



**UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS ZOOTECNIA**

**OPTIMIZACIÓN DE LA DIGESTIBILIDAD MEDIANTE EL USO DE ENZIMAS  
FIBROLÍTICAS EN BOVINOS TIPO CARNE**

**MONOGRAFÍA OPCIÓN GRADO**

**JONNY ALEJANDRO MARTÍNEZ LOZADA**

**2016**

## RESUMEN

La literatura científica a través de diferentes publicaciones muestra las ventajas de la utilización de enzimas fibrolíticas en la alimentación en ganado bovino tipo carne en sistemas de confinamiento, conduciendo estos sistemas a la obtención de beneficios notables en los índices de producción principalmente a través de mayores ganancias de peso. Estas enzimas representan una alternativa para incrementar la productividad y reducir costos por alimentación, ya que influye positivamente la fermentación ruminal, actuando de manera sinérgica con la flora microbiológica para lograr mayores índices de degradación de las fuentes de fibra dietaria ofrecida a los animales. Estos beneficios se encuentran ligados a cambios como el aumento de la viscosidad intestinal que a su vez producen disminución de las tasas de paso del contenido ruminal, permitiendo un mayor tiempo de exposición de este contenido a la flora microbiológica lo cual proporciona una mayor cantidad de productos de la fermentación como ácidos grasos volátiles (AGV). Las enzimas actualmente ofrecidas por el mercado de aditivos para la alimentación animal se obtienen de cultivos de bacterias, hongos y protozoos, capaces de sintetizar estructuras proteicas enzimáticas que presentan rangos de confort u óptimo funcionamiento en términos de pH, humedad y temperatura acordes a las condiciones del ambiente ruminal. Así mismo el mercado ofrece diferentes tipos de enzimas dependiendo del sustrato que se encuentre como componente mayoritario en la fracción fibrosa del alimento ofrecido a los animales, lo cual permite con el conocimiento técnico adecuado maximizar la eficiencia esperable en cuanto a la degradación del alimento suministrado a los animales.

**Palabras claves:** Enzimas fibrolíticas, ambiente ruminal, pH, ganado tipo carne.

## INTRODUCCIÓN

Los rumiantes son capaces de aprovechar alimentos de baja calidad de manera eficiente, por la ayuda de la secreción y síntesis de enzimas celulolíticas y hemicelulolíticas por los microorganismos del rumen (Martins et., al 2007). Para ello es importante implementar nuevas biotecnologías para mejorar el rendimiento del animal, destacando la importancia de la suplementación con aditivos, que son extraídos de hongos y bacterias, donde éstos interactúan junto con las enzimas producidas por los microorganismos ruminales (Martins et., al).

La actual producción de alimentos de origen animal, enfrentará a corto plazo un importante desafío para aumentar de manera considerable las actuales producciones pecuarias, las que deberán alcanzar el 18% en la carne bovina (Mendoza et., al 2007). En la alimentación de rumiantes se han estado investigando diversas alternativas hace tiempo, tales como la selección de granos y forrajes de mayor valor nutricional, (Bañuelos et., al 1995) citado por (Mendoza et., al 2007), el uso de aditivos que modifiquen el patrón de la fermentación ruminal (Miranda et., al 1996) citado por (Mendoza et., al 2007).

Los aditivos para alimentación animal son tan numerosos que es difícil hacer una definición precisa. No obstante, en términos generales, un aditivo alimentario se refiere a un producto implícito en la formulación a un nivel bajo de inclusión; cuyo propósito es incrementar la calidad nutricional del alimento, el bienestar o la salud del animal (Ravindran, 2010).

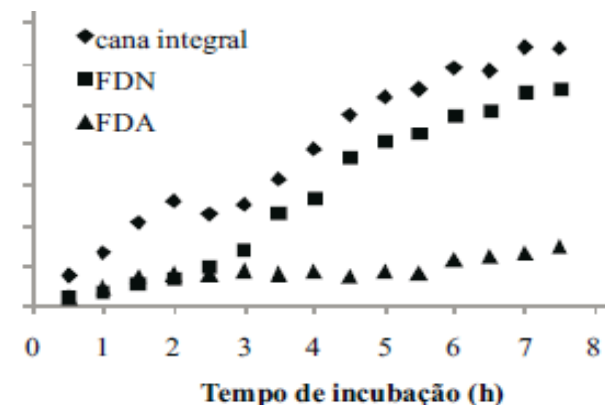
Como lo menciona (Almaraz et al., 2010,) algunos investigadores han trabajado con enzimas fibrolíticas y han demostrado que al utilizarlas en el ganado con aptitud de producción tipo carne se mejora el potencial de la ración y el desempeño del animal.

