

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA

UNAN-LEÓN

Escuela de Ciencias Agrarias y Veterinarias



TESIS PARA OPTAR AL TITULO DE

MEDICO VETERINARIO

**Evaluación del efecto de la suplementación con *Saccharomyces cerevisiae*
en bovinos de engorde en condiciones de pastoreo y estabulados**

Autores

Br. Cheyli Yeneris González Rodríguez

Br. José Alfredo Urbina Trujillo

Tutor: PhD. Alan Enrique Peralta Ramírez

Asesor: PhD. Byron Flores

León 20 Diciembre 2018

“A la Libertad por la Universidad”



Evaluación del efecto de la suplementación con Levadura *Saccharomyces cerevisiae* en bovinos de engorde en condiciones de pastoreo y confinamiento.

AGRADECIMIENTO

A **Dios** por ser mi guía y acompañarme en el transcurso de mi vida, brindándome paciencia y sabiduría para culminar con éxito mis metas propuestas.

A mis padres **Tomasa Rodríguez Mairena, Leonel Martínez Obando y papa Arcenio González Herrera** (QEPD) quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades porque Dios está conmigo siempre *infinitas gracias*.

Cheyli Yeneris González Rodríguez

A **Dios**, señor y dador de vida y del conocimiento, que me ilumina en mi diario caminar.

A mis padres **Marta Lorena Trujillo y Alfredo Urbina Valle** por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí y convertirnos en lo que soy *infinitas gracias*.

José Alfredo Urbina Trujillo

Asimismo, agradecemos infinitamente a nuestros **Hermanos** que con sus palabras nos hacían sentir orgulloso de lo que somos y de lo que les podemos enseñar.



Evaluación del efecto de la suplementación con Levadura *Saccharomyces cerevisiae* en bovinos de engorde en condiciones de pastoreo y confinamiento.

DEDICATORIA

En primer lugar agradecemos a **Dios** por bendecirnos la vida, por guiarnos a lo largo de estos años de estudio, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad y ayudarnos a actuar con sabiduría para culminar nuestra meta con éxito.

Al **Dr. Alan Enrique Peralta Ramírez**, por su valioso tiempo que nos dedicó durante nuestro trabajo, por instruirnos y aportarnos sus valiosos conocimientos, a usted querido maestro ***Infinitas Gracias***.

A **Docentes** que fueron el eslabón principal a lo largo de la preparación de nuestra profesión compartiendo sus conocimientos e historia con cada uno de nosotros, para ellos nuestra **estima e infinito agradecimiento**.



RESUMEN

El empleo de probióticos en producción animal es de interés por sus efectos benéficos, sin embargo existen pocos estudios que evalúen su empleo en bovinos cárnicos. El objetivo fue evaluar el efecto de la suplementación con *Saccharomyces cerevisiae* (*S. cerevisiae*) sobre la ganancia de peso en bovinos de engorde en condiciones de pastoreo y estabulación. Para ello se realizaron dos estudios. En el primer experimento se emplearon 40 novillos, divididos al azar en dos grupos; un grupo recibió *S. cerevisiae* (SC, n=20), 15 g/día y un grupo control (GC, n=20) que no recibió el suplemento. En el primer estudio los animales permanecieron en condiciones de pastoreo recibiendo la misma alimentación y manejo durante 110 días. En el segundo experimento todos los animales del estudio previo fueron estabulados y suplementados con *S. cerevisiae* durante 162 días, de tal manera que un grupo fue previamente suplementado (PreSC, n=20) y el otro grupo recibió el suplemento por primera vez al iniciar la etapa de estabulación (RSC, n=20). En ambos estudios las variables evaluadas fueron: edad, peso corporal (PC) y ganancia media diaria (GMD). La edad y peso promedio al inicio fueron similares en ambos grupos (229.25 ± 9.19 Kg vs 246.80 ± 8.84 Kg; SC vs GC). El grupo SC mostró una mejor evolución de PC a 110 días (335.35 ± 10.99 Kg vs 282.95 ± 11.07 Kg, $P < 0.005$) y una GMD superior al grupo GC (1.07 ± 0.06 vs 0.34 ± 0.04) en condiciones de pastoreo. En etapa de confinamiento, el grupo PreSC mostró GMD superiores al grupo RSC, además, los resultados mostraron que el grupo PreSC mantuvo su evolución de PC superior al RSC. La suplementación con *S. cerevisiae* en condiciones de pastoreo y posteriormente en estabulación puede ser una estrategia para mejorar el desempeño productivo en sistemas de producción bovina cárnica.



Evaluación del efecto de la suplementación con Levadura *Saccharomyces cerevisiae* en bovinos de engorde en condiciones de pastoreo y confinamiento.

Contenido

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	OBJETIVOS	3
III.	MARCO TEÓRICO	4
3.1	FISIOLOGÍA DEL RUMEN	5
3.1.4	Microbiota ruminal	9
3.1.5	La motilidad retículo-ruminal permite la mezcla y progresión de su contenido, la eructación y la rumia.....	10
3.1.6	Digestión ruminal	12
3.1.7	Microorganismo del retículo-rumen.....	14
3.1.8	Factores que afectan la población de microorganismos del rumen.....	16
3.2	ADITIVO	17
3.2.1	Probióticos	18
3.2.2	Tipos de probióticos	18
	Mecanismo de acción de aditivos/probióticos.....	19
3.3	SACCHAROMYCES CEREVISIAE	19
3.3.1	Características generales	20
3.3.2	<i>S. cerevisiae</i> y su acción en el rumen.....	21
3.3.3	Ventajas de la <i>S. cerevisiae</i> :.....	22
3.3.4	Beneficios generales.....	22
IV.	MATERIAL Y MÉTODO.....	23
V.	RESULTADOS	25
VI.	DISCUSION	44
VII.	CONCLUSIONES	48
VIII.	RECOMENDACIONES	49
IX.	BIBLIOGRAFÍA	50
X.	ANEXOS	51



I. INTRODUCCIÓN

La evolución en la producción de carne bovina en los últimos años ha seguido una línea de intensificación similar a la observada en otras especies como la porcina y la avicultura. Ello ha conllevado a la utilización de los alimentos adicionales al pasto, pasando a la incorporación de concentrados y la adición de aditivos por ser una de las opciones más importantes ya que incrementan la eficacia de la dieta, mejoran la salud, promueven el crecimiento y aumentan la producción, hasta llegar a utilizar eficientemente los recursos alimenticios en función de alcanzar avances productivos en la ganancia de peso. Por lo tanto el uso de suplementos adaptables a las condiciones propias del medio son de gran interés ya que permiten mejorar algunos indicadores productivos importantes como la condición corporal y la ganancia media diaria.

