



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO  
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

“EVALUACIÓN DE LA ADICIÓN DE LEVADURA Y  
XILANASA SOBRE LA RESPUESTA PRODUCTIVA DE  
BECERROS LACTANTES AL DESTETE”

# TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

PRESENTA

**OLGA LIDIA GÓMEZ GÓMEZ**

**ASESOR:**

PH. D. ABDELFAH ZEIDAN MOHAMED SALEM  
DRA. MONA MOHAMED MOHAMED YASSEEN ELGHANDOUR

Revisores:

Dr. en C. CARLOS MANUEL ARRIAGA JORDÁN

Dr. En C. ERNESTO MORALES ALMARÁZ

Toluca, México, Diciembre de 2016.



## **DEDICATORIAS**

A Dios por permitirme concluir mis estudios.

A mis padres por brindarme todo el apoyo en mi vida personal y escolar.

A mis profesores por darme las herramientas para desempeñarme en el ámbito labora sobre todo al MVZ. Bulmaro Valdez Ramírez, M. en C. Víctor Arturo Gómez González y M. en C. Jorge Estrada Botello.

### **AGRADECIMIENTO**

Al Ph.D. Abdelfattah Zeidan Mohamed Salem ya que con su asesoría pude ver culminado el trabajo de tesis.

Al Ingeniero José Ignacio Figueroa Colomo propietario del rancho por brindar su autorización para que se llevara a cabo el periodo experimental del trabajo de forma satisfactoria.

Al señor Francisco, Juan y Antonio que se volvieron mis amigos en el rancho y con los cuales se formó un excelente equipo de trabajo en el área de becerros.

Al Ing. Agustín Hernández Rodríguez por su colaboración en la realización del experimento.

## ÍNDICE

DEDICATORIAS.....	ii
AGRADECIMIENTO .....	iii
RESUMEN.....	vi
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....	3
<b>2.1 FISIOLÓGÍA DIGESTIVA DEL RUMIANTE .....</b>	<b>3</b>
<b>2.2. FACTORES QUE PROMUEVEN EL DESARROLLO RUMINAL.....</b>	<b>4</b>
<b>2.3. ETAPAS DE LACTANTE A RUMIANTE Y CARACTERÍSTICAS GENERALES ....</b>	<b>5</b>
3. ECOSISTEMA RUMINAL .....	8
3.1. FUNDAMENTOS DEL RUMEN .....	8
3.2. PROCESO FERMENTATIVO .....	9
3.2.1. IMPACTO DEL pH EN LA DIGESTIBILIDAD .....	10
3.2.2. MICROBIOTA RUMINAL .....	10
3.3.3. MICROBIOTA DEL LACTANTE .....	11
3.3.3.1. BACTERIAS.....	11
3.3.3.2. PROTOZOOARIOS.....	12
3.3.3.3. HONGOS.....	12
4. PROBIÓTICOS EN LA NUTRICION ANIMAL .....	12
4.1. ADICIÓN DE LEVADURAS Y ENZIMAS COMO PROBIÓTICOS EN RUMIANTES .....	14
4.1.1. LEVADURAS.....	15
4.1.2. ENZIMAS.....	16
4.2. COMPORTAMIENTO DE LA DIGESTIÓN CON LA ADICIÓN DE ENZIMAS .....	17
4.2.1. EFECTOS DE LA XILANASA .....	18
5. JUSTIFICACIÓN .....	19
6. HIPÓTESIS.....	20
7. OBJETIVO GENERAL .....	21
<b>7.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....</b>	<b>21</b>
8. MATERIALES Y MÉTODOS.....	22
<b>8.1. UBICACIÓN DEL ESTUDIO .....</b>	<b>22</b>

<b>8.1.1. ANIMALES</b> .....	22
<b>8.2. TRATAMIENTOS</b> .....	22
<b>8.3. MANEJO DE ALIMENTACIÓN Y ADMINISTRACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS</b>	<b>23</b>
<b>8.4. AGUA</b> .....	23
<b>8.4.1. ALIMENTO SÓLIDO</b> .....	23
<b>8.4.2. CONCENTRADO INICIADOR</b> .....	23
<b>8.5. PARÁMETROS PRODUCTIVOS</b> .....	25
<b>8.5.1. PESO INICIAL Y PESO FINAL (PI Y PF)</b> .....	25
<b>8.5.2. ALTURA INICIAL Y ALTURA FINAL (TI Y TF)</b> .....	25
<b>8.5.3. CIRCUNFERENCIA TORÁCICA</b> .....	25
<b>8.5.4. CONSUMO DE ALIMENTO (CA)</b> .....	25
<b>8.5.5. GANANCIA DIARIA DE PESO (GDP)</b> .....	25
<b>8.5.6. ENFERMOS</b> .....	25
<b>8.7. DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO</b> .....	26
<b>9. RESULTADOS</b> .....	27
<b>9.1. CONSUMO DE AGUA Y LECHE</b> .....	27
<b>9.1.2. CONSUMO DE ALIMENTO</b> .....	28
<b>9.1.3. PARÁMETROS PRODUCTIVOS</b> .....	28
<b>10. DISCUSIÓN</b> .....	30
<b>11. CONCLUSIÓN</b> .....	31
<b>12. REFERENCIAS</b> .....	32

## RESUMEN

Este trabajo fue realizado con la intención de dar a conocer los efectos que se presentan en los parámetros productivos y de salud de becerros del nacimiento al destete con la adición de levadura de *Saccharomyces cerevisiae* y Xilanasa fúngica.

Se utilizaron 40 becerros machos y hembras Holstein, con un peso al nacimiento de  $40.0 \pm 5.0$  kg, sanos y en condiciones óptimas para iniciar el periodo experimental.

Fueron formados cuatro grupos en donde se implementó la levadura de *Saccharomyces cerevisiae*, Xilanasa y la combinación de ambas en comparación con un grupo control; los animales fueron colocados en cada grupo al azar al cuarto día de nacidos puesto que los primeros tres días se brinda únicamente el calostro sin aditivos. Al cuarto día se colocaron en la leche 4 g de levadura, 4 ml de enzima, 4 g de levadura más 4 ml de enzima y únicamente leche al control. Esto por un periodo total de 60 días.

Al destete de los animales se evaluaron peso inicial (kg), talla (cm), leche (l/día), iniciador (g/día), circunferencia torácica (cm), temperatura (°C), agua (ml/día) y ganancia diaria de peso (g/día).

El consumo de alimento ( $\pm 47.86$ ,  $P=0.518$ ) y agua ( $\pm 113.15$ ,  $P=0.421$ ) no fue significativo entre tratamientos, pero en la ganancia de peso la enzima tuvo un resultado significativo ( $\pm 19.23$ ,  $P=0.007$ ). Con lo cual se concluye que al implementar enzima a la dieta de los becerros del 4 día de nacidos al destete a 60 días logramos una ganancia de peso superior.

## **1. INTRODUCCIÓN**

El estudio del ecosistema ruminal implica analizar el funcionamiento de una compleja variedad de bacterias anaerobias obligadas, hongos y protozoarios que se rigen a ser seleccionados por la exigencia del rumen (Forsberg y Cheng, 1992). Debido a la alimentación de los rumiantes el trabajo de las enzimas ruminales debe dirigirse estrictamente a la digestión de alimentos que contengan fibra que una vez fermentados se transformen en productos como ácidos grasos volátiles que posteriormente serán absorbidos e implementados como fuente de energía (Chesson y Forsberg, 1997).

La lignina es particularmente una barrera que dificulta que exista una adecuada hidrólisis de la celulosa y la hemicelulosa (Cheng et al., 1999). Por lo que el ingreso de las enzimas degradantes a la planta se ve limitado.

Aun bajo esta limitación, la alimentación de los becerros en explotaciones particularmente en pequeña escala continua basándose en pasturas las cuales son de baja calidad nutricional, además de que la dificultad que tiene para ser digeridas es mayor.

Por lo tanto, si la dieta se basa en pasturas la degradabilidad de los polisacáridos traspolado al beneficio nutricional debe ser redituable (Hamer, 2003; Angenent et al., 2004; Das y Singh, 2004; Haight, 2005).

