



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

PROGRAMA MAESTRÍA Y DOCTORADO EN CIENCIAS  
AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

**EFFECTO 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**

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS  
AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

PRESENTA  
**MIGUEL ANGEL PULIDO RODRIGUEZ**

Cerrillo Piedras Blancas, Toluca, México; Enero de 2015



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

PROGRAMA MAESTRÍA Y DOCTORADO EN CIENCIAS  
AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

**EFFECTO 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

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS  
AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

PRESENTA  
**MIGUEL ANGEL PULIDO RODRIGUEZ**

COMITÉ TUTORIAL:

**TUTOR ACADÉMICO.**

DRA. MARÍA ANTONIA MARIEZCURRENA BERASAIN.

**TUTOR ADJUNTO**

DRA. MARÍA DOLORES MARIEZCURRENA BERASAIN.

DR. ABDEL-FATTAH MOHAMED ZEIDAN SALEM.

Cerrillo Piedras Blancas, Toluca, México; Enero de 2015

## **AGRADECIMIENTOS**

Un agradecimiento singular debo a Dra. María Antonia Mariezcurrena Berasain que, como directora de esta tesis, se ha orientado, apoyado y corregido en mi labor científica con un interés y una entrega que han sobrepasado, con mucho, todas las expectativas que, como alumno, deposité en su persona.

Dra. María Dolores Mariezcurrena Berasain le agradezco por todo el apoyo brindado a lo largo de la Maestría, por su tiempo, amistad y por los conocimientos que me transmitieron.

Un Agradecimiento al Dr. Abdel-Fattah Mohamed Zeidan Salem, por el apoyo, experiencia y orientación que me brindaron para la realización de esta tesis, amistad que me permitieron aprender mucho en este proyecto.

Le agradezco la confianza y apoyo a CONACYT, haber brindado una beca la cual fue de gran apoyo para desarrollar nuestra tesis de Maestría. Por darnos la oportunidad de crecer profesionalmente y aprender cosas nuevas.

Mi agradecimiento a la Facultades de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UAEMex, que me brindó la oportunidad de realizar mis estudios de Maestría y de la cual siempre he recibido apoyo.

A mi esposa por todo el apoyo brindado, por aguantarme y siempre buscar la manera de tenerme de buenas. Por soportar mis ratos de histeria. Por ser una excelente compañera.

A mis amigos, en particular Alejandro Conde Gutiérrez y familia por todos los momentos que pasamos juntos. Por la confianza que en mí depositaron.

## **DEDICATORIAS**

En primer lugar a Dios, que me ha brindado una vida llena de alegrías y aprendizaje, permitiéndome vivir una muy grata experiencia en mi etapa de posgrado.

A mi madre que siempre me han apoyado, guiado y cuidado. Gracias de corazón por todas las oportunidades que me han brindado.

A su paciencia y comprensión, prefirieron sacrificar su tiempo para que yo pudiera cumplir con el mío. Por su bondad y sacrificio me inspiraron a ser mejor para ustedes, ahora puedo decir que esta tesis lleva mucho de todos, gracias por estar siempre a mi lado, Esposa Yasmin, Mateo y Michell.

## Contenido

ÍNDICE CUADROS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
RESUMEN.....	ix
ABSTRAC.....	xi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
<b>1. Producción de ovinos en el mundo.....</b>	<b>3</b>
<b>2. La producción ovina Mexicana.....</b>	<b>4</b>
<b>3. Canales de comercialización de la carne de ovino en Capulhuac, Estado de México.....</b>	<b>5</b>
<b>4. Sistemas de alimentación.....</b>	<b>5</b>
<b><i>4.1 Objetivos en la engorda de corderos.....</i></b>	<b>6</b>
<b><i>4.2 Estrategias de alimentación en pastoreo.....</i></b>	<b>6</b>
<b><i>4.3 Estrategias para la engorda de corderos en corral.....</i></b>	<b>11</b>
<b>5. Ambiente ruminal y microorganismos.....</b>	<b>13</b>
<b><i>5.1 Carbohidratos y la fermentación ruminal.....</i></b>	<b>14</b>
<b><i>5.2 Metabolismo ruminal de la proteínas.....</i></b>	<b>15</b>
<b><i>5.3 Metabolismo de los lípidos.....</i></b>	<b>17</b>
<b>6. Alternativas que permiten modificar la fermentación ruminal.....</b>	<b>18</b>
<b><i>6.1 Levadura <i>Saccharomyces cerevisiae</i>.....</i></b>	<b>19</b>
<b><i>6.2 La pared celular de <i>Saccharomyces cerevisiae</i>.....</i></b>	<b>23</b>
<b>7. Rendimiento de la canal.....</b>	<b>30</b>
<b>8. Calidad de carne.....</b>	<b>30</b>
<b><i>8.1 Composición química de la carne.....</i></b>	<b>30</b>
<b><i>8.2 Factores que influyen en la calidad de la canal.....</i></b>	<b>32</b>
<b>8.3 pH.....</b>	<b>34</b>
<b><i>8.4 Rigor mortis.....</i></b>	<b>35</b>
<b><i>8.5 Color.....</i></b>	<b>35</b>
III. JUSTIFICACIÓN.....	38

IV. HIPÓTESIS.....	39
V. OBJETIVOS.....	40
VI. MATERIALES Y MÉTODOS .....	41
Experimento 1. Fermentación ruminal in vitro .....	41
<b>1.1 Producción de gas in vitro</b> .....	41
<b>1.2 Estimación de la degradación del sustrato</b> .....	42
<b>1.3 Análisis estadísticos</b> .....	43
Experimento 2. Prueba de comportamiento productivo.....	43
VII. RESULTADOS .....	51
BIBLIOGRAFÍA.....	75

## ÍNDICE CUADROS

Cuadro	Título	Página
1	Algunas especies usuales en clima templado	10
2	Composición nutritiva de la carne de ovino	31
3	Piezas de la canal en corderos de diferentes genotipos (%)	31
4	Factores que influyen sobre algunos parámetros relacionados con la calidad de la canal	33
5	Ingredientes y composición química de la dieta	46
6	Ingredients and chemical composition of diet	56
7	Impact of live cells (LC) and cell extract (CE) of <i>Saccharomyces cerevisiae</i> on <i>in vitro</i> gas production parameters, gas volume accumulated after different hours of incubation.	59
8	Impact of live cells (LC) and cell extract (CE) of <i>Saccharomyces cerevisiae</i> on ruminal fermentation parameters	60
9	Nivel de significancia donde no se encontraron diferencias significativas ( $P \geq 0.05$ )	71
10	Nivel de significancia donde se encontraron diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ).	72

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura</b>	<b>Título</b>	<b>Página</b>
1	Participación estatal del rebaño ovino 2010.	4
2	Pastoreo en praderas templadas	8
3	Suplementación de levadura y pared celular	45



## RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue evaluar la adición de *Saccharomyces cerevisiae* (Sc) y pared celular de levadura (PcSc) en la dieta de ovinos en finalización, sobre la producción de gas *in vitro* y en términos de su respuesta productiva, características de la canal y calidad de la carne. Para dar cumplimiento al presente objetivo se realizaron dos experimentos. En el primero se evaluó la producción de gas *in vitro* se utilizó  $1 \pm 0.002$  g de MS de la dieta balanceada. Un producto de *Saccharomyces cerevisiae* (*Selyeast 3000<sup>TM</sup> enriched yeast, LFA Lesaffre*) y pared celular de Sc (*Biosaf SC47<sup>®</sup>, Lesaffre Feed Additives*) fue adicionado. Se hizo una mezcla con Sc a tres niveles: 1, 2 y 4 mg/g de MS, PcSc a tres niveles: 0.3, 0.6 y 0.9 mg/g de MS y 0 mg/g de MS grupo testigo. La producción de gas se midió a las 2, 4, 6, 8, 10, 12, 15, 19, 24, 30, 36, 48 h después de iniciada la incubación a 39 °C. Los datos de producción de gas *in vitro* se analizaron en un diseño factorial 2 (aditivos Sc y PcSc) x 3 (Sc tres niveles: 1, 2 y 4 mg/g de MS; PcSc tres niveles: 0.3, 0.6 y 0,9 mg/g de MS). Se encontró un efecto sobre el parámetro de producción de gas (B), ( $P < 0.05$ ). Por efecto de la dosis (Sc 1 mg/g MS y PcSc 0.6 mg/g MS) con respecto al testigo. Sin embargo, para los demás parámetros de producción de gas (C, Lag) no se tuvo efecto. En relación con el testigo, la adición de aditivos dio como resultado un aumento ( $P < 0.05$ ) en volumen de gas después de 12, 24, 48, 72 y 96 h de incubación, a excepción de los tratamientos (Sc 2 y 4 mg/g MS), que tenía la más baja producción de gas durante las primeras 48 h de incubación en comparación con control (es decir, 0 mg / g MS).

En el experimento 2, sobre la respuesta productiva, se utilizaron 18 ovinos de la raza rambouillet, con un peso promedio inicial de  $35.00 \pm 2.5$  kg. Se establecieron 3 tratamientos (Testigo 0g/kg MS, *Saccharomyces cerevisiae* 1g/kg MS, y Pared celular de levadura 0.6 g/kg MS) con 6 repeticiones (ovinos) por tratamiento. Se determinó el consumo de materia seca. Se midieron las ganancias diarias de peso, conversión alimenticia. Después del sacrificio de los animales se determinó

peso de canal caliente (P.C.C.), pH 0 y temperatura 0 h (T°0). Pasando 24 h. de sacrificio se pesó la canal fría (P.C.F.), color de la carne, pH 24 y temperatura 24 h (T°24). No se encontró un efecto sobre los parámetros de comportamiento productivo, como fue peso vivo inicial, peso vivo final, ganancias diarias de peso, conversión alimenticia. Los demás parámetros evaluados en canales no se encontraron diferencias: pcc, pcf, pH0, pH24, T°0 y T°24. Respecto análisis de color en carne encontramos diferencias ( $P < 0.05$ ), sobre los parámetros  $a^*$  (Testigo 14.82<sub>b</sub>, Levadura 16.86<sub>a</sub> y Pared 15.69<sub>ab</sub>).

## ABSTRAC

The objective of this research was to evaluate the addition of *Saccharomyces cerevisiae* (Sc) and yeast cell wall (PcSc) in the diet of sheep on completion, on in vitro gas production and in terms of their productive response characteristics channel and meat quality. To comply with this objective, two experiments were performed. In the first gas production was evaluated in vitro 1 ± 0.002 g was used MS of balanced diet. A product of *Saccharomyces cerevisiae* (yeast enriched Selyeast 3000<sup>TM</sup>, LFA Lesaffre) and cell wall Sc (Biosaf SC47<sup>®</sup>, Lesaffre Feed Additives) was added. 1, 2 and 4 mg / g DM, PcSc at three levels: a mixture with Sc made at three levels 0.3, 0.6 and 0.9 mg / g DM and 0 mg / g DM control group gas production measured at 2, 4, 6, 8, 10, 12, 15, 19, 24, 30, 36, 48 h after the start of incubation at 39 ° C. The data of gas production in vitro were analyzed on a 2 factorial design (Sc additives and ScCw) x 3 (Sc three levels: 1, 2 and 4 mg / g DM; ScCw three levels: 0.3, 0.6 and 0.9 mg / g of DM). An effect on gas production parameter (B), (P <0.05). The effect of dose (Sc 1 mg / g MS and PcSc 0.6 mg / g DM) compared with the control. However, for the other parameters of gas production (C, Lag) had no effect. In relation to the control, the addition of additives resulted in an increase (P <0.05) in gas volume after 12, 24, 48, 72 and 96 h incubation, except treatments (Sc 2 and 4 mg / g MS), which had the lowest gas production during the first 48 h of incubation compared to control (ie 0 mg / g DM). In experiment 2, on the productive response, 18 sheep of rambouillet race were used, with an initial average weight of 35.00 + 2.5 kg. 3 treatments (Control 0g / kg DM, *Saccharomyces cerevisiae* 1g / kg DM, yeast cell wall and 0.6 g / kg DM) with 6 replicates (sheep) were established per treatment. Dry matter intake was determined. The daily gain, feed conversion were measured. After slaughter of animals hot carcass weight (PCC) was determined, pH and temperature 0 0 h (T ° 0). Turning 24 h. sacrifice cold carcass (PCF), flesh color, pH 24 and 24 h temperature (T ° 24) was weighed. No effect on productive performance parameters was found, as was initial weight, final live weight, daily gain, feed

conversion. Pcc, pcf, pH0, pH24, T ° 0 and T 24: The other parameters evaluated channels no differences were found. Regarding meat color analysis found no differences (P <0.05) on the parameters a \* (Witness 14.82b, Yeast 16.86ay Wall 15.69ab).

## I. INTRODUCCIÓN

A pesar de que México ha ido avanzando en mejorar su productividad, sólo genera el 70% de la carne ovina que consume, por lo que tiene un mercado interno potencial de unas 30,000 toneladas anuales (Arteaga, 2012).

Las tendencias en el contexto mundial indican que la producción de cordero se mantendrá estable en los próximos años, pero se prevé un aumento en el precio porque habrá más demanda, sobre todo en los países en vías de desarrollo (FAO, 2013).

Existen varios sistemas de producción ovina, que se desarrollan en pastoreo, en estabulación o en la combinación de estas dos modalidades. De acuerdo con la intensidad de su régimen de producción se dividen en: intensivo, semi-intensivo y extensivo, y según su propósito fundamental se dividen en comerciales y de autoconsumo, los de autoconsumo son de traspatio y, en algunos casos muy limitados de trashumancia (Partida *et. al.*, 2013).

La nutrición de ovinos, como de cualquier especie animal, considera, en principio, que la dieta que consuman contenga todos los nutrimentos en forma balanceada para aportar las cantidades necesarias de proteína, energía, vitaminas, minerales y cubrir sus requerimientos de mantenimiento y producción (Reséndiz, 2002).

El patrón de fermentación ruminal en los ovinos está influenciado por la interacción entre la dieta, la población de microorganismos y el animal. Los aspectos importantes en el rumen para la fermentación, son: 1) condiciones para una eficiente actividad celulolítica y 2) necesidades de la síntesis óptima de proteína microbial (Arcos *et. al.*, 2007).

Los probióticos han sido señalados como una alternativa al uso de antibióticos promotores de crecimiento en la alimentación animal. Aunque existen muchas definiciones, todas coinciden en señalarlos como microorganismos vivos que ejercen un efecto benéfico para el tracto intestinal del hospedero, sin perturbar las funciones fisiológicas normales (Gonzalo, 2010).

La utilización de probióticos es importante en la alimentación de rumiantes. *Saccharomyces cerevisiae* como aditivo en la nutrición animal ha sido investigada ampliamente, sin embargo, los resultados obtenidos son variables y poco repetibles, posiblemente debido a la gran diversidad de dietas ofrecidas a los animales en estudio, a las diferentes cepas de levadura y a la diferente cantidad suministrada a los animales (Chesson, 1993).

Las sustancias denominadas “prebióticos” (pared celular de *Saccharomyces cerevisiae*) son ingredientes no digeribles que al ser ingeridos por el animal pueden ser utilizados como sustratos por bacterias específicas digestivas, provocando una estimulación del crecimiento y actividad de grupos selectivos bacterianos en los órganos digestivos (Gibson, 1995).

## **II. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **1. Producción de ovinos en el mundo**

A nivel mundial, aunque distante de la importancia que tiene la producción de carne bovina, porcina y de ave, la carne de ovino ocupa el cuarto lugar dentro del consumo de productos de proteína de origen animal, representando el 5% del consumo mundial de cárnicos (excluyendo pescado). De acuerdo con (FAO, 2013), el hato mundial ovino es de cerca de 1,080 millones de cabezas, la producción anual mundial de carne ovina es de alrededor de 8.5 millones de toneladas y se destinan al comercio mundial 871 mil toneladas (FAOSTAT. 2008).

De acuerdo a las tendencias observadas en los últimos 10 años, el crecimiento del valor de las importaciones ovinas mundiales mantendrá una tendencia positiva, además debido a que se espera que China aumente en forma importante su demanda de este producto, es de esperar que Nueva Zelanda y Australia, dada su ubicación geográfica e importancia como exportadores serán los proveedores naturales de esa demanda; lo que propiciara un desajuste importante en el mercado mundial de la carne de ovino (Carrera, 2008).

Se prevé que la producción mundial de carne de ovino aumente un 2% a 14 millones de toneladas en 2008, debido particularmente a una producción mayor en China, la República Islámica de Irán y Pakistán. La producción de América del Norte debería aumentar, particularmente en los Estados Unidos, en más de 1,9%, ya que el crecimiento de los ingresos en la comunidad hispana mejora la demanda de carne de cordero (FAO, 2008).

La carne de cordero tiene muchos atributos positivos. Se trata de una carne de calidad y “natural” totalmente al margen de los escándalos alimentarios. El cordero moderno cocinado es suave y sabroso, a diferencia de la carne de oveja de crecimiento lento tradicional (Pierre, 2010).

## 2. La producción ovina Mexicana

En la actualidad es factible vislumbrar dos tipos de productor de ovinos, por un lado, el pequeño, con un reducido número de cabezas de ovinos, lo que constituye la ovinocultura social; por otro lado, está la empresarial de vanguardia, dedicados a la producción de animales para el abasto y generadores de pie de cría de buena calidad genética, con grandes rebaños y donde se pretende una utilidad financiera sobre la inversión (Cuéllar, 2003).

La distribución geográfica del ganado ovino abarca la mayoría de los estados de la república mexicana (Fig. 1), siendo los que en el 2010 tuvieron mayores inventarios: Estado de México (1,289,321), Hidalgo (1,055,678), Veracruz (630,348), Oaxaca (570,598), San Luis Potosí (450,657) y Puebla (441,249). No se descartan las zonas tropicales (Oaxaca –515 mil-, Veracruz –352 mil- y Chiapas –225 mil-), donde prevalecen principalmente los ovinos sin características raciales definidas (tipo criollo) y de pelo, SIAP (2013).

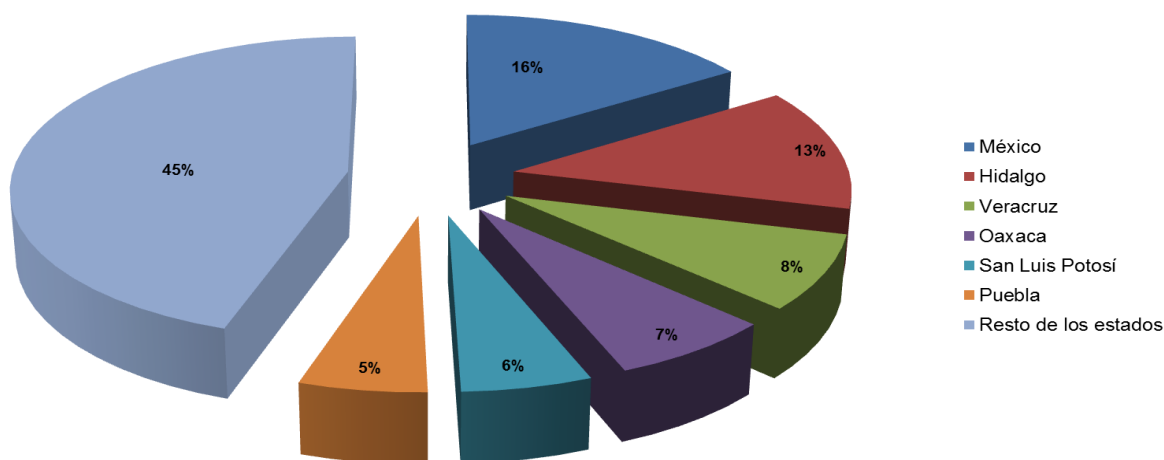


Figura 1. Participación estatal del rebaño ovino 2010.

Las razas ovinas que existen en México son:

- De lana: Rambouillet, Polypay, Columbia.
- De leche : East Friesan, Awassi, Laucane
- De Carne : Suffolk, Hampshire, Dorset, Ile de France, Charolais, Beltex,



Lleyn, Romanov, Texel, Pelibuey (también llamada Tabasco), Blackbelly (Barbados), Saint Croix, Dorper, Damara y Katahdin.

Algunas de ellas existen en muy reducido número o han sido introducidas muy recientemente, siendo escasos los datos relativos a su desempeño productivo. Existe una marcada dispersión de la población borreguera en el territorio nacional, sin embargo, los centros de consumo se restringen a las grandes ciudades como la Ciudad de México y su zona conurbana, por lo tanto el ganado ovino tiene que ser trasladado muchas veces a través de varios estados de la república para llegar a su destino de sacrificio o consumo (Arteaga, 2010).

### **3. Canales de comercialización de la carne de ovino en Capulhuac, Estado de México**

El canal de comercialización más utilizado en la cadena de carne ovina es productor, acopiador, detallista y consumidor; existen dos canales alternativos; el canal completo (barbacoa) y otro que se da a nivel de producción de cortes finos, para su comercialización en restaurantes (Mondragón, 2009).

### **4. Sistemas de alimentación**

En México, existen cuatro sistemas de producción de ovinos que son clasificados de la siguiente manera:

- 1) La empresarial, generalmente con rebaños estabulados son los sistemas en que se cuida la eficiencia productiva del rebaño, existe inversión, uso de tecnología avanzada y asesoría técnica profesional. Su objetivo es la rentabilidad.
- 2) La llamada ganadería social o tradicional. Donde se tienen ovejas de traspatio, sin ningún manejo y el objetivo es como un mecanismo de ahorro, en el cual invierten algo de tiempo en el cuidado de las ovejas y a cambio no les exigen más producción que la que naturalmente sobreviva.

