

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE PRODUCCION ANIMAL



Efecto del suministro de *sacharomyces cerevisiae* en la leche sobre el desarrollo y
tasa de diarreas en becerras holstein

Por:

DULCE ABRIL GALINDO MACIAS

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Torreón, Coahuila, México
Diciembre 2019

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE PRODUCCION ANIMAL

Efecto del suministro de *sacharomyces cerevisiae* en la leche sobre el desarrollo y
tasa de diarreas en beceras holstein

Por:

DULCE ABRIL GALINDO MACIAS

TESIS

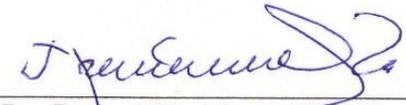
Que se somete a la consideración del H. Jurado Examinador como requisito parcial
para obtener el título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

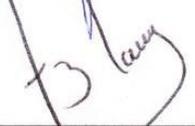
Aprobada por:



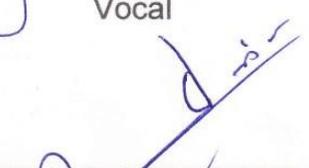
Dr. Pedro Antonio Robles Trillo
Presidente



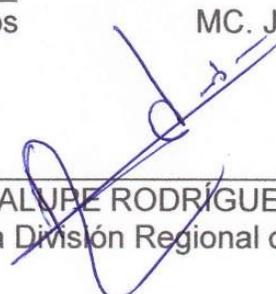
Dr. Rafael Rodríguez Martínez
Vocal



IZ. Jorge Horacio Borunda Ramos
Vocal



MC. J. Guadalupe Rodríguez Martínez
Vocal Suplente



MC. J. GUADALUPE RODRÍGUEZ MARTÍNEZ
Coordinador de la División Regional de Ciencia Animal



Torreón, Coahuila, México
DICIEMBRE 2019

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL

DEPARTAMENTO DE PRODUCCION ANIMAL

Efecto del suministro de *sacharomyces cerevisiae* en la leche sobre el desarrollo y
tasa de diarreas en becerras holstein

Por:

DULCE ABRIL GALINDO MACIAS

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Aprobada por el Comité de Asesoría:

Dr. Pedro Antonio Robles Trillo
Asesor Principal

Dr. Rafael Rodríguez Martínez
Coasesor

IZ. Jorge Horacio Borunda Ramos

MC. J. GUADALUPE RODRÍGUEZ MAR
Coordinador de la División Regional de Ciencia Animal



Torreón, Coahuila, México
DICIEMBRE 2019

AGRADECIMIENTOS

A mi asesor DR. Pedro Antonio Roble Trillo, por su colaboración para el desarrollo de este trabajo de investigación.

A la MVZ. EPAB. Zayra Hernández por ayudarme a madurar profesionalmente.

Infinitamente a mi Alma Terra Mater UAAAN UL por darme la oportunidad de ser una persona de bien.

A mis compañeros de trabajo por siempre ayudarme y alentarme.

DEDICATORIA

A mis padres por todo el amor, paciencia y confianza que han tenido en mí, por haberme hecho una persona de bien y por todo el esfuerzo que hicieron para que yo pudiera convertirme en una profesional.

A mi papa Ale por sus conocimientos y permitirme aprender de él.

A mi hermana Alejandra por todo su cariño, por estar siempre que la necesito y por darme la confianza y la fuerza para no rendirme.

A mis abuelos Memo y Pita por su amor y siempre estar al pendiente de mí.

A Héctor, por su apoyo, comprensión, paciencia y por motivarme siempre a ser una mejor persona y profesional.

A mis amigas Lulu, Laly y Pao por apoyarme y motivarme a cumplir mis metas.

Resumen

Este trabajo se llevó a cabo con el objetivo de determinar el efecto de la adición de levadura (*S. cerevisiae*) y oligosacáridos mananos en la leche sobre el rendimiento y prevalencia de diarreas en becerras Holstein de 0 a 2 meses. Se consideraron 100 animales para la evaluación, todas las becerras recibieron en el día 0 de edad dos tomas de calostro con una calidad de 80-100% con diferencia de 8 horas cada una, se trasladaron al área de crianza al día de nacidas y fueron alimentadas con leche entera pasteurizada y de desvío y concentrado iniciador con el 22% de PC y agua a libre acceso. Las becerras fueron alimentadas con una toma de leche diaria suministrada diariamente a las 7:00 a.m., con un esquema de alimentación de 2-10 días 4 L., 11-30 días 6 L., 31-45 días 8 L., 46-60 iniciando el proceso de destete ofreciéndoles solamente 4 L. Al grupo control llevo su toma de leche sin ningún aditivo y al grupo prueba se les suministro diariamente por 60 días en su toma de leche 1 gr. de mezcla de probióticos y prebióticos, se utilizaron 50 animales en cada grupo. Los indicadores de crecimiento fueron ganancia de peso (GP), ganancia de altura (GA) que se midieron al nacimiento al día 30 y 60 de edad, la eficiencia de ganancia de peso (%) que se determinó a los 60 días de edad. La morbilidad de diarreas fue determinada mediante la tasa de animales con diarrea. La consistencia fecal fue clasificada diariamente durante el periodo de los 60 días. No se observaron diferencias significativas ($P > 0.05$), ni a 30 y 60 días de nacidas en las alturas, pesos y ganancias diarias. Los resultados de este experimento permiten concluir que la incorporación en la dieta de levadura *Sacharomyces cerevisiae* no tuvo efectos sobre los indicadores de crecimiento aunque numéricamente se observó una disminución del 10% de la presencia de diarreas en las becerras del grupo con levadura y probiótico en esta prueba.

Palabras clave: Crecimiento, Probioticos, Mananos, Morbilidad, Eficiencia.

Índice

AGRADECIMIENTOS.....	i
DEDICATORIA.....	ii
Resumen.....	iii
Índice	iv
Índice de figuras.....	v
Índice de cuadros.....	vi
Introducción	1
Revisión de literatura.....	2
Medio ambiente ruminal.....	2
Probiótico o aditivos ruminales microbianos administrados directamente	4
Levaduras como DFM	6
Uso de levadura y fermentación ruminal	7
Uso de levaduras en animales de reemplazo.....	10
Uso de levaduras como DFM en vacas lecheras.....	12
Factores que afectan la respuesta de <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	16
Uso de oligosacáridos en la alimentación animal	17
Materiales y métodos.....	19
Resultados y discusión.....	23
Conclusión	26
Revisión de literatura.....	27

Índice de figuras

Figura 1. Esquema de formación de ácidos grasos volátiles en el rumen.	6
Figura 2. Dimensiones de las papilas ruminales de becerras infectadas por Salmonella (control y tratadas SCFP) (P< 0.05).....	11
Figura 3. Temperatura rectal y tiempo transcurrido en becerras Holstein infectadas con Salmonella y tratadas con productos de fermentación y el grupo control.....	11
Figura 4. . Dosis respuesta de la inclusión gradual de cultivo levadura (YCeje x, 0 10, 30, 50 g/d) en dietas con concentraciones bajas (LS) y altas de almidón sobre la digestibilidad de la FDN y FAD almidón las dietas de vaquillas.	13
Figura 5. . Promedio de producción de leche durante las primeras 18 semanas de lactancia de vacas alimentadas con dietas basadas en ensilaje tratadas y no con S. cerevisiae 10 g/d.....	13

Índice de cuadros

Cuadro 1. Especies bacterianas del rumen según el tipo de sustrato que fermentan.....	3
Cuadro 2 Medidas de altura y peso al nacimiento y refractometría de los animales antes de iniciar la prueba	23
Cuadro 3. Medidas de altura, peso, diferencia de peso de nacimiento a 30 y 60 días, eficiencia, leche consumida y clasificación de diarreas de becerros de 0 a 2 meses	24

Introducción

Los oligosacáridos presentes en las paredes celulares de *S. cerevisiae* afectan el sistema inmunitario en el tracto digestivo de humanos y animales. En animales de laboratorio, el consumo de glucanos a partir de avena mejoró la función de los neutrófilos, lo que podría ser importante en becerras jóvenes, que son particularmente afectadas por un rango amplio de patógenos en el tracto digestivo, (Magalhaes et al., 2008).

Algunas cepas de *Sacharomyces cerevisiae* han demostrado tener un efecto favorable en el establecimiento de bacterias celulolíticas en el rumen, lo que acelera la actividad funcional del rumen, mejorando la transición de una dieta líquida a sólida en los animales prerumiantes (Magalhaes et al., 2008), por lo que la adición de levadura y mananos en la leche de las becerras del nacimiento a las 8 semanas de edad, podría mejorar la ganancia de peso y mejorar la salud de las becerras.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto del suministro de *Sacharomyces cerevisiae* en la leche sobre el desarrollo y tasa de diarreas en becerras Holstein.

Revisión de literatura

Medio ambiente ruminal

El rumen es una cámara de fermentación anaerobia, debido a que la mayoría de los microorganismos son anaerobios obligados siendo muy sensibles a la presencia de oxígeno (Shimada, 2009), sin embargo, este puede entrar diariamente durante la ingesta de alimento, agua, la rumia y la salivación (Chaucheyras-Durand et al., 2008). Esta cámara de fermentación tiene un pH variable entre poco ácido (5.8) y alcalino (7.2) de acuerdo con el tipo y cantidad de la dieta suministrada, aunque los rumiantes poseen un sistema altamente desarrollado para mantener el pH dentro de los límites fisiológicos.