Tras años de investigación se ha logrado adaptar a las dietas basadas en concentrados comerciales, forrajes verdes o achicalados, tanto en terneros como en hembras de producción de leche enzimas exógenas que efficienten la degradación y por ende aumenten los valores nutritivos de los forrajes y por consecuencia ganancia de peso (El-Adawy et al., 2008; Rodrigues et al., 2008),

incremento en la producción de leche (Lewis et al., 1995; Tricarico et al., 2005; Stella et al., 2007).

Debido a la condición que guardan los establos con los reemplazos cuyo objetivo es obtener crías que ganen alturas y pesos lo más rápido posible al destete, con la finalidad de iniciar la pubertad y lograr gestarse a una edad óptima de aproximadamente 18 meses; reduciendo costos de alimentación (Garnsworthy, 2005), con la implementación en becerros del nacimiento al destete utilizando los tratamientos de levadura BIOCELL a base de *Saccharomyces cerevisiae*, Xilanasa Dyadic Xilanase PLUS y ambas se pretende mejore la ganancia de peso ,así como la condición corporal de los animales, esto, en comparación con el grupo de animales control sin aditivos.

## **2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 FISIOLÓGÍA DIGESTIVA DEL RUMIANTE**

Debemos partir que en la primera etapa de vida de los rumiantes, la composición de su dieta es principalmente de líquidos altamente digestibles, donde al convertirse en un rumiante funcional utiliza el rumen, retículo y omaso para digerir los nuevos elementos que este comenzará a consumir como forrajes y concentrados (Sidney y Huber, 1988).

Es así como la particularidad de estos animales se basa en que son capaces de alimentarse de pradera, ensilado y forraje debido a que pueden digerir los componentes de estos, como, celulosa y hemicelulosa, condición que los demás animales con un estómago simple no pueden realizar (Relling y Mattioli, 2003).

Según (Weimer, 1998), se debe apresurar el trabajo de la microbiota ruminal para la digestión de la fibra.

Cualquier alimento y agua que el animal consume es fermentado dando lugar a las células microbianas, ácidos grasos volátiles y gases como dióxido de carbono y metano (McDonald et al., 1995).

El destete de un rumiante enfocándonos a un bovino va a depender entre diversos factores, de la rapidez con la que se desarrolle el rumen, el retículo y la capacidad con la que se fermenten los alimentos (Quigley et al; 1985). Ya que si algunos compuestos como hemicelulosa y lignina no son digeridos de forma adecuada van formando viscosidad en el intestino ocasionando trastornos digestivos (Bedford et al; 1991). En la etapa temprana de vida de un becerro los alimentos más utilizados son los comerciales, mismos que incrementan el consumo de materia seca además de aumentar la cantidad de ácidos grasos volátiles con el consecuente desarrollo de las papilas ruminales (Coverdale et al., 2004; Suárez et al. 2007).

De este modo es como el animal y el rumen trabajan en conjunto ya que el primero suministra el alimento y el medio adecuado como anaerobiosis y pH para el desarrollo de bacterias que le darán a él la energía para su desarrollo y ciclo productivo (Hamada, 1976).

## **2.2. FACTORES QUE PROMUEVEN EL DESARROLLO RUMINAL**

Se denomina que el animal es lactante ya que depende por completo de la leche que se proporciona de la madre o por la crianza artificial; entre las primeras tres semanas de vida, posteriormente entre las cuatro y ocho semanas se encuentra en un proceso de transición, donde los divertículos estomacales comienzan a tener un nivel gradual de desarrollo, mientras este proceso ocurre se puede decir que el comportamiento del animal es de un monogástrico (Sidney y Huber, 1988) Wardrop, 1961 define como un rumiante funcional al ternero de 8 semana de vida, con la consideración de que el destete se maneje a los 60 días, proporcionando cantidades pertinentes de sólidos.

El desarrollo del rumen generalmente se da entre las primeras 4 a 8 semanas de nacido el bovino mismo que depende de diversos factores como la temprana inclusión de alimento sólido en la dieta como lo es la pradera o iniciador comercial (Quigley, 1997).

Por otra parte Preston y Leng (1987) indican que además de la dieta influye sobre todo la cantidad consumida.

Las diferencias más representativas entre un rumiante y un lactante es esencialmente según lo menciona Martínez (2005), la producción de Ácidos Grasos Volátiles por medio de la glucosa, de estos ácidos los primordiales son el acético, butírico y propiónico, la digestión de los carbohidratos estructurales de las

plantas , celulosa, hemicelulosa, azúcares y almidón esto en el rumen ya totalmente funcional.

La conclusión de Delgado (2006) es que los factores cruciales para el desarrollo del rumen son el nivel de absorción de ácidos producto de la fermentación o factor químico y la inclusión temprana de sólidos a la dieta y por ende la masticación y posteriormente la rumia o factores físicos, además de la motilidad ruminal cuyas contracciones controladas por el nervio vago permiten mezclar el alimento, eliminar gases e impulsar el contenido; esto mediante dos tipos de contracciones, las primeras que tienen su inicio en el retículo y se dirigen de forma caudal mezclando e impulsando el contenido, mientras que las siguientes contracciones suceden solo en rumen y están directamente relacionadas con el eructo.

Dentro del factor químico se engloba claramente el aprovechamiento de los AGV (Ácidos Grasos Volátiles) que una vez llevada la absorción por el epitelio estratificado ruminal son llevados por la vena porta al hígado; cada AGV tiene una función específica el propiónico es sustrato glucogénico, el acético genera ATP por medio oxidativo y el butírico es oxidado también pero para producir energía (Nava 2001).

### **2.3. ETAPAS DE LACTANTE A RUMIANTE Y CARACTERÍSTICAS GENERALES**

El lactante se encuentra sometido a una situación crítica puesto que depende enteramente de la calidad del calostro para la aportación de nutrientes y su inmunidad además del suministro de leche que por medio de la digestión enzimática sobre todo de quimosina y lactasa que le proporcionen la mayor cantidad de energía posible (Orskov y Ryle, 1998).

Longenbach (1998) define la actividad de los terneros en dos etapas del nacimiento a los 30 días de nacidos donde la pepsina, lipasa pancreática, somatostatina , quimosina y la lactasa se sintetizan en mayor proporción y posteriormente de los 30 a 60 días, tiempo en el que ya aparecen microorganismos ruminales, además de maltasa para digerir los carbohidratos, permaneciendo la pepsina como promotora de la digestión general y la somatostatina en la motilidad gástrica; cabe señalar que la lactasa intestinal desciende de forma sumamente considerable a los 60 días ya que en la dieta la leche ya no es el principal componente y casi siempre ya es nulo a esta edad.

En las primeras semanas de vida, nuestro lactante digiere la leche en el abomaso, donde coagula y a su vez la caseína se degrada, para que el suero pase al duodeno con la lactosa que ya va de forma disuelta para ser absorbida en el intestino Roy (1980). De modo práctico Orskov (1992) comenta que la leche pasa de modo directo al abomaso del animal por la denominada gotera esofágica que es un pliegue que se forma en los compartimientos pregástricos, dicho pliegue está abierto y al completar su cierre da lugar a un conducto por el cual los líquidos que consume el lactante pase directo al abomaso.

Como se menciona con anterioridad entre las 3 y 8 semanas se vive en lapso de transición de lactante a rumiante, donde el rumen debe ya fermentar para dos situaciones específicas, número uno para crecer y obtener parámetros productivos que lo hagan un animal redituable a largo plazo y segundo para tener un medio ruminal adecuado con microorganismos que se mantengan estables Warner (1991).



Figura 1. Rumen a las 4 semanas de edad (Penn State College of Agricultural Sciences., 2016)



Figura 2. Rumen a las 6 semanas con dieta a base de grano y leche (Penn State College of Agricultural Sciences., 2016)



Figura 3. Rumen de solo 6 semanas de edad con solo leche como alimento (Penn State College of Agricultural Sciences., 2016)



Figura 4. Rumen a las 8 semanas de vida con grano, heno y leche en la dieta  
(Penn State College of Agricultural Sciences. 2016)

### **3. ECOSISTEMA RUMINAL**

#### **3.1. FUNDAMENTOS DEL RUMEN**

Se puede definir según Relling y Mattioli (2003), que el rumen y el animal son dos organismos independientes en donde en primer lugar se deben encontrar los ingredientes óptimos para la dieta que alimentará al rumen para que posteriormente se nutra el animal.

