne. El descenso del pH depende del tipo de fibras que predominan en el músculo y de la actividad muscular antes del sacrificio. Los músculos con fibras de contracción rápida (blancas) tienen un pH final de 5.5 mientras que en los músculos en donde predominan las fibras de contracción lenta (rojas) el pH no baja de 6.3 dando como resultado que los músculos que más trabajo realizan antes del sacrificio son los que presentan un pH más elevado después del sacrificio (Cañeque y Sañudo, 2005). En un estudio realizado por Okeudo y Moss (2004), encontraron diferencias en el pH relacionado con el peso de la canal de ovinos, encontrando un pH de 5.74 en canales ligeras de 21 kg y en canales pesadas fue disminuyendo.

2.6.4 Rigor mortis

El rigor mortis es uno de los cambios físico-químicos más importantes que sucede en los músculos, durante este proceso ocurren una serie de reacciones que promueven la desnaturalización de las proteínas, reacciones que afectan de manera directa las características: la capacidad de retención de agua, el color y la firmeza de la carne fresca, la ternura, el sabor, la jugosidad y el rendimiento (Ayala, 2018). En un músculo en reposo, el adenosín tri-fosfato (ATP) sirve para mantener el músculo relajado (Cañeque, 2000). Tras la muerte del animal, cesa el aporte sanguíneo de oxígeno y nutrientes al músculo, de manera que el mismo debe utilizar un metabolismo anaeróbico para transformar sus reservas de energía (glucógeno) en ATP con el fin de mantener su temperatura e integridad estructural. El ATP formado se obtiene a través de la degradación de glucógeno en ácido láctico, este

último ya no puede ser retirado por el sistema sanguíneo, por lo tanto va a provocar el descenso del pH muscular (Warris, 2003).

2.6.5 Color

Para determinar el color el método más adecuado es el de la Comisión Internacional de la calidad de la luz y color (CIE) y coordenadas cromáticas (LAB) L* (luminosidad), a* (índice rojo) y b* (índice de amarillo), de manera que a partir de relaciones entre ellas se pueden obtener las coordenadas colorimétricas, la intensidad de color o saturación y el tono (Onega, 2003). El color es la sensación resultante del estímulo de la retina por ondas luminosas comprendidas en la región visible del espectro, el tono es la propiedad del color definida por el pigmento de la carne, la saturación se refiere a la cantidad de mioglobina y la luminosidad se da de acuerdo al estado físico de la superficie de la carne. En el trabajo de investigación de Cayetano *et al.* (2014), en corderos Suffolk se concluyó que al adicionar enzimas exógenas y extractos de *Salix babilonica* en la dieta mejoró la calidad de la carne, esto debido a que el pH disminuyó y aumentó la luminosidad (L*), lo cual da mejor aspecto y mejor conservación de la carne. Gloria *et al.* (2014), realizaron un estudio en corderos suplementados con una dieta comercial más *Saccharomyces cerevisiae* donde se evaluó en milímetros cuadrados el área del músculo *Longissimus dorsi* (LD) y el espesor de la grasa (EG), donde no se encontraron diferencias entre tratamientos con la adición de esta levadura.

III.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la Región Tierra Caliente de Guerrero, la caprinocultura juega un papel importante para el sustento de muchas familias de bajos recursos, por lo que se tienen que buscar nuevas alternativas que contribuyan a la mejora de la producción y así beneficiar a las personas que practican esta actividad pecuaria. Una de estas alternativas es el empleo de los esquilmos agrícolas o forrajes de baja calidad ya que son una fuente de energía abundante y barata, sin embargo, por si solos no cubren los requerimientos nutricionales de los rumiantes por su elevado contenido de fibra. Por lo anterior se pretende mejorar los parámetros productivos, parámetros de fermentación ruminal y rendimiento y características de la canal de los caprinos, utilizando probióticos, los cuales son microorganismos vivos como bacterias y hongos que al ser agregados como suplementos en las dietas producen efectos benéficos en las unidades de producción pecuaria ya que mejoran el equilibrio de la flora microbiana intestinal sin que haya perturbaciones en las funciones fisiológicas en los animales, sin embargo, estos probióticos se han utilizado en dietas basadas en concentrados y no existe en la literatura información sobre los efectos de *S. cerevisiae* cuando las dietas contienen esquilmos agrícolas de baja calidad.

IV.- JUSTIFICACIÓN

Actualmente existen factores como precio y competencia por los ingredientes que limitan la disponibilidad de granos para la elaboración de dietas para la alimentación de rumiantes. Por lo que utilizar otros recursos como los esquilmos agrícolas ayuda a contrarrestar los factores limitantes antes mencionados, aunque los forrajes de baja calidad están constituidos por cubiertas rígidas que dificultan la digestión de nutrientes, tienen bajo contenido de proteína cruda y una mala palatabilidad, los procesos de fermentación ruminal ayudarán a utilizar de manera más eficiente los forrajes fibrosos. Las levaduras se han utilizado en la alimentación de rumiantes porque mejoran la hidrólisis de la celulosa en el rumen, modifican la población bacteriana favoreciendo el paso de proteína microbiana hacia el intestino, además de tener un efecto de regulación del pH ruminal y contribuir que exista una mayor concentración de AGVs. Existe mucha información del uso de la levadura *Saccharomyces cerevisiae* en trabajos *in vitro* con alimentos concentrados, pero hay poca información en trabajos *in vivo* con forrajes de baja calidad en caprinos.

V.- HIPÓTESIS

Adicionar *Saccharomyces cerevisiae* a las dietas a base de forrajes de baja calidad favorecerá los parámetros productivos de los caprinos, así como los parámetros de fermentación ruminal y el rendimiento y las características de la canal, en comparación con los grupos testigos.

VI.- OBJETIVOS

6.1 General

Determinar los efectos de la adición de *Saccharomyces cerevisiae* en dietas a base de rastrojo de maíz y heno de avena sobre las variables productivas, parámetros de fermentación ruminal y rendimiento y características de la canal en caprinos estabulados.

6.2 Particulares

- ✓ Cuantificar el efecto de *Saccharomyces cerevisiae* sobre el consumo de materia seca, la ganancia diaria de peso y la conversión alimenticia en caprinos estabulados.
- ✓ Evaluar el efecto de *Saccharomyces cerevisiae* sobre el conteo de protozoarios y el pH ruminal en caprinos estabulados.
- ✓ Evaluar el efecto de *Saccharomyces cerevisiae* sobre el rendimiento y características de la canal (peso, pH y color) en caprinos estabulados.