Es indispensable la presencia de los microorganismos en el rumen, ya que confiere a los rumiantes sus características digestivas diferenciales con respecto a otros mamíferos domésticos, debido a que pueden producir una amplia gama de enzimas con funciones esenciales como el desdoblamiento de glúcidos estructurales (celulosa, hemicelulosa) y no estructurales (almidón, azúcares), aprovechamiento de nitrógeno no proteico (urea, amoníaco, amonio) para su conversión en aminoácidos y proteínas microbianas, síntesis de la gran mayoría de las vitaminas hidrosolubles, producción y utilización de ácidos orgánicos como fuente de energía metabólica (Febres and Vergara-López, 2007; McCann et al., 2017).

La población microbiana ruminal es compleja y diversa, cuantitativamente puede haber valores aproximados de 10^{10} a 10^{11} bacterias/ml, 10^5 a 10^6 protozoarios ciliados/ml, 10^3 a 10^4 protozoarios flagelados/ml, 10^3 a 10^4 hongos o levaduras/ml, 10^7 a 10^9 archaeas/ml y 10^8 a 10^9 bacteriófagos/ml en el contenido ruminal (Kamra, 2005; Church, 1993). Está bien establecido que existen 3 tipos diferentes de poblaciones microbianas con respecto a su localización, (1) flotando en la parte líquida de la ingesta, (2) asociadas con partículas sólidas de alimento y (3) adherentes al epitelio ruminal (AlZahal et al., 2017), las cuales se estima que entre el 70 a 90% se encuentran en las fracciones sólidas del alimento, pero muchos

factores influyen en la proporción de microorganismos asociados a partículas (Mullins et al., 2013).

Estos microorganismos mantienen una verdadera relación simbiótica con el hospedador debido a que el rumen proporciona las condiciones ambientales y fisiológicas que son necesarias para su actividad y supervivencia y, al mismo tiempo, el rumiante utiliza los productos finales de la fermentación microbiana para cubrir sus propios requerimientos nutricionales (Pinloche et al., 2013).

Dentro de los sistemas de clasificación existentes para microorganismos, los más aceptados en microbiología ruminal son los que se basan en el tipo de sustrato sobre el que actúan y en los diferentes productos finales de fermentación (cuadro 1) (Church, 1993; Shimada, 2009).

Sin embargo, las bacterias ruminales también se clasifican por su morfología pleomorfa en cocos, bacilos, vibrios, espiroquetas y espirilos; su tamaño es de 0.3 a 4 μm , representando alrededor del 50% de la biomasa microbiana total y de acuerdo con el sustrato que desdoblan la gran mayoría son gram negativas (forrajes) o gram positivas (granos) (Church, 1993; Kamra, 2005; Shimada, 2009).

Cuadro 1. Especies bacterianas del rumen según el tipo de sustrato que fermentan

<p>Especies celulolíticas. <i>Fibrobacter (Bacteroides) succinogenes.</i> <i>Ruminococcus flavefaciens.</i> <i>Ruminococcus albus.</i> <i>Butyrivibrio fibrisolvens.</i> <i>Clostridium cellobioparum.</i> <i>Clostridium longisporum.</i> <i>Clostridium lochheadii.</i> <i>Eubacterium cellulosolvens.</i></p> <p>Especies hemicelulolíticas. <i>Butyrivibrio fibrisolvens.</i> <i>Prevotella (Bacteroides) ruminicola.</i> <i>Ruminococcus spp.</i> <i>Eubacterium xylanophilum.</i> <i>Eubacterium uniformis.</i></p> <p>Especies pectinolíticas. <i>Butyrivibrio fibrisolvens.</i> <i>Prevotella ruminicola.</i> <i>Lachnospira multiparus.</i></p>	<p>Especies archaeas productoras de metano. <i>Methanobrevibacter ruminantium.</i> <i>Methanobacterium formicicum.</i> <i>Methanomicrobium mobile.</i> <i>Methanomicrobium barkeri.</i></p> <p>Especies que utilizan azúcares. <i>Treponema bryantii.</i> <i>Lactobacillus vitulinus.</i> <i>Lactobacillus ruminis.</i> <i>Lactobacillus acidophilus.</i> <i>Bifidobacterium spp.</i> <i>Succinivibrio dextrinosolvens.</i> <i>Succinivibrio amylolytica.</i> <i>Selenomonas ruminantium.</i></p> <p>Especies que utilizan ácidos. <i>Megasphaera elsdenii.</i> <i>Selenomonas ruminantium.</i> <i>Propionibacterium freudenreichii</i></p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<p><i>Succinivibrio dextrinosolvens.</i> <i>Treponema bryantii.</i> <i>Streptococcus bovis.</i></p> <p>Especies amilolíticas. <i>Ruminobacter (Bacteroides) amylophilus.</i> <i>Streptococcus bovis.</i> <i>Succinimonas amyolytica.</i> <i>Prevotella ruminicola.</i></p> <p>Especies ureolíticas. <i>Succinivibrio dextrinosolvens.</i> <i>Selenomonas spp.</i> <i>Prevotella ruminicola.</i> <i>Ruminococcus bromii.</i> <i>Butyrivibrio spp.</i> <i>Treponema spp.</i></p>	<p>Especies proteolíticas. <i>Ruminobacter amylophilus.</i> <i>Prevotella ruminicola.</i> <i>Butyrivibrio fibrisolvens.</i> <i>Streptococcus bovis.</i></p> <p>Especies productoras de amoníaco. <i>Prevotella ruminicola.</i> <i>Megasphaera elsdenii.</i> <i>Selenomonas ruminantium.</i></p> <p>Especies que utilizan lípidos. <i>Anaerovibrio lipolytica.</i> <i>Butyrivibrio fibrisolvens.</i> <i>Treponema bryantii.</i> <i>Eubacterium spp.</i> <i>Fusocillus spp.</i> <i>Micrococcus spp.</i></p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Adaptado de Curch (1993)

Los protozoarios miden de 20 a 200 µm, por lo que su biomasa microbiana total comprende en un 40% aproximadamente, pero puede llegar a ser igual o incluso mayor que la correspondiente a las bacterias (Church, 1993; Kamra, 2005). Existen dos grandes grupos de protozoarios ciliados dentro del rumen los cuales son denominados como Holotricha y Entodiniomorfos (Kamra, 2005).

Por otra parte, los hongos representan el 8% de la biomasa microbiana total y las principales especies que se encuentran dentro del rumen son *Neocallimastix frontali*, *Sphaeromonas communis*, *Orpinomyces bovis* y *Anaeromyces mucronatus* (Kamra, 2005).

Probiótico o aditivos ruminales microbianos administrados directamente

Los nutriólogos y microbiólogos se han preocupado por modificar la fermentación microbiana ruminal por lo que se ha despertado el interés por el estudio de aditivos de origen microbiano, surgiendo así la tendencia al empleo de los “probióticos”, tal vez la definición más adecuada sea la propuesta en 1992, según la cual los probióticos son: cultivos simples o mezclados de microorganismos vivos que, aplicados a los animales o al hombre, benefician al hospedador mejorando las propiedades de la microflora intestinal original. En 1989 la FDA (Food and Drug Administration) propuso a los fabricantes que utilicen el término aditivo microbiano

(o DMF, direct fed-microbial, por sus siglas en inglés) en lugar de probiótico (Martin and Nisbet, 1992).

Los microorganismos que constituyen los probióticos o aditivos microbianos son principalmente bacterias, hongos y levaduras capaces de producir ácido láctico, que son las más conocidas. En lo referente a las posibilidades de utilización de los DMF, lo anterior es una diferencia importante entre rumiantes y no rumiantes (Lesmeister et al., 2004).

Las bacterias como aditivo microbiano, se emplearon inicialmente por sus efectos benéficos postruminalmente, basados en el mantenimiento del equilibrio de la microbiota del aparato digestivo, la mayoría de las bacterias que se utilizan como aditivos pertenecen a los géneros *Lactobacillus*, *Enterococcus* y *Bacillus* y tienen efectos benéficos postruminalmente ya que limitan la proliferación de especies potencialmente patógenas. Sin embargo, ciertos aditivos microbianos de origen bacteriano pueden además, mejorar las funciones ruminales (Ghorbani et al., 2002), aunque también se utilizan levaduras (*Saccharomyces cerevisiae*) y hongos (*Aspergillus oryzae*) (Martin and Nisbet, 1992).

Callaway and Martin (1997) mencionan que esto es debido a que los rumiantes son capaces de producir importantes cantidades de lactato y lacto bacilos en el retículo-rumen en condiciones naturales de acidez (i.e. raciones con elevado concentrado). Resulta así que uno de los puntos de mayor interés del empleo de probióticos en rumiantes es controlar la acumulación de lactato en el rumen, lo que se intenta conseguir por medio de la estimulación de los microorganismos utilizadores de lactato y estimuladores de la síntesis de propionato (figura 1).

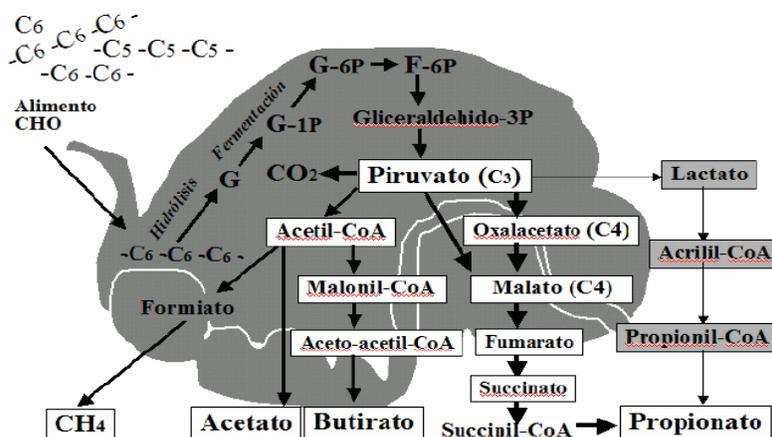


Figura 1. Esquema de formación de ácidos grasos volátiles en el rumen.