El rumiante logra mantener la microbiota ruminal al consumir y realizar la masticación con regularidad, así como añadiendo amortiguadores como la saliva; manteniendo el pH, humedad y temperatura adecuados para el crecimiento de los microorganismos ruminales (Owens y Goetsch, 1988).

Siendo así, la primer característica fundamental es el pH mismo que tiene una varianza entre 5.5 hasta 7 (Araujo y Vergara, 2007), considerando el tipo de dieta proporcionada, de él depende que exista una mayor sobrevivencia de la microbiota y por lo tanto una mejor digestión, energía y ganancia de peso en los animales.

La consecuente característica relevante que posee el rumen que es la cámara de fermentación por excelencia que debe tomarse siempre en cuenta es la temperatura que oscila entre los 38 a 42 °C, puesto que es uno de los pilares que

permiten que se generen las bacterias ruminales, recordemos que la glucólisis es el medio por el cual dicha microbiota obtiene la energía que necesita por su condición anaeróbica (Relling y Mattioli, 2003).

### **3.2. PROCESO FERMENTATIVO**

Los rumiantes tienen la increíble capacidad de darle transformación a la celulosa que se estima es la mayor parte de la pared celular con hasta un 50% de su peso seco (Quiroz y Folch, 2011) y la hemicelulosa que Ladisch et al., (1990), aseguran forman un aproximado del 70 % de la biomasa vegetal.

Por su parte la lignina que ocupa entre un 20 a 30% del peso de la pared celular mantiene la rigidez de las plantas, ésta conjuntamente a la hemicelulosa forman una matriz que contiene encapsuladas a las moléculas de celulosa, con lo cual limita su degradación (Quiroz y Folch, 2011).

El tipo y número de microorganismos presentes en el rumen están directamente asociados con los ingredientes de la dieta (Febel y Fekete, 1996).

La finalidad de que los microorganismos lleven a cabo la fermentación es producir ÁGV (acético, butírico, propiónico y láctico) mismos que serán la fuente nutricional para la actividad metabólica del rumiante, lo que significa que el rendimiento de producción del animal está directamente relacionado a la actividad y calidad de la microbiota ruminal; además la formación de otros compuestos como gases en su mayoría metano y dióxido de carbono (Roderick y White, 1990). La composición de los gases según Calsamiglia y Ferret (2002); es de 65% de CO<sub>2</sub>, 27% de CH<sub>4</sub>, 7% de N<sub>2</sub>, 0.6% de O<sub>2</sub>, 0.2% de H<sub>2</sub> y 0.01% de H<sub>2</sub>S que se expulsan mediante el eructo.

Por otra parte se encuentran todos aquellos factores que permiten una adecuada fermentación en el rumiante, la densidad poblacional de los microorganismos, masticación y la rapidez de la digestión (Cheng et al., 1991).

El proceso fermentativo de la fibra da inicio con la adhesión de las bacterias fibrolíticas a la pared de la planta, también llamado complejo proteico o adhesinas, donde una vez establecido se coloniza por la microbiota y se produce la liberación de los nutrientes del sustrato (Cheng et al., 1991). Seguido por la degradación por acción de las celulasas y hemicelulasas, esto está determinado por lo veloz que sea el tránsito en el rumen (Owens y Goetsch, 1988).

### **3.2.1. IMPACTO DEL pH EN LA DIGESTIBILIDAD**

Los cambios repentinos en el nivel de pH alteran el funcionamiento normal del rumen, haciendo que la digestión de la fibra se desplome volviendo al animal susceptible a pérdida del apetito y a una disminución de la motilidad ruminal que lo predispone a consecuentes trastornos metabólicos; siendo los animales más afectados los que están bajo un régimen alimenticio a base de concentrados en su mayoría. Se menciona que lo ideal es que el rumen se mantenga en un punto de equilibrio entre un 6.2 y un 7 (Krausen et al., 2002).

La clave de una buena producción de ÁGV es el cuidado del pH, ya que mientras mayor sea la cantidad de bacterias fibrolíticas estos estarán siempre disponibles para el desarrollo del rumiante (Calsamiglia, 1997).

### **3.2.2. MICROBIOTA RUMINAL**

El proceso de alimentación no sería posible sin la existencia de esos organismos microscópicos que gracias a labores de investigación ya ha sido posible su cuantificación de las forma que autores como McDonald et al. (1995) nos dice que de bacterias hay entre 5000 a 20000 millones por gramo de contenido ruminal;

encontrándose principalmente en el retículo-rumen y más de 60 especies. Además de clasificarse de acuerdo al sustrato sobre el cual actúan, pudiendo ser celulolíticas, amilolíticas, hemicelulíticas, sacarolíticas, proteolíticas, lipolíticas o metanogénicas, Los protozoarios se encuentran en el retículo rumen, a diferencia de las bacterias, existen en menor cantidad, ya que hay desde 100 mil hasta dos millones. Añadiendo también que la población de hongos puede variar entre un 8 a un 10 % del total de la población del rumen y que además el ciclo de vida de estos organismos es en dos tiempos, primero en una zoospora con la capacidad de moverse, seguido de la fase en que ya es un esporangio con la facilidad de adherirse con sus rizoides a las partículas del alimento de adentro hacia afuera y aunque no digieren la lignina, ayudan a romper el complejo lignocelulósico de la pared celular.

Debido a que siempre hay un crecimiento de microorganismos ruminales se menciona que debe existir alimento disponible en rumen entre 48 a 72 horas (McAllister et al., 1994).

### **3.3.3. MICROBIOTA DEL LACTANTE**

Al nacimiento de los animales se considera un medio gastrointestinal estéril, la colonización de microbiota en el rumen del animal se lleva a cabo principalmente por el contacto con leche y otros rumiantes.

#### **3.3.3.1. BACTERIAS**

Predominan las anaerobias, la poca cantidad de leche que llega al rumen lleva consigo lactobacilos, estreptococos y coliformes y se calcula un número de entre 10000 a 5000 millones por mililitro de líquido, con un tamaño aproximado de 0.5 a 4  $\mu\text{m}$ . Las dos propuestas que Quigley (1997) hace para dar estimulación a las bacterias ruminales es ofrecer iniciador para que estas fermenten los carbohidratos y de este modo se produzcan AGVs y otorgar suficiente agua.

### **3.3.3.2. PROTOZOOARIOS**

Se encuentran en una muy marcada menos proporción que las bacterias, ya que hay aproximadamente 1 millón por mililitro de líquido ruminal, con un tamaño desde 20 a 200  $\mu\text{m}$ ; Roy (1980) manifiesta que la forma en que los protozooarios colonizan el rumen es por el contacto con otros animales, agua, aire, heces; la población de estos organismos puede verse muy afectada cuando el pH desciende a menos de 4.5.

### **3.3.3.3. HONGOS**

Según Van Soest (1982), los principales hongos ruminales son *Neocallimastix*, *Caecomyces*, *Pyromyces* y *Orpinomyces*.

Se calcula que su ocupación es del 8 % de la biomasa del rumen y la función de estos es la fermentación de polisacáridos como la celulosa.

## **4. PROBIÓTICOS EN LA NUTRICION ANIMAL**

Desde hace más de 100 años ya se empleaba el concepto de probiótico, aunque la atribución del término se da a Fuller (1989).

Los probióticos se encuentran dentro de la variedad de aditivos, cuya definición se puede expresar como cualquier preparación que tenga microorganismos viables y en cantidades considerables para que posean la capacidad de alterar a los del organismo en donde se pretenden adicionar para que de esta forma se dé un beneficio a la salud (Schrezenmeir y Vrese, 2001).

Los aditivos se han utilizado para innovar en las dietas animales así como para la prevención de enfermedades (Fleet, 2006).

Kühle et al. (2005) por su parte definen a los probióticos como organismos vivos que van a tener un efecto positivo en el tracto gastrointestinal del organismo que los recibe sin perjudicar su funcionamiento normal.

Mientras que Havenaar y Huisin't Veld, (1992) otorgan su definición de probiótico como un cultivo que puede ser mezclado o simple de microorganismos vivos; que adicionados tanto a seres humanos como animales dan un efecto benéfico a la flora digestiva haciendo más eficiente la flora existente en el hospedero.