VII.- MATERIALES Y MÉTODOS

7.1 Ubicación del área de estudio

El trabajo se realizó en la Unidad de Producción Ovina de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia # 1 de la Universidad Autónoma de Guerrero, ubicada en el municipio de Pungarabato, Gro. el cual se encuentra localizado al noroeste de Chilpancingo, entre los 18° 16' 07" y 18° 24' 12" de latitud norte y los 100° 31' 54" y 100° 42' 12" de longitud oeste. Colinda al norte con el estado de Michoacán y con el municipio de Cutzamala de Pinzón, al sur con los municipios de Tlapehuala, Ajuchitlán del Progreso y Coyuca de Catalán, al este con Tlalchapa y Tlapehuala y al oeste con Coyuca de Catalán.

7.2 Animales

Se utilizaron 32 caprinos machos cruzados boer x criollo, con un peso de 13 ± 1.8 kg, los cuales tuvieron una adaptación de 7 días más 60 días de experimentación. Se desparasitaron con ivermectina más vitamina ADE (200 mcg/kg de peso vivo) al inicio del experimento y fueron alimentados con las dietas del cuadro 3

7.3 Tratamientos

T1: Heno de avena + concentrado sin *Saccharomyces cerevisiae*

T2: Heno de avena + concentrado + 5 g de *Saccharomyces cerevisiae*

T3: Rastrojo de maíz + concentrado sin *Saccharomyces cerevisiae*

T4: Rastrojo de maíz + concentrado + 5 g de *Saccharomyces cerevisiae*

Cuadro 3. Composición de la dieta (% BS) caprina suplementada con *Saccharomyces cerevisiae*

Ingredientes	T1	T2	T3	T4
Heno de avena	30.97	30.50		
Rastrojo de maíz			32.60	32.64
Maíz	43.11	43.10	45.52	44.74
Soya (44% PC)	13.90	13.40	11.90	11.50
Melaza	7.12	7.12	6.92	6.93
Aceite vegetal	2.67	2.97	1.14	1.59
Carbonato de calcio	1.28	1.28	1.02	1.02
Urea (45% nitrógeno)	0.89	0.90	0.87	0.87
Premezcla mineral	0.05	0.05	0.04	0.04
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>		0.67		0.65
Total	100	100	100	100

T1: Heno de avena + concentrado sin *Saccharomyces cerevisiae*; T2: Heno de avena + concentrado + 5 g de *Saccharomyces cerevisiae*; T3: Rastrojo de maíz + concentrado sin *Saccharomyces cerevisiae*; T4: Rastrojo de maíz + concentrado + 5 g de *Saccharomyces cerevisiae*. PC: Proteína cruda.

7.4 Variables a medir

7.4.1 Consumo de materia seca (CMS)

El promedio del consumo de materia seca por día por animal, se evaluó registrando diariamente, la cantidad de alimento ofrecido y rechazado, con estos valores se estimó el consumo voluntario aplicando la siguiente ecuación:

$$\text{CMS} = \text{AP} - \text{AR}$$

CMS= Consumo materia seca

AP= Alimento ofrecido (BS)

AR= Alimento rechazado (BS)

7.4.2 Ganancia diaria de peso (GDP)

Los caprinos se pesaron al inicio y al final del experimento, después de un ayuno de 12 horas. La GDP se obtuvo por la diferencia entre el peso final menos el peso inicial dividido entre los días de duración del experimento.

$$\text{GDP} = \frac{\text{PF} - \text{PI}}{\text{ND}}$$

DONDE:

GDP= Ganancia diaria de peso

PF= Peso final al término del experimento

PI= Peso inicial del experimento

ND= Número de días del experimento

7.4.3 Conversión alimenticia (CA)

La conversión alimenticia se estimó retomando los valores de las variables de consumo de alimento total (CA) en base seca y la ganancia de peso total (GP) de cada grupo experimental estos valores se sustituyen en la siguiente formula:

$$\text{CA} = \frac{\text{CAT}}{\text{GPT}}$$

Donde:

CA= conversión alimenticia

CAT= consumo de alimento total de animal

GPT = ganancia de peso por animal.

7.4.4 pH ruminal

Al final del experimento y después de cuatro horas de haber proporcionado la dieta se colectó el líquido ruminal a través de una sonda esofágica y posteriormente se midió el pH con un potenciómetro marca Orión 710 A, calibrado a dos valores de pH (4.0 y 7.0).

7.4.5 Conteo de protozoarios

El fluido ruminal (FR) se obtuvo de cada uno de los caprinos al final del experimento. El FR se filtró con una tela de manta con el fin de eliminar partículas grandes de alimento. Posteriormente, se depositó (500 mL) en un embudo de separación y se colocó en una incubadora a 39°C hasta que se precipitaron los protozoarios observándose como un anillo blanquecino en el fondo del embudo (tiempo aproximado de 15 min). Se prepararon 5 tubos de cultivo de 18 x 150 mm en los que se colocó 1 mL de solución de formaldehído al 10%, que después se colocó en un refrigerador mientras que deba el precipitado de los protozoarios. Después de 15 min en incubación del líquido ruminal filtrado, se agregaron 4 mL al primer tubo, agitando ligeramente el matraz de separación y se colocó nuevamente en la incubadora para favorecer la separación por precipitación, este paso se repitió hasta completar los 5 tubos de cultivo.

De la masa de protozoarios precipitados (anillo blanquecino) se tomó una gota de esta mezcla, se depositó por capilaridad en las dos cuadrículas de una cámara de Neubaüer, y se realizó el conteo de protozoarios de acuerdo a la técnica descrita por Ogimoto e Imai (1981).

Esta concentración se consideró como el factor de dilución de 1.25 (FD1=1.25). Para realizar el conteo de protozoarios, se utilizó la metodología descrita por Ogimoto e Imai (1981), se tomaron con una pipeta de Pasteur, 0.5 mL del líquido ruminal fijado con formaldehído y se colocó por capilaridad en las dos cuadrículas de la cámara de Neubaüer, posteriormente se observó en un microscopio de contraste (modelo Axiostar Zeiss®) a 400X magnificaciones. Si la concentración de

protozoos no permitía el conteo, se realizó una dilución de 1 mL de líquido ruminal fijado con formaldehído en 9 mL de agua destilada, considerándose esta concentración como factor de dilución de 10 (FD=10). De esta dilución se tomaron 0.5 mL con una pipeta de Pasteur y se colocó por capilaridad en las dos cuadrículas de la cámara de Neubaüer, posteriormente se observó en un microscopio de contraste (modelo Axiostar Zeiss®) a 400X magnificaciones. El conteo de protozoarios se realizó en ocho cuadrantes (cuatro de cada cuadrícula) que tienen un área de 1 mm². El número de protozoarios por mL se estimó de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$\text{Protozoarios mL}^{-1} = (x) * (FD) * (10^4)$$

Donde:

X= media de los conteos de protozoarios en ocho cuadrantes (1mm²) de la cámara de Neubaüer

FD= valor inverso en la dilución usada

10⁴= factor de corrección del volumen muestreado para conversión de datos a un volumen de 1 mL.

El conteo de los protozoos se realizó por duplicado.