Espinoza, 2001, indica que la nutrición es uno de los aspectos que más influyen en los costos de siendo así que alternativas de bajo costo que incrementen la eficiencia digestiva de los animales tienen un gran potencial para ser implementadas en los sistemas de producción animal. Una de estas alternativas es el empleo de *Saccharomyces cerevisiae*.

La levadura, *Saccharomyces cerevisiae*, proviene del vocablo Saccharo (azúcar), myces (hongo) y cerevisiae (cerveza). En los últimos años estudios con *S. cerevisiae* en la nutrición de rumiantes demuestran que no todas las levaduras existentes en el mercado, tienen la misma acción en las diferentes explotaciones de producción animal (Paucar 2014). La interacción entre la dieta animal y las distintas cepas de levaduras que se administran a los animales, establecen oportunidades y deficiencias para definir el efecto en el metabolismo ruminal (1).



Evaluación del efecto de la suplementación con Levadura *Saccharomyces cerevisiae* en bovinos de engorde en condiciones de pastoreo y confinamiento.

Uno de los factores que influye en la ganadería son, la escasez de alimentos provocados por los tiempos extenso de sequía y forraje de mala calidad con bajo valor nutritivo, lo cual se evidencia especialmente en la producción de leche, condición corporal y peso, afectando de esta manera la rentabilidad del ganadero.

El presente trabajo de investigación tiene por objeto evaluar el efecto de la suplementación con levadura en bovinos destinados a la explotación cárnica. Se espera que sea posible validar el uso de *Saccharomyces cerevisiae* ya que puede ser una alternativa práctica de interés para los pequeños, medianos y grandes ganaderos.

En la actualidad se presentan inconvenientes en el aseguramiento de alimento para la producción pecuaria de la región y del país, generados por la escases de cosechas que son afectadas por los fenómenos climáticos que ocasionan largos periodos de sequía e invierno, lo cuales destruyen los cultivos existentes e impiden la recolección de los mismos. La mayoría de los sistemas de producción pecuaria, sobre todo los bovinos utilizan una dieta alimenticia a base de pasto y rastrojos de cultivos agrícolas. Por otro lado, con la situación climática actual se puede apreciar que para desarrollar un sistema de producción se debe considerar en primera instancia el aseguramiento del alimento. Siendo así que aquellas prácticas que permitan el mayor aprovechamiento de estas fuentes de alimento para los bovinos tienen un gran potencial.

Los resultados obtenidos pueden ser utilizados en actividades de extensión que pueden ser útiles en sistemas de producción a pequeña escala en la zona de influencia y fortalecer la investigación institucional, en la rama de mejoramiento alimenticio de los proyectos bovinos.



Evaluación del efecto de la suplementación con Levadura *Saccharomyces cerevisiae* en bovinos de engorde en condiciones de pastoreo y confinamiento.

II. OBJETIVOS

Objetivo general

- ✚ Evaluar el efecto de la suplementación con levadura *Saccharomyces cerevisiae* en bovinos de engorde.

Objetivos específicos

- ✚ Estimar la ganancia de peso de bovinos de raza *Brahman* durante la suplementación *S. cerevisiae* en condiciones de pastoreo
- ✚ Comparar los rendimientos en condiciones de pastoreo en animales suplementados y no suplementados con *S. cerevisiae*.
- ✚ Evaluar la ganancia media diaria de bovinos en confinamiento suplementados con *S. cerevisiae*.
- ✚ Evaluar la ganancia media diaria de bovinos suplementados con *S. cerevisiae* previamente y durante el confinamiento



III. MARCO TEÓRICO

Los animales rumiantes se incluyen en la subclase de los Ungulados (mamíferos con pezuñas), orden Artiodactyla (dedos pares) y suborden Ruminantia. La palabra rumiante procede del término latino *Ruminare*, que significa masticar de nuevo (2).

Los rumiantes tienen la capacidad de utilizar alimento, materias primas que otras especies no pueden usar, esta propiedad se debe a la adaptación de su aparato digestivo y a la perfecta simbiosis que tiene con los millones de microorganismos que habitan en el rumen.

Además de que constituyen una importante fuente de alimentos y otros productos para los seres humanos. Estos animales se han adaptado de tal manera que pueden satisfacer sus necesidades energéticas a través de la utilización de los forrajes, los cuales son relativamente abundantes en la superficie terrestre.

La interacción simbiótica entre la micro flora ruminal y el rumiante en sí, constituye uno de los eventos más importantes para el desarrollo de la vida, dado que gracias a esto, sustratos que no pueden ser utilizados por el hombre, pueden ser aprovechados por el rumiante. No obstante, la digestión de estos compuestos es realizada gracias a la acción enzimática efectuada por los microorganismos ruminales. De esta forma, los rumiantes pueden convertir celulosa y hemicelulosa, además de otros compuestos, en carne y leche (3).

Las bacterias celulíticas habitan el tracto digestivo de todos los animales, permitiendo que el animal extraiga y asimile los productos finales de la fermentación, particularmente las cadenas cortas o los ácidos grasos volátiles o AGV.