- 3) La combinación de sistemas, en el que destaca el pastoreo con la estabulación parcial. Aunque la gran mayoría de los sistemas pecuarios de ovinos tienen problemas en los aspectos de reproducción, nutrición, sanitarios, comercialización, administración y en las construcciones y equipos.
- 4) La de pasatiempo, generalmente lo hacen personas con alto poder adquisitivo. Compran sementales y vientres caros son impórtales el numero ni la producción de ellos. Son sistemas que no necesariamente son eficientes en su producción y por supuesto: no son rentables (Artega, 2006; De Lucas y Arbiza, 2006).

#### **4.1 Objetivos en la engorda de corderos**

La engorda de corderos en corral se debe realizar teniendo en claro los siguientes objetivos:

- Lograr la máxima ganancia de peso que el potencial genético del animal permita.
- Maximizar el consumo de nutrimentos.
- Mejorar la conversión alimenticia.
- Reducir el periodo de engorda.
- Lograr un mejor acabado del animal.
- Obtener un mayor rendimiento de la canal.

Si se cumplen estos objetivos esenciales se incrementará la eficiencia biológica del proceso de engorda y la utilidad económica de la explotación aumentará (Sánchez, 2009).

#### **4.2 Estrategias de alimentación en pastoreo**

##### **a) Pastoreo Tecnificado o racional**

El sistema de producción ovina en pastoreo tecnificado se basa en el consumo de forrajes, pues la mayor parte del alimento que ingiere el animal, provienen de las

especies vegetales empleadas; por eso, es requisito indispensable mantener una interrelación óptima entre los forrajes y los animales, pues uno de los primeros retos que enfrentan los sistemas de producción basados en el pastoreo, es su persistencia a través del tiempo, ya que el uso inadecuado por un pastoreo excesivo durante largos períodos o por el aprovechamiento constante sin suficiente tiempo de recuperación, pueden originar la pérdida del forraje y la desestabilidad completa de éste régimen de producción (Gutiérrez, 2007).

Por lo general, se desarrolla en áreas poco extensas, donde la vegetación está compuesta por especies introducidas, en una asociación de gramíneas con leguminosas. La carga animal es alta, por lo que el tiempo de ocupación de las praderas es corto, esto hace necesaria la utilización de cercas, bajo un esquema de rotación de potreros (Ganzabal, 1997).

Para lograr que un sistema de este tipo sea eficiente, es necesario tomar en cuenta algunos aspectos fundamentales, los primero se relaciona con las condiciones climatológicas imperante en las que se incluyen la temperatura ambiental, la cantidad de radiación solar y la precipitación pluvial. Los segundos atañen al terreno y están dadas por las propiedades físicas y químicas del suelo (Escuder, 1997b).

La temperatura es el principal elemento que afecta el desarrollo de los forrajes, pues modifica la relación tallo/hoja y, por lo tanto, altera la digestibilidad de estos. La radiación solar incide directamente sobre la fotosíntesis, lo cual se refleja en el desarrollo de los forrajes y su rendimiento, así como en el contenido de proteína y la digestibilidad de la materia seca (Rossi, 2013).

La disponibilidad de agua afecta el rendimiento de forraje por su efecto sobre el crecimiento y desarrollo de la planta; además, afecta la madurez de las hojas y la relación tallo/hoja, lo cual trasciende en el animal por su efecto sobre la cantidad de fibra detergente neutra y la digestibilidad de la materia seca (Romero, 2008). Las propiedades físicas del suelo (textura, esqueleto grueso, estructura, consistencia y permeabilidad) y su fertilidad, dada por la cantidad de materia

orgánica y por los elementos minerales disueltos que contiene (nitrógeno, fósforo, potasio y micro elementos), afectan el rendimiento de la pradera y modifican la composición química de los forrajes. Por eso, en los sistemas de pastoreo se requiere tener bien identificado el ambiente y las condiciones del suelo para definir las estrategias de uso del forraje durante las distintas estaciones del año, optimizando el pastoreo en las épocas de lluvia y conservando los excedentes de forraje para su aprovechamiento en las épocas secas. (Escuder, 1997b).

En las zonas templadas (Fotografía 1), la producción ovina se fundamenta en el pastoreo de praderas irrigadas, donde se mezclan distintas especies, tanto de invierno como de verano (es común hacer el conocido “coctel” de siembra para garantizar el establecimiento de la pradera y la disponibilidad de forraje). Se tienen sistemas en donde los animales pastorean praderas en las que se combinan distintas especies gramíneas (70-75%) con una o varias leguminosas (25-30%), lo que permite una fertilización natural del suelo, pues las leguminosas fijan, mediante su propio metabolismo, parte del nitrógeno que requieren los pastos. (Carambula, 1996).



Figura 2. Pastoreo en praderas templadas.

Hay otros métodos en donde se tienen separadas las especies gramíneas de las leguminosas, formando lo que se conoce como “bancos de proteína”, el pastoreo se realiza durante un periodo controlado en cada una de las áreas y se establecen los lapsos de descanso y aprovechamiento de acuerdo con las necesidades fenológicas de cada especie (Hill Secco, 1985).

Existen muchas variedades precoces y tardías para las distintas condiciones de temperatura, radiación solar y precipitación pluvial, así como para las múltiples características físicas y químicas de los suelos, pero algunos ejemplos de estas plantas para pastoreo y corte se presentan en el Cuadro 1.

Es muy común el empleo de algún pasto perenne durante la época de calor y la siembra de Ryegrass o avena/veza en la época de invierno.

**Cuadro 1. Algunas especies usuales en clima templado**

Nombre común	Nombre científico	Ciclo
Cereales		
Avena	<i>Avena sativa</i>	Anual invierno
Cebada	<i>Hiordeum vulgare</i>	Anual invierno
Trigo	<i>Triticum aestivum L.</i>	Anual invierno
Triticale	<i>X Tricosecale wittmack</i>	Anual invierno
Centeno	<i>Secale cereale</i>	Anual
Sorgo forrajero	<i>Sorghum spp.</i>	Anual verano
Maíz	<i>Zea mays</i>	Anual verano
Pastos		
Festuca	<i>Festuca arandinacea</i>	Perene
Ryegrass perenne	<i>Lolium perene</i>	Perene
Orchard o Dáctilo	<i>Dactylis glomerata</i>	Perene
Ryegrass anual	<i>Lolium multiflorum</i>	Anual
Leguminosas		
Alfalfa	<i>Medicago sativa</i>	Perene
Trébol blanco	<i>Trifolium repens</i>	Perene
Trébol rojo	<i>Trifolium pratense</i>	Bianual
Trébol alejandrino	<i>Trifolium alejandrinum</i>	Perene
Ebo o Veza	<i>Vicia sativa</i>	Anual

Evans, 1982.

El pastoreo tecnificado busca aprovechar los recursos de manera racional, tratando de lograr una ganadería autárquica o autosuficiente y que sea sostenible. Así mismo, el consumo de forrajes verdes por los animales, da a la carne una calidad diferenciada, ya que además de mejorar el sabor, modifica el tipo de grasa que se deposita en la canal haciéndola más insaturada, pues el perfil de los ácidos grasos incluye más omega 3 (n-3) de cadena larga, los cuales además de dar un sabor diferente a la carne (ligeramente a hierba) y se asocian con efectos benéficos para la salud del consumidor (Nieto *et al.*, 2010).

Otras de las ventajas del pastoreo tecnificados son la promoción del desarrollo regenerativo de la vegetación y el suelo, y la disminución del desperdicio o subutilización del forraje, lo que garantiza un aporte óptimo de nutrientes durante todo el año, que repercute en la productividad animal y la reducción de costos por la complementación alimenticia, y por ello el sistema es rentable y sustentable. (Rovira, 1996).

Sin embargo, hay que elaborar programas específicos para las condiciones particulares de cada lugar en los que se considere la asignación (kg de MS/día), la carga (corderos/ha) e incluso la suplementación estratégica o la complementación que se proporcione a los animales, pues un problema que se observa, sobre todo en los trópicos secos, es el desbalance de la producción de forraje durante las distintas épocas del año, tanto en especies nativas como en introducidas, debido a que en estas regiones tienen un periodo lluvioso de aproximadamente cinco meses (junio a octubre) en el que se produce el 70% de la materia verde, y un periodo seco de unos siete meses (noviembre a mayo), en el que se produce el 30% restante del forraje total. Para evitar altibajos en la producción y mantener una buena condición en los animales durante la época seca, es necesario dejar áreas de reserva (potreros de sacrificio) para pastoreo o conservar el forraje ensilado o henificado para proporcionárselo a los animales cuando se requiera junto con un suplemento alimenticio o concentrado (Azzarini *et al.*, 2002).

#### **4.3 Estrategias para la engorda de corderos en corral**

La producción de corderos para el abasto requiere de un programa integral de manejo del rebaño que se inicia con el manejo de las ovejas de cría, desde la cubrición hasta el destete y de los corderos desde su nacimiento. Por otro lado se necesitan corderos todo el año por lo que la organización del rebaño, desde el punto de vista reproductivo, es indispensable (Lara, 2010).

### **a) Consideraciones en la engorda**

Para que la engorda tenga éxito y se cumplan los objetivos antes indicados se deben tomar en cuenta los siguientes puntos:

1. Diseño y equipamiento de instalaciones.
2. Bases anatómicas y funcionales del aparato digestivo de los ovinos.
3. Conocimientos sobre enfermedades infecciosas, parasitarias y trastornos metabólicos que influyen en la engorda.
4. Manejo de animales.
5. Alimentación; aditivos y promotores de crecimiento.
6. Comercialización.
7. Evaluación técnica y económica de la engorda.

(Nuncio, 2001).

### **b) Alimentación de corderos de engorda**

La alimentación representa el componente más importante en los costos de producción (65 – 70%) y es determinante en el comportamiento productivo de los animales. Es esencial considerar los tipos de dietas, calidad y precio de éstas, así como de los ingredientes que las conforman. De acuerdo a Sánchez, 2009, se manejan tres tipos:

**a. Dieta de recepción.** Se ofrece a los animales del primer al tercer día de llegados al corral y prácticamente está constituida de forraje (como la alfalfa) henificado de alta palatabilidad. Se reportan buenos resultados. También puede brindárseles rastrojos de maíz o pajas.

**b. Dieta de adaptación.** Después de la alimentación de recepción se debe iniciar con la fase de adaptación de los animales a las dietas propiamente de engorda, utilizando para tal fin la misma dieta de recepción o forraje succulento y palatable. La adaptación deberá hacerse en forma paulatina, reduciendo en 20 unidades porcentuales la dieta de recepción e incrementando en la misma proporción la dieta de engorda.



**c. Dieta de engorda.** Se debe formular teniendo en cuenta las siguientes bases: que el animal la consuma al máximo para la mayor optimización en ganancia de peso y mejores conversiones alimenticias, además de minimizar problemas metabólicos y que sea de bajo costo económico.

Para cumplir con estas bases es necesario que las dietas cumplan con ciertas características de calidad nutritiva en cuanto a energía, proteína, fibra, minerales, vitaminas y uso de aditivos. Las dietas de engorda deben formularse a base de concentrado (60-80 por ciento) utilizando granos (sorgo, maíz), subproductos de granos, pastas de oleaginosas (de soya, de canola, harinolina), harinas de origen animal (carne, pescado a niveles no mayores del 4 por ciento de la dieta), mezclas minerales y aditivos (*Saccharomyces cerevisiae*), además de forraje como rastrojo de maíz, pajas, bagazo de caña o alfalfa en una proporción del 20 al 40 por ciento (Caravaca, 2006).

## **5. Ambiente ruminal y microorganismos**

Involucra la realización de procesos de tipo físico, químicos y biológicos. Al interior del retículo-rumen hay bacterias y protozoos que junto con los procesos de almacenamiento fermentación, regurgitación, remasticación e insalivación, facilitan la digestión del alimento para que continúe hacia el omaso y abomaso (Vargas, 2010).

La celulosa es el principal polisacárido encontrado en los vegetales. Los mamíferos, así como otros grupos de animales, no son capaces de degradar la celulosa ya que no sintetizan celulasas, los rumiantes deben establecer relaciones simbióticas con microorganismos para permitir su asimilación. Para referirnos al rumen, se le debe considerar como un componente del estómago, el cual en los rumiantes está conformado por el rumen, retículo, omaso y abomaso. El rumen, la primera de las cámaras, alberga un ecosistema microbiano complejo que participa en la fermentación de la celulosa y otros polisacáridos vegetales (Hoover y millar, 1991).

El correcto funcionamiento de este gran fermentador requiere el constante mantenimiento de un medio apropiado para el crecimiento de los microorganismos y para una continua fermentación. El pH de la ingesta y del líquido ruminal, es mantenido a un nivel relativamente constante (entre 6 y 7) por el ingreso de alimentos agua y saliva con propiedades tamponadoras, compuesta principalmente por bicarbonato de calcio. La temperatura también se mantiene relativamente constante a 39 °C, así como el suministro de alimento y la remoción de productos de la fermentación (Mackie *et. al.*, 2001).

La relación entre el rumiante y los microorganismos constituyen una simbiosis. Entre los beneficios que el rumiante otorga a los microorganismos es el ambiente ruminal propicio para su multiplicación y actividad metabólica. Los microorganismos aportan al rumiante los productos de la fermentación que puede utilizar, tales como los AGVs. La síntesis de proteínas bacterianas, aminoácidos esenciales y no esenciales y vitaminas hidrosolubles. Además, algunas bacterias del rumen son capaces de inactivar determinadas sustancias potencialmente tóxicas, tales como nitritos, fitoestrogenos y toxinas vegetales y de hongos (Contreras, 2010).

### **5.1 Carbohidratos y la fermentación ruminal**

La fermentación ruminal de carbohidratos (CHO's) y de proteínas es interdependiente ya que los monosacáridos liberados por las enzimas microbianas, proveen de energía (ATP) para el metabolismo de microorganismos. Los cuales con este aporte más la proteína del alimento se reproducen y aumentan su biomasa o la producción de proteína microbiana. En la fermentación, se distinguen dos etapas Anrique, 2010:

- Etapa primaria. Consiste en la liberación de los componentes unitarios de los macronutrientes (predominantemente glucosa a partir de CHO y aminoácidos y amonio a partir de proteínas y NNP), por enzimas microbianas extra celulares de especies productoras.

- Etapa secundaria. Absorción por los microorganismos (especies utilizadoras) de los componentes unitarios liberados y metabolismo intracelular de estos, proceso que es funcional a su nutrición y proliferación. El metabolismo microbiano además recicla factores esenciales al grupo anterior y posibilita la transferencia de H<sup>+</sup> entre especies productoras y utilizadoras. Las rutas metabólicas de los microorganismos son similares a las empleadas en el metabolismo del animal. El intermediario clave, que conecta las diferentes rutas metabólicas es el piruvato, formado de glucosa el que ingresa rápidamente a las bacterias

En condiciones anaeróbicas, los microorganismos no pueden oxidar los sustrato hasta CO<sub>2</sub> y agua, por lo que queda una proporción importante de estos retenida en los productos finales de la fermentación (AGVs y proteína microbiana), lo cual favorece la nutrición del animal. La fermentación de aminoácidos también produce AGVs (isoácidos ramificados) que son usados para formar nuevos aminoácidos. Los gases son eliminados por eructación lo que representa una pérdida de energía (Fahey, 1988).

Con forrajes el pH ruminal es más elevado (6.2 – 6.8) y predominan microorganismos celulolíticos; al dar concentrados baja el pH gradualmente, aumentan los aminolíticos, para finalmente predominar los lactobacilos cuando el pH baja de 5.5 (Kadlec, 2001).

### ***5.2 Metabolismo ruminal de la proteínas***

Las proteínas de la dieta se dividen en proteínas degradable en el rumen (PDR) y aquellas no degradables, con PDR compuestos por nitrógeno no-proteico y proteína verdadera. La proteína verdadera se degrada a péptidos y aminoácidos (AA) y, eventualmente, se desaminan en amoniaco o son utilizadas para la síntesis de proteína microbiana. El nitrógeno no-proteico se compone de nitrógeno presentes en el ADN, ARN, AA péptidos y amoniaco utilizado para el crecimiento

microbiano. En el rumen el resultante se compone de amoniaco, de la proteína no degradable (de la dieta o endógena) y la proteína microbiana (Pulido, 2010).

La proteína microbiana sintetizada en el rumen provee la mayor parte de la proteína suministrada al intestino delgado de los rumiantes, lo que representa entre el 50 y el 80% del total de proteína absorbible. La cantidad total de proteína microbiana que fluye al intestino delgado depende de la disponibilidad de nutrientes y de la eficiencia del uso de estos nutrientes por las bacterias del rumen. Por lo tanto el metabolismo de nitrógeno en el rumen puede ser dividido en 2 eventos claros: la degradación de proteínas (que ofrece fuentes de nitrógeno para las bacterias) y la síntesis de proteína microbiana (Bach *et al.*, 2005).

### **5.2.1. Degradación ruminal de la proteína**

El primer paso de la degradación de las proteínas en el rumen implica la unión de bacterias a las partículas alimenticias, seguida por la actividad de proteasas microbianas. Aproximadamente entre el 79 y el 80% de los microorganismos ruminales están adosados a las partículas de alimento no digeridos en el rumen y de ellos entre 30 a un 50% tienen actividad proteolítica. Un gran número de diferentes especies microbianas forman consorcios que se adosan a partículas de alimentos y actúan simbióticamente para degradar y fermentar los nutrientes incluyendo las proteínas. Los productos resultantes de este proceso son péptidos y AA. Debido a que el número de diferentes uniones en una sola proteína es grande, se necesitan la acción sinérgica de diferentes proteasa para completar la degradación de proteínas (Smith, 1979).

El destino de los péptidos absorbidos y AA una vez dentro de la célula microbiana, dependerá de la disponibilidad de energía otorgada por los hidratos de carbono (HCO). Si la energía está disponible los AA se transaminarán o serán utilizados directamente para la síntesis de proteína microbiana. Sin embargo, si la energía es limitada los AA se desaminan su esqueleto de carbono se utilizara para la síntesis de ácidos grasos volátiles (AGVs) (AFRC, 1996).

### **5.3 Metabolismo de los lípidos**

Los lípidos están formado parte de los alimentos comunes y de suplementos (concentrados) naturales o artificiales. Los principales constituyentes de los lípidos incluyen Triglicéridos, forma en que están presentes en granos de cereales, semillas oleaginosas, grasas animales y sub-productos; Glicolípidos, que son los principales lípidos de los forrajes verdes, Fosfolípidos, componentes menores que forman parte de las membranas celulares de vegetales y animales, y Ácidos grasos libres, un componente menor en los alimentos pero el componente principal en algunos suplementos lípidos (industriales). La unidad básica de los triacilglicéridos (TG) es una molécula del glicerol y 3 ácidos grasos (AG). El término “grasa” se usa para describir TG que son sólidos o semi-sólidos a la temperatura ambiente, siendo la expresión “aceite” utilizada para TG que son líquidos a esa temperatura. Este comportamiento está relacionado con la estructura de los AG; si son predominantes saturados se hablara de grasa y si son insaturados de aceite (Latrille, 2010).

Composición de los lípidos de la dieta de los rumiantes están presentes en los forrajes y en suplementos, agregados como granos de cereales y/o de semillas de oleaginosas o sus extractos: también pueden ser suplementados lípidos industrialmente preparados. En los forrajes verdes el contenido de extracto etéreo (EE) es más alto en la medida que sean más inmaduros y ricos en hojas y en lípidos asociados a los cloroplastos; el EE es bastante variable y fluctúa entre 4 y 12 % de la MS. Los AG representan solo entre 45 y 65 % del EE en los forrajes verdes. Los principales ácidos son el linolénico (50 a 70 % del total de AG) y en menor grado, el linoleico (15 hasta 25% en la mayoría de los forrajes verdes). La relación ácidos  $\omega_6/\omega_3$  varía entre 0,2 y 0,3. Los forrajes secos, henos en particular, tienen un contenido menor de EE (1.5 a 5%) por efecto de la oxidación y polimerización de los lípidos insaturados durante la henificación y una relación  $\omega_6/\omega_3$  más elevada (por ejemplo  $0,5 \geq 1$ ); estos cambios son mayores con una

henificación inadecuada (por ejemplo muy larga) y mínima si el proceso es óptimo (rápido) (Russell, 2002).

### **5.3.1 Metabolismo de lípidos en el rumen.**

El rumen es un sitio de intenso metabolismo de lípidos. Los 2 principales procesos que experimentan aquí los alimentos son hidrólisis (lipólisis) de los enlaces ester (con liberación del glicerol y de los AG o del azúcar en el caso de los glicolípidos) y la posterior hidrogenación de los AG insaturados. La hidrólisis ocurre por la actividad de lipasa (u otras enzimas) bacterianas; los AG mono o poli-insaturados liberados son (bio) hidrogenados. Para que esta reacción pueda ocurrir se requiere que el AG esté libre. Como consecuencia la tasa de hidrogenación es siempre menor a la tasa de hidrólisis. La lipólisis se refiere a la liberación por hidrólisis de los ácidos grasos esterificados en los triglicéridos, glicolípidos y fosfolípidos. La bio-hidrogenación consiste en la reducción de los enlaces dobles existentes en los ácidos grasos liberados (Bauman, 2006).

### **5.3.2 Manipulación de la fermentación lipídica ruminal**

La manipulación del metabolismo ruminal de los lípidos tiene 2 objetivos prácticos:

1. Controlar los efectos antimicrobianos de los AG para minimizar la alteración de la fermentación ruminal, de modo que se puedan agregar a la dieta suplementos ricos en grasa o en aceites insaturados.
2. Controlar los procesos de bio-hidrogenación para permitir la absorción intestinal de AG (insaturados) selectos que puedan mejorar las cualidades nutritivas de los productos animales o mejorar el desempeño animal vía efectos positivos en su metabolismo (Jenkin *et al.*, 2008).