Conforme se han ido complementando las definiciones se han ido también incrementando las características que se designan a un aditivo biológico como lo son, la capacidad de colonizar el tracto gastrointestinal, la estabilidad que deben tener en condiciones ambientales normales no menor a un mes y sobre todo ejercer efecto sanitario mejorando el estado de salud de los animales y el zootécnico elevando los parámetros de producción (Tuomola et al., 2001).

Los probióticos son parte de los aditivos utilizados en la producción animal como una alternativa a la utilización de otros que ocasionan peligro para los consumidores de los productos y subproductos.

Parker (1974) fue el primero que utilizó la palabra probiótico dentro del contexto para explicar que eran microorganismos capaces de hacer crecer otros, pero Fuller (1989) hace una modificación en el término señalando que es un suplemento alimentante, que mejora el equilibrio intestinal, además de proponer que el modo de acción puede ser al competir por receptores en el tracto gastrointestinal y de los nutrientes, promotor de sustancias antibacteriana y estimulador de la inmunidad.

Generalmente un probiótico contiene levadura y bacterias ácido – lácticas (Beauchemin et al., 2000).

Para la adecuada respuesta de los probióticos se deben tomar en cuenta diversos factores, en primer lugar la calidad del producto y el manejo de los animales (Fuller (1989) y Denev (1996).

Gill et al. (1987) afirman que los animales a los cuales se les adicionan probióticos son 10 % menos propensos a desarrollar enfermedades que a los que no se les administran.

Posteriormente se estableció el término de prebiótico que se define como un ingrediente que no es digestible pero que estimula de manera selectiva el crecimiento y la función de las bacterias nativas del intestino (Gibson y Roberfroid (1995); (Snel et al., 2002) Concluyen en que el probiótico principal son los oligosacáridos como la manosa, polisacáridos como la galactana y los almidones.

#### **4.1. ADICIÓN DE LEVADURAS Y ENZIMAS COMO PROBIÓTICOS EN RUMIANTES**

Tiempo atrás se inició con lo que actualmente se ha convertido en una interesante manera de trabajar con la constitución alimentaria de los rumiantes, misma que ya no solo es con la formulación de dietas a base de forrajes y sus derivados, si no con la introducción de aditivos como los son las enzimas o las levaduras que en los últimos años han pasado por procesos de evaluación para determinar si son económicamente rentables para aplicarlas y con ello incrementar considerablemente la productividad de los animales mediante una mejora en la actividad digestiva (Yang et al., 2001).

Como lo afirmó en su momento Marrero et al. (2010), las levaduras, y las enzimas fibrolíticas han ido ganando terreno por los resultados satisfactorios que han mostrado ya que en el experimento que realizaron donde confirmaron que al incorporar una cepa de *S. cerevisiae* aumentaron las poblaciones de bacterias ruminales factibles para la producción de ácidos grasos volátiles.

La dicha implementación de aditivos ha sido motivo de múltiples experimentos que modifican el pH y la temperatura obteniendo resultados variados. González y García (2004), emplearon *Trichoderma* y *Aspergillus sp*, comprobando que se expresa la máxima expresión fibrolítica a un pH de 5 con temperatura de 45 °C.

#### **4.1.1. LEVADURAS**

Este tipo de probióticos se clasifican como organismos eucariotes y a diferencia de las bacterias, son resistentes a antibióticos, además de que poseen un mayor tamaño alrededor de 5 a 10 µm (Auclair, 2001).

Las características más sobresalientes de las levaduras es que no son tóxicas ni patógenas, se utilizan en pequeñas cantidades, su proliferación puede ser in vivo o in vitro y favorecen el desarrollo de bacterias celulolíticas Jones y Thomas (1987).

La utilización de estas está encaminado por la amplia capacidad que tienen de colonizar el tracto gastrointestinal, mediante mecanismos de entre los que destacan el farmacocinético permitido ser resistentes a la acidez gástrica y proteólisis, y el farmacodinámico con el antagonismo directo que sugiere que previene que el intestino se inflame con la presencia de agentes patógenos (Mansour, 2003).

Se puede considerar que las levaduras más utilizadas son las de *Saccharomyces*, cuyo nombre proviene de Saccharo (azúcar), myces (hongo) y cerevisiae (cerveza) (Hernández 1999), del cual se observan las repuestas más favorables en ganado lechero aumentando la capacidad de degradación de la fibra y la producción (Newbold, 2003).

Sus efectos benéficos radican en la regulación del pH, aportan vitaminas a las bacterias ruminales haciéndolas más viables Newbold, (2003) interfiere en la unión de los microorganismos patógenos con las células del intestino, previniendo la inflamación de este Mansour et al. (2003) y también mediante la acción de las proteasas puede favorecer la degradación de dichos patógenos (Qamar et al. 2001).

Cuando la dieta está constituida por una proporción elevada de concentrado es cuando más se recomienda el uso de levaduras, por ejemplo al comienzo de la lactación (Van Vuuren. 2003).

#### **4.1.2. ENZIMAS**

En los años 60 se comenzó con las labores de investigación acerca de estos aditivos, (Burroughs et al., 1960).

Dichas proteínas biocatalizadoras se enfocan en la degradación de los componentes de la pared celular (celulasas, xilanasas, glucanasas, pectinasas), o del interior (amilasas, proteasas).

La actividad sinérgica o individual de enzimas como *Trichoderma spp.* Y *Phanerochaete spp.*, se ha revisado por (Béguin y Aubert, (1994). Mientras que Forsberg et al. (1993) comentan que las enzimas forman un complejo llamado

celulosoma, el cual se ha estudiado de una manera más profunda en la bacteria *Clostridium thermocellum*.

Se han realizado experimentaciones en cuanto a cuál es la mejor forma de aplicación ya sea en forraje en fresco o seco; así de acuerdo al estudio de Feng et al. (1992), las enzimas aumentaron considerablemente la acción digestiva de la materia seca y la fibra.

#### **4.2. COMPORTAMIENTO DE LA DIGESTIÓN CON LA ADICIÓN DE ENZIMAS**

Las células producen las enzimas que catalizan los sustratos (alimentos), para que sean transformados en aminoácidos, azúcares y ácidos grasos que son posteriormente utilizados por los microorganismos ruminales (González, 2004).

Las enzimas cambian la estructura de los alimentos, haciéndolos más susceptibles a la degradación de la pared celular, volviéndola más permeable para el ingreso de los microorganismos celulolíticos (Morgavit et al. 2000).

El principal contratiempo para que las enzimas realicen su función es la distribución de la lignina o que no exista sinergia entre los compuestos de las distintas enzimas (Brown et al. 2010).

Krueger y Adesogan (2008), afirman que para confirmar que los productos enzimáticos están funcionando, es necesario evaluar el aumento de la digestión en materia seca, incremento en la síntesis de proteína microbiana y en el desarrollo de microbiota ruminal.

El uso de enzimas exógenas favorece la capacidad hidrolítica del rumen (Yang, 1999; Morgavit et al., 2000; Wang et al., 2002) y estimula la microbiota de este (Wang et al., 2001; Nsereko et al., 2002). La relación es entonces que a mayor

hidrólisis mayor digestibilidad de carbohidratos no fibrosos, lo cual se vuelve sumamente eficiente en dietas con concentrados abundantes.

#### **4.2.1. EFECTOS DE LA XILANASA**

Esta enzima es producida por el hongo *Trichoderma longibrachiatum* (*T. reesei*, *T. viride*) (Beauchemin et al., 2003).

La Xilanasa trabaja en un pH de entre 6 y 7, y no se ve afectada por la temperatura ya que para su peletización se emplea calor de hasta 85 °C (Beauchemin et al., 2003).

La hidrólisis de la celulosa llevada a cabo por las celulasas es mejorada por la acción de la xilanasa, al degradar el xilano que se encuentra en el sustrato; de esta forma se liberan las fibras y se mejora la acción de las celulasas (Quiroz y Folch, 2011).

Es de las más empleadas en las dietas de rumiantes sobre todo en ganado lechero, ya que por excelencia participan en la degradación de la pared celular de las plantas.

Nsereko et al. (2002) trabajo con *Trichoderma longibrachiatum* y obtuvo una respuesta favorable en cuanto al número de bacterias ruminales en vacas lecheras.