Levaduras como DFM

Levadura es un nombre genérico que agrupa a una variedad de organismos unicelulares, incluyendo especies patógenas para plantas y animales, y especies no solamente inocuas sino de gran utilidad. Sin embargo, se clasifica a las levaduras en dos grandes grupos: El cultivo de levaduras que son producidos a través de la fermentación y contienen subproductos que no depende de los cultivos de la levadura, o no que no son dependientes de que estén vivas y productos de la levadura activos secos, que por definición pueden contener más de 5 billones de levadura vivas/gramo (Poppy et al., 2012).

El uso de las levaduras, solas o en combinación con otros microorganismos, ha sido estudiada para determinar el efecto que tienen sobre la fermentación ruminal (pH, producción de AGV, amoníaco, digestibilidad de MO) tanto en ganado productor de carne (Williams et al., 1991), así como en productor de leche. También se ha estudiado el efecto de estos microorganismos sobre el desarrollo de las poblaciones microbianas que degradan carbohidratos y proteínas.

Los cultivos de levadura presentan varias características importantes: 1) No son patógenos, ni tóxicos, 2) No se absorben en el tracto digestivo, 3) No dejan residuos en los tejidos animales, 4) Se utilizan en pequeñas cantidades, 5) Proliferan in vivo e in vitro, 6) Promueven el crecimiento de bacterias celulolíticas, 7) Son estables a temperaturas elevadas y 8) No causan mutación, 9) estimulan el crecimiento de

bacterias degradadoras de fibra, 10) estimulan el crecimiento de bacterias utilizadoras de lactato (Allen and Ying, 2012).

Dentro de los aspectos modernos de la nutrición del rumiante, el uso de las levaduras es una práctica que empieza a convertirse en rutina en una gran cantidad de fincas ya que existen investigaciones científicas donde se demuestra los beneficios de la levadura sobre el ambiente ruminal, el consumo de materia seca, la digestión y la absorción de nutrientes (Sullivan and Martin, 1999; Mwenya et al., 2005).

Uso de levadura y fermentación ruminal

Yoon and Stern (1996) utilizaron cuatro vacas Holstein canuladas ruminalmente para examinar los efectos de la suplementación de cultivos de *Saccharomyces cerevisiae* y *Aspergillus oryzae* sobre la población y fermentación ruminal. Los tratamientos consistieron de 1) dieta basal (DB) 2) DB + 57 gr de cultivo de levadura CLV, 3) DB más 3 gr de cultivo de hongo CHG, 4) 57 gr de CLV y 3 gr CHG. El pH ruminal y las concentraciones de AGV y amoníaco no variaron entre tratamientos. La mezcla de isoácidos no fue afectada por la combinación de CLV y CHG. La adición de CHG aumentó el conteo de bacterias celulolíticas y proteolíticas. Los resultados de este experimento demuestran que los cultivos de hongos y levaduras pueden influenciar la fermentación y poblaciones microbianas ruminales.

Sullivan y Martin (1999) demostraron que la incorporación del cultivo de *S. cerevisiae* (0.35 y 0.73 g/L) dentro de una mezcla de microorganismos ruminales fermentando maíz, maltosa o lactato tuvo poco efecto sobre el pH final y los productos de la fermentación. Sin embargo, en presencia de heno de alfalfa o de zacate bermuda de la costa el cultivo de *S. cerevisiae* incrementó las concentraciones de algunos productos de la fermentación y numéricamente aumentó la tasa de desaparición in vitro de la MS del forraje.

Por otra parte, Lila et al. (2004) estudiaron los efectos de concentraciones diferentes (0,33, 0.66, 0.99 y 1.32 g/L) de dos cepas de células vivas de *S. cerevisiae* sobre una mezcla de microorganismos fermentando almidón de maíz, papa, y heno de

zacate Sudán (60.5% de la MS) más una mezcla de concentrado (39.5%). La adición de *S. Cerevisiae* incrementó linealmente ($P = 0.008$) la cantidad total de AGV en todos los substratos, así como una disminución lineal de lactato en todos los tratamientos ($P = 0.008$).

Mullins et al. (2013) usaron el análisis cuantitativo de PCR (qPCR) en tiempo real para estudiar el efecto de incluir o no producto de la fermentación de *S. cerevisiae* (SCFP) sobre la dinámica de los microorganismos ruminales, utilizaron un diseño cruzado con 15 vacas Holstein canuladas ruminalmente a las que se colecto muestras de sólidos y líquidos mediante evacuación total del contenido ruminal 48 horas pre y post alimentación. Después se separó la flora microbiana mediante el qPCR. No hubo efectos de tratamiento en ninguna población microbiana estudiada, sólo al incrementar el CMS hubo un descenso cuadrático de *E. ruminantium* en los animales del grupo control y un incremento cuadrático de esas bacterias en las dietas con SCFP.

Callaway y Martin (1997) determinaron que el cultivo de levadura (*S. cerevisiae*) incrementó las concentraciones de acetato y ácidos grasos volátiles que fueron producidos por *Selenomona ruminantium* HD4 e incrementaron las concentraciones de propionato y AGV producidos por *S. ruminantium* H18 pero no alteraron la formación de productos finales de *M. elsdenii* o de bacterias celulolíticas. Los resultados colectivos de este experimento sugieren que el cultivo de levadura proporciona factores solubles de crecimiento (ácidos orgánicos, vitaminas del complejo B y aminoácidos) que estimulan las bacterias que estimulan el crecimiento de bacterias ruminales que utilizan lactato y digieren celulosa.

La administración de 10 gr por día de *S. cerevisiae* incrementan la cantidad de consumo de MS y la producción de leche, con una disminución del pico de producción de ácido láctico (1.93 a 1.73 mM). El flujo de metionina y el perfil de aminoácidos fueron afectados significativamente por la suplementación del cultivo de levadura por lo se sugiere que la levadura puede alterar el perfil de aminoácidos de las proteínas bacterianas (Erasmus et al., 1992).

Hristov et al. (2010) administraron 56 g por cabeza por día de *S. cerevisiae* a ocho vacas canuladas ruminalmente las que no mostraron diferencias, con respecto a las no tratadas, en el pH ruminal pero las concentraciones de amoníaco ruminal mostraron una tendencia a disminuir en las vacas con levadura, lo que pudo incrementar la síntesis de proteína microbiana, por último las emisiones de metano y amoníaco disminuyeron con la administración de *S. cerevisiae*.

AlZahal et al. (2014a) investigaron el efecto de la administración de 8×10^{10} ufc de *S. cerevisiae* activa seca (SCAS) sobre el CMS, rendimiento de leche y sus componentes, pH ruminal y comunidad microbiana durante un régimen que permitió el desarrollo de acidosis ruminal. Comparado con la dieta control (77 % forraje y 23% concentrado) las vacas con SCAS mejoraron el pH ruminal, así como redujeron 2.2 veces *Prevotella albensis* que es una bacteria dominante en SARA y responsable de la producción de lipopolisácaridos productores de inflamación ruminal; además ADSC incrementó la cantidad de 3 veces *Streptococcus bovis* y 12 veces *Megasphaera elsdenii* esta reducción puede reflejar una concentración menor de ácido láctico en vacas con SCAS.

Dogi et al. (2011) evaluaron la habilidad de tres variedades de *S. cerevisiae* para sobrevivir en condiciones ruminales y gastrointestinales y para enlazarse con aflatoxina B1 (AFB1), demostrando que todas las levaduras fueron capaces de sobrevivir, pero la cepa RC016 mostró la mayor capacidad de enlace con AFB1 en los tres pH ruminales probados. Además el número de bacterias celulolíticas, así como la concentración acetato y propionato en el fluido ruminal incrementaron con la presencia de las cepas RC008 y RC016. Se concluye que las cepas de *S. cerevisiae* RC08 y RC016 son viables como probióticos y con capacidad de absorción de micotoxinas para ser usados en la alimentación animal.

Los productos basados en *Saccharomyces cerevisiae* se han utilizado para controlar la emisión de metano en el ganado. Bayat et al., (2015) evaluaron el efecto de dos cepas de *S. cerevisiae* vivas administradas a vacas Ayrshire alimentadas con una ración completamente mezclada (forraje 50% y concentrado 50%, teniendo como resultado una reducción en la cantidad excretada de metano y CO₂.

Por su parte, Chung et al. (2011) utilizaron dos cepas activas y secas de *S. cerevisiae* (Levusel SC y Lallemand Animal Nutrition) administradas a vacas no lactantes con una

ración constituida por el 50% de concentrado y forraje las cuales disminuyeron la excreción de CH₄ pero incremento el riesgo de acidosis ruminal, por lo que es conveniente evaluar su uso en dietas altas en forraje con poco riesgo e acidosis ruminal.

Uso de levaduras en animales de reemplazo

Algunas cepas de *Sacharomyces cerevisiae* han demostrado tener un efecto favorable en el establecimiento de bacterias celulolíticas en el rumen, lo que acelera la actividad funcional del rumen, mejorando la transición de una dieta líquida a sólida en los animales prerumiantes (Magalhanes et al., 2008).