## **6. Alternativas que permiten modificar la fermentación ruminal**

La simbiosis entre el ovino y los microorganismos que habitan el rumen, es la interacción que nos interesa modular. Los MO tienen la capacidad para utilizar

carbohidratos se multiplican (síntesis de proteína microbiana) y generan ácidos grasos volátiles (AGVs). Sin embargo, esta relación es ineficiente, ya que se pierden carbonos, como metano (CH<sub>4</sub>) y nitrógeno (N) como amonio (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), aun cuando la ración este correctamente implementada con adecuada disponibilidad de forrajes de buena calidad nutricional y un buen manejo del rebaño (Sauvant, 2007).

Muchos estudios han demostrado que los ovinos son los rumiantes más eficientes en usar la proteína cruda del alimento (N \* 6.25), sin embargo, aun excretan 2 a 3 veces más N en las heces y orina (Grinari *et al.*, 2000).

Modular la fermentación ruminal tiene como objetivo (Russell, 2002):

1. Aumentar la degradación de carbohidratos estructurales (fibra) y no estructurales (almidón, pectinas).
2. Aumentar la producción de AGVs.
3. Estimular la producción de propionato.
4. Inhibir la producción de metano
5. Controlar la producción de lactato
6. Disminuir el NH<sub>4</sub><sup>+</sup>

Alternativas disponibles para modular la fermentación ruminal

- Buffers y productos alcalinizantes
- Probióticos o aditivos microbianos (*Saccharomyces cerevisiae*)
- Antibióticos como ionoforos y virginiamicina
- Extractos de plantas como saponinas y aceites esenciales (Salem *et al.*, 2012)

### **6.1 Levadura *Saccharomyces cerevisiae***

*Saccharomyces cerevisiae* es una levadura que constituye el grupo de microorganismos más íntimamente asociado al progreso y bienestar de la humanidad; su nombre deriva del vocablo *Saccharo* (azúcar), *myces* (hongo) y *cerevisiae* (cerveza) (Hernández, 1999).

Investigaciones realizadas con *S. cerevisiae* en la nutrición de los rumiantes en México durante los últimos años, plantean que no todas las cepas de levadura tienen el mismo modo de acción en los diversos sistemas de producción animal; las diferencias en la respuesta con cepas de *S. cerevisiae* y la interacción que se produce con la dieta que se ofrece a los animales, presentan nuevas oportunidades, así como nuevos problemas, para definir la modificación que causan al metabolismo ruminal, por efecto de las diferentes cepas de cultivos y su diferente cantidad suministrada (Dawson, 1992).

#### **6.1.1 Efectos de la adición de *S. cerevisiae* en la fermentación ruminal**

Resultados de investigaciones de dietas que incluyeron *S. cerevisiae* realizadas por Harris y Lobo (1988), Williams (1988) y Mutsvangwa *et al.* (1992), utilizando forrajes en el ganado, tuvieron incrementos en el consumo de alimento (10%); sin embargo, Drennan y Moloney (1993) no encontraron efecto sobre el consumo de alimento; Hoyos *et al.* (1987), Teh *et al.* (1987) observaron incremento en la producción de leche. En otros estudios llevados a cabo por Greive (1979), Adams *et al.* (1981), Fallon y Harle (1987) y Mutsvangwa *et al.* (1992) se observó incremento en la ganancia de peso y conversión alimenticia; no obstante, Drennan y Moloney (1993) no indicaron incrementos en ganancia de peso ni en la conversión alimenticia. Las investigaciones de Teh *et al.* (1987), Wiedmeier *et al.* (1987), Harrison *et al.* (1987) y Williams (1988), mostraron cambios en la concentración de ácidos grasos volátiles; por otra parte, en los estudios de Chademana y Offer (1990) y Arcos *et al.* (2000) no registraron cambios en ácidos grasos volátiles (AGV) como acético, propionato y butírico. Harrison *et al.* (1988) observaron cambios en pH ruminal y en la concentración de amoníaco; sin embargo Adams *et al.* (1981) y Wiedmeier *et al.* (1987) mencionan que este efecto no fue consistente. Además se indican incrementos significativos en la cantidad y actividad de las bacterias anaeróbicas celulolíticas (Wiedmeier *et al.* 1987;



Harrison *et al.* 1988; Dawson *et al.* 1990), que podrían explicar el incremento sobre la digestibilidad de la dieta (Wiedmeier *et al.* 1987).

Crosby (1995) indica que no existe respuesta al cultivo de levadura sobre la fermentación y digestibilidad ruminales debido a que no encontró efecto sobre el pH ruminal, N-NH<sub>3</sub>, tasa de fracción de flujo, volumen ruminal, concentración de ácidos grasos totales, y la digestibilidad total aparente de la materia seca, fibra detergente ácida y fibra detergente neutro. Así mismo se han registrado resultados en relación a la digestibilidad del alimento (Hernández, 1999).

### **6.1.2. Condiciones de crecimiento de *S. cerevisiae***

Las levaduras requieren para su óptimo crecimiento un ambiente acuoso, pH con rango de 3.5 a 5.0, posiblemente debido a que la actividad de las proteínas plasmáticas de las levaduras en los límites de su membrana se da en estos valores de pH (Rose, 1987a); en estas condiciones de pH requerido para el crecimiento de la levadura.

Las levaduras mantienen su actividad metabólica y resisten el estrés físico asociado con el secado, calentamiento y exposición al pH ácido en condiciones anaeróbicas (Dawson, 1989). No obstante, se ha demostrado que *S. cerevisiae* presenta crecimiento limitado bajo esas condiciones y es incapaz de mantener una población productiva dentro del ecosistema ruminal (Dawson y Newman, 1987; Arambel y Rung-Syin 1987), no pueden mantener una población viable en el rumen y son incapaces de establecerse permanentemente (Williams *et al.* 1990); por tal motivo, no es común que desarrolle crecimiento a nivel ruminal, en forma adicional a lo anterior el crecimiento de las levaduras se ve afectado por la presencia de ácidos grasos insaturados, tales como el colesterol y el ácido nicotínico (Rose 1987b); sin embargo, se ha observado cierto grado de viabilidad ruminal (Dawson *et al.*, 1990), que se puede explicar en parte por los estudios *in vitro* realizados por Cobos, (1996) en condiciones anaeróbicas y con una concentración de bacterias similar a la esperada en el rumen, donde se observó

que la viabilidad de las diferentes cepas de levadura *S. cerevisiae* es mínima después de 12 h; por lo tanto, se estima una alta tasa de degradación de las levaduras por parte de las bacterias ruminales.

El rango de temperatura óptima para el crecimiento de las levaduras es de 28 a 30 °C, con sobrevivencia a 37 °C por medio de la formación de ascosporas (Dengis *et al.* 1995), aunque a 39 °C que es la temperatura del ambiente ruminal, se ve afectado su crecimiento y disminución de la viabilidad de la levadura a 48 h de incubación (Mendoza y Ricalde, 1993).

### **6.1.3 Mecanismos de acción de *S. cerevisiae* para incremento de digestibilidad en el rumen**

Dawson (1987), Dildey (1988), Williams (1989) y Dawson (1993) propusieron que posiblemente los mecanismos de acción de las levaduras que aumentan la digestibilidad pueden atribuirse a lo siguiente:

1. Cambio en la flora bacteriana por competencia y estimulación del crecimiento, por medio del aumento de la actividad celulolítica y alteración de la síntesis microbiana
2. Modulación del ambiente ruminal evitando fluctuaciones en el pH ruminal
3. Reducción de la actividad de las bacterias metanogénicas
4. Optimización de la absorción de minerales
5. Son fuente de nutrientes y productos esenciales como aminoácidos, vitaminas y enzimas
6. Incremento en metabolitos como ácidos grasos volátiles a causa de una mayor actividad bacteriana
7. Disminución de la concentración del nitrógeno amoniacal
8. Modifican el perfil de aminoácidos en el flujo duodenal
9. Incrementan la proteína sobrepasante
10. Incrementan el consumo voluntario de alimento en los animales
11. Disminuyen la concentración de ácido láctico

## 12. Incrementan la degradabilidad de la fibra.

Las características de *S. cerevisiae* permiten eliminar el oxígeno del ambiente ruminal, con lo que se facilita el crecimiento de bacterias anaeróbicas estrictas, es decir de bacterias celulolíticas (Rose 1987a; Semptey y DeVisscher 1991); que promueven la degradación de la pared celular (Fallon y Harle 1987; y Dawson 1992); y estimulan el crecimiento de bacterias que utilizan lactato y digieren celulosa (Callaway y Martín 1997); por lo tanto, incrementan la digestibilidad de la dieta, así como la relación acético-propiónico (Plata y Mendoza, 1993).

Los cultivos puros *S. cerevisiae* se reproducen mitóticamente, pero los medios con alto contenido de fibra estimulan su esporulación (Plata y Mendoza, 1993). Durante la esporulación el cultivo de levaduras *S. cerevisiae* sintetiza seis tipos de enzimas  $\beta$  1-6 y 1-3 glucanasas, lo cual tiene por finalidad desdoblar la pared celular que lo rodea (Hien y Fleet 1983a y 1983b).

### **6.1.4 Comportamiento productivo de *Saccharomyces cerevisiae* en ovinos**

Macedo, (2009) la adición del cultivo de levaduras (Sc) incrementó la ganancia de peso (310 vs 260 g d<sup>-1</sup> con y sin Sc) de los corderos debido a un aumento en el consumo de materia seca en el caso de los animales alimentados con la ración de mayor concentración, mientras que en el caso de los animales que consumieron la ración de menor concentración, dicha respuesta se puede atribuir a un incremento en la tasa de degradación de la materia seca con la consiguiente producción de proteína microbiana.

### **6.2 La pared celular de *Saccharomyces cerevisiae*.**

*S. cerevisiae* posee una pared celular que es esencial para la formación de la yema durante la gemación y el proceso de división celular. A su vez, esta pared es esencial para mantener la morfología celular. Debido a que la presión osmótica en el interior celular suele ser muy superior a la presente en el medio externo, la pared celular constituye una estructura fundamental para mantener la viabilidad

celular, ya que si no existiera, la célula estallaría. Por lo tanto, esta estructura regula la entrada y salida de agua en las células manteniendo así una turgencia adecuada, además de regular el paso de sustancias y proteger a la célula de las condiciones adversas del medio externo. La pared celular sufre constantes remodelaciones como consecuencia de la expansión de las células durante el crecimiento vegetativo, el apareamiento, la formación de las ascosporas durante la esporulación y la formación de pseudofilamentos cuando disminuye el nitrógeno en el medio. La constante regulación de estos procesos de remodelación de la pared celular es, por tanto, esencial para el mantenimiento de la viabilidad celular en todas estas condiciones (Levin, 2005).

Esta pared celular está también presente en otros hongos y levaduras patógenooportunistas como *Candida albicans* o *Aspergillus fumigatus* en los cuales constituye, por ese carácter protector frente a las condiciones adversas del medio externo, un arma de defensa contra el hospedador. Además, el hecho de que las células de mamífero no posean pared celular hacen del estudio de los elementos que la componen y, sobretodo, de los mecanismos que regulan su síntesis y degradación, una herramienta básica para el desarrollo de nuevos fármacos contra estos microorganismos y las enfermedades que producen. *S. cerevisiae* ha sido, desde hace mucho tiempo, un microorganismo modelo en investigación, gracias a su fácil manipulación genética, y el gran parecido en el comportamiento de sus genes y cromosomas con los eucariotas superiores. Aunque estudios recientes están revelando que la pared celular de *C. albicans* o *A. fumigatus* presentan ciertas diferencias con respecto a la de *S. cerevisiae*, muchos de los aspectos relativos a su estructura y sus mecanismos de biogénesis son similares. Por ello, los estudios sobre la pared celular de *S. cerevisiae* han sido fundamentales, y lo siguen siendo, para entender mejor cómo se construye la pared celular fúngica (Latge *et al.*, 2005).

La pared celular de *S. cerevisiae* es una estructura flexible y dinámica que constituye aproximadamente el 30 % del peso seco de la célula. Si observamos

esta estructura al microscopio electrónico encontraremos una estructura en capas de diferente grosor y densidad: una capa interna y transparente al paso de los electrones, y otra, externa y densa al paso de los electrones (Osumi, 1998).

La capa interna, que es la que confiere mayor consistencia a la pared, está formada por  $\beta$ -1,3 glucano, con algunas ramificaciones en  $\beta$ -1,6, y quitina, que constituyen, en su conjunto, el 50-60 % del peso seco de la pared. Por otro lado, un 35-40 % del peso seco corresponde a proteínas altamente glicosiladas que constituyen la capa externa. Estas glico-proteínas se encuentran en la superficie celular y entre sus funciones se encuentra la de participar en el reconocimiento entre células durante el apareamiento, impedir el acceso de enzimas u otras sustancias a la capa interna de la pared celular y a la membrana plasmática y participar en la formación de biopelículas. Estas proteínas pueden unirse a la pared celular bien a través de un remanente de glicosil-fosfatidil-inositol (GPI), o bien a través de enlaces sensibles a álcali. Las cadenas de carbohidratos presentes en las proteínas de la pared celular presentan numerosos puentes fosfodiéster que generan cargas negativas a pH fisiológico que son las responsables de la hidrofilia que presenta dicha pared celular y que contribuye a la retención de agua por parte de la célula. Existen también puentes disulfuro que unen unas proteínas con otras. Entre la capa interna y la externa antes descritas, existe un cuarto componente, el  $\beta$ -1,6 glucano formado por glucosas que se unen mediante enlaces  $\beta$ -1,6 (Klis *et al.*, 2002).

### **6.2.1 Componentes de la pared celular ( $\beta$ -1,3 Glucano)**

La consistencia de la pared celular se debe, como se ha dicho anteriormente, a la presencia en la misma de  $\beta$ -1,3 glucano y de quitina (Fleet, 1985). El  $\beta$ -1,3 glucano es un polímero lineal formado por más de 1500 residuos de glucosa unidos por enlaces  $\beta$ -1,3, si bien el grado de polimerización depende mucho de las condiciones del medio externo (Cabib *et al.*, 1998). Entre 40 y 50 de estos residuos están implicados en ramificaciones por las que el  $\beta$ -1,3 glucano se une a

$\beta$ -1,6 glucano mediante enlaces  $\beta$ -1,6 (Manners *et al.*, 1973a; Manners *et al.*, 1973b), y también a quitina mediante enlaces  $\beta$ -1,4. La unión de quitina a  $\beta$ -1,3 glucano le confiere a éste insolubilidad en álcali (Hartland *et al.*, 1994; Kollar *et al.*, 1995). Las ramificaciones  $\beta$ -1,6 aumentan a medida que la célula envejece (Manners *et al.*, 1973a; Manners *et al.*, 1973b). Algunas manoproteínas de pared se unen a  $\beta$ -1,3 glucano mediante enlaces sensibles a álcali (Mrsa *et al.*, 1997).

### **6.2.2 Quitina**

La quitina es un polímero lineal de N-acetilglucosamina. Contiene entre 100 y 200 residuos que se unen mediante enlaces  $\beta$ -1,4. En la pared celular, entre el 40 y el 50 % de la quitina existente en la célula se une, por su extremo reductor y mediante enlaces  $\beta$ -1,4, al extremo no reductor de las cadenas de  $\beta$ -1,3 glucano (Kollar *et al.*, 1995). También aparece unida al  $\beta$ -1,6 glucano en las paredes laterales y, sobretodo, este tipo de uniones aumentan en una situación de daño sobre la pared celular (Kollar *et al.*, 1997). Su estructura cristalina se debe a la disposición antiparalela de sus cadenas, las cuales se unen mediante puentes de hidrógeno. Constituye entre el 1% y el 2% de la pared celular en una cepa silvestre (Fleet, 1985). En situaciones de daño sobre la pared celular, la cantidad de quitina aumenta considerablemente, llegando, en muchos casos, hasta un 20% del peso total de la pared celular. La quitina se encuentra localizada, mayoritariamente, en el anillo entre la célula madre y la célula hija, y en las cicatrices de gemación. En menor cantidad está repartida por toda la pared lateral de la célula madre (Molano *et al.*, 1980).

### **6.2.3 $\beta$ -1,6 Glucano**

Está formado por aproximadamente 350 residuos de glucosa que se unen mediante enlaces  $\beta$ -1,6. Es un polisacárido muy ramificado que se encarga de mantener unidos el resto de los componentes de la pared celular (Kollar *et al.*, 1997). Constituye solamente el 10% del peso seco de la pared (Manners *et al.*,

1973b) y sirve como puente de unión entre las proteínas de la pared celular (CWPs), el  $\beta$ -1,3 glucano y la quitina. Es, por tanto, una molécula fundamental en todo el entramado que forma la pared celular (Kapteyn *et al.*, 1996; Kollar *et al.*, 1997).

#### **6.2.4 Manoproteínas**

Las proteínas de la pared celular o CWPs constituyen entre el 30-50% del peso seco de la pared celular. Son polipéptidos unidos a un elevado número de hidratos de carbono, en su mayoría manosas, que se disponen perpendicularmente a la superficie celular formando una estructura fibrilar, densa al paso de los electrones cuando se observa al microscopio electrónico de transmisión. Estas proteínas son transportadas al exterior celular mediante rutas de secreción, a través de las cuales sufren procesos de O-glicosilación y/o N-glicosilación, transformándose así en manoproteínas (Orlean, 1997).

La resistencia a la extracción con detergentes como el SDS en caliente de buena parte de estas proteínas y la solubilización de las mismas en presencia de  $\beta$ -1,3 y  $\beta$ -1,6 glucanasas (Van Der Vaart *et al.*, 1995), sugieren que estas manoproteínas se unen mediante enlaces covalentes al  $\beta$ -1,6 glucano, conectándose así, al  $\beta$ -1,3 glucano y a la quitina (Montijn *et al.*, 1999). Dentro de las CWPs, existe también una fracción extraíble por SDS/mercaptoetanol en caliente que corresponde a una serie de proteínas que se unen no-covalentemente a componentes estructurales de la pared celular, o mediante puentes disulfuro a otras proteínas (Cappellaro *et al.*, 1994). Según su unión a la pared celular, podemos distinguir dos tipos de proteínas de pared: las proteínas con dominio de unión a GPI (glicosilfosfatidilinositol) y las proteínas PIR (Proteínas con Repeticiones Internas) (Smits *et al.*, 1999).

### **6.2.5 Proteínas GPI**

Son proteínas que contienen regiones ricas en serinas y treoninas, y poseen un péptido señal en el extremo N-terminal. En el extremo C-terminal presentan una secuencia hidrofóbica que es sustituida por un grupo glicosilfosfatidilinositol (GPI) en el retículo endoplásmico. A través de este grupo se unen covalentemente al  $\beta$ -1,6 glucano. Su liberación de la pared, por tanto, es sólo posible mediante el tratamiento con  $\beta$ -1,6 glucanasas. Proteínas truncadas en el extremo hidrofóbico C-terminal, a las cuales no puede unirse el grupo GPI, son secretadas al medio y, por tanto, no son retenidas en la pared celular (Wojciechowicz *et al.*, 1993). Existen también proteínas GPI en la membrana plasmática que se ha visto que poseen un motivo dibásico en la zona de anclaje al GPI, que sería necesario para su localización en la membrana plasmática, diferenciándolas así de otras CWP, las cuales no presentan este motivo (Hamada *et al.*, 1998).

### **6.2.6 Proteínas PIR:**

Estas proteínas presentan también un péptido señal en el extremo N-terminal, un sitio de reconocimiento para la proteasa Kex2p, una o más repeticiones internas en su secuencia, de ahí su nombre: Proteins with Internal Repeats (PIR), y un extremo C-terminal altamente conservado que contiene cuatro residuos de cisteína. Suelen estar altamente O-glicosiladas, al igual que las GPI, sin embargo, a diferencia de ellas, no contienen sitio de anclaje al glicosilfosfatidilinositol (Mrsa *et al.*, 1997). Parecen conferir a la célula resistencia contra la proteína antifúngica osmotina y las elevadas temperaturas, pues la delección de alguna de ellas elimina la resistencia a dicha proteína y provoca sensibilidad a choque térmico (Yun *et al.*, 1997).

Estas proteínas se unen directamente al  $\beta$ -1,3 glucano, a través de enlaces sensibles a álcali (Smits *et al.*, 1999). Algunas de las proteínas Pir más conocidas son Pir1p, Pir2p/Hsp150p, Pir3p y Pir4p/Cis3p. 1. 4. 3. Otras proteínas de pared:



Existen también proteínas que estarían unidas mediante enlaces disulfuro a otras proteínas de la pared celular. Este es el caso, por ejemplo, de la proteasa Bar1p (Moukadiri *et al.*, 1999), de Aga2p, que es la subunidad activa del complejo sexual de aglutinina en las células Mata (Cappellaro *et al.*, 1994), de Pir4p/Cis3p (Moukadiri *et al.*, 1999), de Cwp1p, de Sun4p/Scw3p ó de Scw4p y Scw10p (Cappellaro *et al.*, 1994), que son proteínas con posible actividad glucanasa, que pueden ser extraídas de la pared celular utilizando agentes reductores. Este tipo de agentes también liberan algunas formas intermedias de proteínas GPI (Lu, 1994). Estudios proteínicos recientes han revelado la presencia de todas estas proteínas en extractos obtenidos por tratamiento de las células con SDS y HF ó NaOH (Yin *et al.*, 2005).