El efecto directo que la enzima ejerce depende de la humedad del alimento, especificidad del sustrato y el tiempo para que exista una adecuada interacción del sustrato con la enzima (Beauchemin et al., 1995).

## **5. JUSTIFICACIÓN**

En la industria lechera es una necesidad constante que los animales tengan una tasa de crecimiento efectiva que les permita llegar a la edad productiva con la mejor condición corporal y con un óptimo estado de salud, es por ello que el pilar para conseguir este resultado es la dieta proporcionada, que además de los ingredientes tradicionales como maíz, pastas de soya, canola, salvado y ensilados, tengan en su composición aditivos que no repercutan en la salud animal ni humana; pero que si tengan la capacidad de efficientizar el trabajo digestivo del rumiante para un mayor aprovechamiento nutricional y por ende elevar la producción haciendo redituables las explotaciones, además si se tienen becerros con buen aprovechamiento nutricional y con menor incidencia de enfermedades, en un periodo crítico como lo es lactancia-destete se garantizaran animales con un desarrollo más rápido.

En el presente trabajo se utilizaron levadura y xilanasa, mismas que ya han sido aplicadas en diversos trabajos de investigación tanto en animales de diferentes especies como cerdos y ovinos tanto jóvenes como adultos para aumentar la producción láctea principalmente; a diferencia de lo que se realiza en esta ocasión con becerros lactantes con la finalidad de conocer el efecto que tiene en cuanto a la respuesta productiva como ganancia de peso, altura, circunferencia torácica, así como consumo de alimento y agua en comparación con los animales a los que no se les adiciona ningún aditivo.

## **6. HIPÓTESIS**

No existen efectos en parámetros productivos de becerros lactantes de raza Holstein de los 4 días de nacidos al destete a 60 días suplementados con Xilanasa, *Sacharomyces cereviciae* o la combinación de ambos.

## **7. OBJETIVO GENERAL**

Realizar una evaluación acerca de si la aplicación de levadura de *Saccharomyces cerevisiae* y xilanasa son benéficos para los becerros recientemente nacidos hasta el destete (del día 4 al 60) esto con la finalidad de obtener una mejor respuesta productiva.

### **7.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Comparar el impacto de la Xilanasa y *Saccharomyces Cerevisiae* sobre los parámetros productivos: altura, circunferencia torácica, ganancia de peso, consumo de iniciador, agua y leche así como la temperatura corporal de becerros adicionados , con el grupo control.

Identificar si los tratamientos disminuyen la aparición de enfermedades en los becerros.

## 8. MATERIALES Y MÉTODOS

### 8.1. UBICACIÓN DEL ESTUDIO

La investigación se realizó en un establo que está ubicado en el las siguientes coordenadas (N: 19°34'25.0", W: 099°46'35.3") y una altura sobre el nivel del mar (msnm) de 2526 m. En el Estado de México.

#### 8.1.1. ANIMALES

Se seleccionaron 40 becerros (as) raza Holstein, con un peso de  $40.0 \pm 5.0$  kg y sin signos clínicos evidentes, se distribuyeron en tratamientos 1 control, 2 levadura, 3 xilanasa y 4 xilanasa más levadura, bajo un diseño completamente aleatorizado con mediciones repetidas.

Se identificaron y colocaron de forma individual en jaulas adecuadas, las cuales eran de forma rectangular (1.20 x 0.8 m). Se contempló el confort del animal proporcionándole suficiente cama de paja limpia, cada jaula contó con comedero y una cubeta con capacidad de 2 litros, en este sitio permanecieron durante toda la etapa de experimentación (60 días) hasta el destete. Para la toma de los datos correspondientes.

### 8.2. TRATAMIENTOS

Se utilizaron, levadura Biocell F-53, a base de *Saccharomyces cerevisiae*  $2.0 \times 10^{10}$  ufc/g y Dyadic® Xilanase PLUS, producida por la fermentación del hongo *Trichoderma reesei*.

Se agruparon los animales hembras y machos en una proporción aproximada de 1:1 en cada grupo conforme a su nacimiento para su asignación a uno de los siguientes tratamientos:

- 1) Control: Alimento Comercial + leche (2L dos veces/día)
- 2) Xilanasa: Alimento Comercial + leche (2L dos veces/día) + 4 ml xilanasa.

- 3) Levadura (Biocell-F53): Alimento Comercial + leche (2L dos veces/día) + 4 g levadura.
- 4) Xilanasa + levadura: Alimento Comercial + leche (2L dos veces/día)+4 ml xilanasa+4g levadura.

### **8.3. MANEJO DE ALIMENTACIÓN Y ADMINISTRACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS**

Se administraron 2 litros de leche por la mañana y 2 por la tarde a cada uno de los becerros, con sus respectivas varianzas según el estado de salud. Los tratamientos se aplicaban en la leche de la mañana, Siendo de la siguiente manera leche más xilanasa (4ml/animal/día), leche más levadura (4 g/animal/día) y la combinación de ambas (4g/4 ml/animal/día) a los animales de los grupos 1, 2 y 3; y solo la leche para el grupo control.

### **8.4. AGUA**

Se suministró a los becerros posteriormente a que se ofreció la leche, esto en cubetas de plástico de 2 litros y 2 o más litros por la tarde, los cuales fueron reportados, para de esta forma al día siguiente determinar el consumo total.

#### **8.4.1. ALIMENTO SÓLIDO**

Se ofreció iniciador comercial Baby Farm Premium de Malta Clayton, mismo que al igual que el agua fue estandarizado de acuerdo al consumo de los animales.

#### **8.4.2. CONCENTRADO INICIADOR**

La alimentación fue a base de Iniciador Baby Farm Premium de la marca Malta Clayton cuya información nutrimental es la siguiente.

Cuadro 1. Composición química del iniciador.

Humedad, máx.	12.0 %	Grasa, mín.	3.0 %
Proteína, mín.	18.0 %	Cenizas, máx.	7.0%
Fibra, máx.	10.0 %	E-L-N, mín.	50-0 %

## **8.5. PARÁMETROS PRODUCTIVOS**

### **8.5.1. PESO INICIAL Y PESO FINAL (PI Y PF)**

Todos los becerros(as) se pesaron al momento de su ingreso a la sala de crianza en una báscula romana; posteriormente a su salida el experimento para así obtener el peso final alcanzado a los 60 días.

### **8.5.2. ALTURA INICIAL Y ALTURA FINAL (TI Y TF)**

Se midió la altura a la cruz al siguiente día del nacimiento con un flexómetro, realizando la misma medición a los 60 días para así obtener la altura final.

### **8.5.3. CIRCUNFERENCIA TORÁCICA**

Se midió empleando una cinta al nacimiento y al destete obteniendo la circunferencia final de los animales.

### **8.5.4. CONSUMO DE ALIMENTO (CA)**

Para los la obtención de los valores del se pesó el alimento ofrecido y se le restó el alimento sobrante diariamente desde el nacimiento. El consumo de alimento se registró durante los 60 días del experimento.

### **8.5.5. GANANCIA DIARIA DE PESO (GDP)**

La GDP es el incremento de peso diario (g/día) de los animales, Se realizó restando al peso final el peso inicial y dividiéndolo entre los días de evaluación (60 días).

### **8.5.6. ENFERMOS**

Se presentaron diarreas y enfermedades respiratorias, en las cuales se aplicó el tratamiento correspondiente que se establece de rutina en el rancho.

## 8.7. DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos obtenidos se analizaron estadísticamente utilizando un diseño completamente al azar con mediciones repetidas, bajo el siguiente modelo estadístico:

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

Dónde:

$Y_{ij}$  = Variable respuesta en la j-ésima repetición del i-ésimo tratamiento

$\mu$  = Media general

$\tau_i$  = Efecto del tratamiento i.

$\varepsilon_{ij}$  = Error aleatorio, donde  $\varepsilon_{ij} \sim N(0, \sigma^2)$

## 9. RESULTADOS

### 9.1. CONSUMO DE AGUA Y LECHE

No se observan diferencias ( $P>0.05$ ) entre tratamientos sobre el consumo de leche (L/día) y de agua (mL/día) (Fig 5). El consumo de alimento de becerros Holstein lactantes no fue afectado ( $P>0.05$ ) por el tipo de aditivo agregado al alimento. Numéricamente, se aprecia un mayor consumo en el grupo control, en contraste con el grupo al que se adicionó la levadura (Fig. 6).