Donovan et al. (2002) utilizaron cuarenta becerras alimentadas con sustituto de leche conteniendo ya sea antibiótico [STA (oxitetraciclina en una dosis de 138 mg/kg y neomicina 276 mg/kg) n= 22] o eneteroguard [STE, una mezcla de fructo oligosacáridos (residuos de β -(1-2) or β -(1-6) de fructosa,, alicina (tio-2-propeno-1-ácido sulfinico S-allyl éster), y microorganismos activos del tracto intestinal (129 mg/kg, n=23] desde el nacimiento hasta las cinco semanas de edad para comparar los efectos sobre la ganancia de peso diaria y la incidencia de diarreas. El promedio de ganancia de peso diaria y la severidad de las diarreas (medida como escala fecal) no fueron diferentes entre tratamientos. Los resultados sugieren que los antibióticos pueden ser reemplazados con la mezcla de oligosacáridos, probióticos y alicina, para obtener un rendimiento similar en las becerras.

La administración de levadura en dosis del 1 0 2% de la materia seca del concentrado de becerras de 0 a 42 días no afectó negativamente la longitud y ancho de las papilas ruminales, ni el grosor de las paredes del rumen (Lesmeister et al., 2004).

Brewer et al. (2014) realizaron un estudio para determinar el efecto de la administración en el sustituto de leche y grano de *S. Cerevisae* sobre el grado de colonización por *Samonella* entérica serotipo *Tiphymurium* en becerras, demostrando que las becerras tratadas con la levadura mencionada, desarrollaron mejor las papilas ruminales que los animales infectados (figura 2) y fueron marcadamente menos susceptibles a la infección, teniendo temperaturas rectales menores que los animales sin tratar (figura 3).

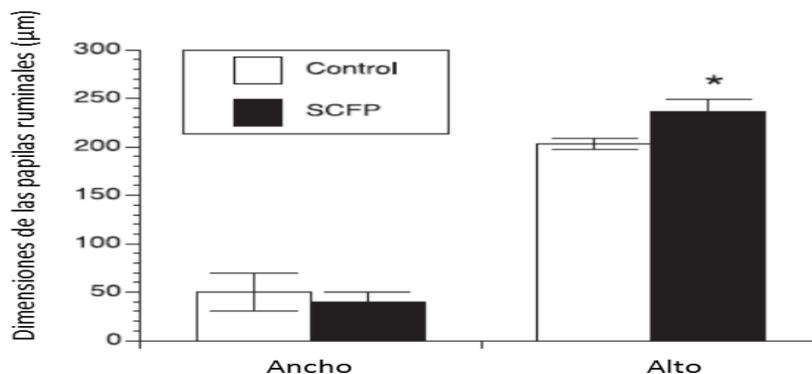


Figura 2. Dimensiones de las papilas ruminales de becerros infectados por *Salmonella* (control y tratadas SCFP) ($P < 0.05$).

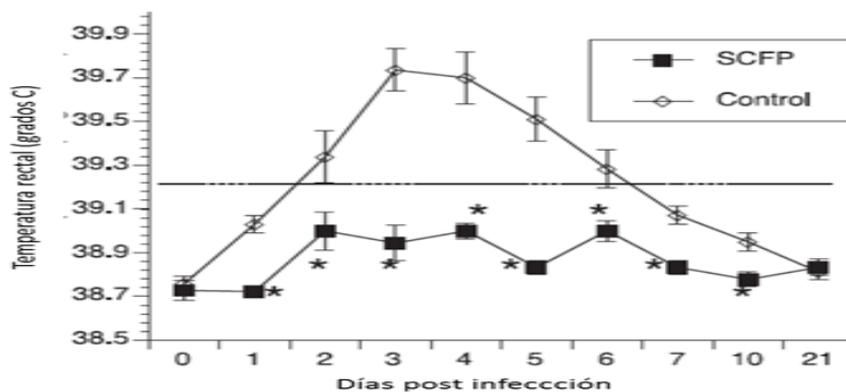


Figura 3. Temperatura rectal y tiempo transcurrido en becerros Holstein infectados con *Salmonella* y tratadas con productos de fermentación y el grupo control

La adición de *S. cerevisiae* se estudió en vaquillas (423 kg de PV) en crecimiento y se ha demostrado, que animales que se les administró una dieta con concentraciones altas y bajas de almidón en la dieta y con niveles crecientes de adición de cultivo de levadura (0, 10, 30 y 50 g/d), mejora la digestibilidad de la FDN, no así con la digestibilidad de la FAD con concentraciones de 30 g/d de levadura (figura 4). La adición de levadura tuvo un efecto diferente sobre las cantidades de glucosa y triglicéridos sanguíneos de acuerdo a las concentraciones de almidón en las dietas, por lo que se requiere estudiar los patrones de fermentación ruminal y la dinámica de las poblaciones microbianas ruminales para aclarar los resultados de digestibilidad y de metabolitos sanguíneos encontrados en este experimento (Lascano et al., 2012).

Moya et al. (2009) evaluaron los efectos de un reto alimenticio para provocar trastornos digestivos y una suplementación de cultivo de levadura sobre la fermentación de los microorganismos ruminales en vaquillas Holstein de 277 kg de PV. En cada período se alimentó al ganado con 100% de forraje por tres semanas y el reto dietético consistió en incrementar la cantidad de grano a una tasa de 2.5 kg/d por un período de 4 d, hasta llegar a una tasa de 90% de concentrado y 10% de forraje, se utilizaron dos grupos el control y el grupo que tenía cultivo de levadura (Diamond V XPCLS). Los trastornos digestivos se determinaron por observación visual de timpanismo o por la reducción de consumo de alimento de más del 50% o más, comparados con el consumo del día anterior. Así mismo se colectó líquido ruminal para evaluar el pH, N-amoniaco y AGV. La adición de cultivo de levadura durante el reto alimenticio no afectó la incidencia (10 casos por tratamiento o tiempo (7.00 +/- 0.62 d), sin embargo, el cultivo de levadura redujo ($P < 0.05$) la fuerza de la espuma un día después del reto, sugiriendo beneficios potenciales en la reducción del desarrollo de timpanismo. En términos generales la adición de levadura no tuvo un impacto significativo en la fermentación ruminal durante el reto alimenticio.

Uso de levaduras como DFM en vacas lecheras.

Wohlt et al. (1991) estudiaron el efecto de la adición de 10 gr (5×10^9) de *Saccharomyces cerevisiae* (CLV) en vacas en transición (-30 parto a 30 días postparto) alimentadas con ensilaje y heno de alfalfa. Las vacas alimentadas con CLV picaron antes y tuvieron más rendimiento de leche que las vacas que no recibieron levadura (figura 5). Además la digestibilidad de la proteína y la celulosa fue más alta en las vacas que recibieron CLV, que se interpreta como una explicación al mayor consumo de MS de esas vacas.

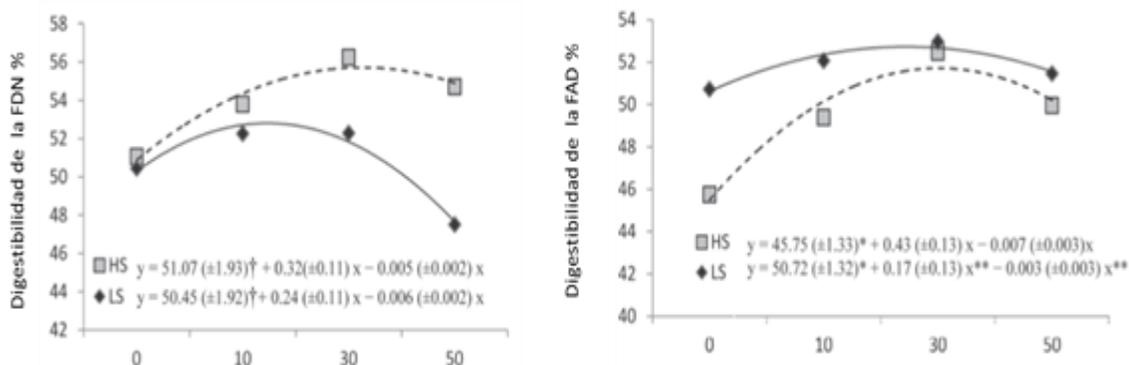


Figura 4. . Dosis respuesta de la inclusión gradual de cultivo levadura (YC eje x, 0 10, 30, 50 g/d) en dietas con concentraciones bajas (LS) y altas de almidón sobre la digestibilidad de la FDN y FAD almidón las dietas de vaquillas.

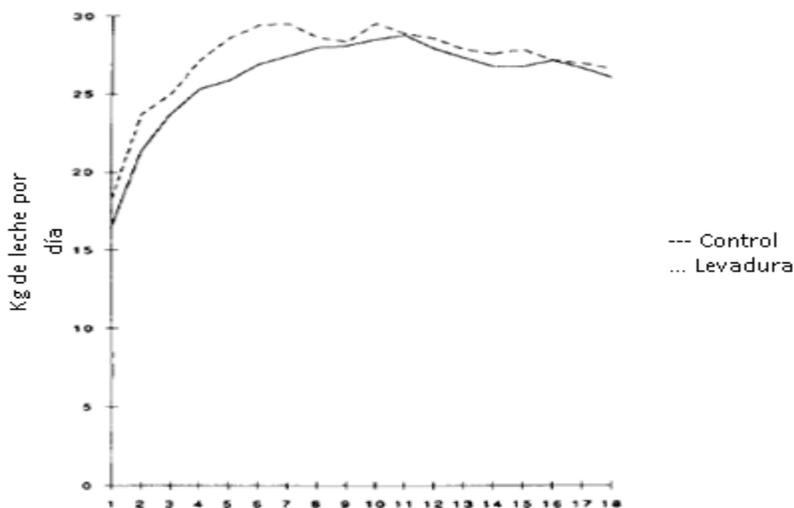


Figura 5. . Promedio de producción de leche durante las primeras 18 semanas de lactancia de vacas alimentadas con dietas basadas en ensilaje tratadas y no con *S. cerevisiae* 10 g/d.