#### **6.2.7 Funciones de las proteínas de pared celular**

Las funciones de las proteínas de la pared celular son muy numerosas. En general, se encargan de conferir consistencia a la pared celular al estar altamente O-manosiladas y unirse, además, al  $\beta$ -1,3 glucano, facilitando la retención de agua, la adhesión o confiriendo virulencia (De Groot *et al.*, 2005). En cuanto a las proteínas GPI en particular, existen algunas implicadas en la adhesión celular necesaria durante el apareamiento, como Sag1p o Aga1p (Lipke, 1992). Otras intervienen en procesos de floculación (Flo1p, Flo5p, entre otros) y formación de biopelículas (Flo11p) (Verstrepen *et al.*, 2003). Algunas parecen tener una función enzimática en la remodelación de la pared celular durante el crecimiento vegetativo y la esporulación, como Crh1p, Crh2p y Crr1p (Rodríguez-Peña *et al.*, 2000), o Gas1p (Popolo *et al.*, 1993). Otras participan en la entrada de hierro en la célula, como Fit1p, Fit2p y Fit3p (Protchenko, 2001). Otras parecen tener un papel protector en condiciones de ayuno, como Sed1p y Spi1p (Puig, 2000). Sin embargo, todavía se desconoce el papel funcional de muchas de las proteínas presentes en la pared celular.

## **7. Rendimiento de la canal**

La calidad de la canal, es el conjunto de características cuya importancia relativa confiere a la canal una máxima aceptación y un mayor precio, actualmente la mayor parte comercial en el mercado de carne se basan en las características de estas, por ello es importante buscar un sistema que permita determinar la calidad de las mismas, especialmente cuando los mercados son cada vez más Abiertos (Oliván *et al.*, 2000).

El valor económico de la canal depende fundamentalmente de su calidad cuantitativa, entendida como la cantidad y distribución de la carne que se obtiene de ella; este concepto engloba la composición regional o por piezas de diferentes categorías, y la composición tisular o proporción de cada tipo de tejido, hueso, musculo y grasa (Ruiz de Huidobro, 2005).

Por otro lado Oliván *et al.*, 2000 mencionan los criterios utilizados para definir la calidad de una canal son principalmente el peso, la conformación, el engrasamiento, la proporción de piezas y la composición tisular. Algunas de estas características como el peso de la canal, su conformación y engrasamiento, se utilizan para clasificar la canal y por lo tanto para fijar su precio (Arbiza, 2008).

## **8. Calidad de carne**

### ***8.1 Composición química de la carne***

La carne tiene especial relevancia en la calidad de este producto alimenticio. Por un lado, porque la carne es un componente importante en la dieta humana, ya que aporta un rango de nutrientes, proteínas, grasas, agua, minerales, vitaminas etc. Por otro lado, la composición química de la carne tiene importancia porque afecta a su calidad tecnológica, higiénica, sanitaria y sensorial (Oliván *et al.*, 2000). En términos generales, se puede decir que la carne contiene 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 (Perez *et al.*, 2007).

No obstante hay que tener en cuenta la existencia de factores que influyen en la composición nutritiva de la carne, como son la especie, la raza, el estado fisiológico, el sexo. La edad y el sistema de alimentación, entre otros. En el cuadro 2, se indican los valores medios de la composición nutritiva de la carne de ovino (Price, 1994).

**Cuadro 2. Composición nutritiva de la carne de ovino**

<b>Corte</b>	<b>Proteína</b>	<b>Agua</b>	<b>Grasa</b>	<b>Cenizas</b>
<b>Pierna</b>	17.8	64.8	16.2	1.3
<b>Lomo</b>	16.3	57.7	24.8	1.3
<b>Chuletas torácicas</b>	15.1	23.4	30.4	1.1
<b>Paletilla</b>	15.3	59.6	23.9	1.1

(Price 1994).

El peso relativo que presenta cada una de las piezas en la canal, puede variar dependiendo de la raza, el sexo y el peso al sacrificio de los animales, pero en términos generales y con el propósito de ejemplificar este aspecto en el Cuadro 3, se muestran las proporciones aproximadas de cada una de su piezas en corderos de diferente genotipos (Partida, 2011).

**Cuadro 3. Piezas de la canal en corderos de diferentes genotipos (%)**

<b>Genotipo y referencias</b>	<b>Pierna</b>	<b>Abdomen</b>	<b>Espaldilla</b>	<b>Tórax</b>	<b>Cuello</b>
Pb, Partida, 1989	31.1	12.3	17.6	32.3	6.7
Pb, Martinez et al., 1990	32.6	12.6	20.3	27	7.6
BB, Canton et al., 1992b	25.8	15.5	20.1	27.6	11
BB x Pb, Canton et al., 1992b	26.5	15.9	19.8	27.5	10.5

Pb=Pelibuey;

BB=Blackbelly

Partida, 2011

## ***8.2 Factores que influyen en la calidad de la canal***

Existe un gran número de factores que pueden afectar a la calidad de la canal y por tanto a su precio. Unos son dependientes del animal raza, sexo, edad, otros del manejo al que han sido sometidos en la explotación: ejercicio, condiciones ambientales, alimentación y otros debidos al proceso que sigue el animal desde su sacrificio hasta su conversión en carne transporte, sacrificio, refrigeración, maduración (Cuadro 4).

**Cuadro 4. 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.

(Sañudo *et al.*, 1998).

### **8.3 pH.**

El pH de la carne es uno de los principales factores que determinan su calidad. En el ganado ovino, existen diversos trabajos que han puesto de manifiesto relación entre el pH y la capacidad de retención de agua (CRA) o la textura, señalando un aumento de la CRA y una disminución de la dureza con el aumento del pH final. El pH puede alternarse por muchos factores relacionados con situaciones estresantes antes del sacrificio (Sañudo *et al.*, 2004).

El valor final del pH, que es medido aproximadamente a las 24 horas después del sacrificio, así como la velocidad de caída del mismo durante la transformación del músculo en carne, afectan las características organolépticas y tecnológicas 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. Así los músculos con fibras de contracción rápida (blancas) alcanzan valores de pH finales 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 en el periodo previo al sacrificio son los que presentan un pH más elevado postmortem (Cañeque y Sañudo, 2005).

El proceso de acidificación dura normalmente 4-5 h en porcinos, 12-24 h en ovinos y 15 a 36 h en vacunos, el pH desciende desde valores cercanos a 7 hasta valores entre 5.5 en las primeras 6 a 12 h del sacrificio. Con valores mayores y en condiciones normales, el glucógeno estaría ausente del músculo. La cantidad de glucógeno que haya en los músculos antes del sacrificio dependerá en gran medida de todos aquellos factores que causan estrés físico y fisiológico a los animales. Por esto, el pH muscular resulta ser entonces una medida importante, para cuantificar el nivel de reserva energética en el músculo, además de permitir valorar el manejo que ha recibido el animal antes del sacrificio (Cañeque y Sañudo, 2005).

#### **8.4 Rigor mortis.**

Transcurrido el sacrificio del animal, se lleva a cabo el proceso de transformación del musculo en carne. La carne es el resultado de dos cambios bioquímicos que ocurren en el periodo *post-mortem*, el establecimiento del rigor mortis y la maduración (Zapata *et al.*, 2000). El principal proceso que se lleva a cabo durante el establecimiento del rigor mortis es la acidificación muscular. En un musculo en reposo, el adenosín tri-fosfato (ATP) sirve para mantener el musculo relajado (Cañeque, 2000). Tras la muerte del animal, cesa el aporte sanguíneo de oxígeno y nutrientes al musculo, 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).

#### **8.5 Color.**

El color percibido se define como el atributo visual que se compone de una combinación cualquiera de contenidos cromáticos y acromáticos (Cañeque, 2000). El color es una característica de gran importancia en la estimación de la apariencia de la carne y es muy variable (Ranken, 2003). Cada musculo difiere en su contenido de mioglobina de acuerdo con la edad del animal, el tipo de musculo, la cantidad de circulación sanguínea, la actividad muscular y la disponibilidad del oxígeno (Albertí *et al.*, 2000). Con la edad del animal el color se acentúa y varía según los distintos músculos (Hunt *et al.*, 1991).

El color rojizo de la carne es el resultado de la presencia del pigmento mioglobina (Díaz, 2001), una proteína conjugada con un grupo prostético llamado hemo, el cual contiene hierro que juega un papel primordial en las distintas coloraciones (Peñuñuri *et al.*, 2007). Este pigmento se presenta en varias formas: la oximioglobina, de color rojo brillante, la metamioglobina de color café y la

mioglobina reducida de color rojo púrpura; las altas concentraciones de oximioglobina son muy deseables ya que imparten el color brillante asociado a la carne de óptima calidad (Ranken, 2003).

Los cambios de color dependerán de la cantidad de la presencia de este pigmento y de los cambios químicos del pigmento. Cuanto más presencia de mioglobina, más oscura será la carne, por otra parte, el cambio de color de la carne está vinculado a la presencia o ausencia de aire, debido a la sensibilidad de los pigmentos a la oxigenación y oxidación; la superficie de los corte frescos van cambiando de tonalidad debido al estado oxigenado de este pigmento (Cañequé y Sañudo, 2005).

El hierro puede cambiar de su forma ferrosa a férrica y los microorganismos compiten por el oxígeno y oxidan los pigmentos de la carne fresca (Arbiza y de Luca, 1996). La habilidad de la mioglobina para combinarse con el oxígeno se pierde cuando la carne se desnaturaliza por el calor y está es la razón por la cual cambia de color en la cocción. Otra causa de cambios en los colores normales es la presencia de microorganismos en la superficie de la carne que ocasionan una oxidación de la misma (Guerrero *et al.*, 2002). El color no está asociado a la ternura y en general cuanto más oscura sea una carne más intenso será su sabor. Se ha estimado que los ovinos contienen aproximadamente alrededor de 0.25% de mioglobina en sus músculos (Díaz, 2001).

El sistema Hunter –Lab es el más usado en la industria alimentaria, se basa en la teoría del color de Hering, que señala la existencia de una escala circular en la cual se combinan los colores vecinos: el rojo con el amarillo, el rojo con el azul, el verde con el amarillo o el verde con el azul (Cañequé y Sañudo, 2005). Hay dos pares de colores opuestos que pueden coexistir: rojo y verde, amarillo y azul. Los receptores de color del colorímetro Hunter Lab perciben la presencia de color rojo o verde (coordenada a) y del color amarillo o azul (coordenada b). Una tercera dimensión es la luminosidad (L), la cual es perpendicular a las otras dos. Los colorímetros que miden la escala Hunter proporcionan tres coordenadas; L



(luminosidad), a (rojo a verde) y b (azul amarillo). Estas coordenadas cartesianas se pueden transformar en polares, de manera que un punto en el espacio de color estará dado por el ángulo, indicara que tan rojo, amarillo, verde o azul será. Mientras que la magnitud indicara que tan intensa será esa tonalidad o saturación. El valor L muestra que tanto hay de un componente blanco o negro ya que  $L= 0$  (negro);  $L= 100$  (blanco) (Cañeque y Sañudo, 2005).

### III. JUSTIFICACIÓN

El costo de los insumos utilizados en la producción pecuaria son cada vez mayores, lo que ha llevado a investigadores y productores a buscar alternativas de alimentación que hagan más eficiente la absorción de los nutrientes y no tengan un efecto muy elevado en los costos de producción. Debido a esto, existen en el mercado diferentes probióticos y prebióticos que han sido utilizados en la alimentación animal.

Investigaciones realizadas con levadura *Saccharomyces cerevisiae* se han enfocado en los beneficios en la nutrición de los rumiantes durante los últimos años en México, mismas que plantean que no todas las cepas de levadura tienen el mismo modo de acción con resultados variables y poco repetibles. Estos estudios desarrollados en rumiantes contemplan evaluaciones de variables ruminales y su efecto en la respuesta animal.

Para dar cumplimiento a la presente propuesta se realizaron dos experimentos; el primero de ellos fue la evaluación *in vitro* de diferentes niveles de levadura y pared celular de Sc, sobre parámetros de producción de gas *in vitro*, con los resultados de éste se planteó el segundo experimento con las mejores dosis en una prueba de comportamiento productivo y calidad de canal y carne con 18 ovinos raza rambouillet.

#### **IV. HIPÓTESIS**

El empleo de *Saccharomyces cerevisiae* y pared celular de levadura mejoran los parámetros de la fermentación ruminal y el comportamiento productivo de una dieta balanceada para borregos en engorda.

## V. OBJETIVOS

- Evaluar la adición de *Saccharomyces cerevisiae* y pared celular de levadura sobre la fermentación ruminal, comportamiento productivo, rendimiento en canal y calidad de carne de una dieta para ovinos en engorda
  - Medir el volumen de producción de gas de la fermentación *in vitro* por la adición de levadura de *S. Cerevisiae* y pared celular a diferentes niveles.
  - Evaluar la degradabilidad *in vitro* de la dieta con adición de Levadura y Pared Celular (*Saccharomyces cerevisiae*).
  - Determinar la dosis ideal entre Levadura y Pared Celular (*Saccharomyces cerevisiae*), para su aplicación en animales en engorda.
  - Evaluar el comportamiento productivo, rendimiento en canal y calidad de carne de ovinos en finalización por la adición de Levadura y pared celular (*Saccharomyces cerevisiae*).

## VI. MATERIALES Y MÉTODOS

Para llevar a cabo la presente investigación se realizaron dos experimentos.

### Experimento 1. Fermentación ruminal in vitro

El líquido ruminal para la producción de gas in vitro se colectó por la mañana antes de la alimentación de los animales donadores con las siguientes características: dos vacas suizas (400-450 kg de peso corporal); que fueron alimentados con una dieta a base de forraje: concentrado (50:50), concentrado comercial (PURINA®, Toluca, México) y heno de alfalfa, formulado para satisfacer todas sus necesidades de nutrientes (NRC, 2007). Provistas de agua a libre acceso durante la fase de recogida de inóculo ruminal. El líquido ruminal se obtuvo de múltiples partes del rumen, inmediatamente fue filtrado a través de dos capas de gasa y mantenido a 39 °C con burbujeo continuo de CO<sub>2</sub>.

#### 1.1 Producción de gas in vitro

La producción de gas fue de acuerdo a la técnica descrita por Theodorou *et al.* (1994) con modificaciones de Mauricio *et al.* (1999).

- 1 ± 0.002 g de MS de la dieta (Cuadro 2) fue pesada por triplicado en botellas de 160 ml de capacidad.
- Un producto de *Saccharomyces cerevisiae* Sc (*Selyeast 3000™ enriched yeast, LFA Lesaffre*) y pared celular de PcSc (*Biosaf SC47®*, *Lesaffre Feed Additives*, Toluca, Mexico) fue adicionado. Se hizo una mezcla con Sc a tres niveles: 1, 2 y 4 mg/g de MS, PcSc a tres niveles: 0.3, 0.6 y 0.9 mg/g de MS y 0 mg/g de MS control,
- 90 ml de solución buffer (conteniendo macro y micro-elementos, un agente reductor y resazurina como indicador de anaerobiosis) (Mauricio *et al.*, 1999),
- 10 ml de líquido ruminal, obtenidos de los animales antes descritos fueron inoculados en cada una de las botellas.

Botellas control con conteniendo de solución buffer y liquido ruminal con y sin producto, pero sin sustrato fueron incluidas por triplicado para la corregir el gas

producido por pequeñas partículas presentes en el líquido ruminal o por azúcares presentes en los productos enzimáticos. La producción de gas se midió a las 2, 4, 6, 8, 10, 12, 15, 19, 24, 30, 36, 48 h después de iniciada la incubación a 39 °C. en una incubadora.

## 1.2 Estimación de la degradación del sustrato

Al final de la incubación (48 h), el contenido de cada una de las botellas fue filtrado usando crisoles de vidrio (porosidad 1, 100-160-µm tamaño de poro, Pyrex, Stone, UK) con ayuda de una bomba de vacío. Los residuos de la fermentación fueron secados a 105 °C en una estufa de aire forzado para estimar la desaparición de la materia seca.

La presión generada por la acumulación de gas en la parte superior de las botellas incubadas fue medida a través de un transductor de presión conectado a un lector digital. La transformación de psi a ml se realizó mediante la ecuación previamente obtenida usando el PROC REG del programa SAS (2002):

$$Y = 0.024 + 5.34X + 0.031X^2$$

Donde Y es el volumen (ml), X es la presión (psi). R<sup>2</sup>=0.99 Los datos de producción de gas (ml/g MS) fueron ajustados usando la opción NLIN de SAS (2002) al modelo de France *et al.* (2000):

$$A = b \times [1 - e^{-K(t-L)}]$$

Donde A es el volumen de producción de gas al tiempo t; b es la asíntota de producción de gas (ml/g MS); k es la tasa de producción de gas de la fracción lentamente fermentable del alimento (/h) y L es la fase lag (h).

La tasa de producción de gas a las 4 y 6 h (RGP) fue calculado a partir del registro de los volúmenes de gas producidos antes y después de esos tiempos. Por ejemplo RGP a las 4 h fue calculado como:

$$RGP_{4h}((ml/g MS) / h) = \frac{\text{volumen de gas producido a 6 h} - \text{volumen de gas producido a 2 h}}{4 \times \text{peso de la muestra (g)}}$$

4 x peso de la muestra (g)

Se calcularon los ácidos grasos de cadena corta (AGCC) (Getachew *et al*, 2002) como:

$$\text{SCFA (mmol = 200 mg DMTH)} = 0.0222 \text{ GP-0: 00425}$$

La energía metabolizable (EM, MJ/kg MS) fue estimada de acuerdo a Menke y Steingass (1988) como:

$$EM = 2.20 + 0.136PG_{24} \text{ (ml/0.5g MS)} + 0.057 \text{ PC (\% MS)}$$

Donde PG24 fue el volumen de gas producido a la 24 h y PC es el contenido de proteína (%) de la dieta balanceada.

### **1.3 Análisis estadísticos**

Se realizó un análisis factorial con tres repeticiones 2 X 3 (es decir, dos aditivos y tres niveles de inclusión) y un testigo, utilizando la opción "GLM" de SAS (2002) con los métodos de Steel y Torrie (1980), para determinar diferencias debidas al tratamiento y niveles, fue aplicada una comparación de medias por la prueba de Tukey (0.05).

## **Experimento 2. Prueba de comportamiento productivo**

Esta prueba se realizó en el municipio de Capulhuac, Estado de México.

### **2.1 Ubicación del Área de Investigación**

La engorda de los animales se llevó a cabo en las instalaciones del Rancho Santa María ubicada en el Municipio de Capulhuac, Estado de México.

El sacrificio de los ovinos se realizó en las Instalaciones del obrador del Sr. Pablo Conde, Calle Mariano Escobedo 202, en el Municipio de Capulhuac, Estado de México, en donde se cuenta con un área específica para este fin.

### **2.2. Diseño del experimento**

El experimento se llevó a cabo durante la etapa de finalización con 18 ovinos machos de la raza Rambouillet, con un peso inicial promedio de  $35.00 \pm 2.5$  Kg, los

cuales fueron alojados en corraletas individuales con espacio de 1.5 m<sup>2</sup> por ovino. Los animales se distribuyeron de acuerdo a un diseño completamente aleatorio con tres tratamientos considerando a 6 animales en cada uno. Antes de iniciar la engorda, se bacterinizados (BOBACT 8® es una Bacterina - Toxoide para la prevención de la pasteurelosis neumónica y Toxoide de cultivos inactivados de, Clostridium), se desparasitaron con Ivermectina a una dosis de 2 µg/kg de peso. Se revisó diariamente el estado de salud de los animales.

### **2.3 Etapa productiva**

Los ovinos tuvieron un período de adaptación de 10 días, y el periodo experimental tuvo una duración de 42 días. Los ovinos se alimentaron dos veces al día, una en la mañana y otra por la tarde, con una dieta balanceada, con base en los requerimientos de “Nutriente Requirements of Small Ruminants” (NRC, 2007), a base de concentrado de finalización considerando 2.9 Mcal/kg de energía, y 14.5% de proteína cruda. Los ingredientes principales fueron sorgo molido, maíz roado, rastrojo de maíz, salvado, soya, pollinaza y melaza, y una premezcla de minerales y vitaminas para cubrir sus requerimientos (Cuadro 5). El concentrado y el agua se proporcionaron *ad libitum*.

Al primer grupo considerado como testigo (T, 0 g/kg MS) no contenían aditivos de levadura o pared celular, mientras que al segundo grupo (T<sub>1</sub>, Sc 1 g/kg MS) de *Saccharomyces cerevisiae*, a través de un producto comercial (selyeast 3000)®, distribuido por la empresa LFA, filial del grupo Lesaffre Feed Additives, y al tercero (T<sub>2</sub>, PcSc 0.6 G/kg MS) se le adicionó Pared celular de levadura, a través de un producto comercial (Biosaf SC47, Lesaffre Feed Additives).

La levadura y pared celular se proporcionaban de manera individual (Fig. 3) utilizando 5 ml de agua corriente como vehículo, preparado de acuerdo a las características de cada tratamiento, se utilizó una jeringa para asegurarse que lo consumieran los ovinos.





Figura 3. Suplementación de levadura y pared celular

Durante la etapa productiva se determinó el peso inicial y final, consumo de alimento, ganancia diaria de peso y conversión alimenticia.

Se mantuvieron en ayuno por 12 h (Albarracín y Sánchez, 2013) y se registró el peso antes del sacrificio.