7.4.6 Sacrificio de los animales y obtención de datos

Se aplicó la NOM- 033 ZOO- 1995 para el sacrificio de los animales

El Sacrificio de animales se realizó en el siguiente orden:

- Pesado de animales. Los caprinos se pesaron individualmente después de 12 h de ayuno para ser conducidos al área de matanza.
- Aturdimiento. Se utilizó una pistola de dardo cautivo en la parte frontal de la cabeza.
- Izamiento. Los animales fueron desangrados y se registró el peso de la sangre.

- Desollado, decapitado, descorne y desprendimiento de extremidades, para posteriormente pesarlos. En este paso se obtuvieron los pesos de piel, cabeza, patas, cola.
- Eviscerado. Se retiraron y pesaron las vísceras de la cavidad torácica y abdominal, separando corazón, pulmones, tráquea, bazo, riñones, hígado, retículo-rumen, omaso, abomaso e intestinos.
- Limpieza de vísceras. Se extrajo el contenido digestivo y se pesaron las vísceras nuevamente para calcular por diferencia el contenido gastrointestinal.
- Limpieza de la canal. La canal se lavó, posterior a la obtención de temperatura, color pH y peso de canal caliente.
- Refrigeración de la canal. Se guardo en el refrigerador a 5°C por 24 h, para volver a medir temperatura, pH, peso de la canal fría y color.

La temperatura y el pH se tomó de acuerdo al método propuesto por Guerrero *et al.* (2002), con un potenciómetro portátil equipado con un electrodo de penetración (HANNA HI 99163, RUMANIA). Los datos se tomaron en el músculo *Longissimus dorsi* entre la última vértebra torácica y la primera lumbar, directamente en la canal.

El rendimiento de la canal de obtuvo en base a las siguientes fórmulas:

Rendimiento en canal caliente = $PCC/PS \times 100$

Rendimiento en canal fría = $PCF/PS \times 100$

Rendimiento biológico en caliente = $PCC/PV \times 100$

Rendimiento biológico en frío = $PCF/PV \times 100$

Dónde:

PCC = Peso de canal caliente

PCF = Peso de canal fría

PS = Peso al sacrificio

PV = Peso vacío

El peso vacío se calculó por diferencia del peso corporal vivo y el contenido gastrointestinal.

7.4.7 Color

Se obtuvo a los 45-60 min., 4h y 24 h post-mortem, mediante el sistema Cie Lab según Guerrero et al. (2002). Se utilizó un colorímetro (Minolta Chroma Meter CR-200, Japan 80025393, Tokio, Japón). Este sistema emplea las coordenadas tricromáticas L* (luminosidad), a* (índice rojo) y b* (índice de amarillo), de manera que a partir de relaciones entre ellas se pueden obtener las coordenadas colorimétricas, intensidad de color o croma ($C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$) y tono ($H^* = \arctg(b^*/a^*)$). De los cuales se calculan las coordenadas de color L* [(luminosidad, varía de 0 (negro) a 100 (blanco)], a* [(coordenada rojo-verde puede ser positivo (+60, rojo) o negativo (-60, verde)], b* [(coordenada amarillo-azul puede ser positivo (+60, amarillo) o negativo (-60, azul)], C (tono) y H (saturación). Las mediciones se hicieron en áreas homogéneas, libres de grasa, sangre y burbujas.

7.5 Diseño experimental

Se aplicó un diseño estadístico completamente al azar con 8 repeticiones en cada tratamiento bajo el siguiente:

$$\text{Modelo estadístico: } Y_{ij} = \mu + T_i + \xi_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Variable respuesta del tratamiento i, repetición j.

μ = Media general.

T_i = Efecto del tratamiento i.

ξ_{ij} = Error aleatorio.

Los datos se sometieron a un análisis de varianza con una significancia de $p < 0.05$ (SAS, 2010) y la comparación de las medias fue mediante la prueba de Tukey (Steel *et al.*, 1997).

VIII. RESULTADOS

De acuerdo a los resultados obtenidos tras la realización del presente estudio de la suplementación de caprinos con levadura *Saccharomyces cerevisiae* se puede observar en el cuadro 4 que no hay diferencias significativas en consumo de materia seca, ya que se obtuvo en el T1: 664.7 g/d; T2: 647.7 g/d; T3: 700.01 g/d y T4: 679.6 g/d respectivamente, en ganancia diaria de peso, se obtuvieron los siguientes resultados: T1:67.1 g; T2: 52.6 g; T3: 69.4 g y T4: 71 g respectivamente, y conversión alimenticia los resultados fueron: T1: 11.5 Kg de materia seca; T2: 12.9 Kg de materia seca; T3: 12.5 Kg de materia seca y T4: 11.6 Kg de materia seca, respectivamente. En el cuadro 5, se aprecia que no existe diferencia estadística significativa en conteo de protozoarios en el T1: $5.53 \text{ mL}^{-1} \times 10^4$; T2: $8.36 \text{ mL}^{-1} \times 10^4$; T3: $6.90 \text{ mL}^{-1} \times 10^4$ y T4: $7.36 \text{ mL}^{-1} \times 10^4$, y en pH ruminal se obtuvo en el T1: 6.76; T2: 6.75; T3: 6.65 y T4: 6.60, respectivamente. Respecto al rendimiento en canal, en el Cuadro 6, se puede observar que no existe diferencia significativa en ninguno de los cuatro tratamientos ya que se obtuvieron los siguientes resultados: en rendimiento en canal caliente: T1: 40.88%; T2: 41.00%; T3: 43.96% y T4: 44.26, respectivamente, en rendimiento en canal frio: en T1: 41.03%; T2: 40.77%; T3: 45.34%; T4: 44.25%, respectivamente, en rendimiento biológico en caliente: T1: 59.18%; T2: 57.02%; T3: 59.31% y T4: 69.32%, respectivamente, en rendimiento biológico en frio; T1: 59.39%, T2: 56.70%; T3: 74.09% y T4: 69.26%, respectivamente. En el cuadro 7, se observan diferencias significativas en la variable temperatura de la canal en el tratamiento 2 a las 4 y 24 h en relación a los otros tratamientos, ya que arrojaron los siguientes resultados a las 4 h: T1:25; T3: 22.1 y 21.6 °C , a las 24 h se obtuvieron los siguientes resultados: T1: respectivamente, también se observan diferencias significativas en la variable pH en el tratamiento 2 a las 0 h y en la variable color a los 45 minutos de la lectura, se observan diferencias significativas en el tratamiento 3 en la coordenada a* y coordenada c*.

Cuadro 4. Parámetros productivos en caprinos suplementados con *Saccharomyces cerevisiae*.