Al evaluar los efectos del cultivo de *S. cerevisiae* 1026 suministrado con o sin premezcla de vitaminas y minerales quelados sobre algunos intermediarios y productos finales involucrados en los constituyentes de la síntesis de la leche en vacas en lactancia inicial (30 días) no se encontraron diferencias en el nivel de glucosa, contenido de minerales y actividad enzimática del suero sanguíneo. El incremento insignificante encontrado en la proteína total de la sangre y las diferencias simultáneas pequeñas en los valores de nitrógeno ureico en sangre y el nitrógeno ureico en leche con la adición de levaduras se asoció con una mayor incorporación de amoníaco dentro de las proteínas microbianas del rumen que

aumentaron el suministro de proteína para la síntesis de leche disminuyendo la pérdida de nitrógeno (Iwanska et al., 1999).

Nocek and Kautz (2006) demostraron que en el período postparto las vacas que recibieron 21 días antes del parto cultivo de levadura (CLV) y cultivo de *Enterococcus faecium* produjeron más leche y proteína en la leche en comparación de las vacas que no los consumieron. Así mismo, los niveles de glucosa e insulina fueron mayores y los niveles de ácidos grasos no esterificados (AGNE) fueron menores en vacas alimentadas con DFM, lo cual sugiere que estas vacas tratadas movilizan cantidades menores de tejidos de reserva en el posparto.

Al Ibrahim et al. (2010) evaluaron el efecto de la administración de levadura viva (CLV) y la condición corporal (BCS, por sus siglas en inglés) al parto sobre la producción de leche, estado metabólico y fisiología ruminal de vacas Holstein en posparto, los tratamientos fueron la BCS (baja;3.5 y alta :3.5) y la SLV (no suplementadas, 2.5 y 10 g de SLV por vaca antes y después del parto), con una dosis de 10(9) ufc de *S. cerevisiae*. Se obtuvo líquido ruminal a través ruminocentesis para todas las vacas a los 7 y 21 posparto. La CLV afectó el rendimiento lácteo, CMS, pH ruminal o la concentración de los metabolitos en sangre de las vacas sin importar la BSC. Se concluye que la alimentación no mejoró significativamente los indicadores que reflejan el estado energético de las vacas.

Posteriormente Al Ibrahim et al. (2013) evaluaron el efecto del arreglo experimental descrito anteriormente sobre el estado energético y reproductivo de vacas en período postparto, encontrando que las vacas con una BSC mayor consumieron y produjeron y tuvieron un balance energético más exacerbado que las de menor condición corporal, por otra parte la CLV incrementó la concentración de insulina ($P < 0.05$) y tendió a incrementar el pico preovulatorio de las concentraciones de estradio al y el tamaño del primer folículo ovulatorio ($P = 0.09$).

La combinación de cepas de *Enterococcus faecium* 5.0×10^9 de ufc/d y *S. cerevisiae* 2.0×10^9 de ufc mezcladas con 0.5 kg de maíz molido fue administrado a vacas 3 semanas antes del parto y concluyó 10 semanas después del mismo para determinar la BSC no varió por efecto del tratamiento antes ni después de 9

semanas del parto. El tratamiento no afectó las concentraciones de beta-hidroxi-butarato, ácidos grasos no esterificados y glucosa. El CMS, la producción y composición de la leche, sin embargo tuvo un efecto positivo sobre la digestibilidad total del almidón. Se requieren más estudios para investigar los efectos (AlZahal et al., 2014b).

Zaworski et al. (2014) evaluaron el efecto del producto de la fermentación de *Saccharomyces cerevisiae* (SCFP) en dietas para vacas Holstein en transición en tres tratamientos: Control 0, 56 y 112 gr de SCFP. Los muestreos se hicieron en los días -21, -14, -7, -3, -1, 0, 1, 3, 7, 14, 21 y 28 postparto para medir las concentraciones séricas de macrominerales, metabolitos, proteínas de fase aguda, inmunoglobulinas y hormonas. Durante las primeras cuatro semanas postparto la alimentación con SCFP vs las no alimentadas disminuyó el CCS en leche e incrementó la producción de leche y las concentraciones de fósforo sérico. No hubo diferencias entre los tratamientos con dos dosis de SCFP.

Nocek et al. (2011) estudiaron la administración de cultivo de levaduras 56 g/D (CLV) y CLV más levadura enzimáticamente hidrolizada 28 g/d (CLV+LEH) y un grupo control (GC) a vacas antes del parto y hasta 14 semanas de lactancia. Las vacas con CLV y CVL+LEH produjeron más leche, leche corregida a grasa y energía corregida a grasa que las vacas del grupo control. El porcentaje de proteína fue mayor en el tratamiento CVL+LEH que en CVL y en el GC (2.98, 2.93 y 2.91%, respectivamente). El conteo de células somáticas fue más alto para las vacas GC y las de CLV en comparación del CVL+LEH. La suplementación de CVL+LEH aumentó el porcentaje de proteína en leche y mejoró la salud de la glándula mamaria de las vacas.

En dos granjas lecheras se evaluó la administración del producto de la fermentación de *Saccharomyces cerevisiae* (SCFP) sobre el rendimiento lácteo, cambios en metabolitos en plasma y las concentraciones de lipopolisacáridos (LPS), se utilizaron vacas en lactancia inicial a media (21 a 140 DeL) asignadas al azar a los tratamientos control 0, 56 g/vaca/d de SCFP y su efecto se determinó por 28 días de suplementación. La administración de SCFP incremento el rendimiento de leche

en ambas granjas y el porcentaje de grasa se incrementó ($P = 0.029$) del día 81 al 110 en las vacas tratadas. La suplementación con SCFP no tuvo efecto en las concentraciones de LPS en heces y mostró una tendencia a reducir sus concentraciones en plasma (Zhang et al., 2013).

Factores que afectan la respuesta de *Saccharomyces cerevisiae*.

La comparación en la respuesta productiva de las vacas lecheras a la suplementación de levaduras a través de los diferentes estudios se complica debido a que sus efectos pueden variar dependiendo de factores bióticos y abióticos (Poppy et al., 2012; Rossow et al., 2014).

Los factores bióticos son principalmente la cepa de la levadura (*Saccharomyces cerevisiae*), el tipo y proceso de fabricación del producto que se utiliza (levadura viva altamente concentrada, activa seca y cultivo), su viabilidad, efectividad, modo de uso y dosis recomendada para influir en la fermentación ruminal (Hristov et al., 2010). Por otra parte, entre los factores abióticos están el medio ambiente, diferencias en el manejo y sistema de producción, el estado fisiológico de las vacas lecheras (edad, etapa de lactancia, número de lactancias, condición corporal y estado de salud, etc) y la dieta proporcionada (Poppy et al., 2012; AlZahal et al., 2014b; Uyeno et al., 2016).

La mayoría de los sistemas de producción suplementan las levaduras para todas las vacas lactantes, no solamente para vacas en transición, las mantienen en grandes corrales y tienen variabilidad en el suministro y disponibilidad de alimento por vaca. La alimentación diaria (la cantidad, frecuencia y tiempo), el movimiento de vacas entre los corrales para su manejo, las diferencias en el comportamiento social entre las vacas y el estrés al que son sometidas pueden afectar el comportamiento alimenticio de las vacas lecheras de forma individual, dificultando la detección del efecto de las levaduras sobre el rendimiento productivo (Rossow et al., 2018).

En muchos de los casos la dieta es el principal factor que influye sobre la respuesta de las levaduras debido a sus diferentes características como su estructura física, composición cuantitativa y cualitativa, el tipo y calidad de forraje, la relación forraje-

concentrado (Hristov et al., 2010; Poppy et al., 2012; AlZahal et al., 2014a; Uyeno et al., 2017) y la administración de otros aditivos (Rossow et al., 2018).

Las investigaciones que se han realizado sobre el uso de levaduras en vacas lecheras concluyen en que las respuestas de su suplementación en la dieta producen resultados inconsistentes (Desnoyers et al., 2009; Rossow et al., 2014) y aún no se ha propuesto un resumen final sobre su beneficio en la alimentación (Uyeno et al., 2017).

Se requiere realizar más investigaciones adicionales con diseños experimentales más sofisticados y con mayores periodos de adaptación en los tratamientos (DeVries and Chevaux, 2014; Rossow et al., 2018) debido a que la variabilidad en el rendimiento productivo de vacas lecheras lactantes es generalmente mayor en sistemas de producción que en estudios más pequeños y bien controlados. Para determinar si existe un verdadero efecto benéfico de la suplementación con los productos de levaduras en las dietas, los resultados de diversas investigaciones pequeñas y bien controladas deben confirmarse con estudios en sistemas de producción convencionales (Rossow et al., 2018).

Uso de oligosacáridos en la alimentación animal

Los oligosacáridos de mananos (MOS) y el β -glucano en las paredes celulares de levadura tienen un efecto positivo sobre el estado de salud del huésped. MOS tienen la capacidad para el sitio de unión para bacterias Gram-negativas. Provoca la eliminación inmediata de patógenos del tracto digestivo e impide su colonización (Jarczak et al., 2014).