**Cuadro 5. Ingredientes y composición química de la dieta**

<b>Ingredientes</b>	<b>g/kg MS</b>
Sorgo	255.0
Maíz	215.4
Rastrojo	137.1
Salvado	78.3
Soya	119.4
Pollinaza	117.5
Melaza	54.8
Vitaminas –Minerales <sup>b</sup>	20.0
Carbonato calcio	2.5
<b>TOTAL</b>	<b>1000</b>
<b>COMPOSICIÓN QUÍMICA</b>	<b>%</b>
Cenizas	4.8
PC	14.8
EE	9.1
NDF	15.59
ADF	8.8
MS	87.91

b Premezclada de minerales y vitaminas (OVISALT): C, 18.00%; P, 0.02%; Mg, 1.79%; Zn, 4066.19 ppm; Mn, 3168.48; ppm; Fe, 2338.98 ppm; Cu, 12.62 ppm; I, 40.17 ppm; Se, 41.48 ppm; Co, 18.60 ppm; Vit. A, 150,000.00 UI/kg; Vit. D, 25,000.00 UI/kg; Vit. E, 150.00 UI/Kg.

## **2.4 Faenado**

Los animales fueron sacrificados conforme a las normas: NOM-030-ZOO-1995, Especificaciones y Procedimientos para la verificación de carnes, canales, vísceras y despojos de importación en puntos de verificación zoonosanitaria y la NOM-009-ZOO-1994, Proceso sanitario de la carne y NOM-033-ZOO-1995, Sacrificio humanitario de los animales domésticos y silvestres.

Posterior al sacrificio se midió el peso de la canal caliente (45 min), pH y temperatura. A las 24 h, se midió pH y temperatura en canal fría. También se registraron los parámetros de color Luminosidad (L\*), rojos (a\*), amarillos (b\*), Chroma, saturación (C\*) y Hue, tono (H\*).

A las 24 h del sacrificio se tomaron 5 muestras del músculo *Longissimus dorsi* a nivel de la décima costilla, las cuales fueron envasadas a vacío y trasladadas al Laboratorio de Ciencia y Tecnología de la Carne de la FMVZ de la UAEM, mismas fueron ultracongeladas a -50 °C, para utilizarse posteriormente en el análisis bromatológico.

## **2.5 Análisis de Laboratorio**

Los análisis de Laboratorio realizados a la carne (músculo *Longissimus dorsi*) fueron los siguientes:

- Análisis bromatológico (humedad, cenizas, grasa, proteína, y carbohidratos).
- Color
- pH

### **2.5.1 Análisis bromatológico**

#### **2.5.1.1 Humedad**

Para la determinación de humedad se utilizó el método oficial de la AOAC 950.46. Por lo que 10 g de cada muestra picada fue colocarla en crisoles, los cuales fueron sometidos a una temperatura de 105 °C en una estufa durante 16 h, al término se acomodaron en un desecador durante al menos 30 minutos hasta alcanzar la temperatura ambiente y registrar el peso, el análisis fue realizado por duplicado y la humedad determinada por diferencia de peso usando la siguiente fórmula:

Materia seca =  $[\text{Peso de la muestra seca (g)} / \text{Peso de la muestra húmeda (g)}] \times 100$

% Humedad = 100 - % Materia seca

### **2.5.1.2 Cenizas**

Para el análisis de cenizas se utilizó el método de la AOAC 900.02, utilizando 1.5 g de muestra seca, colocada en crisoles previamente tarados, los cuales fueron calentados en una mufla a 550 °C por un lapso mínimo de 12 h, hasta que las cenizas estuvieron completamente blancas, posteriormente se pasaron a una estufa a 105 °C por 1 h, y enfriados en un desecador hasta alcanzar la temperatura ambiente, para registrar el peso cuando este fue constante. Los análisis se realizaron por duplicado.

### **2.5.1.3 Grasas**

Las grasas se extrajeron mediante la técnica de extracción tipo Soxhlet (AOAC 991.36), utilizando hexanos. Las muestras de carne fueron secadas a 103-105 °C en una estufa de aire forzado, posteriormente molidas para tomar porciones de 10 g de la muestra seca por duplicado, fueron colocadas en dedales de extracción previamente pesados (M). Los matraces de extracción se pesaron y tararon a 102-105 °C por 30 minutos (M1). Se adicionaron 200 ml de hexanos en el matraz, después fue colocado en el sistema de extracción por espacio de 6 h. Una vez terminada la extracción y eliminado el solvente, para obtener la grasa libre de hexanos, se pesó nuevamente el matraz (M2).

El porcentaje de grasa cruda se calculó de la siguiente manera:

$$\% \text{ grasa cruda} = [(M2-M1)/M] \times 100$$

### **2.5.1.4 Proteína**

El método de Kjeldahl de acuerdo con el AOAC 976.05 se utilizó para el análisis de proteínas, por lo cual 0.1 g de muestra fueron pesadas por duplicado (muestras secas provenientes del análisis de humedad), registrando el peso correspondiente, se colocó la muestra en un tubo de digestión con 1.5 a 2 g de la mezcla

catalizadora (sulfato sódico, sulfato de cobre hidratado y dióxido de selenio) y 5 ml de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentrado, con ello inició la digestión a una temperatura de 420 °C, dentro de una campana de extracción, hasta obtener un color verde-azul traslúcido que indica destrucción total de la materia orgánica. Al finalizar la digestión se dejaron enfriar las muestras, para proceder a la destilación, recuperando el líquido en matraces erlenmeyer con 50 ml de NaOH al 40 % y 50 ml de indicador ácido bórico al 4 %. El destilado se tituló con una solución de HCl 0.1 N, hasta la aparición de un color rosa. Se incluyó el blanco correspondiente. Se registró el volumen de HCl gastado y se calculó el porcentaje de proteína, utilizando el factor 6.25 para proteína cárnica.

### **2.5.2 Color**

Se utilizó un colorímetro Minolta Chromameter CR 400, Japón, el cual emplea el sistema CIELab, mismo que expresa el color mediante las coordenadas L\*, a\* y b\*; donde L\* representa el índice de luminosidad (considerando desde el valor 100, que corresponde al blanco absoluto, al valor 0, que corresponde al negro absoluto), a\* indica el índice de rojos-verdes, y b\* el índice de amarillos-azules (Warris, 2003). Los valores de Chroma, saturación (C\*) y ángulo Hue (H\*), fueron calculados con las fórmulas reportadas por Girolami *et al.*, (2013) y Ripoll *et al.*, (2011):  $(H^*) = [\tan^{-1} (b^*/a^*)] * 57.29$  and Chroma,  $(C^*) = [(a^{*2}+b^{*2})^{1/2}]$ . Las mediciones se realizaron en zonas homogéneas y representativas, libres de grasa intramuscular y de manchas de sangre. Las mediciones se realizaron por triplicado conforme a la técnica de American Meat Science Association (AMSA, 1992).

### **2.5.3 pH**

La primera lectura de pH (45 minutos postmortem) se tomó *in situ* en el músculo *Longissimus dorsi* (LD), del lado derecho a nivel de la décima costilla. Para el análisis se utilizó un potenciómetro portátil con electrodo de penetración, Hanna Instruments, modelo HI 99163 utilizando la técnica de (Honikel, 1998). Los análisis

subsecuentes se realizaron en las muestras tomadas del mismo músculo a los 0, 4, 6 y 8 días de almacenamiento. Las muestras fueron tomadas previa calibración del equipo, efectuando los análisis en una zona de la chuleta limpia, después de cada medición, el potenciómetro se lavó con agua destilada.

## **2.5 Diseño experimental y análisis estadístico**

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar, con dos tratamientos (levadura y pared celular de *Sc*) y 1 testigo, con 6 repeticiones (unidades experimentales) por cada tratamiento. Para la evaluación de las canales, calidad de carne, cada canal de los 18 ovinos faenados (6 por tratamiento) fue considerada como una unidad experimental.

Para evaluar la composición química del musculo (*Longissimus dorsi*) cada chuleta fue analizada (6 por tratamiento).

Modelo estadístico

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

$\mu$  = media general

$R_i$  = efecto fijo del  $i$ -ésimo efecto de los tratamiento

$E_{ij}$  = error experimental

$j$  =  $j$ -ésima repetición de cada tratamiento

Los datos fueron procesados mediante análisis de varianza (SAS, 2002); la comparación de medidas se realizó por la prueba de Tukey (Steel *et al.*, 1997).

## VII. RESULTADOS

18/12/2014

Imprimir

**Asunto:** [IJAS] Ital J Anim Sci (paper #3713) - Submission Acknowledgement  
**De:** Nadia Moscato (nadia.moscato@pagepress.org)  
**Para:** maria.mariezcurrana@yahoo.com.mx;  
**Fecha:** Jueves, 23 de octubre, 2014 12:06:49

Dear Maria Mariezcurrana,

Your manuscript "Influence of live cells or cells extract of *Saccharomyces cerevisiae* on in vitro gas production of total mixed ration" has been received by the submission system of the Italian Journal of Animal Science.

Your paper will be firstly verified about its accomplishment to the Journal requirements by the editorial office; if it does not conform to the format for the Journal, including usage of the English language, it will be returned to the author (rejected) without review.

Manuscripts passing initial screening will be forwarded to the Editorial Board, who pre-reviews the manuscript and may decide for rejection at this early stage for major concerns.

Thereafter, if your submission is undertaken, your paper will be submitted to the Peer-Review process.

You will be notified by the Editor-in-Chief about the Editorial decision regarding your manuscript after completion of this phase.

With the online journal management system that we are using, you will be able to track its progress through the editorial process by logging in to the journal web site:

Manuscript URL:

<http://www.aspajournal.it/index.php/ijas/author/submission/3713>

Username: maria2014

If you have any questions, please contact me.

Thank you for considering this journal as a venue for your work.

Nadia Moscato  
Italian Journal of Animal Science

---

Italian Journal of Animal Science  
<http://www.aspajournal.it>

<https://mx-mg6.mail.yahoo.com/neo/launch?.rand=1g2fjuv2cn558#593069797>

R.M.A. Pulido<sup>1</sup>, B.M.D. Mariezcurrena<sup>2</sup>, A.M.Z. Salem<sup>1</sup>, Raquel Bernal, A.M. Kholif,  
A.E. Morales<sup>1</sup>, B.M.A. Mariezcurrena<sup>1\*</sup>

*<sup>1</sup>Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma del Estado  
de México, México*

*<sup>2</sup>Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma del Estado de México,*

*<sup>3</sup>Dairy Science Department, National Research Centre, El Buhoth Street, Dokki, Cairo,  
Egypt*

*\*[maria.mariezcurrana@yahoo.com.mx](mailto:maria.mariezcurrana@yahoo.com.mx)*



## **Abstract**

Evaluation the effects of *Saccharomyces cerevisiae* live cells (LC) and cells extract (CE) on *in vitro* gas production (GP) kinetics and ruminal fermentation parameters of a total mixed ration (TMR) consisting of commercial concentrate and hay alfalfa (1:1) as a substrate was studied. The TMR was incubated with different doses of CE (1, 2 and 4 mg/g dry matter (DM)) and LC (0.3, 0.6 and 0.9 mg/g DM) for 96 h. Rumen GP was recorded after 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 24, 30, 48, 54, 72 and 96h of incubation. An interaction effects were observed between treatment type and treatment dose for the asymptotic GP (P=0.009) and methane (CH<sub>4</sub>) production (P=0.001). Incubation of yeast CE improved (P=0.007) the asymptotic GP compared to control and LC with more effects (P=0.009) for the low and the intermediate doses. Yeast CE treatment was more effective (P<0.01) in GP than both of LC and control treatments with more effect (P<0.01) for the low and the intermediate doses. Treatment type and treatment dose affected (P<0.01) CH<sub>4</sub> emission, metabolizable energy (ME), and short chain fatty acids (SCFA) without affecting *in vitro* DM degradability (IVDMD). Higher values (P=0.001) were observed for the yeast CE for CH<sub>4</sub>, ME, SCFA and IVDMD. It could be concluded that addition of yeast *S. cerevisiae* (CE and LC extract) was more effective to improve GP and ruminal fermentation parameters than the control. Yeast CE at 0.3 and 0.6 mg/g DM was more effective than the yeast LC.

**Key words:** Gas production, Ruminal fermentation, Yeast, Yeast extract,

## **Introduction**

In ruminant animals, there is a possibility for losing energy and protein due to ruminal fermentation (Busquet et al., 2006; Salem et al., 2014) which is associated with limited production performance and contribute to the release of pollutants to the environment (Calsamiglia et al., 2007). Since January 2006, the European Union banned the use of ionophores and antibiotics as a means of reducing these losses in energy and protein (McGuffey et al., 2001) due to the potential of appearance of residues in milk (Russell and Houlihan, 2003). For this reason, there is substantial interest in evaluating the potential of using natural feed additives, generally recognized as safe for human consumption, to modify rumen microbial fermentation (Chaucheyras-Durand *et al.*, 2008). Yeast

*Saccharomyces cerevisiae*, its extract and products are generally recognized as safe by the US Food and Drug Administration, and they can be legally used as animal feed additives (Kwiatkowski and Kwiatkowski, 2012).

Yeast is a natural feed additive has been used as a probiotic to promote growth and activity of rumen microbes through stabilizing rumen fermentation and preventing rumen flora disorders and disturbances (Kumar et al., 2013; Pinloche et al., 2013). An increase in the numbers of viable bacterial cells (Sullivan and Martin, 1999; Jouany, 2000) as a result of yeast supplementation with enhancing ammonia utilization by ruminal microorganisms (Chaucheyras-Durand et al., 2008). Elghandour *et al.* (2014) reported an increased *in vitro* rumen degradability of forages was associated with ability of yeast to stimulate growth and activity of fibrolytic bacteria (Wambui et al., 2010). *Saccharomyces cerevisiae* can provide the rumen with important nutrients and nutritional cofactors in addition to vitamins such as biotin and thiamine, which reported to be required for microbial growth and activity (Callaway and Martin, 1997; Mao et al., 2013).

Yeast cells extract (CE) is a nonantibiotic functional product that is naturally obtained from yeast strains such as *Saccharomyces cerevisiae* (Owens and McCracken, 2007). Although the composition of yeast extracts is variable, it contains three major constituents: glucan (glucose polysaccharide), mannan (mannose polysaccharide) and a protein fraction (Kwiatkowski and Kwiatkowski, 2012). Yeast CE as well as both fractions of polysaccharides are produced on a large scale and have practical applications as animal feed nutritional supplements (Kwiatkowski and Kwiatkowski, 2012). The content of yeast CE from glucan is reported to vary from as little as 1% (Lille and Pringle, 1980) to as much as 29% (Sedmak, 2006) of the dry weight, depending upon the nutritional status of the cells, the method of isolation, the method of analysis and the phase of growth during which the cells were harvested (Lille and Pringle, 1980; Kwiatkowski and Kwiatkowski, 2012).

Since mannan and glucan are not degraded by the animal's digestive enzymes, they pass through the digestive tract with the pathogen(s) attached thus preventing the colonization of the pathogenic bacteria (Wellens et al., 2008). The addition of mannan and glucan has been shown to increase both intestinal and serum IgG levels in animals (Franklin et al., 2005).

Consequently, a significant increase in the number of B lymphocytes in the intestine has been observed when an animal has received a pathogen challenged.

Therefore, the current study aimed to study the effect of yeast as a feed additives in two different forms as live cells (LC) or CE in the *in vitro* ruminal fermentation and GP.

## **MATERIALS AND METHODS**

### *Yeast live cells and yeast extract products*

Two commercial products (Biosaf SC47<sup>®</sup>, Lesaffre Feed Additives, Toluca, Mexico) of yeast cells extract and live cells. The product of live cells is a highly concentrated source of organic selenium to be used in animal feed. The product contains 47.0% crude protein, 0.3% selenium and 5% moisture. The product also characterized by its content from total coliforms less than 100/g with no Salmonella.

The product of yeast cell extract is a highly concentrated source of Mananoligosaccharide and  $\beta$ -glucanos derived from a primer inactivated yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) for use in animal feed. The product contains 14% crude protein, 20% fat, 24%  $\beta$ -glucans, 22% mannose and less than 6% ash.

### *In vitro incubations*

Rumen inoculum was obtained from two Brown Swiss cows (400-450 kg body weight ) fitted with permanent rumen cannula and fed ad libitum with a total mixed ration consisting of commercial concentrate 500:500 (PURINA<sup>®</sup>, Toluca, Mexico) and alfalfa hay formulated to meet all nutrient requirements (NRC, 2001). Fresh water was available for cows at all times during the collection phase of ruminal inoculum.

Rumen contents of each cow were obtained before the morning meal, mix and filter through four layers of cheesecloth into a flask with O<sub>2</sub> headspace. Samples of each food was weighed into 120 ml serum bottles with appropriate addition of LC and CE of *Saccharomyces cerevisiae* dose/g DM. Accordingly, 10 ml particle free ruminal fluid was added to each bottle followed by 40 ml of the buffer solution according to Goering and Van Soest (1970), without added trypticase , in (v/v) ratio of 1:4.

Table (1). Ingredients and chemical composition of diet.

<b>Diet <i>in vitro</i></b>	<b>Ingredients and chemical composition of diet</b>
Ingredients	<b>(g/kg MS)</b>
sorghum grain	195
corn grain	195
Corn stover	110
wheat bran	80
soybean meal	160
Broilers wests	140
orange peel	100
Vitamins and minerals <sup>1</sup>	<u>20</u>
Chemical composition	<b>%</b>
DM	88.32
Ash	4.19
CP	15.84
EE	3.17
NDF	22.70
ADF	14.05

<sup>1</sup>Mineral and vitamin premix (OVISALT): C, 18.00%; P, 0.02%; Mg, 1.79%; Zn, 4066.19 ppm; Mn, 3168.48; ppm; Fe, 2338.98 ppm; Cu, 12.62 ppm; I, 40.17 ppm; Se, 41.48 ppm; Co, 18.60 ppm; Vit. A, 150,000.00 UI/kg; Vit. D, 25,000.00 UI/kg; Vit. E, 150.00 UI/Kg.

A total of 27 bottles (3 bottles of each doses in three different runs for each of the treatments with three bottles as blanks (rumen fluid only) were used. Once all the bottles filled, they were immediately closed with rubber stoppers, shaken and placed in the incubator at 39oC. Gas production readings were made at 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 24, 30, 48, 72, and 96 hours post inoculation, using the technique of pressure reading (Extech Instruments, Waltham, USA) of Theodorou et al. (1994). At the end of incubation (i.e., 96 h), bottles were uncapped, the pH was measured using a pH meter (Conductronic pH15,

Puebla, Mexico). Contents of each bottle were then transferred to filtered to fermentation residue for determination of apparent degraded substrate.

#### *Dry matter degradability*

At the end of incubation (i.e., 96 h), the contents of each serum bottle were filtered under vacuum through glass crucibles with a sintered filter (coarse porosity no. 1, pore size 100–160 m, Pyrex, Stone, UK). Fermentation residues were dried at 65 °C overnight to estimate DM disappearance. Loss in weight after drying being the measure of nondegradable DM. DM degradability (mg/g DM) at 96 h of incubation was calculated as the difference between DM content of substrate and its nondegradable DM (Ørskov and McDonald 1979).

#### *Calculations and statistical analyses*

To estimate kinetic parameters of GP, results (ml/g DM) were fitted using the NLIN option of SAS (2002) according to France et al. (2000) as:

$$A=b \times (1-e^{-c(t-L)})$$

Where A is the volume of GP at time t; b is the asymptotic GP (ml/g DM); c is the rate of GP (/h), and L (h) is the discrete lag time prior to gas production.

Metabolizable energy (ME, MJ/kg DM) was estimated according to Menke et al. (1979) as:

$$ME=2.20+0.136 \text{ GP (ml/0.5 g DM)} + 0.057 \text{ CP (g/kg DM)}$$

Where GP is net GP in ml from 200 mg of dry sample after 24 h of incubation.

Short chain fatty acid concentrations (SCFA) was calculated according to Getachew et al. (2002) as:

$$\text{SCFA (mmol/200 mg DM)} = 0.0222 \text{ GP} - 0.00425$$

where GP is the 24 h net gas production (ml/200 mg DM).

Data on *in vitro* ruminal fermentation parameters, gas production parameters, *in vitro* DM degradability and metabolizable energy were analyzed as 2 × 3 factorial arrangement [2 additives (LC and CE) × 3 levels (LC 1, 2 and 4 mg/g DM, CE 0.3, 0.6 and 0.9 mg/g of DM y Control 0 mg/g of DM )] with three repetitions (Steel and Torrie, 1980). The mixed model was:

$$Y_{ijk} = \mu + Sp_j + EEL_k + Sp_j * EEL_k + E_{ijkl}$$

Where  $Y_{ijk}$  represents response variables (ruminal fermentation activity, energy utilization of metabolizable energy and short chain fatty acids) for the (j) additives and (k) level;  $\mu$  = general mean;  $Sp_j$  = effect of j- additive;  $EEL_k$  = effect of k- level;  $Sp_j * EEL_k$  = interaction of the j-browse additives with k- level;  $E_{ijkl}$  = the error term-NI (0, 2). In the case of significant ( $P < 0.05$ ) interactions, Tukey test was used to separate means additives (Steel and Torrie, 1980).

## **Results**

### *In vitro gas production*

An interaction effects were observed ( $P = 0.009$ ) between treatment type and treatment dose for the asymptotic gas production with no interaction effects for the rate of gas production ( $P = 0.386$ ) and the initial delay before gas production begins ( $P = 0.408$ ). In general, incubation of yeast CE improved ( $P = 0.0007$ ) the asymptotic gas production compared to control and yeast LC. In both of CE and LC, the low and the intermediate doses were more effective ( $P = 0.009$ ) than the higher dose. However, both of control and LC treatments tended to have increased rate of gas production ( $P = 0.386$ ) and the initial delay before gas production begins ( $P = 0.4079$ ) compared to the treatment of yeast CE (Table 2).

Before the first 12 h of incubation, no effects for both of treatment type and treatment dose on the gas production. However, after 12 h of incubation treatment affected ( $P < 0.01$ ) the gas production. After 19 h of incubation, the treatment dose affected ( $P < 0.01$ ) gas production. The treatment of yeast CE was more effective ( $P < 0.01$ ) in gas production than both of yeast LC and control treatment. In both treatment types, the low and the intermediate doses were more effective ( $P < 0.01$ ) to produce more gas than the higher dose (Table 2).