Con el uso de los aditivos para dietas de rumiantes tiene un atractivo interés, debido a las respuestas positivas en digestibilidad del forraje y la respuesta animal. (Gado et., al 2009) citado por (Delgado et., al 2014).

## EFECTO DE LAS ENZIMAS FIBROLÍTICAS

El efecto más consistente de las enzimas fibrolíticas, es la degradación de las paredes celulares, como las celulasas y hemicelulasas, y son las que reducen la concentración de los carbohidratos estructurales, y esta baja concentración de pared celular está asociada favorablemente con mayores consumos de MS en los animales (Nadeau et., al 2000). Citado por (Ortiz, 2012). En cuanto a la diversidad de alimentación, se encuentra la caña de azúcar, esta es una alternativa para la alimentación de bovinos; pero esta cuenta con algunas limitantes, debido a que son de baja digestibilidad por su pared celular, el elevado porcentaje de azúcares y la estructura molecular de las paredes celulares (López et al., 2003; Aranda et al., 2004) citado por (Ibañez et al., 2010) vamos a observar algunas respuestas por diferentes estudios realizados por este autor, donde se nota una respuesta lineal en la digestibilidad de la fibra detergente neutro (FDN) y en las ganancias de peso de los novillos alimentados con forrajes y caña de azúcar, donde el objetivo es estudiar el efecto de la adición de enzimas fibrolíticas sobre el

crecimiento microbiano y fermentación ruminal de la caña de azúcar. (Ibañez et al., 2010).



I. Crescimento de bactérias ruminais incubadas com a sua fração fibrosa

Fuente: Ibañez et., al (2010) Efeito de enzimas fibrolíticas sobre a degradação microbiana ruminal da fibra de cana-de-açúcar

Formato: PDF

Lugar Brasil., Goiânia: Ci. Anim. Bras.

El diagrama nos indica que pese a que hay una tendencia de mayor crecimiento microbiano en la caña integral, las diferencias fueron observadas a partir de las 3,5 horas. Donde en las primeras horas de incubación no hubo diferencias significativas, posiblemente en virtud de la grande variabilidad de absorbancia (Ibañez et al., 2010). Donde se puede decir que al usar enzimas fibrolíticas para incrementar la degradación de la fibra en la caña de azúcar es una alternativa viable (Ibañez et al.,).

En estudios in vitro se ha evaluado su asociación con la degradación de la digestión de la fibra en el rumen (Eladawy et al., 2008; Rodrigues et al., 2008). Citado por (Parodi et al., 2012).

Efectos positivos sobre la digestibilidad total de alimentos, en rumiantes, a lo largo del tracto digestivo en respuesta a la adición de enzimas fibrolíticas, obteniendo incrementos en la

digestión de la materia seca (MS), materia orgánica (MO), FDN, FDA y nitrógeno del alimento (Parodi et al., 2012).