Evaluación del efecto de la suplementación con Levadura *Saccharomyces cerevisiae* en bovinos de engorde en condiciones de pastoreo y confinamiento.

El valor relativo de la fermentación en la nutrición animal depende mucho del tamaño del rumen. La fermentación ocurre en el caso de los humanos y los perros en el colon pero su intestino grueso es corto por lo que los procesos de fermentación son insignificantes. En cambio, los rumiantes viven de la celulosa ya que como parte de su tracto digestivo la capacidad volumétrica del rumen es enorme.

Los rumiantes son animales poligástricos, es decir, que la estructura anatómica de sus estómagos es compleja por estar formada por cuatro compartimentos: retículo, rumen, omaso y abomaso. Los tres primeros se denominan conjuntamente pre estómagos y poseen una mucosa a glandular (epitelio sin capacidad de producir jugos con función digestiva). El último de los cuatro (abomaso) tiene una estructura glandular equivalente a la del estómago simple en los monogástricos (Redondo, 2003) (4).

3.1 FISIOLÓGÍA DEL RUMEN

3.1.1 Característica del estómago del animal pre-rumiante

Desarrollo

Los estudios embriológicos muestran que las cuatro partes del estómago de los rumiantes tienen origen gástrico. Al nacimiento el tamaño del conjunto de los pre-estómagos es algo menor que el tamaño del abomaso. Sin embargo, en el animal adulto los pre-estómagos constituyen un 90 por 100 del volumen total. El crecimiento de los pre-estómagos se produce tras el nacimiento de una forma bastante rápida, sobre todo si el animal accede pronto a una alimentación sólida. El desarrollo de los pre-estómagos suele dividirse en tres periodos:



Evaluación del efecto de la suplementación con Levadura *Saccharomyces cerevisiae* en bovinos de engorde en condiciones de pastoreo y confinamiento.

1. Periodo entre el nacimiento y las 3 semanas de vida. En este espacio de tiempo, el animal puede considerarse un no rumiante, dado que depende de una alimentación exclusivamente láctea. Durante este periodo, la absorción de glucosa en el intestino es muy eficaz y se alcanzan los valores de glucemia más elevados. El metabolismo de los glúcidos sigue el típico patrón de los no rumiantes.
2. Periodo entre las 3 y las 8 semanas de vida. Es un periodo de transición en el que se produce un desarrollo gradual de los pre-estómagos, al comenzar a ingerir pequeñas cantidades de alimentos sólidos. Los valores de glucemia disminuyen y, por el contrario, la concentración plasmática de ácidos grasos volátiles aumenta, hasta alcanzar los niveles del animal adulto.
3. Periodo a partir de las 8 semanas. Se alcanzan ya prácticamente las porciones típicas del rumiante adulto: no obstante, ha podido comprobarse que con una alimentación exclusivamente láctea, los pre-estómagos continúan siendo rudimentarios hasta las 14 o 15 semanas de vida e incluso más.

El desarrollo del epitelio de los preestómagos se realiza de forma paralela, de manera que en el momento del nacimiento apenas existen papilas y estas se van desarrollando en respuesta a la alimentación sólida. La exposición del epitelio a los ácidos grasos volátiles estimula el desarrollo de las papilas. Esto se produce en gran cantidad cuando el animal ingiere dietas muy digestibles, del tipo de los concentrados. Por otra parte, parece que las dietas con altos contenidos en forrajes favorecen el correcto desarrollo muscular de los preestómagos.



Evaluación del efecto de la suplementación con Levadura *Saccharomyces cerevisiae* en bovinos de engorde en condiciones de pastoreo y confinamiento.

Desde un punto de vista microbiológico, en el momento del nacimiento los preestómagos se encuentran en condiciones de esterilidad. No obstante, pronto serán colonizados por la flora y fauna simbiótica que resulta imprescindible para los procesos de digestión fermentativa pre-gástrica, determinante de toda su fisiología digestiva. Esta colonización se ve enormemente favorecida por el contacto con otros animales y por hábito de comportamiento, consistente en lamer y mordisquear, con el que nace el rumiante.

3.1.2 Estructura funcional del estómago de los rumiantes

El aparato digestivo de las distintas especies es muy semejante en su forma. La primera parte más ensanchada sirve para la digestión (estómago) y la segunda porción en forma de tubo fino y alargado para la absorción (intestino).

Como los mamíferos carecen de enzimas capaces de degradar la celulosa, los herbívoros poseen partes ensanchadas en su tracto digestivo donde las condiciones son favorables para el mantenimiento de una población bacteriana, este si es capaz de degradar la celulosa. En el cerdo, caballo y conejo, esta porción ensanchada está situada en el intestino grueso, última porción del mismo, con el inconveniente de que, si bien la celulosa es degradada, se ve muy reducida la capacidad de absorción de los productos finales de la digestión. En los rumiantes esta porción se halla en la primera parte del tracto digestivo, antes del estómago, permitiendo que los productos de la acción bacteriana sean completamente absorbidos por animal. Esto, unido a la enorme capacidad estómago, los hace especialmente aptos para la alimentación con forraje de baja calidad, con alto contenido de celulosa, inutilizables por otras especies (5).

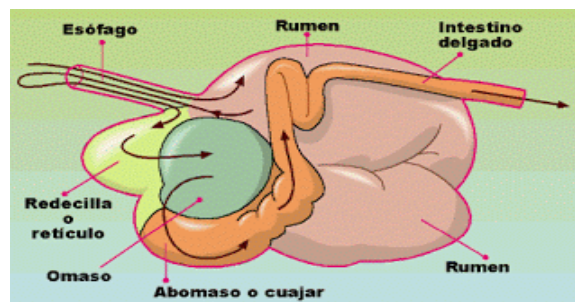


Los rumiantes poseen el beneficio de tener una cámara fermentativa pre-gástrica, formada por tres compartimientos: el retículo, el rumen y el omaso. Estos compartimientos también llamados pre-estómagos, se caracterizan por tener un epitelio no secretor, a diferencia de lo que es la cavidad gástrica propiamente dicha (el abomaso) cuya mucosa es secretora y cumple prácticamente las mismas funciones que el estómago simple de los monogástricos. A pesar de que los pre-estómagos carecen de enzimas propias para degradar los alimentos ingeridos por el rumiante, es en esta cámara que se realiza la mayor parte de la digestión del alimento debido a la fermentación microbiana (principalmente por hidrólisis y oxidación anaeróbica).