**Table 2.** Impact of live cells (LC) and cell extract (CE) of *Saccharomyces cerevisiae* on *in vitro* gas production parameters, gas volume accumulated after different hours of incubation.

	GP parameters			<i>In vitro</i> GP, mL/g DM							
	mg/g DM	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>L</i>	Gas 6	Gas 12	Gas 19	Gas 24	Gas 48	Gas 72	Gas 96
Control	0	176.30 <sup>BC</sup>	0.0857	1.573	55.60	104.00 <sup>AB</sup>	136.46 <sup>B</sup>	150.26 <sup>B</sup>	172.90 <sup>BC</sup>	175.86 <sup>BC</sup>	176.23 <sup>BC</sup>
LC	1	182.10 <sup>ABC</sup>	0.0782	1.402	55.13	102.66 <sup>AB</sup>	136.13 <sup>B</sup>	151.00 <sup>B</sup>	177.30 <sup>ABC</sup>	181.36 <sup>ABC</sup>	182.00 <sup>ABC</sup>
	2	176.50 <sup>BC</sup>	0.0836	1.991	49.90	99.80 <sup>B</sup>	133.70 <sup>B</sup>	148.26 <sup>B</sup>	172.63 <sup>BC</sup>	175.96 <sup>BC</sup>	176.43 <sup>BC</sup>
	4	164.93 <sup>C</sup>	0.1001	2.247	50.86	100.66 <sup>B</sup>	131.36 <sup>B</sup>	143.60 <sup>B</sup>	162.33 <sup>C</sup>	164.60 <sup>C</sup>	164.86 <sup>C</sup>
CE	0.3	195.33 <sup>A</sup>	0.0865	1.258	65.76	118.23 <sup>A</sup>	153.23 <sup>A</sup>	168.00 <sup>A</sup>	191.93 <sup>A</sup>	194.90 <sup>A</sup>	195.30 <sup>A</sup>
	0.6	195.66 <sup>A</sup>	0.0872	1.236	66.53	119.13 <sup>A</sup>	154.10 <sup>A</sup>	168.80 <sup>A</sup>	192.36 <sup>A</sup>	195.26 <sup>A</sup>	195.60 <sup>A</sup>
	0.9	185.66 <sup>AB</sup>	0.0821	1.222	60.26	109.06 <sup>AB</sup>	142.53 <sup>AB</sup>	157.06 <sup>AB</sup>	181.66 <sup>AB</sup>	185.13 <sup>AB</sup>	185.56 <sup>AB</sup>
SEM		3.97	0.0063	0.284	4.088	3.841	3.212	3.014	3.620	3.915	3.965
P. Value											
Treatment		0.0007	0.4722	0.1666	0.0769	0.0111	0.0005	0.0001	0.0003	0.0006	0.0007
Dose		0.0089	0.3859	0.4079	0.4374	0.1356	0.0149	0.0045	0.0054	0.0082	0.0086
Treatment × Doses		0.0089	0.3859	0.4079							

*b* is the asymptotic gas production (mL/g DM); *c* is the rate of gas production (per h); *L* is the initial delay before gas production begins (h)

Different letters following means in the same row indicate differences at  $P < 0.05$

#### *In vitro* ruminal fermentation parameters

No treatment and dose interaction effects ( $P=0.887$ ) were observed for pH. However, an interaction effect was observed for methane production. In contrary, both of treatment ( $P=0.790$ ) and dose ( $P=0.887$ ) insignificantly affected the pH values. However, treatment type and treatment dose affected ( $P<0.01$ ) CH<sub>4</sub>, ME, and SCFA without affecting IVDMD. No differences ( $P>0.05$ ) were observed between the control and yeast LC treatments for

CH<sub>4</sub> production, ME, SCFA and IVDMD. However, higher values (P=0.001) were observed for the yeast CE treatment for the previous parameters (Table 3).

Regarding the dose effect, the most effective dose was the intermediate dose for yeast CE and the low dose for yeast LC treatment (Table 3).

**Table (3).** Impact of live cells (LC) and cell extract (CE) of *Saccharomyces cerevisiae* on ruminal fermentation parameters

	mg/g DM	Ph	CH <sub>4</sub>	ME	SCFA	IVDMD
	Dose					
Control	0	6.71	2.196 <sup>B</sup>	11.30 <sup>B</sup>	1.330 <sup>B</sup>	823.66
LC	1	6.69	1.953 <sup>B</sup>	11.30 <sup>B</sup>	1.336 <sup>B</sup>	869.66
	2	6.72	2.016 <sup>B</sup>	11.20 <sup>B</sup>	1.312 <sup>B</sup>	878.00
	4	6.71	2.140 <sup>B</sup>	10.90 <sup>B</sup>	1.271 <sup>B</sup>	858.66
CE	0.3	6.72	1.956 <sup>B</sup>	12.23 <sup>A</sup>	1.487 <sup>A</sup>	855.60
	0.6	6.75	2.710 <sup>A</sup>	12.30 <sup>A</sup>	1.494 <sup>A</sup>	818.00
	0.9	6.75	2.163 <sup>B</sup>	11.63 <sup>AB</sup>	1.390 <sup>AB</sup>	754.00
SEM		0.030	0.069	0.161	0.026	27.84
P Value						
Treatments		0.7902	0.0001	0.0001	0.0001	0.1107
Dose		0.8867	0.0001	0.0041	0.0046	0.2290
Treatment × Doses		0.8867	0.0001			

pH ruminal pH, IVDMD *in vitro* dry matter degradability (mg/g DM), SCFA short-chain fatty acids (mmol/g DM), ME metabolizable energy (MJ/kg DM), MP microbial protein production (mg/g DM)

Different letters following means in the same row indicate differences at P <0.05

## Discussion

### *The in vitro gas production*

The obtained result of gas production showed improved gas production. Increased gas production was paralleled with administration of yeast, was illustrated in many reports



(Tang et al., 2008; Elghandour et al., 2014). This may have resulted from the increased production of propionate due to improved rumen fermentation. Because carbon dioxide is produced when propionate is made by some ruminal bacteria via the succinate:propionate pathway (Wolin and Miller, 1988). Fermentation of dietary carbohydrates to acetate, propionate and butyrate produce gases in the rumen which mainly constitutes hydrogen, carbon dioxide and methane. Addition of yeast not only have the ability to improve gas production, but also, can make a qualitative changes in produced gases making it less negatively affects environment (Hristov et al., 2013).

Improved GP with increasing CE than LC reflects the enhanced incubation environment. A number of specific hypothetical biochemical mechanisms have been developed to explain the stimulatory effects of yeast cultures (Chevaux and Fabre, 2007). Yeast CE material is stable to acid digestion and various fractions are known to survive passage through the digestive tract (Wellens et al., 2008). It is this ability to remain unchanged through acid conditions found in the intestine that may account for the product's biological activity in a wide range of species. Some of these mechanisms have been based on the ability of yeast to provide important nutrients or nutritional cofactors that stimulate microbial activities (Callaway and Martin, 1997). Another suggested the ability of yeast to scavenge excess oxygen creating a more optimal environment for rumen anaerobic bacteria (Newbold et al., 1996; Jouany, 2001). Others studies suggested that *Saccharomyces cerevisiae* supplementation could provide vitamins such as biotin and thiamine, which are reported to be required for microbial growth and activity (Akin and Borneman, 1990). In addition, other suggested that yeast can provide a focal point for the development of a stable microbial consortium (Jouany, 2001). In this model, the yeast provide a site for metabolic exchanges and an environment that promotes the growth of beneficial microorganisms around substrates.

Decreased lag time with increased asymptotic gas production when *S. cerevisiae* was supplemented to the diet (Tang et al., 2008; Elghandour et al., 2014) can be illustrated based on two basic mechanisms. The first mode of yeast action reported by Newbold et al. (1996) is the respiratory activity that scavenges O<sub>2</sub>, which is toxic to anaerobic bacteria and

causes inhibition of adhesion of cellulolytic bacteria to cellulose, and this peak in O<sub>2</sub> concentration occurs at approximately the time of feeding (initial time). The second mode is that yeast contains small peptides and other nutrients that required to predominant ruminal cellulolytic bacteria to initiate growth (Callaway and Martin, 1997). Ando et al. (2004) stated that the asymptotic gas production was higher with the addition of yeast extract to Italian ryegrass and whole crop corn. However, they found that the values were larger with the addition of yeast than with the addition of yeast extract.

#### *In vitro ruminal fermentation parameters*

In previous studies, addition of *S. cerevisiae* increased SCFA production and ME from forage substrates (Mao et al., 2013; Elghandour et al., 2014). Increased SCFA production and ME are associated with high activities of microbes in the rumen. *S. cerevisiae* produces growth factors for microbial growth that can stimulate rumen microbial growth and activity (Chiquette, 2009). In addition to the ability of *Saccharomyces cerevisiae* to provide conducive conditions to microbial growth in a way that is capable of using O<sub>2</sub> in the rumen so that the conditions of an aerobic rumen awake (Mosoni et al., 2007). Newbold et al. (1995), for example, used this mode of action to explain a 35% increase in total bacterial counts with *S. cerevisiae in vitro*. Increased SCFA is important in terms of enhanced lactose production, milk volume and overall energy balance (Miller-Webster et al., 2002; Khattab et al., 2011; Kholif et al., 2014).

Most of experiments studied the effect of *S. cerevisiae* on methane production was *in vitro* (Elghandour et al., 2014). In the current study addition of LC lowered the methane emission compared to the yeast extract. Some studies suggested that yeast culture might stimulate the acetogens to compete or to co-metabolize hydrogen with methanogens thereby, reducing methane emissions (Mwenya et al., 2004; Elghandour et al., 2014). However, other increased methane production (Martin et al., 1989; Martin and Nisbet, 1990). These conflicting results on methane production are likely due to strain difference of yeast culture and type of diets (Patra, 2012).

Ruminal pH was not changed during fermentation processes. Several studies have suggested that *S. cerevisiae* cultures moderate the ruminal pH by increasing lactate

utilization making relatively more stable pH and meet the needs of rumen microbes to perform its activity (Chaucheyras-Durand et al., 2008; Paulus et al., 2012; Elghandour et al., 2014).

Yeast could stimulate growth and activity of total ruminal anaerobes and cellulolytic bacteria (Girard, 1996; Jouany, 2001). According to Girard (1996), *S. cerevisiae* can increase rumen microorganism's total numbers, improve fiber digestion, reduce lactate accumulation, reduce the concentration of oxygen in rumen fluid so that improve utilization of fed ration. Researchers have reported increases in the rate of cellulose digestion by the major cellulose digesting species *Fibrobacter succinogenes*, *Ruminococcus flavifaciens* and *Selenomonas ruminantium* in response to yeast culture supplementation (Callaway and Martin, 1997, Sullivan and Martin, 1999). Yeast has also directly stimulated rumen fungi, which may improve fiber digestion (Chaucheryas et al., 1995). Ando et al. (2004) found that, in Italian ryegrass, whole crop corn and rice straw, higher degradability values were observed for the samples incubated with the yeast extract.

### **Conclusion**

Administration of yeast *Saccharomyces cerevisiae* to the diets in two different forms as a LC and CE was more effective to improve gas production and ruminal fermentation parameters than the control. Addition of yeast CE was more effective than the yeast LC. In both type of treatments, the most effective doses were the low and intermediated doses (1 and 2 mg/g DM for the LC, and 0.3 and 0.6 mg/g DM for the CE) than the higher doses (4 mg/g DM for the LC, and 0.9 mg/g DM for the CE).

### **References**

- Akin, D.E., Borneman, W.S., 1990. Role of rumen fungi in fibre degradation. *J. Dairy Sci.* 73:3023-3032.
- Ando, S., Khan, R. I., Takahasi, J., Gamo, Y., Morikawa, R., Nishiguchi, Y. and Hayasaka, K. 2004. Manipulation of rumen fermentation by yeast: The effect of dried beer yeast on the *in vitro* degradability of forages and methane production. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 17:68-72.

- Ando, S., Khan, R.I., Takahasi, J., Gamo, Y., Morikawa, R., Nishiguchi, Y., Hayasaka, K., 2004. Manipulation of Rumen Fermentation by Yeast: The Effects of Dried Beer Yeast on the *In vitro* Degradability of Forages and Methane Production. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* 2004;17(1): 68-72.
- Busquet, M., Calsamiglia, S., Ferret, A., Kamel, C., 2006. Plant extracts affect *in vitro* rumen microbial fermentation. *J. Dairy Sci.* 89:761-771.
- Callaway, E.S., Martin, S.A., 1997. Effects of a *Saccharomyces cerevisiae* culture on ruminal bacteria that utilize lactate and digest cellulose. *J. Dairy Sci.* 80:2035-2044.
- Calsamiglia, S., Busquet, M., Cardozo, P.W., Castillejos, L., Ferret, A., 2007. Invited review: essential oils as modifiers of rumen microbial fermentation. *J. Dairy Sci.* 90:2580-2595.
- Caroline C. Wambui 1, 2, Takako Awano 2, Sada Ando 3, Shaukat A. Abdulrazak 4 and Toshiyoshi Ichinohe 2010. Effect of yeast supplementation on *in vitro* ruminal degradability of selected browse species from Kenya. *Journal of Food, Agriculture & Environment* 8 (2): 553 - 557
- Chaucheryras, F, G. Fonty, G. Bertin, and P. Gouet. 1995. *In vitro* utilization by a ruminal acetogenic bacterium cultivated alone or in association with an Archea methanogen is stimulated by a probiotic strain of *Saccharomyces cerevisiae*. *Appl. Environ. Micro.* 61:3466.
- Chaucheyras-Durand, F., Walker, N. D. and Bach, A. 2008. Effects of active dry yeasts on the rumen microbial ecosystem: Past, present and future. *Anim. Feed Sci. Technol.* 145:5-26.
- Chevaux, E., Fabre, M.M., 2007. Probiotic yeast in small ruminants. *Feed Mix* 15:28-29.
- Chiquette, J., 2009. The role of probiotics in promoting dairy production. Available from: <http://www.wcds.ca/proc/2009/Manuscripts/RoleOfProbiotics.pdf>
- Elghandour, M.M.Y., Vázquez Chagoyán, J.C., Salem, A.Z.M., Kholif, A. E., Martínez Castañeda, J.S., Camacho, L.M., Cerrillo-Soto, 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. *Italian Journal of Animal Science* 13, 295-301
- France, J., Dijkstra, J., Dhanoa, M.S., López, S., Bannink, A., 2000. Estimating the extent of degradation of ruminant feeds from a description of their gas production profiles observed *in vitro*: derivation of models and other mathematical considerations. *Brit. J. Nutr.* 83:143-150.
- Franklin, S.T.; Newman, M.C.; Newman, K.E.; Meek, K.I. Immune parameters of dairy cows fed mannan oligosaccharide and subsequent transfer of immunity to calves. *J. Dairy Sci.* 2005, 88, 766-775.
- Getachew, G., Makkar, H.P.S., Becker, K., 2002. Tropical browses: contents of phenolic compounds, *in vitro* gas production and stoichiometric relationship between short chain fatty acid and *in vitro* gas production. *J. Agr. Sci.* 139:341-352.
- Girard, I.D. 1996. Characterisation of stimulatory activities from *Saccharomyces cerevisiae* on the growth and activities of ruminal bacteria. PhD dissertation, University of Kentucky, Lexington, KY, USA.
- Goering, M.K., Van Soest, P.J., 1970. Forage fibre analysis (apparatus, reagents, procedures and some applications). Agricultural Research Service, USDA, Washington, DC, USA.
- Hristov, A.N., Oh, J., Firkins, J.L., Dijkstra, J., Kebreab, E., Waghorn, G., Makkar, H.P., Adesogan, A.T., Yang, W., Lee, C., Gerber, P.J., Henderson, B., Tricarico, J.M., 2013. Special topics: mitigation of methane and nitrous oxide emissions from animal operations: I. A review of enteric methane mitigation options. *J. Anim. Sci.* 91:5045-5069.
- Jouany, J.-P., 2001. A new look to at yeast culture as probiotics for ruminants. *Feed Mix*9:17-19.
- Khatab H M, Gado H M, Kholif A E, Mansour A M, Kholif A M. 2011. The potential of feeding goats sun dried rumen contents with or without bacterial inoculums as replacement for berseem clover and the effects on milk production and animal health. *International Journal of Dairy Science*, 6, 267-277.

- Kholif, A.E., Khattab, H.M., El-Shewy, A.A., Salem, A.Z.M., Kholif, A.M., El-Sayed, M.M., Gado, H.M., and Mariezcurrena, M.D., 2014. Nutrient digestibility, ruminal fermentation activities, serum parameters and milk production and composition of lactating goats fed diets containing rice straw treated with *Pleurotus ostreatus*. *Asian Australas. J. Anim. Sci.* Vol. 27, No. 3 : 357-364
- Kumar, D.S., Prasad, C.S., Prasad, R.M.V., 2013. Effect of yeast culture (*Saccharomyces cerevisiae*) on ruminal microbial population in buffalo bulls. *Buffalo Bull.* 32:116-119.
- Kwiatkowski, S., Kwiatkowski, S.E., 2012. Yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) Glucan Polysaccharides – Occurrence, Separation and Application in Food, Feed and Health Industries, The Complex World of Polysaccharides, Dr. Desiree Nedra Karunaratne (Ed.), ISBN: 978-953-51-0819-1, In: Tech, DOI: 10.5772/48100. Available from: <http://www.intechopen.com/books/the-complex-world-of-polysaccharides/yeast-saccharomyces-cerevisiae-glucan-polysaccharides-occurrence-separation-and-application-in-food->
- Lille, S.H. & Pringle, J.R. (1980). Reserve carbohydrate metabolism in *Saccharomyces cerevisiae*: response to nutrition limitation, *Journal of Bacteriology* Vol. 143: 1384-1394.
- Martin, S. A. and Nisbet, D. J. 1992. Effect of direct-fed microbials on rumen microbial fermentation. *J. Dairy Sci.* 75:1736-1744.
- Martin, S.A., D.J. Nisbet and R.G. Dean, 1989. Influence of a commercial yeast supplement on *in vitro* ruminant fermentation. *Nutr. Rep. Int.*, 40: 395-403.
- Martin, S.A., Nisbet, D.J., Dean, R.G., 1989. Influence of a commercial yeast supplement on *in vitro* ruminant fermentation. *Nutr. Rep. Int.* 40:395-403.
- McGuffey, R.K., L.F. Richardson, J.I.D. Wilkinson. 2001. Ionophore for dairy cattle: Current status and future outlook. *J. Dairy Sci.* 84:E194–E203.
- Menke, K.H., Raab, L., Salewski, A., Steingass, H., Fritz, D., Schneider, W., 1979. The estimation of the digestibility and metabolizable energy content of ruminant feeding

- stuffs from the gas production when they are incubated with rumen liquor *in vitro*. J. Agr. Sci. 93:217-222.
- Miller-Webster, T., Hoover, W.H., Holt M., Nocek, J.E. 2002. Influence of Yeast Culture on Ruminal Microbial Metabolism in Continuous Culture J. Dairy Sci. 85:2009-2014.
- Mosoni, P., Chaucheyras-Durand, F., Berat- Maillet, C., Forano, E., 2007. Quantification by real time PCR of cellulolytic bacteria in the rumen of sheep after supplementation of a forage diet with readily fermentable carbohydrates. Effect of a yeast additive. J. Appl. Microbiol. 103:2676-2685.
- Mwenya B, Santoso B, Sar C, Gamo Y, Kobayashi T, Arai I and Takahashi J (2004). Effects of including  $\beta$ 1-4 galacto-oligosaccharides lactic acid bacteria or yeast culture on methanogenesis as well as energy and nitrogen metabolism in sheep. *Animal Feed Science and Technology*, 115: 313-326.
- Newbold, C.J., Wallace, R.J., McIntosh, F.M., 1996. Mode of action of the yeast *Saccharomyces cerevisiae* as a feed additive for ruminants. Brit. J. Nutr. 76:249- 261.
- NRC. 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle, 7th revised ed. National Academy Press, Washington, DC, USA.
- Ørskov, E.R. and McDonald, L., 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to the rate of passage. Journal of Agriculture Science Cambridge, 92, 499–503.
- Owens B., McCracken K. J. 2007. A comparison of the effects of different yeast products and antibiotic on broiler performance. Br. Poult. Sci. 48:49–54.
- Patra, A.K., 2012. The use of live yeast products as microbial feed additives in ruminant nutrition. Asian J. Anim. Vet. Adv. 7:366- 375.
- Paulus, D.M., Kelzer, J.M., Jaderborg, J.P., Fossa, M.V., Ruiz Moreno, M., Belknap, C., Crawford, G.I., DiCostanzo, A., 2012. Effect of inclusion of a *Saccharomyces cerevisiae* fermentation product in beef cattle feedlot diets with two different sulfur concentrations on nutrient metabolism. Available from: [http://www.mnbeef.umn.edu/research\\_reports/2012/BR1205-Paulus.pdf](http://www.mnbeef.umn.edu/research_reports/2012/BR1205-Paulus.pdf)

- Pinloche, E., McEwan, N., Marden, J.-P., Bayourthe, C., Auclair, E., Newbold, C.J., 2013. The effects of a probiotic yeast on the bacterial diversity and population structure in the rumen of cattle. *PLoS ONE* 8:e67824.
- Russell, J.B., Houlihan, A.J., 2003. Ionophore resistance of ruminal bacteria and its potential impact on human health. *FEMS Microbiol. Rev.* 27:65-74.
- Salem, A.Z.M., Kholif, A.E., Elghandour, M.M.Y., Buendía, G., Mariezcurrena, M.D., Hernandez, S.R., Camacho, L.M., 2014. Influence of oral administration of *Salix babylonica* extract on milk production and composition in dairy cows. *Italian Journal of Animal Science* 13, 10-14
- Sedmak, J.J. (2006). Production of  $\beta$ -glucans and Mannans, *US Patent Application* Nov 23, 2006 US 2006/0263415 A1.
- Steel R.G.D. and Torrie, J.H. (1980), *Principles and Procedures of Statistics*, Second Edition, New York: McGraw-Hill Book Co.
- Sullivan, H. M. and Martin, S. A. 1999. Effects of *Saccharomyces cerevisiae* culture on *in vitro* mixed ruminal microorganism fermentation. *J. Dairy Sci.* 82:2011-2016.
- Tang, S.X., Tayo, G.O., Tan, Z.L., Sun, Z.H., Shen, L.X., Zhou, C.S., Xiao, W.J., Ren, G.P., Han, X.F., and Shen, S.B., 2008. Effects of yeast culture and fibrolytic enzyme supplementation on *in vitro* fermentation characteristics of low-quality cereal straws. *J ANIM SCI* 86:1164-1172.
- Theodorou, M.K., Williams, B.A., Dhanoa, M.S., McAllan, A.B., France, J., 1994. A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feeds. *Anim. Feed Sci. Tech.* 48:185-197.
- Wellens, A., Garafalo, C., Nguyen, H., Van Gerven, N., Slattegard, R., Hernalsteens, J-P., Wyns, L., Oscarson, S., De Greve, H., Hultgren, S. & Bouckaert, J. (2008). Intervening with urinary tract infections using anti-adhesives based on the crystal structure of the FimH oligomannose- 3 complex, *PLoS ONE* Vol. 3(No. 4): e2040, 1-13.
- Wolin, M. J. and T. L. Miller. 1988. Microbe-microbe interactions. Page 343 in *Rumen Microbial Ecosystem*. P. N. Hobson, ed. Elsevier Science, Essex, U.K.