Variable	T 1	T 2	T 3	T 4	P<0.05	EEM
Peso final (kg)	18.3	17.8	17.3	18.0	>0.9	0.7
Peso metabólico (W ^{0.75})	8.8	8.7	8.4	8.7	>0.9	0.2
CMS (g/d)	664.7	647.7	700.1	679.6	>0.2	9.5
CMS (% peso vivo)	3.63	3.63	4.05	3.77	>0.6	0.09
CMS (g / W ^{0.75})	75.6	81.8	80.3	77.9	>0.3	1.3
GDP (g)	67.1	52.6	69.4	71	>0.4	4.3
CA (kg MS)	11.5	12.9	12.5	11.6	>0.9	1.0

T1: Dieta base con heno de avena sin *Saccharomyces cerevisiae*, T2: Dieta base con heno de avena + 5 g de *Saccharomyces cerevisiae*, T3: Dieta base con rastrojo de maíz sin *Saccharomyces cerevisiae* y T4: Dieta base con rastrojo de maíz + 5 g de *Saccharomyces cerevisiae*. CVMS: Consumo voluntario de materia seca. CMS en %: Consumo de materia seca en porcentaje. GDP: Ganancia diaria de peso. CA: Conversión alimenticia. EEM: Error estándar de la media.

Cuadro 5. Parámetros de fermentación ruminal en caprinos suplementados con *Saccharomyces cerevisiae*.

Variables	Tratamientos				P <0.05	EEM
	T1	T2	T3	T4		
Protozoarios (mL ⁻¹ x10 ⁴)	5.53	8.36	6.90	7.36	>0.44	0.61
pH ruminal	6.76	6.75	6.65	6.60	>0.75	0.06

T1: Dieta base con heno de avena sin *Saccharomyces cerevisiae*, T2: Dieta base con heno de avena + 5 g de *Saccharomyces cerevisiae*, T3: Dieta base con rastrojo de maíz sin *Saccharomyces cerevisiae* y T4: Dieta base con rastrojo de maíz + 5 g de *Saccharomyces cerevisiae*.

Cuadro 6. Rendimiento en canal de caprinos suplementados con *Saccharomyces cerevisiae*.

Variable	Tratamiento				Valor de P<0.05	EEM
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄		
PVS	18.26	17.88	17.25	18.03	>0.96	0.67
PV	12.67	12.88	11.50	12.37	>0.85	0.56
PCC (kg)	7.50	7.34	7.25	7.75	>0.92	0.26
PCF (kg)	7.52	7.30	7.47	7.75	>0.95	0.26
RCC (%)	40.89	41.00	43.96	44.26	>0.76	1.42
RCF (%)	41.03	40.77	45.34	44.25	>0.63	1.46
RBC (%)	59.18	57.02	59.31	69.32	>0.44	2.84
RBF (%)	59.39	56.70	74.09	69.26	>0.51	4.57

T1: Dieta base con heno de avena sin *Saccharomyces cerevisiae*, T2: Dieta base con heno de avena + 5 g de *Saccharomyces cerevisiae*, T3: Dieta base con rastrojo de maíz sin *Saccharomyces cerevisiae* y T4: Dieta base con rastrojo de maíz + 5 g de *Saccharomyces cerevisiae*. PVS: peso vivo al sacrificio; PV: peso vacío; PCC: Peso canal caliente; PCF: peso de canal fría; RCC: rendimiento en canal caliente; RCF: rendimiento en canal fría; RBC: rendimiento biológico caliente; RBF: rendimiento biológico frío.

Cuadro 7. Temperatura, pH y color de la canal de caprinos suplementados con *Saccharomyces cerevisiae*.

Variables	Tratamientos				EEM	P<0.05	
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄			
T(°C) CC	33.41	34.27	34.39	34.84	0.23	>0.20	
pH CC	6.54 ^{ba}	6.61 ^a	6.44 ^{ba}	6.33 ^b	0.04	<0.03	
Color 45 min	L*	36.87	36.39	39.94	36.87	0.58	>0.10
	a*	14.96 ^b	15.91 ^{ba}	18.41 ^a	15.82 ^{ba}	0.44	<0.02
	b*	4.24	4.05	5.26	4.19	0.18	<0.04
	c*	15.59 ^b	15.90 ^{ba}	19.25 ^a	16.38 ^{ba}	0.51	<0.03
	h*	15.77	14.43	16.36	14.96	0.46	>0.47
T(°C) 4h	25 ^{ba}	26.60 ^a	22.12 ^{ba}	21.60 ^b	0.65	<0.01	
pH 4h	7.08 ^a	7.07 ^{ba}	6.81 ^c	6.83 ^{bc}	0.04	<0.005	
Color 4h	L*	36.73	37.78	37.81	37.07	0.52	>0.86
	a*	15.14	15.93	15.66	15.12	0.42	>0.88
	b*	4.49	4.48	4.02	4.09	0.20	>0.78
	c*	15.81	16.38	16.19	15.67	0.43	>0.93
	h*	16.28	15.52	14.17	15.25	0.50	>0.53
T(°C) 24h	20.23 ^{ba}	25.20 ^a	19.39 ^{ba}	15.75 ^b	0.89	<0.005	
pH 24h	5.84	5.74	5.72	5.73	0.03	>0.28	
Color 24 h	L*	42.87	42.46	43.14	43.11	0.52	>0.96
	a*	17.41	16.81	17.94	16.06	0.40	>0.40
	b*	8.46	8.34	7.55	7.77	0.29	>0.64
	c*	19.39	18.90	19.54	17.93	0.41	>0.52
	h*	25.91	26.13	23.06	26.08	0.80	>0.47

T1: Dieta base con heno de avena sin *Saccharomyces cerevisiae*, T2: Dieta base con heno de avena + 5 g de *Saccharomyces cerevisiae*, T3: Dieta base con rastrojo de maíz sin *Saccharomyces cerevisiae* y T4: Dieta base con rastrojo de maíz + 5 g de *Saccharomyces cerevisiae*. T: temperatura; Coordinada colorimétrica L*: Luminosidad; Coordinada colorimétrica a*: índice de rojo; Coordinada colorimétrica b*: índice de amarillo; Coordinada colorimétrica c*: intensidad de color; Coordinada colorimétrica H*: Tono.