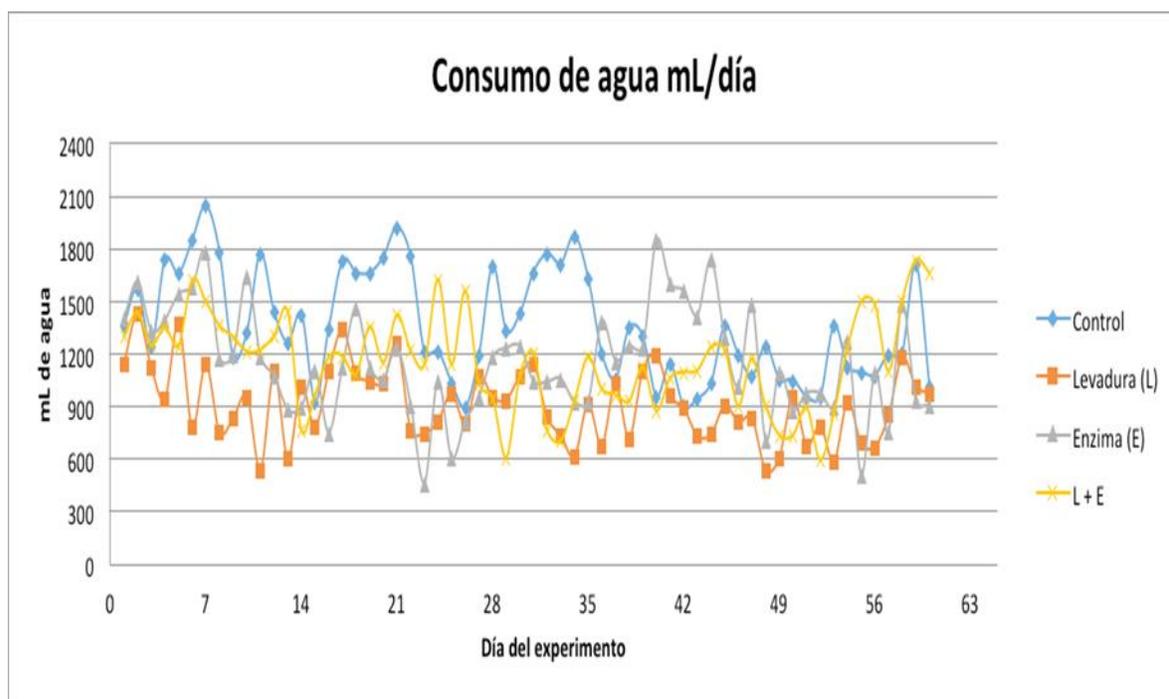


Figura 5. Consumo de agua mL/día de becerros Holstein lactantes tratados en enzima, levadura o la combinación de ambas.

### 9.1.2. CONSUMO DE ALIMENTO

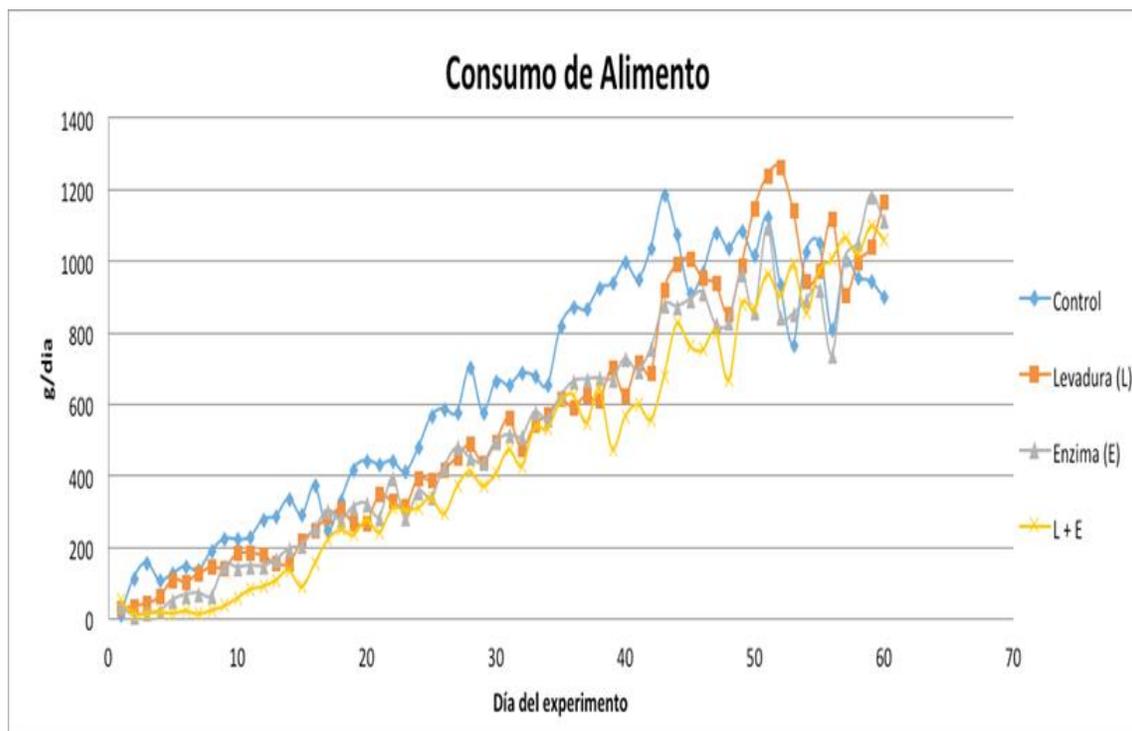


Figura 6. Consumo de alimento g/día de becerros Holstein lactantes tratados en enzima, levadura o la combinación de ambas.

### 9.1.3. PARÁMETROS PRODUCTIVOS

En el Cuadro 2 se observa que el efecto de la adición de levadura, enzima o la combinación de ambas sobre la respuesta productiva de becerros lactantes no tuvo efecto sobre la talla (cm) y la circunferencia torácica (cm). El peso inicial fue mayor ( $P < 0.05$ ) para el tratamiento control (55.343a Kg), en comparación con los grupos a los que se les aplicaron los tratamientos. Se observaron diferencias ( $P < 0.05$ ) en la ganancia diaria de peso (GDP), la inclusión de enzima aumentó la GDP, mientras que la inclusión de levadura mostró menor GDP, al mezclar los aditivos, la respuesta fue similar a la del grupo.

Cuadro 2. Efecto de la adición de levadura y xilanasa sobre los parámetros productivos de becerros lactantes en promedio de los 60 días del experimento.

VARIABLE	TRATAMIENTO				EEM	P VALOR
	CONTROL	ENZIMAS	LEVADURA	LEV + ENZ		
PESO INICIAL (Kg)	55.343 a	49.953 b	49.586 b	50.538 b	0.9977	0.0001
PESO Final (Kg)	67.971 a	65.257 a	60.416 b	63.578 a	1.8540	0.0421
TALLA (cm)	97.197	81.141	84.323	81.827	5.0623	0.0011
LECHE (L/día)	3.6164	3.7516	3.6336	3.7529	0.0967	0.4719
INICIADOR (g/día)	594.00	486.80	470.50	483.38	47.8591	0.5218
AGUA (mL/día)	1253.90	1168.10	971.20	1044.60	113.1502	0.4212
GANANCIA DIARIA DE PESO(g/día)	210.47 ab	255.07 a	180.51 b	217.34 ab	19.2326	0.0074
CIRCUNFERENCIA TORÁCICA (cm)	94.07	94.98	90.28	110.43	8.2315	0.2092
TEMPERATURA (°C)	37.66	38.46	38.02	37.16	7.7885	0.1017

a, b. Medias con diferente literal en la misma hilera, son diferentes (P<0.05)

## **10. DISCUSIÓN**

La adición de levadura en la dieta mostró la menor GDP, sin afectar el consumo de alimento, esto puede deberse a que los cultivos de levadura contienen proporciones variables de células vivas y muertas de *S. cerevisiae*; que, dependiendo del número de células vivas o metabólicamente activas, causan diferentes respuestas en la alimentación de los animales (Salem et al., 2015). Algunas cepas actúan dentro del rumen, mientras otras cepas tienen efecto en el tracto gastrointestinal. El modo de acción puede ser explicado basado en varios mecanismos, incluyendo un efecto amortiguador de pH, y un mejor aprovechamiento del lactato (Martin y Streeter, 1995).