3.1.3 Características propias de cada compartimento del sistema digestivo

Como se mencionó anteriormente los rumiantes tiene un estómago dividido en cuatros compartimentos: rumen, retículo, omaso y abomaso (ver figura 1) (Cunningham,1994) (6).

Figura 1: Estómago de los rumiantes. Tomado de Cunningham 1994.



El rumen y el retículo son similares anatómicamente, considerándolos como un mismo compartimiento (retículo-rumen) con un pH normal de 5,5-5,6. Están separados parcialmente por el pliegue retículo-ruminal ya que el contenido puede



Evaluación del efecto de la suplementación con Levadura *Saccharomyces cerevisiae* en bovinos de engorde en condiciones de pastoreo y confinamiento.

intercambiarse libremente o detenerse. Es en estos órganos en donde se realiza la mayor parte de la fermentación microbiana, absorción y transporte de nutrientes (Delgado, 2006) (7).

El omaso tiene la función principal de extraer líquidos; absorbiendo agua del bolo alimenticio, NH_3 , ácidos grasos volátiles y sustancias minerales (Gramal, 2013).

El abomaso o estómago verdadero realiza la digestión ácida y enzimática. Es el encargado de secretar ácido clorhídrico y pepsina para iniciar el proceso de degradación de proteínas alimenticias y microbianas (Mora, 2007).

3.1.4 Microbiota ruminal

Los rumiantes han desarrollado una compleja microbiota simbiote que incluye bacterias, protozoarios, hongos (Van Soest, 1994), la cual les ha permitido adaptarse al consumo de vegetales y la digestión del material fibroso. Para entender mejor las relaciones microbianas y los procesos metabólicos en el rumen es necesario describir y comprender la diversidad de la comunidad así como la influencia de diferentes factores del huésped y de la dieta en su composición (Larue y col., 2005) (8).

La fermentación de la fibra produce ácidos grasos volátiles (AGV), los cuales constituyen la principal fuente de energía para los rumiantes, biomasa microbiana que es utilizada como fuente de proteína, así como CO_2 y CH_4 , los que se pierden en el ambiente (Van Soest, 1994).

Se estima que la comunidad microbiana ruminal comprende varios cientos de especies bacterianas. La mayoría de estas son anaerobias estrictas o facultativas y al menos 30 son las predominantes con cantidades de aproximadamente 10^{11} células bacterianas/mL de fluido ruminal (Hespell, 1987; Miron y col., 2001).



Evaluación del efecto de la suplementación con Levadura *Saccharomyces cerevisiae* en bovinos de engorde en condiciones de pastoreo y confinamiento.

Existe una población microbiana adherida al epitelio ruminal (McCowan y col., 1978; Dehority y Grubb, 1981), otra que se encuentra libre en el fluido y por último una porción adherida y en íntimo contacto con la partículas alimenticias.

En la fase líquida (fluido o líquido ruminal) los microorganismos se encuentran libres y se nutren de proteínas y carbohidratos solubles. Constituyen entre el 20 y 30% de la biomasa bacteriana (Miron y col., 2001). Más del 70% de la microbiota ruminal está asociada a la fase sólida del contenido ruminal (Forsberg y Lam, 1977) y se calcula que es responsable de entre el 88 y 91% de la actividad fibrolítica, del 70% de la actividad amilasa y del 75% de la actividad proteolítica del rumen (Miron y col., 2001) constituyendo ésta la fracción metabólicamente más importante del sistema ruminal.

3.1.5 La motilidad retículo-ruminal permite la mezcla y progresión de su contenido, la eructación y la rumia.

En el retículo-rumen se repiten patrones de actividad motora con el fin de cumplir con cuatro funciones esenciales: la mezcla del contenido, que facilita el contacto entre el alimento y los microorganismos, promueve la absorción de AGV y ayuda a la fragmentación del alimento; la progresión del contenido hacia el omaso, seleccionando sólo la fracción del alimento que ha permanecido el tiempo necesario dentro del rumen; la expulsión de gases a través de la eructación; y la rumia, seleccionando para rumiar alimento del estrato fangoso (9).

En la actividad retículo-ruminal se identifican dos complejos motores denominados contracción primaria o ciclo A y contracción secundaria, eructativa o ciclo B. La contracción primaria produce a la vez la mezcla y la progresión del contenido y



comienza con la contracción bifásica del retículo. Esta consiste en dos contracciones de la red, una parcial que reduce su luz a la mitad y una contracción total. La contracción parcial coincide con el cierre del esfínter retículo-omasal y sirve para volcar el estrato superior más grosero hacia el rumen por encima de la escotadura retículo-ruminal. Inmediatamente se produce la contracción total y el esfínter retículo-omasal se abre, permitiendo el pasaje del contenido de mayor peso específico hacia el omaso. La onda de contracción de la red se propaga por el rumen de craneal a caudal, tanto por el saco dorsal como por el ventral, pero en éste es más lenta y se refleja volviendo hacia craneal (9).

Con esta secuencia de contracciones el contenido ruminal se mezcla siguiendo un patrón de movimientos por el cual el contenido del saco dorsal del rumen gira y se mezcla en sentido anti-horario, mientras que el contenido del saco ventral lo hace en sentido horario. De este modo, el alimento que ya ha permanecido el tiempo suficiente en el rumen y que se encuentra en la fase líquida ingresa a la red por encima del pilar craneal, y será el contenido que progresará hacia el omaso en la siguiente contracción.