IX. DISCUSIÓN

9.1 Parámetros productivos

Al suplementar dietas con levadura *Saccharomyces cerevisiae* se esperan consecuencias como aumento en consumo de materia seca y degradación de la fibra, disminución en el llenado ruminal, mejorar la ganancia diaria de peso y por ende una mejor conversión alimenticia (Suárez y Guevara, 2017), sin embargo, en este estudio no se observaron diferencias significativas en consumo de materia seca, ganancia diaria de peso y conversión alimenticia, cuando se adicionó *Saccharomyces cerevisiae* a las dietas caprinas basadas en heno de avena y rastrojo de maíz, por lo que coincidimos con Titi *et al.* (2008), quienes al proporcionar una dieta a base de grano de cebada y paja de trigo suplementada con *Saccharomyces cerevisiae* a corderos Awassi y cabritos Shami en finalización no observaron ningún efecto sobre digestibilidad, ganancia diaria de peso, consumo de materia seca y conversión alimenticia. De igual manera (Haddad y Goussous 2005; Gloria *et al.*, 2014) no encontraron cambios en consumo de materia seca en corderos alimentados con dietas altas en concentrado más *Saccharomyces cerevisiae*. García (2003), no obtuvo diferencia significativa al adicionar *Saccharomyces cerevisiae* en dietas de corderos obteniendo un consumo de materia seca, ganancia diaria de peso y conversión alimenticia de 828 g/día, 226 g/día, y 3.66 Kg de materia seca respectivamente, resultados muy distantes a presentados por nuestros caprinos, que en promedio presentaron un consumo de materia seca de 673 g/día, una ganancia diaria de peso de 65 g/día y una conversión alimenticia de 12 kg de materia seca. El-Ghani (2004), reportó un aumento en el consumo de materia seca y la digestibilidad de nutrientes en dietas proporcionadas a cabras Zaraibi alimentadas con heno de alfalfa, paja de trigo y concentrado suplementadas con 6 g de *Saccharomyces cerevisiae*. Así mismo, Fadel Elseed y Rania Abusamra (2007) observaron un efecto significativo sobre el consumo materia seca, la digestibilidad de la fibra neutro detergente (FND) y la ganancia diaria de peso en cabritos Nubia alimentados con rastrojo de sorgo con la adición de 2.5 y 5 g de levadura *Saccharomyces cerevisiae*. Las publicaciones existentes

con el empleo de *Saccharomyces cerevisiae* en dietas para animales rumiantes muestran resultados inconsistentes y hacen suponer que la falta de respuesta al empleo del probiótico en este estudio puede deberse a factores como la dieta basal, la poca cantidad de levadura suplementada y el número de células viables de *Saccharomyces cerevisiae* proporcionada y al tipo de forraje aplicado (Titi *et al.*, 2008)

9.2 Parámetros de fermentación ruminal

La levadura *Saccharomyces cerevisiae* contiene nutrientes como vitaminas del grupo B, enzimas, aminoácidos, ácidos orgánicos, etc., lo que estimula el crecimiento de bacterias celulolíticas, la reducción de la concentración de ácido láctico, el incremento en la producción de AGVs y un aumento en el potencial de hidrogeno (pH) (Casas, 2018), además las levaduras vivas, mediante su actividad respiratoria consumen el oxígeno residual disponible en el rumen, lo que permite que bacterias anaerobias estrictas no mueran. Por lo tanto, los efectos de adicionar *Saccharomyces cerevisiae* en la dieta son aumentar la degradabilidad de la fibra, disminuir el llenado ruminal y la ingestión de materia seca (Calsamiglia *et al.*, 2005). Sin embargo, en este trabajo cuando se adicionaron 5 g de *Saccharomyces cerevisiae* a dietas con elevado contenido en heno de avena y rastrojo de maíz no se encontraron diferencias significativas en conteo de protozoarios y medición de pH entre los diferentes tratamientos, por lo que coincidimos con García (2003), quienes obtuvieron un pH ruminal de 6.2 y una concentración de protozoarios ruminales de $8.9 \text{ (mL}^{-1} \times 10^4)$ en sus tratamientos, resultados muy similares a este estudio con un pH ruminal de 6.7 y un conteo de $7.03 \text{ protozoarios (mL}^{-1} \times 10^4)$ como promedio. La inclusión de levaduras vivas en la dieta de los rumiantes conduce a la reducción de las concentraciones de oxígeno manteniendo la estabilidad del pH y disminuye también las concentraciones de lactato en el rumen (Newbold *et al.*, 1995), lo que promueve el aumento de bacterias celulolíticas (Cabrera *et al.*, 2000) y mejora la utilización del nitrógeno amoniacal (Erasmus *et al.*, 1992), como resultado en mayor disponibilidad de nutrientes para ser metabolizados y depositados en el cuerpo del animal (Fadel Elseed y Rania Abusamra, 2007). Sin

embargo, a pesar de lo anterior la inclusión de la levadura en el presente estudio no mejoró significativamente el consumo de materia seca lo que puede explicar la falta de efecto para el aumento diario de peso y la conversión alimenticia, toda vez que el consumo de materia seca y la concentración de nutrientes disponibles en los alimentos determina la cantidad de nutrientes utilizados para satisfacer las demandas de mantenimiento y producción (Issakowicz *et al.*, 2013).

9.3 Rendimiento y características de la canal

En este estudio no se encontraron diferencias significativas en peso vivo al sacrificio, peso vacío, peso canal caliente, peso en canal fría, rendimiento en canal caliente, rendimiento en canal fría, rendimiento biológico caliente, rendimiento biológico frío cuando se alimentó a caprinos con forrajes de baja calidad suplementados con 5 g de *Saccharomyces cerevisiae*, estos resultados pueden atribuirse a factores como edad, sexo, raza y suministro y tipo de alimentación (Wilches *et al.*, 2011). Nuestros resultados son similares a los obtenidos por Meneses *et al.* (2014), quienes obtuvieron un peso vivo de 30.95 kg en caprinos criollos y 31.92 kg en caprinos con rendimiento en canal de 46.52 % para los caprinos criollos y 41.90 % en caprinos de la raza Cashmere y un peso vacío de 14.43 kg para caprinos criollos y 13.74 kg en caprinos de la raza Cashmere, de igual manera coincidimos con Cervantes *et al.* (2017), quienes al realizar un experimento en corderos suplementados con levadura *Saccharomyces cerevisiae* para determinar comportamiento productivo y características de la canal obtuvieron un peso de la canal de 20.05 kg y rendimiento en canal de 54.07 % en comparación a los obtenidos en el presente estudio con un peso vivo de 17.85 kg y un rendimiento en canal de 42.53 %. En la primera medición de la variable pH se observan diferencias estadísticas significativas en el tratamiento 2 con un pH de 6.6 en relación con los demás tratamientos, mientras que en la medición a las 4 h se observó un incremento de pH teniendo diferencias estadísticas el tratamiento 1 con una medición de pH de 7.08 en comparación con los demás tratamientos y en la medición final realizada a las 24 h no se observaron diferencias estadísticas;

mientras que en la variable temperatura en las mediciones a las 4 y 24 h se observan diferencias estadísticas en el tratamiento 2 con una temperatura de 26.6 °C y 25. 2 °C respectivamente, por lo que concordamos con Kannan *et al.* (2006), quienes al realizar un trabajo para determinar la calidad de la carne en cabras suministrándoles diferentes niveles de proteína y energía no observaron ningún efecto en el pH final del experimento. En la variable color, en la medición a los 45 min se pueden observar diferencias estadísticas en el tratamiento 3 en la coordenada colorimétrica a* y coordenada colorimétrica c* con un valor de 18.4 y 19.2 respectivamente, y finalmente a las 4 y 24 h no se observaron diferencias estadísticas entre los 4 tratamientos por lo que coincidimos con Sañudo *et al.* (1998), quienes al evaluar la influencia del puntaje del estado corporal de cabras adultas en calidad de la carne no encontraron diferencias estadísticas en las coordenadas colorimétricas. Estos resultados pueden deberse a la respuesta de la levadura *Saccharomyces cerevisiae*, ya que depende del tipo de alimentación, composición de alimentos, métodos de aplicación, dosis, y en general de la interacción que tenga la combinación dieta-levadura (Elghandour *et al.*, 2014), al momento de suministrar el alimento a los caprinos.