Yoon, I. K. and Stern, M. D. 1995. Influence of direct-fed microbials on ruminal microbial fermentation and performance of ruminants: A review. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 8(6):533-555.

## RESULTADOS

Los resultados que se presentan a continuación pertenecen a un segundo artículo que será construido a partir de los mismos por tal motivo se dará un panorama general ya que no podrán escribirse puntualmente en la tesis estos resultados con la finalidad de evitar plagio de los resultados. De igual forma es importante mencionar que los resultados que se presentan son del experimento 2.

Para las Variables Respuesta: Peso vivo inicial, Peso vivo final, Ganancia total de peso, Ganancia diaria de peso, Conversión alimenticia, Peso canal caliente, Peso canal fría, pH 0, pH 24, T° 0, T° 24, L\*, b\*. H, MH, EE, Cenizas y PC, se realizó un ANOVA ( $P \geq 0.05$ ), con doce repeticiones (dos por cada animal), en donde las variables de estudio fueron los tratamientos, el testigo (T, 0 g/kg MS) no contenían aditivos de levadura o pared celular, mientras que el tratamiento uno (T<sub>1</sub>, Sc 1 g/kg MS) con *Saccharomyces cerevisiae*, y el tratamiento dos (T<sub>2</sub>, PcSc 0.6 G/kg MS) con Pared celular de levadura. Al encontrar diferencias significativas entre tratamientos se aplicó una comparación de medias de Tukey al 5%. El nivel de significancia donde no se encontraron diferencias significativas ( $P \geq 0.05$ ) se presenta a continuación en el Cuadro 9.

**Cuadro 9. Nivel de significancia donde no se encontraron diferencias significativas ( $P \geq 0.05$ )**

Variable respuesta	P
PVI	0.9407
PVF	0.9400
GTP	0.8293
GDP	0.8320
CA	0.4865
P. C. C.	0.8954
P. C. F	0.8495
pH 0	0.5685
pH 24	0.1574
T° 0	0.5420
T° 24	0.1887
L*	0.7500
b*	0.0760
H	0.2655
MH	0.9108
EE	0.6822
Cenizas	0.1293
PC	0.8650

PVI: Peso vivo inicial, PVF: Peso vivo final, GTP: Ganancia total de peso, GDP: Ganancia diaria de peso, CA: Conversión alimenticia, P. C. C: Peso canal caliente, P. C. F: Peso canal fría, pH 0: 45 minutos después faenado, pH 24: 24 h después faenado, T° 0: 45 minutos después faenado, T° 24: 24 h después faenado, L\*: Luminosidad, b\*: Amarillo – azul, H\*: Hue, MH: Materia Húmeda, EE: Extracto Etéreo, PC: Proteína cruda.

Como se indicó a las variables que presentan diferencias significativas entre tratamientos (a\* y C) se les aplicó una comparación de medias de Tukey mismo que se presenta en el Cuadro 10.

**Cuadro 10. Nivel de significancia donde se encontraron diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ )**

Tratamientos				
Variable respuesta	Testigo	Levadura	Pared	P
a*	b	a	ab	0.0355
C	b	a	ab	0.0126

a \*: rojo – verde y C\*: Chroma.

Como se observa en el Cuadro 10, para la variable a\* es el valor mayor, que implica las tonalidades de rojo a verde (si el valor + tiende a rojo, valor – tiende a verde) se formaron 3 grupos estadísticamente diferentes ( $P \leq 0.05$ ), en donde, dado que el valor mayor tiende más a rojo, el mejor tratamiento fué el de levadura, le siguió el de pared y finalmente el testigo. Sin embargo, los tres tratamientos se encuentran en el rango de valores reportados Bianchi 2005, quien reporto que el mejor valor para a\* es de 17.4.

Los resultados obtenidos para la ganancia diaria de peso (GDP) no permitieron evidenciar diferencias ( $P \geq 0.05$ ) entre los tratamientos evaluados con la adición de Sc y pared celular, y demás son congruentes con los observados Medina *et al.* (2004), indicó que los corderos en un sistema de explotación intensivo tienen ganancias de peso de 200 a 300 g animal<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>. Ha sido reportado que Sc mejora la ganancia diaria de peso en corderos alimentados con dietas bajas en proteína (< 15% PC), sin embargo, en dietas altas (> 15%), su acción se ve reducida (Harrison *et al.*, 1988). Por otro lado autores Bonilla *et al.* (1992), quienes observaron una mejora en la GDP al utilizar forraje (rastroyo de maíz), con niveles bajos de proteína en borregos Pelibuey.

La respuesta observada en la conversión alimenticia (CA), no generó diferencias significativas entre tratamientos. Estos son similares con los resultados obtenidos, en ensayos similares tampoco se observó respuesta en la conversión alimenticia por efecto de la suplementación con Sc, por ejemplo cuando se utilizó 1.23 g

animal<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> (Macedo *et al.*, 2006) o 2 g animal<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> (Payandeh y Kafilzadeh, 2007) de la Levadura. De acuerdo con Adams *et al.* (1981), se observó que la CA no fue mejorada por la adición del cultivo de levaduras.

Los pesos al sacrificio, y rendimientos de la canal caliente y fría no presentaron diferencias significativas diferentes ( $P \geq 0.05$ ) entre tratamientos. Fimbres, (2000), reportó datos similares a los obtenidos en nuestra investigación ( $P \geq 0.05$ ), mostrando una reducción en el peso en canales, en caliente y en frío con el aumento en el contenido de heno en la dieta de los corderos.

En la composición y características de la carne de ovino como pH 0, pH 24, T°0, T°24, L\*, b\*. H, MH, EE, Cenizas y PC no se presentaron diferencias estadísticas. Lo anterior es acorde con otros resultados reportados como Russo *et al.* (1999), quienes alimentaron ovinos con diferentes dietas (concentrado + heno de alfalfa, concentrado + heno alfalfa + aceite mas).

Es importante mencionar es que los ovinos suplementados con Levadura Sc, el valor de a\* fue mayor ( $P \geq 0.05$ ) en la carne, lo que fue más roja por lo que tiene mayor cantidad de mioglobina y es más agradable al consumidor. Contrario a la reportado por Russo *et al.* (1999), quienes observaron que al alimentar ovinos con diferentes dietas, las características de color expresadas en los valores de L\*, a\* y b\* no presentaron efecto.

## VIII. CONCLUSIÓN GENERAL

Con base a las condiciones en que se desarrolló el experimento y los objetivos planteados en esta investigación, la adición de la levadura *Saccharomyces cerevisiae* en la dieta de ovinos de engorda mejora el comportamiento productivo. Por lo que podemos considerar que Pared celular de Sc, representa una alternativa para la producción ovina, sobre canales con mejor características de la carne como el color (rojas).

## BIBLIOGRAFÍA

- AFRC. 1996. Energy and Protein Requirements of ruminants. CAB International. Walling Ford U. K.
- Adams, D.C., Galyean, M.L., Kiesling, H.E., Wallace, J.D., Finker M.D. 1981. Influence of viable yeast culture, sodium bicarbonate and monensin on liquid dilution rate, rumen fermentation and feedlot performance of growing steers and digestibility in lambs. *Journal Anim. Sci.* 53(3):780-789.
- Adams DC, Galyean ML, Kiesling HE, Wallace JD, Finker MD. 1981. Influence of viable yeast culture, sodium bicarbonate and monensin on liquid dilution rate, rumen fermentation and feedlot performance of growing lambs and digestibility in lambs. *Journal Animal Science* 53(3):780-789.
- Albertí, P., Ripoll. G., Goyache, F., Lahoz, F., Olleta, J. L., Panea, B., Sañudo C. 2000. Carcass characterization of seven Spanish beef breed slaughtered at two comercial weights. *Meat Science* 71: 514-521.
- Anrique G. R., 2010. Rumen: Morfofisiología, trastornos y modulación de la actividad fermentativa. Instituto de producción animal. Facultad de Ciencias agrarias. Universidad Austral de Chile. Casilla 567. Valdivia. Chile.
- AMSA, 1992. Guidelines for meat color evaluation American Meat Science. Chicago IL: Association National Live Stock and Meat Board.
- A.O.A.C. (1990). Association of Official Analytical Chemists 15<sup>th</sup> Edition. Official Methods of Analytical Chemists. Inc, Arlington, Virginia. 931. 985.35
- Arambel, M. J., Rung-Syin, T. 1987. Evaluation of *Saccharomyces cerevisiae* growth in the rumen ecosystem. *Memories.* 19<sup>th</sup>. Biennial conference on rumen function. 17-19.
- Arbiza, A. S. y de Luca T. J. 1996. Producción de carne ovina. Editores Mexicanos Unidos, Mexico.
- Arbiza, S. 2008. Base para la clasificación de las canales ovinas. <http://www.rumela.gob.mx/modules.php?name=News&file=article&sid=217>.

- Arcos G. J. L., López P. R., Bernabé H. A. y Hoffman J. A. 2007. La actividad microbiana en la fermentación ruminal y el efecto de la adición de *Saccharomyces cerevisiae*. Temas de Ciencia y Tecnología. Vol.11 numero 32 pp. 51-62 mayo- agosto. Universidad del Mar, campus Puerto Escondido, Oaxaca.
- Arcos-García, J.L., Castrejón, F.A., Mendoza, G.D., Pérez-Gavavilán, E.P. 2000 Effect of two comercial yeast cultures with *Sacharomyces cerevisiae* on ruminal fermentation and digestion in sheep fed sugar cane tops. Livestock production science, Holanda. 63:153-157.
- Arteaga C. J. D. 2006. Situación de la ovinocultura y sus perspectivas. Memorias Primera semana nacional de ovinocultura. Hidalgo, México.; Pp 610-623.
- Arteaga C. J. D., 2010. La ovinocultura en México, razas ovinas y perspectivas de la actividad. Organismo de la unidad nacional de ovinocultores.
- Arteaga C. J. D. 2012. Mensaje institucional en el acto Inaugural del VII. Foro Ovino del Estado de México. INIFAP. ICAMEX.
- Azzarini, M., Piaggio, L., Gaggero, C., Cardellino, R. 2002. "Efectos de la carga y suplementación con grano de sorgo en la producción de corderos pesados tipo SUL, de raza ideal, sobre pasturas sembradas". Producción Ovino 15:13-22.
- Bach A., Calsamiglia S., Stern M. D., 2005. Nitrogen metabolim in the rumen. Journal Dairy Science. 88 (E. Suppl.).
- Bauman D. E., Lock A. L. 2006. Concepts in lipid digestion and metabolism in dairy cows. In Tri-State Dairy Nutrition Conference, USA. Pp. 1\_14.
- Bianchi, G. 2005. Características productivas, tipificación de la canal y calidad de carne a lo largo de la maduración de corderos pesados Corriedale puros y cruzados en sistemas extensivos. Tesis Doctoral. Departamento de Producción Animal y Ciencia de los Alimentos de la Facultad de Veterinaria Universidad de Zaragoza (Zaragoza, España). 102 p.



- Cabib, E., Drgonova, J. y Drgon, T. 1998. Role of small G proteins in yeast cell polarization and wall biosynthesis. *Annual Reviews of Biochemistry*. 67, 307-333.
- Callaway, E.S., Martín, S.A. 1997. Effects of a *Saccharomyces cerevisiae* culture on ruminal bacteria that utilize lactate and digest cellulose. *Journal Dairy Science*. 80:2035-2044.
- Cantón C. G., Velázquez M. J. A., Castellanos R. A. 1992. Body composition of pure and crossbred Blackbelly sheep. *Small Rumin Res*. 7:61
- 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.
- Cappellaro, C., Baldermann, C., Rachel, R., y Tanner, W. 1994. Mating type-specific cell-cell recognition of *Saccharomyces cerevisiae*: cell wall attachment and active sites. *EMBO Journal*. 13, 4737-4744.
- Carrera, C. B. 2008. La ovino cultura en México: alternativa para los productores rurales? Núm. 27. Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Instituto de Ciencias Sociales y Administración.
- Caravaca, R. F. 2006. Introducción a la Alimentación y Racionamiento Animal Universidad de Sevilla. E.U.I.T.A. Sevilla
- Carambula, M. 1996. Pasturas naturales mejoradas, Ed. Hemisferio Sur, pp. 524.
- Chademana, I., Offer, N. W. 1990. The effect of dietary inclusion of yeast culture on digestion in the sheep. *Animal Production*. 50:483- 489.
- Chesson A. 1993. Phasing out antibiotic additives in the EU: worldwide relevant for animal food production. In *Antimicrobial Growth Promoters: Worldwide Ban on the Horizon*. Bastiaanse Communication, Noordwijk aan Zee, the Netherlands. 20-22.

- Cobos, P. 1996. Microbiología aplicada a producción de rumiantes. Memoria: Curso internacional avanzado de nutrición de rumiantes. 23-25 octubre de 1996. Universidad Autónoma Metropolitana, Educación continua CBS. México D.F.: 1-16.
- Contreras B. P. A.; 2010. Rumen: Morfofisiología, trastornos y modulación de la actividad fermentativa. Instituto de ciencias clínicas veterinarias. Facultad de ciencias veterinarias. Universidad Austral de Chile, Casilla 567, Valdivia, Chile E-mail: [pcontre1@uach.cl](mailto:pcontre1@uach.cl)
- Crosby, Ma.1995 Efecto de la dosis de un cultivo de levadura (*Saccharomyces cerevisiae*) en la fermentación y en la digestibilidad ruminal de la fibra en borregos. Tesis Maestría. Colegio de Postgraduados, Montecillo, Méx.
- Cuéllar, O. J. A. 2003. Perspectivas de la ovinocultura en México. Mem Segundo Seminario sobre Producción Intensiva de Ovinos. Villahermosa, Tabasco.
- Dawson, K.A. and Newman, K.E. 1987. Fermentation in rumen stimulating continuous cultures receiving probiotic supplements. Journal Animal Science. 66(suppl.1):500.
- Dawson, K.A. 1989. Modification of rumen function and animal production using live microbial cultures as feed supplements. Proceedings California Animal Nutrition Conference, Centre Plaza, Holiday Inn. Fresno. California. pp 25-43.
- Dawson, K.A.; Newman, K.E., Bolin G, J.A. 1990. Effects of microbial supplements containing yeast and lactobacilli on roughage-fed ruminal microbial activities. Journal Animal Science. 68:3392-3398.
- Dawson, K.A. 1992. Current and future role of yeast culture in animal production: A review of research over the last Seven Years. In: E. Lyons Ed. Biotechnology in the Feed Industry, Proceedings of Alltech's Ninth Annual Symposium. Nicholasville, KY. USA. P 269-291.
- Dawson K. A. 1993. The use of yeast culture in animals feeds: a scientific application of direct fed microbials and challenges of the future. T. P.

- Lyons (Ed.). *Biotechnology in the Feed Industry*, proceedings of Alltech's Ninth Annual Symposium. USA. pp. 169-172.
- De Lucas T.J. y Arbiza A. S. 2006. Situación y perspectivas, la producción de carne ovina en México. *Bayvet*, 21: 22-28.
- Dengis, P. D., Nelissen, I. R., Rouxhet P.G. 1995. Mechanisms of yeast flocculation comparison of top-and bottom-fermenting strains. *Applied and Environmental Microbiology*. 61:718-728.
- De Groot, P.W., Ram, A.F., y Klis, F.M. 2005. Features and functions of covalently linked proteins in fungal cell walls. *Fungal Genetics Biology*. 42, 657-675.
- Díaz, M, T. 2001. Características de la canal y de la carne de codernos lechales manchegos. Correlaciones y ecuaciones de predicción. Memoria Doctor en Med. Veterinaria. Madrid, España. U. Complutense de Madrid. Fac. de Veterinaria. 308 p.
- Dildey, D. 1988. Getting paid for milk quality: Improving milk composition, Alltech's fourth symposium on Biotechnology in the Feed Industry. Nicholasville, K.Y., USA. p. 45-65.
- Drennan M. J. y Moloney, A. P. 1993. Effect of yeast culture on growth of beef cattle fed on grass silage plus barley-based concentrates. *Irish Journal of Agricultural and Food Research*. 32(2):125-132.
- Escuder, C. 1997b. "Manejo de la defoliación. Efecto de la carga y método de pastoreo". C. A. Cangiano (ed.) *Producción animal en pastoreo*", INTA Balcarce, pp 65-83.
- Evans, T. R. 1982. "Overcoming nutritional limitation through pasture management". J. B. Hacker (Ed.), *Nutritional limits to animal production from pasture*. Farnham Royal, UK, Commonwealth Agricultural Bureaux, pp 343-361.
- Fahey G., Berger L. 1988. *Carbohydrate Nutrition of Ruminants*. The Ruminant Animal, Ed. D. C. Church. Prentice Hall. USA.

- Fallon, R.J., Harle, F. 1987. The effect of yeast culture inclusion in the concentrate diet on calf performance. *Journal Dairy Science*. 70:2051-2062.
- FAOSTAT. 2008. Producción, Consumo, Comercio. <http://faostat.fao.org>
- FAO. 2008. Conferencia de alto nivel sobre seguridad alimentaria mundial: los desafíos del cambio climático y la bioenergía. Roma, Italia, del 3 al 5 de junio de 2008. [www.fao.org](http://www.fao.org)
- FAO. 2013. <http://www.fao.org/ag/againfo/themes/es/meat/home.html>. Fleet, G.H. (1985). Composition and structure of yeast cell walls. *Curr. Top. Med. Mycol.* 1, 24-56
- Fimbres, D. H., 2000. Efecto del nivel de fibra en la ración de corderos de engorda, sobre el desempeño, digestión y parámetros ruminales. Tesis Doctoral. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UANL. Monterrey, Nuevo León.
- Fleet, G. H. 1985. Composition and structure of yeast cell walls. *Curr. Top. Med. Mycol.* 1, 24-56.
- France, J., Dijkstra, J., Dhanoa, M.S., López, S., Bannink, A., 2000. Estimating the extent of degradation of ruminant feeds from a description of their gas production profiles observed in vitro: derivation of models and other mathematical considerations. *Brit. J. Nutr.* 83, 143-150.
- Ganzabal, A. 1997. "Alimentación de ovinos con pasturas sembradas", INIA, Serie Técnica 84, pp. 43.
- Gonzalo B. D. 2010. Universidad Nacional Mayor de San Marcos Facultad de Medicina Veterinaria. Uso de los probióticos en la alimentación animal con énfasis en *Saccharomyces cerevisiae*. Sistema de Revisiones en Investigación Veterinaria de San Marcos
- Gibson, G. R., Roberfroid, M. B. 1995. Dietary Modulation of the Human Colonie Microbiota: Introducing the Concept of Prebiotics. *Journal Nutrition.* 125, 1401- 1412.