Las contracciones secundarias o eructativa se presentan siempre a continuación de las primarias, aunque su aparición depende de la cantidad de gas que contenga el rumen. La acumulación de estos gases (meteorismo) pueden distender tanto el rumen que el animal muere por asfixia, debida a la compresión del diafragma. Esto demuestra la importancia del mecanismo de eructación. La eructación es un reflejo vago-vagal regulado por los centros gástricos del bulbo y que se inicia por estimulación de receptores que detectan la distensión del saco dorsal del rumen y la zona cardial así como la presencia de gas libre en el saco Ciego caudo-ventral del rumen, en el cual queda retenido gas después de una contracción primaria. La contracción eructativa comienza en éste saco ciego, luego asciende al saco ciego caudo-dorsal y de allí se propaga hacia craneal por el saco dorsal del rumen,



Evaluación del efecto de la suplementación con Levadura *Saccharomyces cerevisiae* en bovinos de engorde en condiciones de pastoreo y confinamiento.

empujando de esta forma la burbuja de gas hacia el cardias. La eructación se completa con un ligero esfuerzo inspiratorio a glotis cerrada, que disminuye la presión intraesofágica para facilitar el pasaje del gas hacia el esófago, que lo conduce hacia las fauces mediante una onda antiperistáltica.

3.1.6 Digestión ruminal

Los alimentos y líquidos ingeridos se dirigen al rumen-retículo a través del orificio esofágico, produciéndose la regurgitación para iniciar la rumia donde el alimento es descompuesto por grandes cantidades de saliva, ya que se conoce que el ganado bovino produce 150 l de saliva (Martínez, 2005).

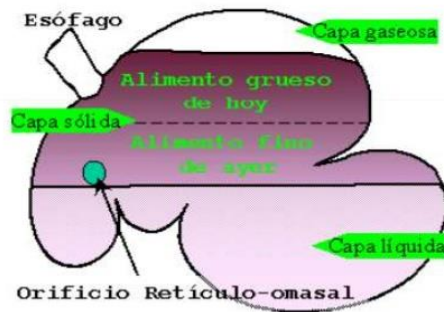
El rumen se encuentra dividido en tres fases: una parte inferior líquida y una parte superior sólida, y una gaseosa (Church, 1993)

En la capa inferior líquida se encuentra el alimento suspendido en partículas finas de 4_{mm}, las cuales son de menor tamaño al diámetro del esfínter retículo-omasal, mientras que en la capa sólida se encuentra la materia gruesa cuya longitud es de 1-2_{cm} de largo mientras que en la capa gaseosa se encuentran los gases producto de la fermentación (ver figura 2) (Kamande, 2006, p4).



Figura 2. Característica del rumen. Tomado de Ramírez (2013).

Estratificación del contenido retículo-ruminal



La descomposición del alimento en el retículo-rumen se realiza por la acción de enzimas que proceden de bacterias, protozoarios y hongos (ver tabla 2). Este compartimiento proporciona un medio de cultivo continuo para microorganismo anaeróbicos, los cuales realizan la digestión de carbohidratos, proteínas y fibras obteniendo como producto final: pirúvico, AGV y células microbianas (Relling & Mattioli, 2016). El piruvato se transforma en AGV para ser asimilados a través de la pared ruminal, los gases como el metano y dióxido de carbono se van a eliminar a través del eructo (ver tabla 1) mientras que las células microbianas se dirigen al abomaso y al intestino delgado, los cuales segregan enzimas para dirigirlas junto al alimento que no ha sido degradado completamente en la fermentación ruminal, permitiendo así absorber los productos finales como proteínas alimenticias y microbianas (Martínez, 2005).



Tabla 1 Composición porcentual del gas eructado.

Dióxido de carbono CO₂	65%
Metano CH₄	255
Nitrógeno N₂	7%
Oxígeno O₂	0.5%
Hidrógeno H₂	0.2%
Sulfuro de hidrógeno SH₂	0.01%
Otros gases	2.2%

3.1.7 Microorganismo del retículo-rumen

Los microorganismos que colonizan el retículo-rumen mantienen una verdadera relación simbiótica con el hospedador. Dichos microorganismos, fundamentalmente bacterias, protozoos y hongos anaerobios, dependen del rumiante para disponer de las condiciones fisiológicas que son necesarias para su supervivencia. Por otra parte, el rumiante utiliza los productos finales de las fermentaciones microbianas para cubrir sus propias necesidades nutritivas.

Las bacterias representan la fracción de la población ruminal imprescindibles para la vida del rumiante. El neonato adquiere esta flora por el contacto directo con otros bovinos o bien por contacto indirecto a través de elementos contaminados como forrajes o agua de bebida.



Evaluación del efecto de la suplementación con Levadura *Saccharomyces cerevisiae* en bovinos de engorde en condiciones de pastoreo y confinamiento.

Si bien existe una amplia variedad de bacterias y alternativas para clasificarlas, resulta útil agruparlas en base a los sustratos que emplean y a los productos finales de su fermentación (**Tabla 2**).

Tabla 2: Clasificación funcional de las bacterias ruminales

Grupo de bacterias	Características funcionales	Principales productos finales de su metabolismo
Celulolíticas	Fermentan hidratos de carbono estructurales de la pared celular (Celulosa, hemicelulosa y pectinas).	AGV (Especialmente acetato).
Amilolíticas	Fermentan hidratos de carbono de reserva de granos (almidón).	AGV (Especialmente propionato).
Sacarolíticas	Fermentan hidratos de carbono simple (azúcares vegetales).	AGV (Especialmente butirato).
Lactolíticas	Metabolizan el lactano.	AGV (Especialmente propionato).
Lipolíticas	Metabolizan las grasas.	Ácidos grasos libre y AGV (Especialmente propionato).
Proteolíticas	Degradan las proteínas.	AGV y amoníaco (NH ₃).
Metanógenas	Producen metano.	Metano (CH ₄).
Ureolíticas	Hidrolizan la urea.	CO ₂ y NH ₃ .