X. CONCLUSIONES

- Al suplementar con 5 g de *Saccharomyces cerevisiae* dietas con heno de avena y rastrojo de maíz no se observaron diferencias significativas en consumo de materia seca, ganancia diaria de peso y conversión alimenticia.
- No hubo diferencias entre los distintos tratamientos en pH y concentración de protozoarios ruminales cuando se suplementó a dietas de heno de avena y rastrojo de maíz con 5 g *Saccharomyces cerevisiae*.
- No se encontraron diferencias significativas en el rendimiento y las características de la canal al adicionar 5 g *Saccharomyces cerevisiae* a dietas caprinas a base de forraje fibroso como el heno de avena y el rastrojo de maíz.

XI.- BIBLIOGRAFÍA

- Abreu, A., Carulla, J.E., Kreuzer, M., Lascano, C.E., Diaz, T.E., Cano, A., Hess, H.D (2003) Efecto del fruto del pericarpio y del extracto semipurificado de saponinas de *Sapindus saponaria* sobre la fermentación ruminal y la metanogénesis *in vitro* en un sistema RUSITEC. *Rev. Col. Cienc. Pec.* Vol. 16:2
- Ahmed, A.K.S., Caja, G., Garína, D., Albanella, E., Sucha, X. Casalsa, R. (2002). Effects of adding a mixture of malate and yeast culture (*Saccharomyces cerevisiae*) on milk production of Murciano-Granadina dairy goats. *Anim. Res* 51: 295-303
- Alejandre, O, M. E. A., Rubio, T, E., Pérez, E. E., Zaragoza, M. L., Rodríguez, Galván. G. (2016). Biodiversidad caprina en España. *Biodiversidad caprina iberoamericana*, 95
- Andersen, H. J., Oksbjerg, N., Young, J. F., Therkildsen, M. (2005). Feeding and meat quality—a future approach. *Meat science*, 70(3), 543-554
- Angulo, R.A., Noguera, R.R., Berdugo, J.A. (2005). El búfalo de agua (*Bubalus bubalis*) un eficiente utilizador de nutrientes: aspectos sobre fermentación y digestión ruminal. *Livestock Research for Rural Development*, 17(6), 67-71
- Ayala V.C. (2018). Importancia nutricional de la carne. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, 5(ESPECIAL), 54-61
- Cabrera, E.J.I., Mendoza, M.G.D., Aranda, I.E., Garcia-Bojalil, C., Barcena, G.R., Ramos, J.J.A. (2000). *Saccharomyces cerevisiae* and nitrogenous supplementation in growing steers grazing tropical pastures. *Anim. Feed Sci. Technol.* 83,49–55.
- Cadena, M.M.A. (2014). Determinación del efecto de la suplementación de *Saccharomyces Cerevisiae* en la dieta de cerdas en lactación, sobre parámetros productivos de lechones lactantes. Tesis de licenciatura de Médico Veterinario Zootecnista. Universidad Central del Ecuador. Quito, Ecuador. 78 pp

- Caja, G., González, E., Flores, C., Carro, M. D., Albanell, E. (2003). Alternativas a los antibióticos de uso alimentario en rumiantes: probióticos, enzimas y ácidos orgánicos. *Avances en nutrición y alimentación animal. Fira de Barcelona, España: Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal*, 193-214
- Calsamiglia, S., Castillejos, L., Busquet, M., Idels, A.D.C.A. (2005). Estrategias nutricionales para modificar la fermentación ruminal en vacuno lechero. *XXI Curso de Especialización FEDNA. Madrid. España*, 161-185
- Cañeque, V. (2000). Metodología para el estudio de la calidad de la canal y de la carne en rumiantes. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria Madrid. pp. 81-90, 125-132, 145-205.
- Cañeque C., Sañudo C. (2005). Estandarización de las metodologías para evaluar la calidad del producto (animal vivo, canal carne y grasa) en los rumiantes. Madrid, España: Monografías INIA Serie Ganadera. 130p.
- Carro, M.D., Ranilla, M.J., Tejido, M.I. (2006). Utilización de aditivos en la alimentación de ovino y caprino. *Sitio Argentino de Producción Animal* pR 7, núm. 3: 26-37
- Casas, R.S. (2018). *Saccharomyces cerevisiae* y *Aspergillus oryzae*: estimuladores y modificadores de la fermentación y crecimiento microbiano ruminal. Artículo de revisión. *Revista de Producción Animal*, 30(2), 1-8
- Castro, M., de Souza Rodríguez, F. (2005). Levaduras: probióticos y prebióticos que mejoran la producción animal. *Revista Corpoica: Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 6(1), 26-38.
- Cayetano, D.J.J.A. (2014). Efecto de la adición de extracto de *Salix babylonica* y enzimas exógenas en la dieta base, sobre la calidad de la carne de corderos Suffolk. Tesis de Maestro en Ciencias Agropecuarias y Recursos naturales. Universidad Autónoma del Estado de México. Toluca, Estado de México. 80 pp
- Cayetano, J.J.A., Salem, A.Z.M., Mariezcurrena, B.M.A., Camacho, L.M. (2014). Effect of adding *Salix babylonica* Extracts and Exogenous Enzymes to Basal