Los MOS son carbohidratos derivados de la pared celular externa de las levaduras y se usan como prebióticos para suprimir los patógenos entéricos y para mejorar la salud de los intestinos bloqueando la colonización y proliferación de microorganismos patógenos, lo que conduce a un mejoramiento del animal. Algunos de los efectos de los mananos oligosacáridos son: mejoran la microflora intestinal, modulan la respuesta inmune y mejoran las variables productivas (Oso et al., 2015).

A nivel intestinal, se ha documentado la unión irreversible de fructo y manano-oligosacáridos a los patógenos, lo que reduce la posibilidad de que los patógenos se adhieran a la mucosa intestinal (Sohn et al., 2000).

Los componentes que se encuentran presente en la pared celular de *S. cerevisiae* tales como los oligosacáridos β -1,3 glucanos, β -1,6 glucanos y mánanos tienen la capacidad de estimular el sistema inmune influyendo en la interacción hospedero-patógeno en el tracto digestivo, refiriéndose a ellos como “inmunonutrientes” (Magalhaes et al., 2008). Los β -glucanos tienen un importante patrón molecular asociado a patógenos (PAMP), lo que genera una mayor proliferación y actividad de neutrófilos, macrófagos y células T, mejorando la función en la defensa contra patógenos (Finck et al., 2014).

Se dispone de datos muy limitados sobre los efectos ruminales de los oligosacáridos cuando se complementan con las dietas de las vacas lecheras. (Mwenya et al., 2005). En términos de propiedades de fijación microbiana y también como una fuente de nutrientes para algunos microorganismos seleccionados, parece que se han realizado estudios limitados sobre los efectos ruminales de los MOS (Bagheri et al., 2009).

Materiales y métodos

Materiales

Ubicación geográfica

El estudio se realizó en la unidad productora comercial de leche “El paredón” ubicado en el ejido El Cambio, Matamoros, México. Se localiza en las coordenadas geográficas 25.636258 latitud y -103.30865 longitud con aproximadamente 7,000 vacas en ordeña. La región se caracteriza por tener un clima cálido con lluvias en verano y fuertes vientos que llegan hasta los 44 kilómetros por hora en primavera que producen tolvaneras (INEGI,2019).

Material de estudio

El material de estudio comprende becerras Holstein de 0-60 días de edad. Todas las becerras se recibieron en el área de partos, donde se registró su peso (kg) con báscula electrónica y su altura (cm) a la cadera. Se les ofreció 4 L. de calostro con una calidad de 80-100% en la primer toma antes de sus 2 horas de vida y una segunda toma de 2 L. con una calidad de 60-80% con una diferencia de 8 horas entre cada una. Se les aplicó la vacuna nasal para rinotraqueitis infecciosa bovina y parainfluenza tipo 3.

La leche se recolectó 2 veces al día en la ordeña matutina y nocturna utilizando un pasteurizador comercial con capacidad de 1200 L. por hora. En la cual la temperatura de la leche es elevada y sostenida en 72 ° c de 15 a 30 s y luego se enfría rápidamente a 35 ° c.

Leche línea

CONTEO DE CELULAS SOMATICAS	169.38
CUENTA ESTANDAR	3.92
GRASA	3.88
LACTOSA	4.86
PROTEINA	3.54
SOLIDOS NO GRASOS	9.23

SOLIDOS TOTALES	13.02
UREA	10.24

Leche antibiótico

Leche	Cuenta estándar	Coliformes totales	Solidos totales
Sin pasteurizar	910.000 UFC/L	100.000 UFC/L	12.6%
pasteurizada	200 UFC/ML	0 UFC/ML	12.5%

Concentrado 450 Nuplen

Iniciador Premium destete precoz

HUMEDAD	12%
PROTEINA CRUDA	21.5%
FIBRA CRUDA	7%
GRASA CRUDA	2.5%
CENIZAS	9%
E.L.N.	48%

Métodos

Tratamientos

Al grupo bio (B) se le suministro diariamente por 60 días en su toma de leche 1 gr. de Mezcla de levaduras, al grupo testigo (T) llevo su toma de leche sin ningún aditivo. Ambos grupos alimentados y manejados de igual manera. Se formaron dos grupos (bio y testigo) conformados por 50 becerras cada uno.

Pasaron al área de crianza al día de nacidas donde fueron alojadas de manera intermitente en jaulas de madera individuales ubicadas aproximadamente a 50 cm de distancia. Se identificaron las jaulas con una marca b (grupo bio) y t (grupo testigo). Fueron alimentadas con una toma de leche entera no vendible pasteurizada suministrada diariamente con un tanque de acero inoxidable a las 7:00 a.m, con un esquema de alimentación de 2-10 días 4 L., 11-30 días 6 L., 31-45 días 8 L., 46-60 iniciando el proceso de destete ofreciéndoles solamente 4 L., con alimento iniciador de 21.5% de proteína y agua a libre acceso. Al día 61 las becerras fueron

alimentadas únicamente con alimento iniciador y agua a libre acceso hasta su cambio a corral.

Incidencia de los trastornos de salud.

La incidencia de los trastornos de salud se registró diariamente. Por ejemplo: Diarrea, hinchazón, tos, aumento de frecuencia respiratoria, depresión, falta de apetito, etc. La temperatura rectal se midió con un termómetro digital para las becerras que exhibieron muestras clínicas enfermedad. Las becerras febriles fueron evaluadas para la diarrea, que se caracteriza por la presencia de heces acuosas.

La consistencia fecal fue evaluada diariamente durante el periodo de los 60 días, usando una escala de grados de 1 a 3 (Donovan et al., 2002), siendo el numero 3 el grado más grave. Grado 1: consistencia suave, grado 2: consistencia liquida y grado 3: consistencia liquida con coloración amarilla verdosa y olor fétido.

Se generaron puntuaciones fecales para las becerras individuales para análisis estadístico.

Se aplicó el protocolo establecido en la unidad productora integrado por protectores de mucosa, antibióticos de amplio espectro, electrolitos vía oral e intravenosa.

Análisis de estatura y peso

Se registró al nacimiento la altura (cm) con regla de 150 cm y peso (kg) con báscula electrónica.

Al día 30 de vida se midió (cm) con regla de 150 cm y peso (kg) con bascula electrónica diariamente y se tomó registro para obtener la ganancia diaria (gr) obtenida el primer mes de vida.

Al día 60 de nacidas se tomó registro de altura (cm) y peso (kg) a las becerras tanto del grupo bio (B) como el de testigo (T).

Tomando la diferencia entre cada peso para promediar la ganancia diaria (gr) de peso y eficiencia (%) alimenticia por becerria.

Para determinar la ganancia diaria se utilizó la siguiente fórmula:

Primeros 30 días.

$$\text{Gr} = \frac{(\text{kg 30 días} - \text{kg nacimiento})}{30}$$

60 días.

$$\text{Gr} = \frac{(\text{kg 60 días} - \text{kg nacimiento})}{30}$$

Para medir la eficiencia de ganancia de peso a los 60 días de los kg logrados se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{kg nacimiento} \times 2}{\text{kg sesenta días}}$$

Análisis estadístico de la información

Análisis de variancia para de determinar si existe la diferencia entre los tratamientos.

Resultados y discusión

El presente trabajo se llevó a cabo con la finalidad de evaluar el efecto de la administración de levadura y oligosacáridos en la leche de becerras sobre el crecimiento y ganancia de peso de becerras Holstein de 0 a 2 meses. La administración de levadura y oligosacáridos mananos en la leche de las becerras de 0 a dos meses no tuvo efecto significativo sobre las variables de rendimiento productivo, ni sobre la disminución de diarreas.

En el cuadro dos se presentan las medidas de altura, peso y refractrometría de las becerras antes del inicio de la prueba. Los grupos tanto el testigo como el bio se presentaron al inicio de la prueba con condiciones igualitarias y en buen estado de salud. Ninguna de esas variables tuvo diferencias significativas, lo que implica que las condiciones al iniciar la prueba eran homogéneas entre las becerras de ambos grupos.

Cuadro 2 Medidas de altura y peso al nacimiento y refractrometría de los animales antes de iniciar la prueba

Variable	Bio	Test	EE	Valor de P
Altura al nacimiento	75.93	76.60	1.43	0.76
Peso al nacimiento	34.93	33.95	1.55	0.68
Refractrometría	6.73	6.52	0.19	0.47

En el cuadro número 3, se presentan los resultados obtenidos en las variables de respuesta de características de rendimiento y de salud entre las becerras que fueron tratadas con levadura en la leche y los animales que no las recibieron.

No se observaron diferencias significativas ($P > 0.05$) entre los tratamientos en la altura de las becerras, ni a 30 y 60 días de nacidas, lo cual no concuerda con los resultados obtenidos por Lesmeister et al. (2004) quienes si reportaron diferencias en la altura de las becerras al usar levadura, sin embargo, esta respuesta se encontró al usar el 2% de levadura en relación al grupo testigo y al que recibió el 1% de levadura en la MS. La ausencia de respuesta en las variables de respuesta podría ser atribuida a la dosis empleada en esta investigación.