**USO DE LAS ENZIMAS FIBROLÍTICAS EN ENSILAJES Y FORRAJES**

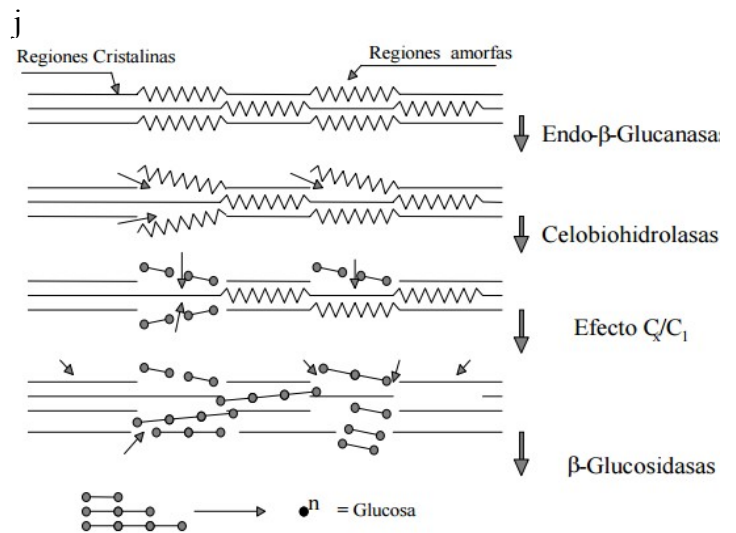
Los forrajes representan el ingrediente más económico en la alimentación de los rumiantes en el trópico (Jung & Allen, 1995) citado por Dean (s.f.). En los casos que la fermentación no fue debidamente controlada durante el proceso de ensilaje, el ensilado puede impactar negativamente en la salud y productividad animal (Ortiz, 2012). El forraje que se ensila con enzimas fibrolíticas aumenta la digestibilidad y fermentación de los ensilados (Ortiz). En los últimos años se han realizado numerosos estudios para evaluar diferentes enzimas fibrolíticas como aditivos para mejorar el valor nutritivo de forrajes, pero la mayoría de ellos han utilizado forrajes de elevada calidad y apenas existen pocos estudios con forrajes de baja calidad. Por otra parte, los resultados han sido muy variables, ya que la efectividad de las enzimas se ve afectada por numerosos factores, siendo el tipo de forraje y el método de aplicación de las enzimas (Giraldo et al., 2008) citado por (Diaz et al., 2013).

**TIPOS DE ENZIMAS FIBROLÍTICAS UTILIZADAS EN LOS BOVINOS.**

**ENZIMA CELULASA**

Las celulasas son enzimas pertenecientes al grupo de las glicosil hidrolasas y son responsables de la degradación de celulosa. Estas enzimas en la actualidad poseen variadas aplicaciones en la industria biotecnológica (Alvarado, 2007). Las enzimas han sido clasificadas según su actividad en:

Endo glucanasas, las cuales hidrolizan los enlaces 1,4-β –glucosídicos en forma aleatoria en el interior de la cadena; celobiohidrolasas o exo glucanasas, encargadas de hidrolizar los enlaces 1,4- β- glucosídicos, liberando celobiosa desde los extremos no reducidos de la cadena; y β-glucosidasas, que catalizan la hidrólisis de la celobiosa liberando β-D-glucosa (Alvarado). Las investigaciones actuales proponen el mecanismo de reacción que se muestra en la figura 1 (s.f.)



Fuente: Capítulo IV. (s.f.). estudio del comportamiento de la fibra Lycocell frente a la hidrólisis enzimática con celulasas,

Formato: PDF.

Recuperado en:  
<http://www.tesisenred.net/bitstream/handle/10803/6428/09CAPITULO4.pdf?sequence=9>

la celulosa es el componente mayoritario de las paredes celulares, particularmente se encuentra en los tallos (Guzmán, 2010). La celulosa esta combinada con mayor o menor cantidad de lignina, hemicelulosa, cutina y minerales formando la matriz estructural de la pared celular de las plantas. La disponibilidad

nutricional de la celulosa es esencialmente insoluble y extremadamente resistente a la degradación enzimática (Guzmán, 2010). La hidrólisis enzimática de la celulosa es un proceso complejo que requiere la acción cooperativa de un número de proteínas (Guttmann, 1974) citado por (Guzmán).

### ENZIMA HEMICELÚLOSA

Las enzimas hemicelulolíticas están presentes en el líquido ruminal y tienen la habilidad de romper una variedad de enlaces, éstos son producidos por algunas bacterias ruminales y protozoos ciliados (Guzmán, 2010), la hemicelulosa es el segundo polisacárido de importancia después de la celulosa. En los últimos años se han estudiado las enzimas xilanolíticas, por su gran potencial biotecnológico en numerosos procesos industriales (Bribiesca, 2013). Es un heteropolímero comúnmente ramificado compuesto por dos a cuatro residuos de azúcares, ya sean hexosas (D-manosa, D-glucosa y D-galactosa), pentosas (D-xilosa y D-arabinosa) o sus ácidos urónicos; dependiendo de su composición se le asigna su nombre como puede ser xilano, manano, galactano o arabinano (Bribiesca).