3.1.8 Factores que afectan la población de microorganismos del rumen

Algunos de estos factores están ligados a la fisiología de diferentes especies (máxima velocidad de crecimiento, afinidad por el sustrato, energía metabólica, resistencia a pH ácidos y 21 compuestos tóxicos, habilidad para adherirse a las partículas de la planta, etc.). Esto depende del hospedero y su alimento (composición de la dieta, frecuencia de comidas, cantidades ingeridas, aditivos del alimento, forma en la cual el alimento es presentado, etc.) y de la naturaleza de las relaciones establecidas entre las diferentes poblaciones durante la evolución, como la competencia, el sinergismo, la predación, el mutualismo, etc.

Generalmente se acepta que los principales factores que modifican la población de microorganismos del rumen son:

- La dieta y su manipulación
- Cantidad y frecuencia en el suministro de alimentos
- Cambios diurnos y estacionales
- Procesamiento de la dieta
- Competencia entre protozoos y bacterias
- Especie animal
- Edad

Existen otras variables, que pudieran ser factores, las que también influyen en el número y representación de especies microbianas, entre estas tenemos: El consumo y su velocidad, la selectividad al pastar, la fertilidad del suelo, la situación geográfica, el clima. Estos influyen en la cantidad y calidad de nutrimento que se ofrecerán a los microorganismos del rumen.



3.2 ADITIVO

Un aditivo alimentario es aquella sustancia que se incluye en la formulación a un nivel bajo de inclusión, con el propósito de incrementar la calidad nutricional en el alimento, también se los puede definir como sustancias, microorganismos o preparados de diferentes materias primas, para añadir al agua o alimento que incluye sobre 1) las característica de los piensos; 2) problemas ambientales de la producción animal; 3) parámetros productivos, salud, bienestar mediante la influencia en el perfil de la flora microbiana intestinal, la digestibilidad de los alimentos y 4) efectos coccidiostáticos o histosmostáticos (Radvidram, 2010).

Carro y Ranilla (2002) Indican que los aditivos son utilizados en la alimentación animal rutinariamente con tres fines fundamentales *1) mejorar la palatabilidad del alimento; 2) prever algunas enfermedades, y 3) elevar la eficacia de producción de los animales*. Al tener un amplio uso de en la alimentación animal, los aditivos se encuentran en diferentes sustancias (**ver tabla 3**) como: suplemento (vitaminas, provitaminas, minerales, etc.), sustancias auxiliares (antioxidantes, emulsionantes, saborizantes, etc.), agentes para prevenir enfermedades (coccidiostáticos y otras sustancias medicamentosas) y agentes promotores del crecimiento (antibióticos, probióticos, enzimas, etc.)* (Carro y Ranilla, 2002).

Tabla 3. Frecuencia de empleo de aditivos

Aditivo	Porcentaje (%)
Bicarbonato de sodio	75,40
Oxido de magnesio	65,40
Levaduras	50,80
Minerales	47,50
Niacina	37,70
B-caroteno	11,50
Colina	6,60

Tomada de caja, González, Flores, Carro & Albenell, (2003)



3.2.1 Probióticos

El concepto de probióticos ha evolucionado con el tiempo, siendo utilizado por primera vez para describir sustancias producidas por microorganismos, las cuales provocan el crecimiento de otro microorganismo. En los últimos años se consideran como complementos alimenticios vivos que favorecen a quienes los consumen, mejorando la microflora intestinal (Carro y Ranilla, 2002). Estos tienen una respuesta benéfica para el tracto intestinal del hospedero elevando las defensas ante patógenos sin afectar las funciones fisiológicas y bioquímicas (Guevara, 2011).

Los probióticos son principalmente bacterias que producen ácido láctico, pero también se incluyen bacterias no lácticas, además de levaduras y hongos, siendo esta una de las mayores diferencias entre monogástricos y rumiantes, ya que los rumiantes producen cantidades importantes de lactato y lactobacilos en el retículo-rumen bajo condiciones normales de acidez (Caja *et al*, 2003).

Los probióticos son cultivos vivos de especies microbianas, que al suministrarse como aditivo en la dieta animal, provocan efectos beneficiosos ya que realizan modificaciones en la población microbiana del tracto intestinal.

3.2.2 Tipos de probióticos

Los principales son:

1. Bacterias:

Lácticas no esporuladas del grupo:

- ✓ *Enterococcus* spp, *Pediococcus* spp, *Bacillus* spp, *Lactobacillus* spp, *Bifidobacterium* spp, *Lactococcus* spp y *Leuconostoc* spp.



Evaluación del efecto de la suplementación con Levadura *Saccharomyces cerevisiae* en bovinos de engorde en condiciones de pastoreo y confinamiento.

Lácticas esporuladas como:

✓ *Bacillus* spp, y *Propionibacterium* spp.

2. **Levadura:** *Saccharomyces cerevisiae*.

3. **Hongo:** *Aspergillus oryzae*.

3.2.3 Mecanismo de acción de aditivos/probióticos

El mecanismo de acción de los probióticos es: 1) la competencia por la adhesión en los receptores del epitelio intestinal y por nutrientes, 2) producción de sustancias antimicrobianas y 3) estimulación de la inmunidad (Bazay, 2010).

El uso de probióticos como la levadura se da por la capacidad de colonización, que se produce por diferentes mecanismos como: farmacocinéticos (resistencia a acidez gástrica, proteólisis y capacidad de alcanzar alta densidad de población en el tracto gastrointestinal) y farmacodinámicos (antagonistas directos, efecto antisecretor y efectos tróficos) (Pérez, 2008).