- Diets on the Meat Quality of Growing Suffolk Lambs. *Animal Nutrition and Feed Technology*. 13, (3), 373-380
- Cervantes, A.F., Hernández, S.D., Ramírez, B.J.E., Guerra, M.C.E. (2017). Comportamiento productivo y características de la canal en corderos suplementados con *Saccharomyces cerevisiae* o linaza. Memoria de la Reunión Nacional de Investigación Pecuaria, 15-17 de noviembre del 2017, pp, 375-377
- Cifuentes, R.O.D., y González, T.Y.O. (2014). Evaluación de la levadura (*Saccharomyces cerevisiae*) en la ganancia de peso de ovinos criollos. *Conexión Agropecuaria JDC*, 3(1), 41-49
- Delgado, F.R., de la Caridad, R.H., Barreto, A.G., Vázquez, M.O.R. (2014). Efecto probiótico de *Saccharomyces cerevisiae* en parámetros hemáticos y metabólicos de terneros en pastoreo. *Rev. Prod. Anim.*, 26(3). 6 pp
- Elghandour, M.M.Y., Vázquez, C.J.C., Salem, A.Z.M., Kholif, A.E., Martínez, C.J.S., Camacho, L.M., Cerrillo. S.M.A. (2014). Effects of *Saccharomyces cerevisiae* at direct addition or pre-incubation on *in vitro* gas production kinetics and degradability of four fibrous feeds. *Ital J Anim Sci*. 13: 295-301
- El-Ghani, A.A. (2004). Influence of diet supplementation with yeast culture (*Saccharomyces cerevisiae*) on performance of Zaraibi goats. *Small ruminant research*, 52(3), 223-229
- Erasmus, L.J., Botha, P.M., Kistner, A. (1992). Effect of yeast culture supplement on production, rumen fermentation, and duodenal nitrogen flow in dairy cows. *J. Dairy Sci*. 75, 3056–3065.
- Estrada, G.T., Haro, I.M., Vázquez, C.R.C., Martínez, G.D.M., González, D.N.T. (2015). Degradación *in situ* y patrones de fermentación del rastrojo de maíz (*Zea mays L.*) tratado con enzimas exógenas en vacas Holstein. *Interciencia*, 40 (10), 716
- Fadel Elseed, A.M.A., Abusamra, R.M. (2007). Effects of supplemental yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) culture on NDF digestibility and rumen fermentation of forage sorghum hay in Nubian goat's kids. *Res. J. Agric. Biol. Sci*, 3(3), 133-137

- Febres, O. A., Vergara-López, J., Venezuela, Z.U. (2007). Propiedades físicas y químicas del rumen. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, 15(S1), 133-140
- Fernández, R.D., de la Caridad, R.H., Argilagos, G.B., de Oca, R.V.M. (2014). Efecto probiótico de *Saccharomyces cerevisiae* en parámetros hemáticos y metabólicos de terneros en pastoreo. *Revista de Producción Animal*, 26(3)
- Fondevila, M. (1998). Procesos implicados en la digestión microbiana de los forrajes de baja calidad. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 15 (1)
- Galindo, J., Marrero, Y. (2005). Manipulación de la fermentación microbiana ruminal. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, Vol. 39, 439-450 pp
- García, F. (2003). Efecto del bicarbonato de sodio y un cultivo de levadura viva (*Saccharomyces cerevisiae*) en raciones para corderos, sobre el consumo, digestibilidad, parámetros ruminales y características de la canal. Tesis doctoral, Universidad Autónoma de Nuevo León. Nuevo León 118 pp
- García, D.E., Medina, M.G., Moratinos, P., Cova, L.J., Torres, A., Santos, O., Perdomo, D. (2009). Caracterización químico-nutricional de forrajes leguminosos y de otras familias botánicas empleando análisis descriptivo y multivariado. *Avanc. Investig. Agrop*, 13(2), 25
- Gloria, T.A., Hernández, S.D., Hernández, M.O., Crosby, G. M.M., Pinto, R.R., Meraz, R.E., Ramírez, B.E. (2014). Comportamiento productivo y niveles de ácidos grasos en la canal de corderos suplementados con *Saccharomyces cerevisiae*. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*. 1 (2): 87-96
- Gonzalo, B.D. (2010). Uso de los probióticos en la alimentación animal con énfasis en *Saccharomyces cerevisiae*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Sirivis. Perú. 2-13
- Guarner, F., Khan, A.G., Garisch, J., Eliakim, R., Gangl, A., Thomson, A., Fedorak, R. (2011). Probióticos y prebióticos. *Guía Práctica de la Organización Mundial de Gastroenterología: Probióticos y prebióticos*, 1-29
- Guerrero, I., Ponce, E., Pérez, M. I. (2002). Curso Práctico de Tecnologías de Carnes y Pescado. Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa. México pp. 11-21.

- Haddad, S.G., Goussous, S.N. (2005). Effect of yeast culture supplementation on nutrient intake, digestibility and growth performance of Awassi lambs. *Animal Feed Science and Technology*, 118(3-4), 343-348
- Hernández, Z.J.S. (2000). La caprinocultura en el marco de la ganadería poblana (México): contribución de la especie caprina y sistemas de producción. *Archivos de zootecnia*, 49(187), 341-352
- Issakowicz, J., Bueno, M.S., Sampaio, A.C.K., Duarte, K.M.R. (2013). Effect of concentrate level and live yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) supplementation on Texel lamb performance and carcass characteristics. *Livestock Science*, 155(1), 44-52.
- Kannan, G., Gadiyaram, K.M., Galipalli, S., Carmichael, A., Kouakou, B., Pringle, T.D., Gelaye, S. (2006). Meat quality in goats as influenced by dietary protein and energy levels, and postmortem aging. *Small Ruminant Research*, 61(1), 45-52
- Leonard, H.P. (2007). Beneficios de las levaduras vivas en la obtención de productos con actividad probiótica. *ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar*, 41(3), 35-41
- López, A.D., Vázquez, A.J.F., Salem, A.Z.M., Hernández, M.J., Rojo, R., Limas, A.G. (2015). Degradabilidad de la materia seca y las fracciones de fibra de forrajes de baja calidad tratados con enzimas exógenas. *AIDA. Jornadas sobre producción animal*, Tomo I, 197-199
- Martins, E.C., Magalhaes, K., de Souza, J.D.F., Guimaraes, V., Barbosa, C., Holanda Filho, Z.F. (2016). Cenários mundial e nacional da caprinocultura e da ovinocultura. *Embrapa Caprinos e Ovinos-Artigo de divulgação na mídia (INFOTECA-E)*. 4 pp
- Mejía-Barajas, J.A., Montoya-Pérez, R., Cortés-Rojo, C., Saavedra-Molina, A. (2016). Levaduras Termotolerantes: Aplicaciones Industriales, Estrés Oxidativo y Respuesta Antioxidante. *Información tecnológica*, 27(4), 03-16
- Mencio, S.J., Lòpez, P.P., Mariezcurrena, B.M.D., Mariezcurrena, B.M.A., Ortiz, L.B. (2014). Efecto de dietas suplementadas con taninos sobre la calidad