- Greive, D.G. 1979. Feed intake and growth of cattle fed liquid brewer's yeast. *Can. Journal Animal. Science.* 59:89.
- Grinari J. M., Corl B. A., Lacy S. H., Chouinard P. Y. Nurmela K. W., Bauman D. E. 2000. Conjugated linoleic acid is synthesized endogenously in lactating dairy cows by desaturase. *Journal Nutrition.* 130, 2285-2291.
- Guerrero, I., Ponce, E., Pérez, M. I. 2002. *Curso Práctico de Tecnologías de Carnes y Pescado.* Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa. México pp. 11-21.
- Gutiérrez C. J. M. 2007. Tecnología para la instalación y manejo de cercos eléctricos. Serie: PRODUCCIÓN Tecnologías para Ovinocultores. Fortalecimiento del sistema producto ovinos. Pp.149.
- Hamada, K., Terashima, H., Arisawa, M., and Kitada, K. 1998. Amino acid sequence requirement for efficient incorporation of glycosylphosphatidylinositol-associated proteins into the cell wall of *Saccharomyces cerevisiae*. *Journal Biology. Chemistry.* 273, 26946-26953
- Hartland, R. P., Vermeulen, C. A., Klis, F. M., Sietsma, J. H., Wessels, J. G. 1994. The linkage of (1-3)-beta-glucan to chitin during cell wall assembly in *Saccharomyces cerevisiae*. *Yeast* 10, 1591-1599.
- Harris, B. and Lobo, R. 1988. Feeding yeast culture to lactating dairy cows. *Journal Dairy Science.* 70(suppl. 1):276.
- Harrison, G.A., Hemken, R.W., Dawson, K.A., Harmon, R.J., Newman, K.E., Morehead, M.C. 1987. Yeast culture supplements in diets of lactating cows. *Journal Dairy Science.* 70(suppl. 1):218.
- Harrison , G.A.; Hemken , R.W.; Dawson , K.A.; Harmon , R.J., Barker , K.B. 1988 Influence of addition of yeast culture supplement to diets of lactating cows on ruminal fermentation and microbial populations. *Journal Dairy Science.* 71:2967-2975.
- Hernández, D. R. 1999. Efecto de un cultivo de *Saccharomyces cerevisiae* en consumo, digestibilidad y variables ruminales en borregos alimentados con

- pasto ovillo (*Dactylis glomerata*) cosechado a dos intervalos de rebrote. Tesis de maestria en ciencias. Colegio de Posgraduados, Montecillo Méx. 74 p.
- Hien, N.H. and Fleet, G.H. 1983a Variation of (1-3) beta glucanases in *Saccharomyces cerevisiae* during vegetative growth, conjugation and sporulation. *Journal of Bacteriology*. 156(3):1214-1220.
- Hien, N.H. and Fleet, G.H. 1983b. Separation and characterization of six (1-3)  $\beta$  glucanases from *Saccharomyces cerevisiae*. *Journal of Bacteriology*. 156,3:1204-1213.
- Hill Secco, M. 1985. "Aproximación a un modelo de pastoreo intensivo", Ed. Hemisferio Sur, Montevideo, pp 67.
- Honikel, K.O. 1998. Reference Methods for the assessment of physical characteristics of meat. *Meat Science*. 49:447-457.
- Hoyos, G., García, L., Medina F. 1987. Effects of feeding viable microbial feed additives on performance of lactating cows in a large dairy herd. *Journal Dairy Science*. 70(suppl. 1):217.
- Hoover W. H., Millar T. K. 1991. Rumen digestive physiology and microbial ecology. *Vetrinary. Clinics. NA: Food Anim Pract*. 2:311- 323.
- Hunt, M. C., Acton, J. C., Benedict, R. C., Calkins; C. R., Cornforth, D. P., Jeremiah, L. E., Olson D. G., Salm C. P., Savell, J. W., Shivas S. D. 1991. Guidelines for Meat Colour Evaluation. *AMSA Publications*. 44: 3-17.
- Jenkin J. T., Wallace R. J., Moate P. J. Mosley E. E. 2008 Recent advances in bio hydrogenation of unsaturated fatty acids within the rumen microbial ecosystem. *Journal Animal Science* 86, 397-412.
- Kadlec, P. 2001. Carbohydrate chemistry. In: *Carbohydrates in Grain and Legume Seeds*. CAB International. UK. Pp. 25-44.
- Kapteyn, J. C., Montijn, R. C., Vink, E., Dela, C. J., Llobell, A., Douwes, J. E., Shimoj, H., Lipke, P. N., and Klis, F. M. 1996. Retention of *Saccharomyces cerevisiae* cell wall proteins through a phosphodiester-linked  $\beta$ -1,3-/ $\beta$ -1,6-glucan heteropolymer. *Glycobiology* 6, 337-345.

- Klis, F. M., Mol, P., Hellingwerf, K. y Brul, S. 2002. Dynamics of cell wall structure in *Saccharomyces cerevisiae*. FEMS. Microbiology Reviews. 26, 239-256.
- Kollar, R., Petrakova, E., Ashwell, G., Robbins, P.W., and Cabib, E. 1995. Architecture of the yeast cell wall. The linkage between chitin and beta (1-->3)-glucan. Journal Biological Chemistry. 270, 1170-1178.
- Kollar, R., Reinhold, B. B., Petrakova, E., Yeh, H. J., Ashwell, G., Drgonova, J., Kapteyn, J. C., Klis, F. M. and Cabib, E. 1997. Architecture of the yeast cell wall. Beta (1-->6)-glucan interconnects mannoprotein,  $\beta$  (1-->) 3-glucan, and chitin. Journal of Biological Chemistry. 272, 17762-17775.
- Lara P. J. 2010. Engorda de corderos con dietas a base de granos, altas en energía. Serie: ALIMENTACIÓN. Tecnologías para Ovinocultores. Fortalecimiento del sistema producto ovinos.
- Latge, J. P., Mouyna, I., Tekaia, F., Beauvais, A., Debeaupuis, J. P., y Nierman, W. 2005. Specific molecular features in the organization and biosynthesis of the cell wall of *Aspergillus fumigatus*. Medical Mycology. 43 Suppl 1, S15-S22.
- Latrille L. 2010. Rumen: Morfofisiología, trastornos y modulación de la actividad fermentativa. Instituto de ciencias clínicas veterinarias. Facultad de ciencias veterinarias. 3° Edición. Universidad Austral de Chile.
- Levin, D. E. 2005. Cell wall integrity signaling in *Saccharomyces cerevisiae*. Microbiology and Molecular Biology Reviews. 69, 262-291.
- Lipke, P. N. y Kurjan, J. 1992. Sexual agglutination in budding yeasts: structure, function, and regulation of adhesion glycoproteins. Microbiology Reviews. 56, 180-194.
- Lu, C. F., Kurjan, J., y Lipke, P.N. 1994. A pathway for cell wall anchorage of *Saccharomyces cerevisiae* alpha-agglutinin. Molecular Cellular Biology. 14, 4825-4833.
- Macedo B. R. 2009. Técnica Pecuaria México;47 (1):41-53
- Mackie R., Mc Sweeney C. and Aminov R. 2001. Rumen, Encyclopedia of life sciences, Ed. Wiley-Blackwell.

- Manners, D. J., Masson, A. J., y Patterson, J. C. 1973a. The structure of a  $\beta$ -(1 leads to 3)-D- glucan from yeast cell walls. *Biochemistry Journal*. 135, 19-30.
- Manners, D. J., Masson, A. J., Patterson, J. C., Bjorndal, H. y Lindberg, B. 1973 b. The structure of a  $\beta$ -(1--6)-D-glucan from yeast cell walls. *Biochemistry Journal*. 135, 31-36.
- Martínez A., Bores Q. R., Velazquez M. A., Catellanos R. A. 1990. Influencia de la castración y del nivel energético de la dieta sobre el crecimiento y composición corporal del borrego Pelibuey. *Tecnica Pecuaria. Méx.* 28(3):125
- Mauricio, R.M., Mould, F.L., Dhanoa, M.S., Owen, E., Channa, K.S., Theodorou, M.K., 1999. Semi automated in vitro gas production technique for ruminant feedstuff evaluation. *Animal Feed Science Technology*. 79, 321-330.
- Medina A. G., González S. A., Peres T. S., 2004. Característica permisibles para clasificación de la canal ovina. *Memorias III congreso nacional de ovinos tropicales. México D. F.* pp. 134-141.
- Mendoza, M.G.D., Ricalde -Velascor. 1993. Alimentación de ganado bovino con dietas altas en grano. *Universidad Autónoma Metropolitana. Cap. 9. Uso de aditivos alimenticios. P 97.*
- Mondragón, A. J., 2009. El Caso Capulhuac: Canales y Márgenes de Comercialización de la Carne Ovina. *Departamento de nutrición animal. FMVZ -UAEM.*
- Molano, J., Bowers, B., and Cabib, E. 1980. Distribution of chitin in the yeast cell wall. An ultrastructural and chemical study. *Journal Cellular Biology*. 85, 199-212.
- Montijn, R. C., Vink, E., Muller, W. H., Verkleij, A. J., Van Den, E. H., Henrissat, B., and Klis, F. M. 1999. Localization of synthesis of beta1, 6-glucan in *Saccharomyces cerevisiae*. *Journal Bacteriology*. 181, 7414- 7420.
- Moukadiri, I., Jaafar, L., and Zueco, J. 1999. Identification of two mannoproteins released from cell walls of a *Saccharomyces cerevisiae* mnn1 mnn9 double mutant by reducing agents. *Journal Bacteriology*. 181, 4741-4745.



- Mrsa, V., Seidl, T., Gentsch, M. y Tanner, W. 1997. Specific labelling of cell wall proteins by biotinylation. Identification of four covalently linked O-mannosylated proteins of *Saccharomyces cerevisiae*. *Yeast* 13, 1145-1154
- Mutsvangwa, T., Edwawards, I.E., Topppps, J.H., Paterson, G.F.M. 1992 The effect of dietary inclusion of yeast culture (Yea-Sacc) on patterns of rumen fermentation, food intake and growth of intensively fed bulls. *Animal Production*. 55:35-40.
- Nieto R, Sánchez M, Mejía O, Olivares L, Peralta J, Cordero J, Molina P, Cárdenas M. 2010. Grasa de sobrepeso con diferente espesor de grasa dorsal, respuesta hormonal y principales variables reproductivas. *Revista Científica FCV XX (6):665-673*.
- Norma Oficial Mexicana NOM-030-ZOO-1995. Especificaciones y procedimientos para la verificación de carne, canales, vísceras y despojos de importancia en puntos de verificación Zoosanitaria.
- Norma Oficial Mexicana NOM-033-ZOO-1995. Sacrificio humanitario de los animales domésticos y silvestres.
- NRC. 2007. Nutrient Requirements of small ruminants: sheep. Goats, cervids and new world camelids. National Academy Press. Washington, DC. 381 p.
- Nuncio, O. G.; Nahed, J.; Díaz, B.; Escobedo, F.; Salvatierra, B. 2001. Caracterización de los sistemas de producción ovina en el estado de Tabasco. *Agrociencia*. 35: 469 – 477.
- 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.
- Orlean, P. 1997. Biogenesis of yeast cell wall and surface components, p. 229-362. J. R. Pringle, J. R. Broach and E. W. Jones (ed.). *The molecular and cellular biology of the yeast Saccharomyces*. Cell cycle and cell biology. Cold Spring Harbor Laboratory Press, Cold Spring Harbor.

- Osumi, M. 1998. The ultrastructure of yeast: cell wall structure and formation. *Micron*. 29, 207- 233.
- Partida P. J. A. 1989. Efecto del nivel energético de la dieta sobre el crecimiento y la composición de la canal de borregos Pelibuey sacrificados a diferentes pesos (tesis maestría). Cuautitlán, Estado de México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Partida P. J. A., Braña V. D. 2011. Metodología para la evaluación de la canal ovina. Folleto Técnico No. 9. Centro nacional de investigación disciplinaria en fisiología animal. Ajuchitlan, Queretaro. Mexico.
- Partida P. J. A., Braña V. D., Jiménez S. H., Ríos R. F. G., Buendía R. G., 2013. Producción de Carne Ovina. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología y Mejoramiento Animal. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Ajuchitlán, Colón, Qro. Libro Técnico No. 5
- Pérez, P., Maino, M., Morales, M. S., Kobrich, C., Bardon, C., Pokniak J. 2007. Gender and slaughter weight effects on carcass quality traits of suckling lambs from four different genotypes. *Small Rumin. Res* 70: 124-130.
- Peñuñuri M. J. F., Velázquez C. J., Corella R. R., Torrescano, U. G. R., Ortega G. C. 2007. Comportamiento productivo, características de la canal en corderos criollos alimentados en corral en Hermosillo, Sonora México (resumen. Reunión nacional de investigación pecuaria. 237 p.
- Pierre, G. J. 2010, Análisis del mercado mundial de la carne de ovino. N° 184. Marzo 2010. EUROCARNE. Kenilworth, Warwickshire, CV8 2TL, Reino Unido.
- Plata, P.F. y Mendoza, M.G. 1993. Efectos principales de los probióticos en los rumiantes. Memorias del curso internacional de nutrición de rumiantes. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México.
- Price 1994. Ciencia de la carne y los productos cárnicos. Editorial Mundi – Prensa.

- Pulido F. R., 2010. Rumen: Morfofisiología, trastornos y modulación de la actividad fermentativa. Instituto de producción animal. Facultad de Ciencias agrarias. Universidad Austral de Chile. Casilla 567. Valdivia. Chile.
- Popolo, L., Vai, M., Gatti, E., Porello, S., Bonfante, P., Balestrini, R., and Alberghina, L. 1993. Physiological analysis of mutants indicates involvement of the *Saccharomyces cerevisiae* GPlanchored protein gp115 in morphogenesis and cell separation. *Journal Bacteriology*. 175, 1879-1885.
- Protchenko, O., Ferea, T., Rashford, J., Tiedeman, J., Brown, P.O., Botstein, D., and Philpott, C. C. 2001. Three cell wall mannoproteins facilitate the uptake of iron in *Saccharomyces cerevisiae*. *Journal Biology. Chemistry*. 276, 49244-49250.
- Puig, S. y Perez-Ortin, J. E. 2000. Stress response and expression patterns in wine fermentations of yeast genes induced at the diauxic shift. *Yeast* 16, 139-148.
- Ranken, M. D. 2003. Manual de la industria de la carne. Ediciones Mundi – Prensa. Madrid, España. Pp. 16-54.
- Reséndiz H. M., 2002. Evaluación de dos compuestos comerciales con Cromo + Selenio quelatados y *Saccharomyces Cerevisiae* en dietas para ovinos en engorda. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, Edo. De México.
- Ripoll, G., Joy, M., Muñoz, F., 2011. Use of dietary vitamin E and selenium (Se) to increase the Shelf lie of modified atmosphere packaged light lamb meat. *Meat Science*. 87, 88-93.
- Rodriguez P.J.M., Cid, V.J., Arroyo, J., and Nombela, C. 2000. A novel family of cell wallrelated proteins regulated differently during the yeast life cycle. *Molecular Cellular Biology*. 20, 3245-3255.
- Romero L. 2008. XXI Curso Internacional de Lechería para Profesionales de América Latina. INTA. Argentina

- Rose, A.H. 1987a. Yeast culture a microorganism for all species a theoretical look at its mode of action. Proceedings. Alltech's third annual symposium. Biotechnology in the Feed Industry. Nicholasville, kentuki. U.S.A.
- Rose, A.H. 1987b. Responses to the chemical environment. In: A.H. Rose and J.S. Harrison Ed. The Yeast. Vol. 2. Academic Press. London and New York. pp 5-40.
- Rossi C. A. 2013. Características morfológicas y funcionales de especies subtropicales. Universidad Nacional de Zamora.
- Rovira, J. 1996. "Manejo nutritivo de los rodeos de cría en pastoreo", Ed. Hemisferio Sur, Montevideo, pp 287.
- Ruiz de Huidobro, F., Miguel, E., Cañeque, V., Velasco, S. 2005. Conformación, engrasamiento y sistemas de clasificación de la canal ovina In: Cañeque, V., Sañudo, C. Estandarización de metodologías para evaluar la calidad del producto (animal vivo, canal y grasa) en rumiantes. INIA. Madrid España. Pp.145-169.
- Rusell J. B. 2002. Rumen microbiology and its role in ruminant nutrition. Cornell University, USA. Pp. 121.
- Russo, C., Preziuso, G., Casarosa, L., Cmpodoni, G.m, Cianci, D. 1999. Effect of diet energy source on the chemical physucal characteritics of meat and depot fat lambs carcasses Small Ruminant res. 33: 77-85.
- Sánchez R. C., Cortés D. E., Martínez H. P. A., Lazo S. R. 2009. Finalización de corderos con diferente estrategia de ofrecimiento de una misma dieta. Vº Congreso de Especialistas en Pequeños Rumiantes y Camélidos Sudamericanos, Mendoza, Argentina. Universidad A. Chapingo, México- Texcoco, México.
- Sañudo, C., Macie, E. S., Olleta, J. L., Villarroel, M., Panea, B. and Albertí, P. 2004. The effects of slaughter weight, breed type and ageing time on beef meat quality using two fifferent texture devices. Meat Science 66: 925.932.

- 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 Institute, 2002. SAS User's Guide: Statistics. Ver 9.0. SAS Institute, Cary, N.C., USA.
- Sauvant C. R., Amaral B., Vries A., Thacher W. H. 2007. Using fat supplementation to improve the chances of pregnancy of lactating dairy cows. Western Dairy Management Conference, USA. Pp. 14.
- Salem A.Z.M., Hassan A.A., Khalil M.S., Gado H.M., Alsersy H., Simbaya J. 2012. Effects of sun-drying and exogenous enzymes on nutrients intake, digestibility and nitrogen utilization in sheep fed *Atriplex halimus* foliages. *Animal Feed Science and Technology* 171:128– 135.
- Semptey, F. and Devisscher, A. 1991. A french approach to optimizing rumen utilization of forage. T. P. Lyons Eds. *Biotechnology in the Feed Industry*. Alltech's Technical Publications. Nicholasville. KY.USA.
- SIAP. 2013. Servicio de Información agroalimentaria y Pesquera. SAGARPA. [http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=3&Itemid=29](http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=3&Itemid=29). Consultado 9 de enero de 2013.
- Smith R. 1979. Synthesis of microbial nitrogen compounds in the rumen and their subsequent digestion. *Journal Animal Science*. 49. 1604 – 1614.
- Smits, G.J., Kapteyn, J.C., Van Den, E.H., and Klis, F. M. 1999. Cell wall dynamics in yeast. *Current Opinion in Microbiology*. 2, 348-352
- Teh, T.H., Sahahlu, T., Escobabar, E.N., Cushawhawhaw, J.L.1987. Effect of live yeast and sodium bicarbonate on lactating goats. *Journal Dairy Science*. 70. Suppl. 1: 200. (Abstr.)
- Theodorou, M.K., Williams, B.A., Dhanoa, M.S., McAllan, A.B., France, J., 1994. A simple gas production method using a pressure transducer to determine the

- fermentation kinetics of ruminant feeds. *Animal Feed Science Technology*. 48, 185-197.
- Van Der Vaart, J. M., Caro, L.H., Chapman, J.W., Klis, F.M., and Verrips, C.T. 1995. Identification of three mannoproteins in the cell wall of *Saccharomyces cerevisiae*. *Journal Bacteriology*. 177, 3104-3110.
- Vargas, P. L.; 2010. Dr. Med. Vet. Anatomía veterinaria. Instituto de farmacología. Facultad de ciencias veterinarias. Universidad Austral de Chile. Casilla 567. Valdivia, Chile. E-mail: [lvargas@uach.cl](mailto:lvargas@uach.cl)
- Verstrepen, K. J., Derdelinckx, G., Verachtert, H., and Delvaux, F. R. 2003. Yeast flocculation: what brewers should know. *Appl. Microbiology. Biotechnology*. 61, 197-205.
- Warris P. D. 2003. *Ciencia de la carne*. Zaragoza, España: Ed. Acribia.
- Wiedmeier R.D., Arambel, M.J., Welters, J.L. 1987. Effect of yeast culture and *Aspergillus oryzae* fermentation extract on ruminal characteristics and nutrient digestibility. *Journal Dairy Science*. 70: 2063 –2068.
- Williams, P. E. V. 1988. Understanding the biochemical mode of action of yeast culture. T.P. Lyons Eds. Alltech's fourth annual symposium of Biotechnology in the feed Industry. Nicholasville. K.Y. pp. 79-99. 1989 The mode of action of yeast culture ruminants diets: review of the effect on rumen fermentation patterns. T.P. Lyons Eds. Alltech's 5th Annual symposium on Biotechnology in the Feed Industry. Nicholasville. K.Y.
- Williams, P. E. V. 1989. The mode of action of yeast culture ruminants diets: review of the effect on rumen fermentation patterns. In: T.P. Lyons Eds. Alltech's 5th Annual symposium on Biotechnology in the Feed Industry. Nicholasville. K.Y.
- Williams, P. E. V., Walter, A. and Macrae, J. C. 1990. Rumen probiosis: the effects of addition of yeast culture (viable yeast *Saccharomyces cerevisiae* plus growth medium) on duodenal protein flow in wether sheep. *Proceeding of the Nutrition Society Social*. 49:128 (Abstr.).

- Wojciechowicz, D., Lu, C. F., Kurjan, J., and Lipke, P. N. 1993. Cell surface anchorage and ligand- binding domains of the *Saccharomyces cerevisiae* cell adhesion protein alpha-agglutinin, a member of the immunoglobulin superfamily. *Molecular and Cellular Biology*. 13, 2554-2563.
- Yin, Q.Y., De Groot, P. W., Dekker, H. L., de Jong, L., Klis, F. M., y de Koster, C.G. 2005. Comprehensive proteomic analysis of *Saccharomyces cerevisiae* cell walls: identification of proteins covalently attached via glycosylphosphatidylinositol remnants or mild alkali-sensitive linkages. *Journal Biology Chemistry*. 280, 20894-20901.
- Yun, D. J., Zhao, Y., Pardo, J. M., Narasimhan, M. L., Damsz, B., Lee, H., Abad, L. R., D'Urzo, M. P., Hasegawa, P. M., and Bressan, R. A. 1997. Stress proteins on the yeast cell surface determine resistance to osmotin, a plant antifungal protein. *Proceedings of the National. Academy of Sciences. U. S. A* 94, 7082-7087.
- Zapata, J. F. F., Seabra, L. M. J., Nogueira, C. M. 2000. Estudio de la calidad de carne de ovino en el Noreste de Brasil: propiedades físicas y sensoriales. *Ciencia y Tecnologías de alimentos*. V.20 N.2, Pp. 274-277.