Cuadro 3. Medidas de altura, peso, diferencia de peso de nacimiento a 30 y 60 días, eficiencia, leche consumida y clasificación de diarreas de becerros de 0 a 2 meses

Variable	Bio	Test	EE	Valor de P
Altura a los 30 d	82.27	82.65	0.98	0.80
Altura a los 60 d	90.80	91.80	0.88	0.46
Peso a los 30 d	49.93	50.55	1.79	0.82
Peso a los 60 d	76.07	78.10	2.31	0.57
Diferencia de peso 0-30 d	15.00	16.60	0.82	0.21
Diferencia de peso 30-60 d	40.87	41.25	1.13	0.83
Ganancia de peso diaria 0-30 d	0.50	0.55	0.03	0.22
Ganancia de peso diaria 30-60 d	0.68	0.69	0.02	0.85
Eficiencia de ganancia de peso	1.11	1.17	0.03	0.15
L. de leche consumidos	383.80	384.60	0.44	0.24
Presencia de diarrea	0.30	0.40	0.07	0.30
Diarrea (tipo 1, 2 o 3)	2.07	1.85	0.14	0.33

Así mismo, en ese cuadro, se presenta los pesos y ganancias diarias alcanzados a los 30 y 60 días en las becerros de ambos tratamientos, en los cuales no hubo diferencia significativa ($P > 0.05$), lo anterior concuerda con lo reportado por Magalhanes et al. (2008) quienes usaron levadura (2% en el grano administrado en becerros) sin encontrar mejoría en CMS, ganancia de peso y eficiencia alimenticia. Hill et al. (2009) demostraron que las becerros alimentadas con cáscara de algodón, levadura y oligosacáridos mananos en la leche tampoco mejoraron la ganancia de peso diaria atribuyendo la falta de efecto a que la levadura se depositó directamente en el abomaso, sin ejercer su efecto a nivel ruminal.

No se observaron diferencias ($P > 0.05$) en la eficiencia de ganancia de peso a los 60 días entre los tratamientos de esta prueba, lo anterior es semejante a lo reportado por Quigley et al. (1992) quienes no encontraron diferencias en la ganancia de peso y eficiencia alimenticia entre los grupos de animales alimentados con *Sacharomyces cerevisiae* y los que no recibieron la levadura.

Con respecto a la altura a la cadera, no se denotó diferencia ($P > 0.05$) de 0 a 30 días, ni de 31 a 60 días, Fokkink et al. (2009) reportan que no encontraron diferencia en la altura en la cadera de becerros de 0 a 2 meses a las que se les administró levadura en el sustituto de leche.

En cuanto a morbilidad de diarreas no se observaron diferencias significativas ($P > 0.05$) aunque se aprecia numéricamente un 10% más de diarreas en el grupo control contra el testigo, Magalhanes et al. (2008) no encontraron diferencias en la presencia de diarreas en becerras tratadas con levadura en alimento, aunque la calificación fecal mejoró con el tratamiento. Sin embargo, Seymour et al. (1995) administraron sustituto de calostro y el 1% de levadura de cervecera en el concentrado encontrando una reducción en la susceptibilidad a las enfermedades de las becerras.

En este trabajo, la administración de *Sacharomyces Cerevisiae* y oligosacáridos mananos se realizó mediante el uso de leche y no se realizó la cuantificación del consumo de alimento sólido en la etapa de experimentación, por lo que es recomendable llevar a investigaciones adicionales donde se evalúen dosis diferentes de levaduras y oligosacáridos mananos y se cuantifique el consumo de alimento sólido por las becerras de cero a dos meses de edad.

Conclusión

Los resultados de este experimento permiten concluir que la incorporación en la dieta de levadura *Sacharomyces cerevisiae* tiene efectos que dependen de su frecuencia de uso, tipo o sepa de levadura y dosis. La importancia de la cepa recae en las características de las células viables capaces de ejercer un efecto en el animal. Las diferencias numéricas observadas entre los grupos experimentales, podría estar relacionada con la composición y concentración de la levadura que se administró.

Revisión de literatura

- Al Ibrahim, R. M., A. K. Kelly, L. O'Grady, V. P. Gath, C. McCarney, and F. J. Mulligan. 2010. The effect of body condition score at calving and supplementation with *Saccharomyces cerevisiae* on milk production, metabolic status, and rumen fermentation of dairy cows in early lactation. *Journal of dairy science* 93(11):5318-5328. doi: 10.3168/jds.2010-3201
- Al Ibrahim, R. M., S. J. Whelan, K. M. Pierce, D. P. Campion, V. P. Gath, and F. J. Mulligan. 2013. Effect of timing of post-partum introduction to pasture and supplementation with *Saccharomyces cerevisiae* on milk production, metabolic status, energy balance and some reproductive parameters in early lactation dairy cows. *Journal of animal physiology and animal nutrition* 97 Suppl 1:105-114. doi: 10.1111/jpn.12048
- Allen, M. S., and Y. Ying. 2012. Effects of *Saccharomyces cerevisiae* fermentation product on ruminal starch digestion are dependent upon dry matter intake for lactating cows. *Journal of dairy science* 95(11):6591-6605. doi: 10.3168/jds.2012-5377
- AlZahal, O., L. Dionissopoulos, A. H. Laarman, N. Walker, and B. W. McBride. 2014a. Active dry *Saccharomyces cerevisiae* can alleviate the effect of subacute ruminal acidosis in lactating dairy cows. *Journal of dairy science* 97(12):7751-7763. doi: 10.3168/jds.2014-8212
- AlZahal, O., F. Li, N. D. Walker, and B. W. McBride. 2017. Factors influencing ruminal bacterial community diversity and composition and microbial fibrolytic enzyme abundance in lactating dairy cows with a focus on the role of active dry yeast. *Journal of dairy science* 100(6):4377-4393.
- AlZahal, O., H. McGill, A. Kleinberg, J. I. Holliday, I. K. Hindrichsen, T. F. Duffield, and B. W. McBride. 2014b. Use of a direct-fed microbial product as a supplement during the transition period in dairy cattle. *Journal of dairy science* 97(11):7102-7114. doi: 10.3168/jds.2014-8248
- Bagheri, M., G. R. Ghorbani, H. R. Rahmani, M. Khorvash, N. Nili, and K. H. Sudekum. 2009. Effect of live yeast and mannan-oligosaccharides on performance of early-lactation Holstein dairy cows. *Journal of Animal Sciences* 22(6):812-818.
- Brewer, M. T., K. L. Anderson, I. Yoon, M. F. Scott, and S. A. Carlson. 2014. Amelioration of salmonellosis in pre-weaned dairy calves fed *Saccharomyces cerevisiae* fermentation products in feed and milk replacer. *Veterinary microbiology* 172(1-2):248-255. doi: 10.1016/j.vetmic.2014.05.026
- Callaway, E. S., and S. A. Martin. 1997. Effects of a *Saccharomyces cerevisiae* culture on ruminal bacteria that utilize lactate and digest cellulose. *Journal of dairy science* 80(9):2035-2044. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(97)76148-4
- Chaucheyras-Durand, F., N. D. Walker, and A. Bach. 2008. Effects of active dry yeasts on the rumen microbial ecosystem: Past, present and future. *Animal Feed Science and Technology* 145:5-26.
- Chung, Y. H., N. D. Walker, S. M. McGinn, and K. A. Beauchemin. 2011. Differing effects of 2 active dried yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) strains on ruminal acidosis and methane production in nonlactating dairy cows. *Journal of dairy science* 94(5):2431-2439. doi: 10.3168/jds.2010-3277
- Church, D. C. 1993. *El Rumiante: Fisiología digestiva y nutrición*. 1° ed Acriba, Zaragoza España(137 – 156)
- Desnoyers, M., S. Giger-Reverdin, G. Bertin, C. Duvaux-Ponter, and D. Sauvant. 2009. Meta-analysis of the influence of *Saccharomyces cerevisiae* supplementation on ruminal parameters and milk production of ruminants. *Journal of dairy science* 92(4):1620-1632. doi: 10.3168/jds.2008-1414