Elghandour et al. (2016) propone que el efecto de la adición de levaduras en dietas para becerros pre-rumiantes tiene resultados prometedores. La levadura tiene un efecto positivo al modificar la función del tracto gastrointestinal acelerando el establecimiento de los microorganismos ruminales e intestinales y evitar el establecimiento de enteropatógenos. Sin embargo, el efecto óptimo de la adición de levaduras depende de varios factores, tales como: dosis, horarios y frecuencia de alimentación, método de aplicación del aditivo, así como la cepa de la levadura y de la interacción de esta con los componentes de la dieta.

En contraste, la adición de enzima mejoró la GDP, con consumos de alimento similares a los de los demás grupos, lo cual puede inferir una mejor conversión alimenticia. La adición de enzimas fibrolíticas ha demostrado que mejora la utilización del alimento y el rendimiento animal (Alsersy et al., 2015), en el caso de este experimento, al tratarse de pre-rumiantes, el efecto de la enzima fue claro, ya que al no contar con las poblaciones bacterianas capaces de degradar la fibra dependieron completamente de la acción enzimática exógena. Khattab et al. (2011) propone como hipótesis de mecanismo de acción de las enzimas exógenas que la hidrólisis de la fibra del alimento se realiza previo a la ingestión.

## **11. CONCLUSIÓN**

Los aditivos no afectaron la ingestión del alimento, el agua o leche en becerros lactantes del día 4 al día 60. Sin embargo, la adición de la Xilanasa mejoró la ganancia de peso de los becerros, pero no hubo diferencia con respecto al control o a la combinación de levadura con xilanasa.

Se sugiere la realización de más experimentos empleando la levadura de *Saccharomyces cerevisiae* y Xilanasa en becerros lactantes en establos del norte del Estado de México.

## 12. REFERENCIAS

- Ángeles, S. 2000. Fermentación, tamaño de partícula y efecto de la fibra en la alimentación de vacas de lechería. (On line) <<http://www.fmvz.mx/bovinotecnia/BtRgZooG014.pdf>> (15 Jun 2009).
- Angenent, L.T.; K. Karim; M. H. Aldahlan; B. A. Wrenn & R. Domíquez- Espinosa. 2004. Production of bioenergy and biochemical from industrial and agricultural wastewater. *Trends Biotechnol.*, 22: 477-485. <http://angenent.bee.cornell.edu/research/TIBTECH-04.pdf>
- AOAC 1997. Official Methods of Analysis. 16th edn. Association of Official Analytical Chemists. Arlington, VA, USA.
- Araujo, O. y Vergara, J. 2007. Propiedades físicas y químicas del rumen. *Arch. Latinoam.* Vol. 15.
- Burroughs, W., Woods, W., Ewing, S.A., Greig, J. y Theurer, B. (1960) *J. Anim. Sci.*, 19: 458-464.
- Beauchemin, K. A.; L. M. Rode & V. J. H. Sewalt, 1995. Fibrolytic enzymes increase fiber digestibility and growth rate of steers fed dry forages. *Can. J. Anim. Sci.*, 75: 641-644.
- Brown, R. F.; Agbogbo, F. K. & Holtzapfle, M.T. 2010. Comparison of mechanistic models in the initial rate enzymatic hydrolysis of AFEX-treated wheat Straw. <http://www.biotechnologyforbiofuels.com/content/3/1/6>
- Calsamiglia, S. 1997. Nuevas bases para la utilización de la fibra en dietas de rumiantes. XIII Curso de especialización FEDNA, Madrid, 6 y 7 de noviembre 1997.
- Calsamiglia, S. y Ferret, A. 2002. Fisiología ruminal relacionada con la patología digestiva: Acidosis y meteorismo. XVIII Curso de especialización FEDNA. Barcelona, 4 y 5 de Noviembre de 2002
- Cheng K.J., Lee S.S., Bae H.D., and Ha J.K. (1999). Industrial applications of rumen microbes. *Asian-Australian. J. Anim. Sci.* 12: 84-92.
- Chesson, A. y Forsberg, C.W. (1997) En: *The Rumen Microbial Ecosystem*, 2<sup>o</sup> ed. Hobson, P. y Stewart, C. (Eds.). Chapman & Hall Ltd, Andover, UK.

Coverdale, J; Tyler, H; Quigley, J; Brumm, J. 2004. Effect of various levels of forage and form of diet on rumen development and growth in calves. *J. Dairy Sci.* 87:2554-2562.

Das, H. & S. K. Singh. 2004. Useful byproducts from cellulosic wastes of agriculture and food industry- a critical appraisal. *Crit. Rev. Food. Sci. Nutr.*, 44: 77-89.

Delgado, Denia. 2006. Fisiología digestiva del rumiante. Curso: "Estrategias de alimentación para el ganado bovino en la sequía". Instituto de Ciencia animal. La Habana. Cuba.

EL-Adawy, M. M.; A. Z. M. Salem; B.E. Borhami; H. M. Gado; M. S. Khalil & A. Abo-Zeid, 2008. In Vitro cecal gas production and dry matter degradability of some anaerobic bacterium in NZW rabbit. Proceedings of the 9th WRSA World Rabbit Congress, June 10-13, Verona, Italy, pp: 643-647.

Fébel, H. y Fekete, S. 1996. Factors influencing microbial growth and the efficiency of microbial protein synthesis: a review. *Acta Veterinaria Hungarica.* 44(1): 39-56.

Feng, P., C.W. Hunt, W.E. Julien, K. Dickinson y T. Moen. (1992a) *J. Anim.Sci.* 70 (Suppl 1): 309 (Abstr.).

Fleet, G. H. The commercial and community significance of yeasts in food and beverage production. En: *Yeast in Food and beverages. The Yeast Handbook.* Berlin: Springer, 2006. p. 17.

Forsberg, C.W., Cheng, K.J. y Phillips, J.P. (1993) En: Proc. VII World Conference on Animal Production. World Association for Animal Production, Edmonton.

Forsberg, C.W. y Cheng, K.-J. (1992). En: *Biotechnology and Nutrition.* Bills, D.D. y Kung, S.D. (Eds.). Butterworth Heinemann, Stoneham. pp. 107-147.

Fuller, R. (1989) *J. Appl. Bacteriology* 66: 365-378.

- Garnsworthy, P. 2005. Modern calves and heifers: Challenges for rearing systems. In Garnsworthy, P. ed. Calf and heifer rearing. Nottingham University Press. p.1-12.
- Gibson, G.R. y Roberfroid, B. (2002) *J. Nutrition* 25: 1401-1412.
- González, E. 2004. Utilización de Enzimas Fibrolíticas en Cabras Lecheras. Evaluación de su Actividad y Características Fermentativas in vitro (en línea). Disponible en: [http://www.tdx.cesca.es/TESIS\\_UAB/AVAILABLE/TDX-020710163721//egg1de1.pdf](http://www.tdx.cesca.es/TESIS_UAB/AVAILABLE/TDX-020710163721//egg1de1.pdf).
- Hamada, T.; Maeda, S.; Kameoka, K. 1976. *J. Dairy Sci.* 59, 1110-1118.
- Hamer, G. 2003. Solid waste treatment and disposal: Effects on public health and environmental safety. *Biotechnol. Adv.*, 22: 71-79.
- Haight, M. 2005. Assessing the environmental burdens of anaerobic digestion in comparison to alternative options for managing the biodegradable fraction of municipal solid wastes. *Water. Sci. Technol.*, 52: 553-559.
- Havenaar, R. y Huis IN'T VELD, J.H.S. (1992) En: The lactic acid bacteria in health and disease. Vol. 1. B.J.B. Wood (Ed.), Elsevier, New York.
- 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 maestría en ciencias. Colegio de Posgraduados, Montecillo Méx. 74 p.
- Jones, C. And Thomas, C. 1987. Maintenance of strain specificity and bile tolerance when producing. In: T.P. Lyons Ed. *Biotechnology in the Feed Industry*. Alltech's. Biotechnology center. Nicholasville, KY. USA.
- Jung H.G., Ralph J., and Hatfield R.D. (1991). Degradability of phenolic acid-hemicellulose esters: A model system. *J. Sci. Food Agric.* 56: 469-478.
- Krausen, K. Combs, D. Y Beauchemin, K. 2002. Effects of Forage Particle Size and Grain Fermentability in Midlactation Cows. II. Ruminant pH and Chewing Activity. *Journal of Dairy Science.* 85 (8): 1947-1957.