### XILANASAS

Las xilanasas son un grupo de enzimas extracelulares que actúan sinérgicamente, producidas por diversos microorganismos como bacterias (saprofitas y fitopatógenas), micorrizas, levaduras, hongos, actinomicetos (Bribiesca, 2013).

Las xilanasas incluyen  $\beta$ -D-xilanasas una endoenzima que ataca los oligoelementos pero no los xilanos o la xilobiosa, estas enzimas

degradan eficientemente los xilanos lineales, los no ramificados son incompletamente degradados (Van Soest, 1982) citado por (Guzmán, 2010).

Todas las enzimas actúan cooperativamente para convertir el xilano en azúcares. Los sistemas enzimáticos xilanolíticos están ampliamente distribuidos en bacterias y hongos (Wong et al., 1998; Lagunas, 2004) citado por (Obregón 2008). La mayoría de estas corresponden a hongos filamentosos y solo se han caracterizado  $\beta$ -xilosidasas y endo-xilanasas de bacterias de los géneros *Bacillus*, *Cellulomonas*, *Micrococcus* y *Staphylococcus* (cuadro 1); existen muy pocos reportes de estas enzimas en otros géneros de bacterias (Bribiesca, 2013).

### ENZIMA AMILASA

Las amilasas, son enzimas que hidrolizan los almidones, se encuentran no solo en los animales sino también en las plantas superiores y en los microorganismos. El almidón contribuye de una manera principal a la viscosidad y a la textura de los alimentos y su hidrólisis durante el procesamiento y almacenamiento es importante. Existen tres tipos principales de amilasas:  $\alpha$ -amilasas,  $\beta$ -amilasas y glucoamilasas; estas enzimas se extraen de cuatro fuentes principales: las  $\alpha$ -amilasas pueden ser de origen fúngico (*Aspergillus oryzae*), bacteriano (*Bacillus stearothermophilus*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus amyloliquefaciens*) céreo y pancreático (cuadro 1) (Chaparro, 2010).

**$\alpha$  amilasa:** catalizan la endohidrólisis de los enlaces  $\alpha$ -1,4-glucosídicos de polisacáridos con más de tres unidades de D-glucosa unidas por un enlace  $\alpha$ -1,4 (Godfrey, 1996) citado por (Carbajal et al., 1999). Una enzima proteica que

cataliza la degradación del almidón, que es un polisacárido de reserva vegetal. El almidón está formado por dos tipos de moléculas: la amilosa y la amilopectina, ambos polisacáridos de glucosa. La amilosa se conforma por cadenas lineales de glucosas unidas por enlaces  $\alpha$ - C1-C4, mientras que la amilopectina tiene, además de estos últimos enlaces, uniones C1 con C6, formando cadenas ramificadas. La  $\alpha$ -amilasa rompe uniones C1-C4, tanto en la amilasa como en la amilopectina, dejando dextrinas lineales y ramificadas (oligosacáridos) como productos Garrillo (s.f.).

**$\beta$  amilasa:** se presentan comúnmente en plantas, su acción es exo e hidrolizan el extremo no reducido de las cadenas y los productos son maltosa y dextrina (Godfrey,1996) citado por ( Carbajal et al., 1999)

Enzima	Origen/especie
Xilanasas	Bacterias de orden
	<i>Bacillus</i>
	<i>Cellulomonas</i>
	<i>Micrococcus</i>
Amilasas, $\alpha$ amilasa y $\beta$ amilasa	<i>Staphilococcus</i>
	Origen Fúngico
	( <i>Aspergillus oryzae</i> )
	bacteriano
	<i>Bacillus</i>

	<i>stearothermophilus</i>
	<i>Bacillus subtilis</i>
	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>
Bribiesca, (2013), Chaparro, (2010), Guzmán, (2010), Garrillo (S.F) Carbajal et al., (1999), Godfrey,(1996)	

### MECANISMO DE ACCIÓN DE LAS ENZIMAS

los mecanismos de acción de las enzimas así como los factores que modifican su actividad, resulta ser clave para obtener mayor cantidad de energía de los alimentos que actualmente se utilizan en la alimentación animal y a través de su utilización incrementar la producción de alimentos de origen animal para satisfacer su actual y futura demanda (Rubio et al., 2007.)

Es poco lo que se conoce acerca de los mecanismos que utilizan las enzimas fibrolíticas para mejorar el aprovechamiento del alimento (Parodi et al., 2012).