- DeVries, T. J., and E. Chevaux. 2014. Modification of the feeding behavior of dairy cows through live yeast supplementation. *Journal of dairy science* 97(10):6499 - 6510.
- Dogi, C. A., R. Armando, R. Luduena, A. de Moreno de LeBlanc, C. A. Rosa, A. Dalcerro, and L. Cavaglieri. 2011. *Saccharomyces cerevisiae* strains retain their viability and aflatoxin B1 binding ability under gastrointestinal conditions and improve ruminal fermentation. *Food additives & contaminants. Part A, Chemistry, analysis, control, exposure & risk assessment* 28(12):1705-1711. doi: 10.1080/19440049.2011.605771
- Donovan, D. C., S. T. Franklin, C. C. L. Chase, and A. R. Hippen. 2002. Growth and Health of Holstein Calves Fed Milk Replacers Supplemented with Antibiotics or Enteroguard. *J. Dairy Sci.* 85(947-950)
- Erasmus, L. J., P. M. Botha, and A. Kistner. 1992. Effect of yeast culture supplement on production, rumen fermentation, and duodenal nitrogen flow in dairy cows. *Journal of dairy science* 75(11):3056-3065. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(92)78069-2
- Febres, O. A., and J. Vergara-López. 2007. Propiedades físicas y químicas del rumen. *Archivos Latinoamericanos de Produccion Animal* 15(1): 133 - 140.
- Finck, D. N., F. R. B. Ribeiro, N. C. Burdick, S. L. Parr, J. A. Carroll, T. R. Young, B. C. Bernhard, J. R. Corley, A. G. Estefan, R. J. Rathmann, and B. J. Johnson. 2014. Yeast supplementation alters the performance and health status of receiving cattle. *The Professional Animal Scientist*, 30(3):333 - 341.
- Fokink, W. B., T. M. Hill, J. M. Aldrich, H. G. Bateman II, and R. L. Schlotterbeck. 2009. CASE STUDY: Effect of Yeast Culture, Fatty Acids, Whey, and a Peptide Source on Dairy Calf Performance. *The Professional Animal Scientist* 25 25:794-800.
- Ghorbani, G. R., D. P. Morgavi, K. A. Beauchemin, and J. A. Leedle. 2002. Effects of bacterial direct-fed microbials on ruminal fermentation, blood variables, and the microbial populations of feedlot cattle. *Journal of animal science* 80(7):1977-1985.
- Hill, S. R., B. A. Hopkins, S. Davidson, S. M. Bolt, D. E. Diaz, C. Brownie, T. Brown, G. B. Huntington, and L. W. Whitlow. 2009. The addition of cottonseed hulls to the starter and supplementation of live yeast or mannanoligosaccharide in the milk for young calves. *Journal of dairy science* 92(2):790-798. doi: 10.3168/jds.2008-1320
- Hristov, A. N., G. Varga, T. Cassidy, M. Long, K. Heyler, S. K. Karnati, B. Corl, C. J. Hovde, and I. Yoon. 2010. Effect of *Saccharomyces cerevisiae* fermentation product on ruminal fermentation and nutrient utilization in dairy cows. *Journal of dairy science* 93(2):682-692. doi: 10.3168/jds.2009-2379
- Iwanska, S., D. Strusinska, and W. Zalewski. 1999. The effect of *Saccharomyces cerevisiae*1026 used alone or with vitamin-mineral premix on biochemical parameters of blood and milk in dairy cows. *Acta veterinaria Hungarica* 47(1):53-63. doi: 10.1556/AVet.47.1999.1.5
- Jarczak, J., E. Kościuczuk, M. Ostrowska, P. Lisowski, N. Strzałkowska, A. Jóźwik, J. Krzyżewski, Z. L., D. Słoniewska, and E. Bagnicka. 2014. The effects of diet supplementation with yeast on the expression of selected immune system genes in the milk somatic cells of dairy goats. *Animal Science Papers and Reports* 32(1):41-53.
- Kamra, D. N. 2005. Rumen microbial ecosystem. *Current Science* 89(1):124-135.
- Lascano, G. J., A. J. Heinrichs, and J. M. Tricarico. 2012. Substitution of starch by soluble fiber and *Saccharomyces cerevisiae* dose response on nutrient digestion and blood metabolites for precision-fed dairy heifers. *Journal of dairy science* 95(6):3298-3309. doi: 10.3168/jds.2011-5047
- Lesmeister, K. E., A. J. Heinrichs, and M. T. Gabler. 2004. Effects of supplemental yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) culture on rumen development, growth characteristics, and

- blood parameters in neonatal dairy calves. *J Dairy Sci* 87(6):1832-1839. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(04)73340-8
- Lila, Z. A., N. Mohammed, T. Yasui, Y. Kurokawa, S. Kanda, and H. Itabashi. 2004. Effects of a twin strain of *saccharomyces cerevisiae* live cells on mixed ruminal microorganism fermentation in vitro. *Journal of animal science* 82(6):1847-1854.
- Magalhaes, V. J. A., F. Susca, F. S. Lima, A. F. Branco, I. Yoon, and J. E. P. Santos. 2008. Effect of feeding yeast culture on performance, health, and immunocompetence of dairy calves. *Journal of dairy science* 91(4):1497 - 1509.
- Martin, S. A., and D. J. Nisbet. 1992. Effect of direct-fed microbials on rumen microbial fermentation. *Journal of dairy science* 75(6):1736-1744. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(92)77932-6
- McCann, J. C., A. A. Elolimy, and J. J. Looor. 2017. Rumen microbiome, probiotics, and fermentation additives. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice*, 33(3):539 - 553.
- Mullins, C. R., L. K. Mamedova, A. J. Carpenter, Y. Ying, M. S. Allen, I. Yoon, and B. J. Bradford. 2013. Analysis of rumen microbial populations in lactating dairy cattle fed diets varying in carbohydrate profiles and *Saccharomyces cerevisiae* fermentation product. *Journal of dairy science* 96(9):5872-5881. doi: 10.3168/jds.2013-6775
- Mwenya, B., B. Santoso, C. Sar, B. Pen, R. Morikawa, K. Takaura, K. Umetsu, K. Kimura, and J. Takahashi. 2005. Effects of yeast culture and galacto-oligosaccharides on ruminal fermentation in holstein cows. *Journal of dairy science* 88(4):1404-1412. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(05)72808-3
- Nocek, J. E., M. G. Holt, and J. Oppy. 2011. Effects of supplementation with yeast culture and enzymatically hydrolyzed yeast on performance of early lactation dairy cattle. *Journal of dairy science* 94(8):4046-4056. doi: 10.3168/jds.2011-4277
- Nocek, J. E., and W. P. Kautz. 2006. Direct-fed microbial supplementation on ruminal digestion, health, and performance of pre- and postpartum dairy cattle. *Journal of dairy science* 89(1):260-266. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(06)72090-2
- Oso, A. O., O. Y. Erinle, G. A. William, and A. C. Ogunade. 2015. Interaction effect of whole wheat feeding and mannan oligosacáridos supplementation on growth performance, haematological indices and caecal microbiota of cockerel chicks. *Journal of animal physiology and animal nutrition* 99: 919–923.
- Pinloche, E., N. McEwan, J. P. Marden, C. Bayourthe, E. Auclair, and C. J. Newbold. 2013. The effects of a probiotic yeast on the bacterial diversity and population structure in the rumen of cattle. *PLoS one* 8(7):e67824. doi: 10.1371/journal.pone.0067824
- Poppy, G. D., A. R. Rabiee, I. J. Lean, W. K. Sanchez, K. L. Dorton, and P. S. Morley. 2012. A meta-analysis of the effects of feeding yeast culture produced by anaerobic fermentation of *Saccharomyces cerevisiae* on milk production of lactating dairy cows. *Journal of dairy science* 95(10):6027-6041. doi: 10.3168/jds.2012-5577
- Quigley, J. D., 3rd, L. B. Wallis, H. H. Dowlen, and R. N. Heitmann. 1992. Sodium bicarbonate and yeast culture effects on ruminal fermentation, growth, and intake in dairy calves. *J Dairy Sci* 75(12):3531-3538. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(92)78129-6
- Rossow, H. A., D. DeGroff, and M. Parsons. 2014. Performance of dairy cows administered probiotic in water troughs. *The Professional Animal Scientist*, 30(5):527 - 553.
- Rossow, H. A., T. Riordan, and A. Riordan. 2018. Effects of addition of a live yeast product on dairy cattle performance. *Journal of Applied Animal Research* 46(1):159 -163.
- Seymour, W. M., J. E. Nocek, and J. Siciliano-Jones. 1995. Effects of a colostrum substitute and of dietary brewer's yeast on the health and performance of dairy calves. *Journal of dairy science* 78(2):412-420. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(95)76650-4
- Shimada, M. A. 2009. *Nutrición Animal*. 2° Editorial Trillas:101 - 105.

- Sohn, K. S., M. K. Kim, J. D. Kim, and K. Han. 2000. The role of immunostimulants in monogastric animal and fish - review. *Asian-Aust. J. Anim. Sci* 13:1178- 1187.
- Sullivan, H. M., and S. A. Martin. 1999. Effects of a *Saccharomyces cerevisiae* culture on in vitro mixed ruminal microorganism fermentation. *Journal of dairy science* 82(9):2011-2016. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(99)75438-X
- Uyeno, Y., K. Akiyama, T. Hasunuma, H. Yamamoto, H. Yokokawa, T. Yamaguchi, K. Kawashima, M. Itoh, S. Kushibiki, and M. Hirako. 2016. Effects of supplementing an active dry yeast product on rumen microbial community composition and on subsequent rumen fermentation of lactating cows in the mid-to-late lactation period. *Animal science journal = Nihon chikusan Gakkaiho* doi: 10.1111/asj.12612
- Uyeno, Y., K. Akiyama, T. Hasunuma, H. Yamamoto, H. Yokokawa, T. Yamaguchi, K. Kawashima, M. Itoh, S. Kushibiki, and M. Hirako. 2017. Effects of supplementing an active dry yeast product on rumen microbial community composition and on subsequent rumen fermentation of lactating cows in the mid-to-late lactation period. *Animal Science Journal* 88(1): 119 - 124.
- Williams, P. E., C. A. Tait, G. M. Innes, and C. J. Newbold. 1991. Effects of the inclusion of yeast culture (*Saccharomyces cerevisiae* plus growth medium) in the diet of dairy cows on milk yield and forage degradation and fermentation patterns in the rumen of steers. *Journal of animal science* 69(7):3016-3026.
- Wohlt, J. E., A. D. Finkelstein, and C. H. Chung. 1991. Yeast culture to improve intake, nutrient digestibility, and performance by dairy cattle during early lactation. *Journal of dairy science* 74(4):1395-1400. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(91)78294-5
- Yoon, I. K., and M. D. Stern. 1996. Effects of *Saccharomyces cerevisiae* and *Aspergillus oryzae* cultures on ruminal fermentation in dairy cows. *Journal of dairy science* 79(3):411-417. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(96)76380-4
- Zaworski, E. M., C. M. Shriver-Munsch, N. A. Fadden, W. K. Sanchez, I. Yoon, and G. Bobe. 2014. Effects of feeding various dosages of *Saccharomyces cerevisiae* fermentation product in transition dairy cows. *Journal of dairy science* 97(5):3081-3098. doi: 10.3168/jds.2013-7692
- Zhang, R. Y., I. Yoon, W. Y. Zhu, and S. Y. Mao. 2013. Effect of *Saccharomyces cerevisiae* Fermentation Product on Lactation Performance and Lipopolysaccharide Concentration of Dairy Cows. *Asian-Australasian journal of animal sciences* 26(8):1137-1143. doi: 10.5713/ajas.2013.13181