Ladisich, M. R.; K. W. LIN; M. Voloch & G. T. Tsao. 1990. Process considerations in the enzymatic hydrolysis of biomass. *Enzyme Tech.* 15: 90-99.

Lewis, G. E.; C. W. Hunt; W. K. Sanchez; bR. Treacher; G. T. Pritchard & Pfeng. 1996. Effect of direct-fed fibrolytic enzymes on the digestive characteristics of a forage-based diet fed to beef steers. *J. Anim. Sci.*, 74: 3020-3028. <http://jas.fass.org/content/74/12/3020.full.pdf+html>.

Longenbach, J.L. ; Heinrichs, A.J. 1998. *Anim. Feed Sci. Techn.* 73, 85-97.

Marrero, Y., Martín, E., Rodríguez, D. & Galindo, J. 2010. Efecto de la inclusión de fracciones del cultivo de *Saccharomyces cerevisiae* en la fermentación ruminal in vitro de pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*). *Rev. Cubana Cienc. Agríc.* 44:161.

Martínez G., E. 2005. Bases fisiológicas y nutricionales de la unidad vaca – ternero. Cenerema. UACH.

Mcallister, T.A., Rode, L.M., Major, D.J., Cheng, K.J. Buchanan S. J.G.

1990. The effects of ruminal microbial colonization on cereal grain digestion. *Can.J.Anim. Sci.* 70:571.

McDonald, P. Edwards, R. Greenhalgh, J y Morgan, C. 1995. *Nutrición animal 5ª edición.* Zaragoza, España. Acribia S.A. 145-147 p.

Murad, H. H.; Hanfy, M.A.; Kholif, A.M.; Abdel Gawad, M.H. & Murad, H.A. 2009. Effect of cellulases supplementation to some low quality ruohages on digestion and milk production by lactating goats. *J. Biol. Chem. Environ. Sci.*, 4:791-809.

Nava Cuellar, Cuauhtémoc; Díaz Cruz, Antonio. 2001. *Introducción a la digestión ruminal.*

Nsereko, V. L.; D.P. Morgavi; L.M. Rode; K. A. Beauchemin & T.A. Mcallister, 2000. Effects of fungal enzyme preparations on hydrolysis and subsequent degradation of alfalfa hay fiber by mixed rumen microorganisms in vitro. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 88: 153-170.

Orskov, E. R; D. Benzie; R. N. B. Kay. 1970. The effects of feeding procedure on closure of the oesophageal groove in young sheep. *Br. J. Nutr.* 24: 785 – 795.

- Orskov, E.R. 1992. Protein nutrition in ruminants. Academic Press. London. 175 p.
- Owens FN, Goetsch AL. Fermentación ruminal. En: Church DC. editor. El Rumiante: Fisiología digestiva y nutrición. España: Ed. Acriba; 1988:159-189.
- Penn State College of Agricultural Sciences., 2016.
- Preston, T. R.; Leng, R. A. 1987. Matching Ruminant Products Systems With available resources in the tropics and subtropics. Penambul Books, Armidale CTA,Wageningen.
- Qamar, A.; Aboudola, S.; Warny, M.; Michetti, P.; Pothoulaski, C.; Lamont, J. T. ; Kelly, C. P. Saccharomyces boulardii stimulates intestinal immunoglobulin An immune response to Clostridium difficile toxin A in mice. Infect. Immun. 69: p. 2762-2765, 2001. 19. Sakai, M. Current.
- Quigley. J; Mills. D, 2006. Desarrollo Ruminal en Becerras. 22 Conferencia Internacional sobre Ganado Lechero.
- Quiroz, R. y FOLCH, J. Plant cell Wall degrading and remodeling proteins: current perspectives. Laboratorio de Biología Molecular de Hongos, Centro de Investigación en Biotecnología, Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Morelos, México, 2011.
- Relling, A. Y Mattioli, G. 2003. Fisiología digestiva y metabólica de los rumiantes. (On line). Universidad Nacional de La Plata. La Plata. <<http://ecaths1.s3.amazonaws.com/catbioquimicavet/fisio%20dig%20rumiantes.pdf>> (15 jun 2009).
- Roderick, M. y White, B. 1990. Recent advances in rumen microbial ecology and metabolism: Potential impact on nutrient output. Journal Dairy Science 73(10): 2971-2995.
- Rodrigues, M.A.M.; P. Pinto; R.M.F. Becerra; A.A. Dias & C.V.M Guedes et al. 2008. Effect of enzyme extracts isolated from whiterot fungi on chemical composition and in vitrodigestibility of wheat straw. Anim. Feed Sci. Technol., 141: 326-338.

- Roy, J. H. B. 1980. The digestive system of the calf. En: The calf. Forth edition. J. H. B. Roy, Ed. Butterworths. p 201 – 219.
- Sidney JL Jr, Huber JT. Digestión, metabolismo y necesidades nutritivas en pre-rumiantes. En: Church DC editor. El Rumiante: Fisiología digestiva y nutrición. España: Ed. Acriba; 1988:459-481.
- SNEL, J., HARMSEN, H.J.M., VAN DER WIELEN, P.W.J.J. y WILLIAMS, B.A. (2002) En: Nutrition and health of the gastrointestinal tract. M.C. Block et al. (Ed). Wageningen Academic Publishers, Wageningen.
- Stella, A. V.; R. Paratte; L. Valnegri; G. Cigalino & G. Soncinl et al. 2007. Effect of administration of live *Saccharomyces cerevisiae* on milk production, milk composition, blood metabolites and faecal flora in early lactating dairy goats. *Small Rumin. Res.*, 67: 7-13
- Suárez, B; Van Reenen, C; Gerrits, W; Stockhofe, N; van Vuuren, A; Dijkstra, J. 2006b. Effects of supplementing concentrates differing in carbohydrate composition in veal calf diets: II. Rumen development. *J. Dairy Sci.* 89:4376-4386.
- Quigley, J., 1997. Como la ingestión de iniciadores para terneros pueden impulsar el desarrollo ruminal.
- Tricarico, J. M.; J. D. Johnston; K. A. Dawson; K. C. Hanson; K.R. Mcleod & D. L. Harmon. 2005. The effects of an *Aspergillus oryzae* extract containing alpha-amylase activity on ruminal fermentation and milk production in lactating Holstein cows. *Anim. Sci.*, 81: 365-374.
- Tuomola, E.; Crittenden, R.; Playne, M.; Solauri, E.; Salminen, S. Quality assurance criteria for probiotic bacteria. *American Journal of Clinical Nutrition* 73(2): p. 393S-398S, 2001.
- Van Soest, P.J. 1982. *Nutritional Ecology of the Ruminants*. O. and Books, Oregon, USA.
- Van Soest, P.J., Robertson, J.B., Lewis, B.A., 1991. Methods for dietary fibre, neutral detergent fibre, and non-starch carbohydrates in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 74, 3583–3597.

Van Vuuren, A.M. (2003) En: International One-Day Seminar: Role of Probiotics in Animal Nutrition and their Link to the Demands of European Consumers.

Wardrop, J. D. 1961. Some preliminary observations on the histological development on the forestomach of the lamb. I. Histological changes due to age in the period from 46 days of foetal life to 77 days of posnatal life. J. Agric Sci. 57: 335-341.

Warner, R.G. 1991. Nutritional factors affecting the developmen of a functional ruminant: Ahistorical perspective. Proc. Cornell. Nutr. Conf. 1 – 12. Ithaca, NY.

Weimer, P. 1998. Manipulating ruminal fermentation: A microbial ecological perspective. Journal Animal Science. 76(12): 3114-3122.

Yang, X.; H. Chen; H. Gao & Z. Li. 2001. Bioconversion of corn straw by coupling ensiling and SSF. Biores. Technol., 78:277-280.