- bromatológica de carne bovina. INAGBI. doi: 10.5154/r.inagbi.2014.07.005. 10 pp.
- Meneses, R.R.A., Rojas, O.H., Flores, P. (2014). Rendimientos y composición de canales de cabritos criollos e híbridos Cashmere, *Arch. Zootec.* 53, (201), 107-110.
- Newbold, C.J., Wallace, R.J., Chen, X.B. (1995). Different strains of *Saccharomyces cerevisiae* differ in their effects on ruminal bacterial numbers *in vitro* and in sheep. *J. Anim. Sci.* 73, 811–1818.
- Ogimoto, K., Imai, S. (1981). Atlas of Rumen Microbiology. Japan Sci. Soc. Press. Tokyo, 231 p.
- Okeudo N.J. y Moss B.W. (2004). Interrelationships amongst carcass and meat quality characteristics of sheep. *Meat Science* 69: 1-8
- Olivan, M., Mocha, M., Martinez, M., Garcia, M., Noval, G., Osorio, K. (2000). Análisis químico de la carne In: Metodología para el estudio de la calidad de la canal y de la carne en rumiantes. Monografías INIA. N.1 Madrid España. Pp. 182-185
- Onega, P.M.E. (2003). Evaluación de la calidad de carnes frescas: Aplicación de técnicas analíticas, instrumentales y sensoriales. Tesis de Doctorado. Universidad Complutense de Madrid. Facultad de Veterinaria. Departamento de Nutrición y Bromatología III. Madrid, España. 473 pp
- Ortiz, Á., Reuto, J., Fajardo, E., Sarmiento, S., Aguirre, A., Arbeláez, G., Quevedo-Hidalgo, B. (2008). Evaluación de la capacidad probiótica " *in vitro*" de una cepa nativa de *Saccharomyces cerevisiae*. *Universitas Scientiarum*, 13(2), 138-148
- Oseguera, J.A., Martínez, G.D.M., Gama, R.B., Muñoz, S.S.G. (1994). Efecto de la adición de *Saccharomyces cerevisiae* y melaza-urea sobre la digestibilidad *in vivo* e *in situ* en dietas para ovinos basadas en paja de cártamo. *Veterinaria México*, 25(3), 221-226
- Pérez, P., Maino, M., Morales, M. S., Köbrich, C., Bardon, C., & Pokniak, J. (2007). Gender and slaughter weight effects on carcass quality traits of suckling lambs from four different genotypes. *Small Ruminant Research*, 70(2-3), 124-130.

- Pulido-Rodríguez, M.A. (2015). Efecto de la adición de *Saccharomyces cerevisiae* y pared celular en la dieta de ovinos en finalización sobre la fermentación *in vitro*, comportamiento productivo, características de la canal y calidad de carne Tesis de Maestría, Universidad Autónoma del Estado de México.
- Ramírez, L.A.G., Montoya, O.I., Zea, J.M.V. (2013). Probióticos: una alternativa de producción limpia y de remplazo a los antibióticos promotores de crecimiento en la alimentación animal. *Producción+ Limpia*, 8(1)
- Reséndiz, H.M., Barcena, G.J.R., Crosby, G.M.M., Cobos, P.M., Herrera, H.J., Hernández, G.P.A., Carreón, L.L. (2012). Efecto de selenio y cromo orgánicos y *Saccharomyces cerevisiae* en la degradación *in situ* de la dieta, fermentación ruminal y crecimiento de borregos. *Agrociencia*. 46: 745-755.
- Rodríguez, R., Lores, J., Gutiérrez, D., Ramírez, A., Gómez, S., Elías, A., Aldana, A.I., Moreira, O., Sarduy, L., Jay, O. (2013). Inclusión del aditivo microbiano Vitafert en la fermentación ruminal *in vitro* de una dieta para cabras. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, Tomo 47, Numero 2. 9 pp.
- Rojo, R.G.R., Mendoza, M.G.D., García, B.C.M., Bárcena, G.J.R., Aranda, I.E.M. (2000). Consumo y digestibilidad de pastos tropicales en toretes con suplementación nitrogenada y *Saccharomyces cerevisiae*. *Rev. Fac. Agron.* 17: 358-370.
- Sales, J. (2011). Effects of *Saccharomyces cerevisiae* supplementation on ruminal parameters, nutrient digestibility and growth in sheep: A meta-analysis. *Small ruminant research*, 100(1), 19-29.
- Sañudo, C., Sierra, I., Olleta, J.L., Martin, L., Campo, M.M., Santolaria, P., Wood, J.D. y Nute, G.R. (1998). Influence of weaning on carcass quality, fatty acid composition and meat quality in intensive lamb production systems. *Animal Science*. 66:175-187
- SAS/STAT, 2010. Statistical Analysis System for windows. Version 9.3.SAS Institute Inc., Campus Drive, Cary, North Carolina 27513.
- Segura, S.F., Echeverri, F.R., Patiño, L.I. A., Mejía, G.A.I (2007). Descripción y discusión acerca de los métodos de análisis de fibra y del valor nutricional de

- forrajes y alimentos para animales. *Vitae*, Revista de la Facultad de Química Farmacéutica. Volumen 14, número 1. Pp. 72-81
- Steel, D.R.G., Torrie, J.H., Dickey, D.A. (1997). *Bioestadística: Principios y Procedimientos*. 2ª ed. McGraw-Hill. México, D. F. 622 pp
- Suárez, M.C., Guevara, R.C.A. (2017). Levadura *Saccharomyces cerevisiae* en la alimentación de rumiantes. Revisión bibliográfica. *ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar*, 51(2), 21-30
- Suárez-Machín, C., Garrido-Carralero, N.A., Guevara-Rodríguez, C.A. (2016). Levadura *Saccharomyces cerevisiae* y la producción de alcohol. Revisión bibliográfica. *ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar*, 50(1)
- Titi, H.H., Dmour, R.O., Abdullah, A.Y. (2008). Growth performance and carcass characteristics of Awassi lambs and Shami goat kids fed yeast culture in their finishing diet. *Animal Feed Science and Technology*, 142(1-2), 33-43.
- Tous-Rivera, K., Valencia, E., Rodríguez, A. A., Randel, P. F., Adegbola, A. (2010). Exogenous fibrolytic enzymes affect chemical composition, animal intake and digestibility of guinea grass hay (*Panicum maximum* Jacq.). *The Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico*, 94(1-2), 131-146
- Urrutia, G.R.T., Escalante, A.S., Méndez, N.F.G., Arriola, J.P.C. (2008). Tecnología e ingeniería del sacrificio y su repercusión en la calidad de la canal de animales de abasto. *Nacameh*, 2(1), 78-94.
- Warris, P.D. (2003). *Ciencia de la carne*. Zaragoza, España: Ed. Acribia.
- Wilches, D., Rovira, J., Jaime, I., Palacios, C., Lurueña, M.M.A., Vivar, Q.A.M., Revilla, I. (2011). Evaluation of the effect of a maternal rearing system on the odour profile of meat from suckling lamb. *Meat science*, 88(3), 415-423
- Yescas-Yescas, R., Bárcena-Gama, R., Mendoza-Martínez, G.D., González-Muñoz, S.S., Cobos-Peralta, M., Ortega-Cerrilla, M.E. (2004). Digestibilidad *in situ* de dietas con rastrojo de maíz o paja de avena con enzimas fibrolíticas. *Agrociencia*, 38(1), 23-31