Algunos mecanismos de acción se verán en el siguiente texto.

“ incrementando la colonización microbiana de las partículas del alimento (Yang et al., 1999), favoreciendo la unión o mejorando el acceso a la matriz de la pared celular para los microorganismos y las enzimas microbianas ruminales y así acelerar la tasa de digestión (Nsereko et al., 2000) y favoreciendo la capacidad hidrolítica del rumen debido a la adición de enzimas activas o por un efecto sinérgico con las enzimas microbianas ruminales (Morgavi et al., 2000)” citado por Parodi et al., 2012).

“Beauchemin et al., (2004) resumieron los efectos más importantes que pueden explicar la respuesta favorable generada por la acción de las enzimas fibrolíticas en rumiantes.

1. Efectos previos a la ingesta: las enzimas son más eficaces cuando se aplican en forma líquida al alimento antes de la ingestión, previo a la ingestión las enzimas fibrolíticas pueden ayudar a eliminar las barreras estructurales que limitan la digestión microbiana del alimento en el rumen lo cual favorece la liberación de carbohidratos solubles
2. Efectos ruminales: las enzimas fibrolíticas pueden permanecer viables en el intestino delgado durante un tiempo suficiente para tener un efecto hidrolítico. Estos efectos son significativos cuando las enzimas se administran directamente en el rumen.
3. Efectos post-ruminales: las enzimas fibrolíticas pueden permanecer viables en el intestino delgado durante un tiempo suficiente para tener un efecto hidrolítico. Estos efectos son significativos cuando las enzimas se adicionan directamente en el rumen de manera o cuando son adicionadas en alimentos húmedos o en concentrados de una manera que permite una fácil solubilidad en el alimento.” citado por (Salado, 2013).

### **TAMAÑO DE LA PARTÍCULA**

Al momento de picar el forraje para ensilar se presentan dos cuestiones, que en cierto modo parecen contrastantes:

1. lograr un tamaño de partículas lo suficientemente pequeño como para no dificultar el correcto compactado del ensilaje
2. lograr un tamaño de partículas lo suficientemente grande como para proveer al animal de FDN, asegurándole una normal masticación y una adecuada rumia cuando el animal ingiere ese forraje (Gallardo, 2003) citado por (Quiroz, 2009).

El tratamiento físico del forraje antes de ser ensilado es muy importante para conseguir una buena conservación, el tamaño de partícula es una de las principales precauciones para ensilar forrajes. Si el forraje tiene gruesos y grandes tallos, sino se pica, pueden quedarse bolsas de aire con más facilidad ya que la compactación del material es más difícil y consecuentemente. Pueden producirse fermentaciones de tipo aeróbico principalmente, aumentando la temperatura y elevándose el pH, que deteriora el ensilaje (Vieira da Cunha, 2009) citado por (Quiroz, 2009).

### **EFFECTO DE LAS ENZIMAS FIBROLÍTICAS ANTES DEL CONSUMO**

Los forrajes y granos procesados son almacenados antes de ser consumidos por el animal, lo que proporciona una oportunidad ideal para el uso de los productos enzimáticos (Beauchemin et al., 1995) citado por (García 2002).

Las enzimas pueden ser aplicadas durante la fabricación del alimento, teniendo una adecuada precaución para asegurar que la temperatura empleada durante el procesamiento esté dentro de los rangos aceptables para los preparados enzimáticos (García, 2002).

“(Feng et al., 1992) evaluaron la aplicación de una solución enzimática directamente al forraje, no observaron efectos cuando se añadió al heno fresco o pre-desechado, pero si cuando se hizo en forraje seco, donde la enzima incrementó la digestibilidad de la materia seca (MS) y la fibra (citado por García, 2002).

Las enzimas fibrolíticas pueden liberar azúcares reducidos desde los alimentos antes del consumo (McAllister et al., 2001); el grado de liberación de azúcares depende del tipo de alimento y tipo de enzima. Feng et al. (1996) reportaron que el efecto de las enzimas podría ser mayor en forrajes secos que en forrajes húmedos. Sin embargo, eso parece improbable porque la función del agua en la hidrólisis de los azúcares solubles desde los polímeros complejos es un principio bioquímico fundamental (Lehninger, 2005), y el alimento ofrecido a los rumiantes es rara vez absolutamente seco. Citado por (Cortés, 2007).