3.3 SACCHAROMYCES CEREVISIAE

Generalidades

Las levaduras son microorganismos eucariotas que pueden sobrevivir con o sin oxígeno, y cuyo tamaño oscila de 5 x 10 µm mayor que las bacterias (0,5 x 5 µm) además se caracterizan por tener propiedades diferentes a las bacterias, poseen resistencia genética natural a los antibióticos, sulfamidas y otros agentes



Evaluación del efecto de la suplementación con Levadura *Saccharomyces cerevisiae* en bovinos de engorde en condiciones de pastoreo y confinamiento.

antibacteriales, y no es susceptible a ser modificada por otros microorganismos (Auclair, 2001).

La levadura *Saccharomyces cerevisiae*, es un subproducto de cervecería, comercializada de forma húmeda y prensada, con un elevado valor nutritivo, alta proteína (46%) y digestibilidad además de un adecuado perfil de aminoácidos esenciales (lisina y treonina⁹ por lo que constituye una fuente proteica importante para pienso (Fundación Española para el Desarrollo de la nutrición Animal, 2011).

3.3.1 Características generales

Saccharomyces cerevisiae, es una levadura que constituye el grupo de microorganismos más íntimamente asociado al progreso y bienestar de la humanidad; su nombre deriva del vocablo Saccharo (azúcar), myces (hongo) y cerevisiae (cerveza). Es una levadura heterótrofa, que obtiene la energía a partir de la glucosa y tiene una elevada capacidad fermentativa. Puede aislarse con facilidad en plantas y tierra, así como del tracto gastrointestinal y genital humano. Es un producto del proceso de producción de alcohol, que a su vez constituye una valiosa fuente de proteínas y vitaminas para la alimentación animal.

El uso más extendido está enmarcado en la panificación y en las industrias de fabricación de cerveza, vinos y alcohol. La levadura inactivada por temperatura se usa como fuente de nutrimentos en alimentación animal y humana, tanto en forma de levadura íntegra como a partir de sus derivados.

Esta levadura es una de las especies considerada como microorganismo GRAS, por lo que ha sido aprobada para su uso como aditivo alimentario.



3.3.2 *S. cerevisiae* y su acción en el rumen

En el rumen se produce la fermentación con un pH que va desde 5,5 a 7 y con una temperatura de 39 a 40°C, las cuales son condiciones óptimas para los sistemas enzimáticos. En el rumen habitan microorganismos: como bacterias celulíticas, hemicelulíticas, proteolíticas, amilolíticas, hongos y protozoarios. Las bacterias celulíticas mesófilas que se encuentran mayoritariamente son: *Fibrobacter*, *Succinogenes*, *Ruminococcus flavefaciens*, y *Ruminococcus albus*, además, *Ruminobacter amylophilus* y *Selenomonas ruminantium*, las cuales degradan almidón esto representa el 90% de las bacterias ruminales (Weimer, 1996).

Los animales alimentados con dietas elevadas en almidón se ve afectado el equilibrio osmótico y pH, provocando una disminución del número de bacterias a causa de la producción de ácido láctico (Longuski, Ying, y Allen, 2009). El ácido láctico inhibe el crecimiento bacteriano, deprime el consumo de materia seca (MS), reduce el pH y produce acidosis ruminal (Robinson y Erasmus, 2009).

Actualmente en las dietas alimentarias se utilizan aditivos que impiden la disminución de pH y evitan trastornos metabólicos como acidosis. Además, las levaduras benefician la producción de bacterias ruminales por el aporte de etanol y complejo B, estas también actúan como promotoras degradando el lactato e incrementan el pH (Desnoyers *et al*, 2009; Longuski *et al*, 2009). La levadura *Saccharomyces cerevisiae* aumenta el pH en 0,5% y reduce un 7.0% de ácido láctico del rumen. Además contribuyen en la digestión de la fibra produciendo simbiosis con los microorganismos ruminales, acelerando la digestión del sustrato ruminal y elevando a la eficiencia digestiva (Lynch y Martin, 2002, Lehloeny et al, 2008).



Evaluación del efecto de la suplementación con Levadura *Saccharomyces cerevisiae* en bovinos de engorde en condiciones de pastoreo y confinamiento.

3.3.3 Ventajas de la *S. cerevisiae*:

- No altera el perfil nutricional de la ración, produce más energía:
- Mejora los patrones de fermentación ruminal.
- Maximiza el uso del recurso de forraje.
- Produce metabolitos nutricionales.
- Es considerado como un nutraceutico, promotor de la salud y productividad.
-

3.3.4 Beneficios generales

- Hace más palatable la ración.
- Mejora la digestibilidad y conversión alimenticia.
- Mantiene un equilibrio en la microflora digestiva.
- Mayor producción de energía.
- Mejora la condición corporal.
- Más producción de carne y leche.
- Favorece el sistema de defensas del organismo.
- Mejora estado general de salud y condición corporal.
- Puede ser mezclado con alimento o minerales.
- Aumenta las ganancias.



Evaluación del efecto de la suplementación con Levadura *Saccharomyces cerevisiae* en bovinos de engorde en condiciones de pastoreo y confinamiento.

IV. MATERIAL Y MÉTODO

- **Diseño metodológico.**

El estudio se realizó en las instalaciones de la Unidad de Producción “Llano Verde” ubicada en el departamento de Chinandega, comarca San José de Obraje. Las actividades se llevaron a cabo del 08 de julio del 2017 al 06 de abril de 2018

- **Condiciones de alojamiento y manejo general.**

Los animales fueron integrados al estudio en condiciones de pastoreo, en los potreros tuvieron condiciones de agua fresca todo el tiempo así como, salitreros y comederos en los que se les suplementaban dos raciones de concentrado por día lo cual corresponde al 20% de la dieta y posteriormente a condiciones de confinamiento donde el 40% de la dieta era a base de concentrado y el 60% pacas de forraje de maní. La realización del estudio fue implementada únicamente en animales de un mismo sexo (machos), los cuales fueron identificados individualmente con un código en el que incluía su fecha de nacimiento. Según su estado de salud se les dio el manejo veterinario adecuado y se tomaron los pesos individuales.