### **EFFECTOS DE LAS ENZIMAS DESPUÉS DEL CONSUMO**

Los primeros estudios, realizados hace más de treinta años, que mostraron diferencias significativas en la mejora de la ganancia de peso y del índice de conversión en ganado vacuno, se basaron en suplementar las raciones con preparados enzimáticos de actividad amilolítica, proteolítica y celulolítica (Burroughs et al., 1960; Rovics y Ely, 1962). Dichas mejoras se debieron principalmente a aumentos en la digestibilidad de la materia seca y de la fibra (Rust et al., 1965) citado por (Caja et al., 2003).

El nivel óptimo de adición de enzimas depende del sustrato, lo cual indica la necesidad de determinar los ritmos de aplicación óptimos de

cada preparado para sustratos o alimentos específicos (Beauchemin et al., 1995). Algunos estudios han demostrado una respuesta cuadrática a la suplementación con enzimas, con respuestas reducidas o incluso negativas al aumentar la dosis (Caja et al., 2003). Esto ocurre cuando se suministran niveles demasiado altos y muy por encima de lo económicamente justificable Beauchemin et al. (1995). Citado por (Caja et al., 2003).

Una mejor digestión en el rumen es más probable si las enzimas exógenas actúan sinérgicamente con los microorganismos ruminales. Este concepto implica que la preparación enzimática exógena tiene una actividad que podría limitar la digestión de la pared celular por los microorganismos ruminales (McAllister et al., 2001). Esta limitada digestión podría resultar de la insuficiente cantidad o tipo de enzima producida por los microorganismos ruminales, o de condiciones no óptimas para la actividad enzimática en el rumen (McAllister et al., 2001) citado por (Cortés, 2007).

La digestión de la fibra es afectada más por un pH de fermentación bajo, y la adición de enzimas fibrolíticas exógenas tiene un efecto positivo en la degradación de la fibra en condiciones de pH bajo (Yang et al., 2002), lo cual sugiere sinergia entre las enzimas exógenas y las ruminales. Por lo menos 21 diferentes actividades enzimáticas están relacionadas con la hidrólisis de los polisacáridos estructurales de la pared celular de la planta, todas producidas normalmente por la microflora ruminal (White et al., 1993) citado por (Cortés, 2007).



## EFFECTOS DEL PH Y TEMPERATURA

Efectos importantes a tener en cuenta son la temperatura y el pH óptimos para que actúe la enzima sobre el sustrato. Por encima de la temperatura correcta y dependiendo de su naturaleza, la enzima es desnaturalizada o inhibida a actuar (Parodi et al., 2012).

“Colombatto et al. (2007), Concluyeron que los efectos positivos de la evaluación Enzimas fibrolíticas: una alternativa... de un producto enzimático fueron independientes del período de pre-tratamiento, pero que el pH influyó en las respuestas a la suplementación enzimática exógena, pareciendo funcionar mejor en condiciones de neutralidad cercanas al pH ruminal” citado por (Parodi et al., 2012).

“La actividad de las enzimas en productos enzimáticos comerciales para rumiantes se mide según las recomendaciones del fabricante (aproximadamente 60 °C y pH entre 4 y 5; Coughlan, 1985), pero esas condiciones no son representativas del ambiente ruminal (39 °C y pH 6.0 a 6.7) donde actúan las enzimas (Van Soest, 1994). Además, las condiciones y métodos usados en diversos estudios varían, y esto dificulta una comparación de los productos o a predicción de su eficacia en dietas para rumiantes (Beauchemin *et al.*, 2003)” citado por (Romero et al., 2012)

## CONCLUSIONES

1. Según las documentaciones citadas por diferentes autores, se puede concluir la importancia de los mecanismos de acción de las enzimas, ya que al ser inducidas al alimento favorecen la digestión microbiana en el rumen por su efecto ya que este permanece en el intestino delgado y así ejercer su efecto hidrolítico, aunque aún se desconoce los mecanismos de acción por la escasa información documentada en los artículos.

2. Algunos estudios indican que las enzimas podrían afectar la utilización de alimentos en rumiantes a través de sus efectos en el alimento, a ser consumidos, y también por estimulaciones en la digestión del rumen, ya que, hay barreras estructurales que impiden la digestión microbiana del rumen.

2.1. Otra puede ser causada en el intestino delgado pese a que no hay mejoras en la absorción de nutrientes, lo que reduce la viscosidad ya que no se hidroliza los sustratos en la digestión ruminal.

2.2. En la descomposición de las heces hay una disminución de ella en la descomposición.

3. Autores demuestran que las funciones que ejercen las enzimas fibrolíticas son capaces de catalizar las rupturas de los enlaces internos de las moléculas, como en el caso de las xilanasas que catalizan enlaces xilosídicos que son un tipo de polisacáridos, que el cual es el mayor componente de la hemicelulosa, que es el componente de la pared celular en vegetales.

- En el caso de las  $\alpha$  amilasas, estas catalizan la endohidrolisis de los enlaces  $\alpha$ -1,4-glucosídicos de polisacáridos con más de tres

unidades de D-glucosa unidas por los enlaces  $\alpha$ -1,4 para la disminución de almidón.

- Ente otras las  $\beta$  - amilasas hidrolizan el extremo no reducido de las cadenas, los productos son las maltosas y las dextrinas hidrolizan el penúltimo enlace 1-4 en los extremos no reducidos de la cadena continuando de esta forma hasta que llega al punto de ramificación del enlace 1;6 donde su actividad se detiene , por lo general estas enzimas son extracelulares.

## REVISIÓN BIBLIOGRAFÍA

- ✓ Adriana de Souza Martins, Paulo de Figueiredo Vieira, Telma Teresinha Berchielli e Ivanor Nunes do Prado, 2008, **DEGRADAÇÃO RUMINAL DA SILAGEM DE MILHO E DA PALHA DE ARROZ UTILIZANDO ENZIMAS FIBROLÍTICAS EXÓGENAS**, Maringá, v. 30, n. 4, p. 435-442
- ✓ Adriana de Souza Martins, Paulo de Figueiredo Vieira, Telma Teresinha Berchielli, Ivanor Nunes do Prado , Beatriz Lempp, Meiby Carneiro de Paula, 2007, **DEGRADABILIDADE IN SITU E OBSERVAÇÕES MICROSCÓPICAS DE VOLUMOSOS EM BOVINOS SUPLEMENTADOS COM ENZIMAS FIBROLÍTICAS EXÓGENAS**, R. Bras. Zootec., v.36, n.6, p.1927-1936.
- ✓ Astrid Dayana Beltrán Mondragón, Lorena Aydeé Herreño Téllez, 2010, **APLICACIÓN DE LA ENZIMA ALFA AMILASA COMERCIAL BAN® 480L A LA HARINA DE ARROZ DE LA VARIEDAD FEDEARROZ 50 PARA LA ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA VEGETAL**, Tesis p 1;135
- ✓ Bárbara Leslie Cooper Bribiesca, 2013 **ENZIMAS XILANOLÍTICAS BACTERIANAS Y SUS APLICACIONES INDUSTRIALES**, Vertientes Revista Especializada en Ciencias de la Salud, p.19-22
- ✓ Dervin B. Dean (S.F.) **PERSPECTIVAS DEL USO DE ENZIMAS FIBROLÍTICAS EXÓGENAS. ¿SE JUSTIFICA SU USO EN GANADERÍAS DOBLE PROPÓSITO?** Cap LXVII p.1;12
- ✓ Caja, González, Flores, Carro y Albanell, 2003, **ALTERNATIVAS A LOS ANTIBIÓTICOS DE USO ALIMENTARIO EN RUMIANTES: PROBIÓTICOS, ENZIMAS Y ÁCIDOS ORGÁNICOS**. XIX Curso de Especialización FEDNA, Madrid P 1;18
- ✓ Edgar Meraz Romero, Octavio Loera-Corral, Germán D. Mendoza Martínez, Marcos Menese Mayo, Mario A. Cobos Peralta, David Hernández-Sánchez, Sergio C. Angeles Campos, Lucas G. Melgarejo Velasquez, J. Manuel Pinos Rodríguez, 2012, **EFFECT OF pH AND CLARIFIED RUMINAL FLUID ON THE STABILITY OF AN EXOGENOUS FIBROLITYC ENZYME PRODUCT**. Agrociencia 46: p; 347-358.
- ✓ Eliel Gonzales Garcia, 2004 **USE OF FIBROLYTIC ENZYMES IN DAIRY GOATS. IN VITRO EVALUATION OF ACTIVITY AND**

**FERMENTATIVE  
CHARACTERISTICS**, Tesis p1; 146

- ✓ Romela Micha Marín Alvarado, 2007, **CARACTERIZACIÓN Y EXPRESIÓN RECOMBINANTE DE UNA CELULASA DE ORIGEN ANTÁRTICO**. Universidad de Chile Facultad de ciencias físicas y matemáticas departamento de ingeniería química y biotecnología, Tesis p 1; 78
- ✓ Maritza de los Ángeles Mier Quiroz, 2009, **CARACTERIZACIÓN DEL VALOR NUTRITIVO Y ESTABILIDAD AERÓBICA DE ENSILADOS EN FORMA DE MICROSILOS PARA MAÍZ FORRAJERO**, Tesis p 1; 66.
- ✓ Santiago Hernández Guzmán 2010, **IMPORTANCIA DE LA FIBRA EN LA ALIMENTACION DE BOVINOS**, Tesis p1; 62.
- ✓ Rojo Rubio, Mendoza Martínez, Montañez Valdez, Rebollar, Cardoso Jiménez, Hernández Martínez, González Razo, 2007 **EXOGENOUS AMYLOLYTIC ENZYMES IN THE FEEDING OF RUMINANT FEEDERS**, Universidad y Ciencia Universidad Juárez Autónoma de Tabasco P.1; 12.
- ✓ Palma Parodi, y Landi, 2012, **ENZIMAS FIBROLÍTICAS: UNA ALTERNATIVA PARA INCREMENTAR LA UTILIZACIÓN DE PARED CELULAR POR RUMIANTES**, Revista FAVE - Ciencias Veterinarias p1; 11.
- ✓ Nicolás Torres Salado, 2013 **EXTRACTOS ENZIMÁTICOS DE**

**FOMES SP. EUM1 Y  
CELLULOMONAS FLAVIGENA EN  
LA ALIMENTACION DE  
CORDEROS**, Tesis P,1;65

- ✓ Ravindram,2010, **ADITIVOS EN ALIMENTACIÓN ANIMAL:PRESENTE Y FUTURO**, XXVI curso de especialización FEDNA P, 1;24.
- ✓ Renato González Ortiz, 2012 **ENSILAJE DE ALFALFA (*Medicago Sativa L.*) Y OVILLO (*Dactulis G L.*) EN CONTENEDORES DE 200 LITROS DURANTE ÉPOCAS DE LLUVIAS**, Tesis P 1;53.
- ✓ Inmer Jahazel Vázquez Obregon, 2008, **PRODUCCIÓN DE ENZIMAS FIBROLÍTICAS POR *A. Niger* GS1 MEDIANTE FERMENTACION EN ESTADO SOLIDO DE RASTROJO DE MAIZ Y SU EVALUACIÓN EN LA DIGESTIBILIDAD *IN VITRO* DE UN SUBPRODUCTO AGROINDUSTRIAL**. Tesis P.1;104
- ✓ Queiroz, Kim & Adesogan. 2012 **Effect of treatment with a mixture of bacteria and fibrolytic enzymes on the quality and safety of corn silage infested with different levels of rust** American Dairy Science Association vol **95 :5285–5291**
- ✓ Delgado, Olazábal,Carcelén Arbaiza, Ara , Bardales, San Martín.2014 **EVALUATION OF TWO ENZYMATIC FIBROLYTIC COMMERCIAL COMPLEXES ON DIGESTIBILITY AND DIGESTION KINETICS OF SUGARCANE BUD (*SACCHARUM OFFICINARUM*)** Rev Inv Vet Perú; 25(2): 182-189

- ✓ Gallardo, Bárcena, Pinos Rodríguez, Cobos, Carreón, Ortega. 2010. **INFLUENCE OF EXOGENOUS FIBROLYTIC ENZYMES ON *IN VITRO* AND *IN SACCO* DEGRADATION OF FORAGES**

**FOR RUMINANTS.** Ital. J. Anim. Sci. 9: 34-38.

- ✓ Beauchemin, Rode, & Karren, 1999 **USE OF FEED ENZYMES IN FEEDLOT FINISHING DIETS** canadian journal of animal science 243-246