- **Tipo de estudio:** Experimental.
- **Sistema de explotación:** Semi-intensivos.



Evaluación del efecto de la suplementación con Levadura *Saccharomyces cerevisiae* en bovinos de engorde en condiciones de pastoreo y confinamiento.

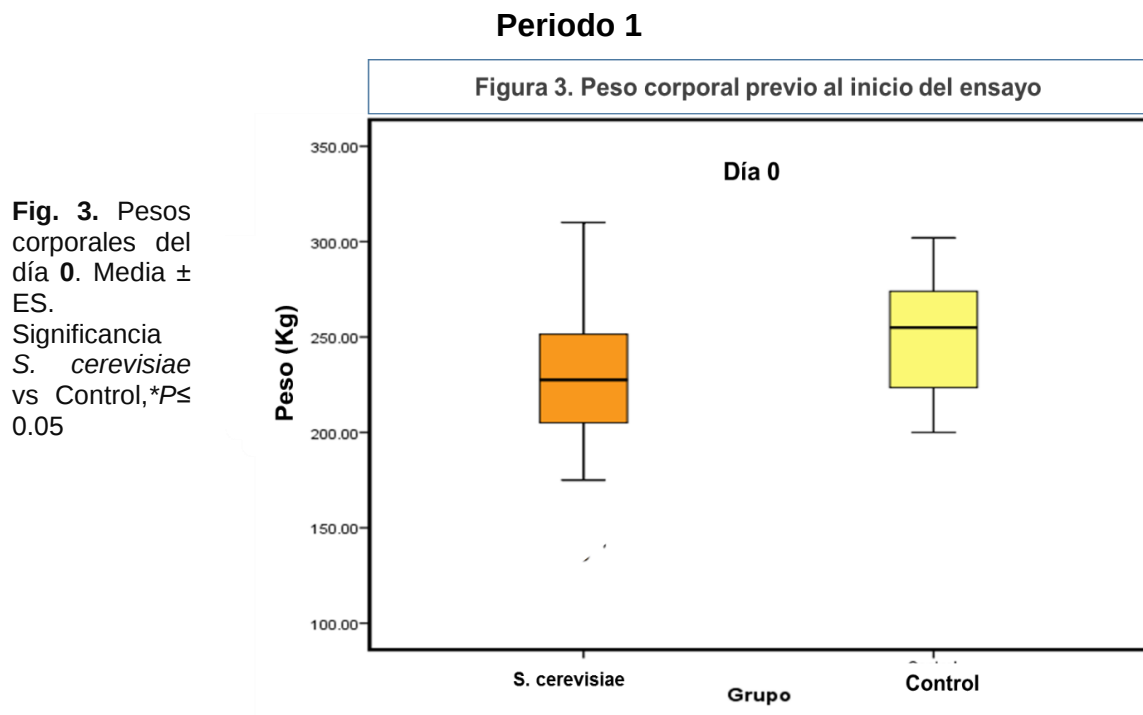
- **Tamaño de la muestra:** 40 bovinos machos de raza Brahman gris distribuidos en dos grupos. Se trabajó con una muestra universal.
- **Criterios de inclusión:** Machos, mayores de 6 y menores de 24 meses.
- **Características de la muestra:** Edades heterogéneas con distribución normal.
- **Unidad de análisis:** Se utilizó un modelo lineal multivariado usando la base estadística SPSS
- **Variables:** Pesos, Ganancia media diaria, edad.



V. RESULTADOS

14.1 Etapa en pastoreo

a) Gráficos de la evolución de peso corporal durante el estudio en pastoreo



En la **Fig. 3** muestran los pesos al día (0). Lo cual muestra que no existe una diferencia significativa entre ellos (Valor $P = 0.282$). Se puede observar que el grupo control presenta menor variabilidad de pesos y un mayor peso al inicio del estudio.



Evaluación del efecto de la suplementación con Levadura *Saccharomyces cerevisiae* en bovinos de engorde en condiciones de pastoreo y confinamiento.

Periodo 2

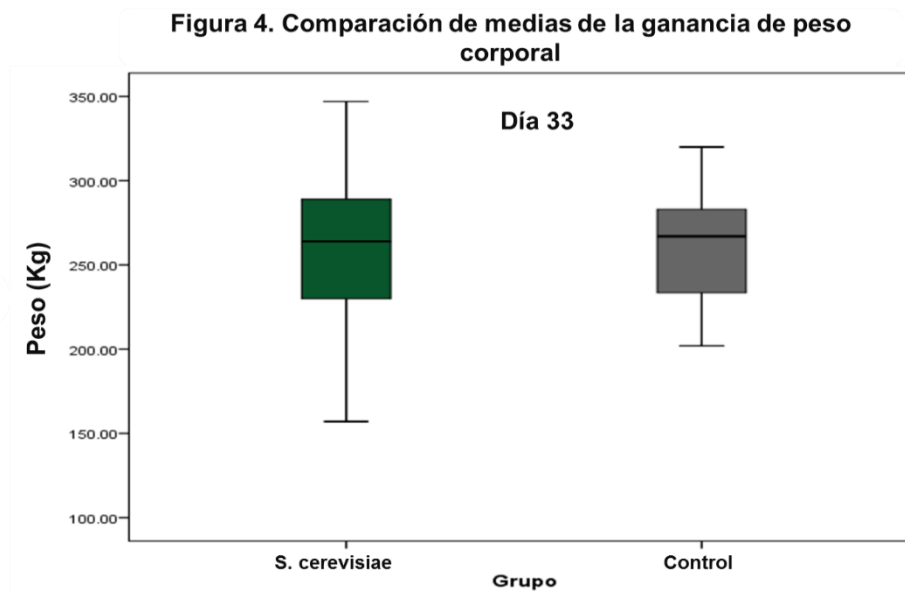
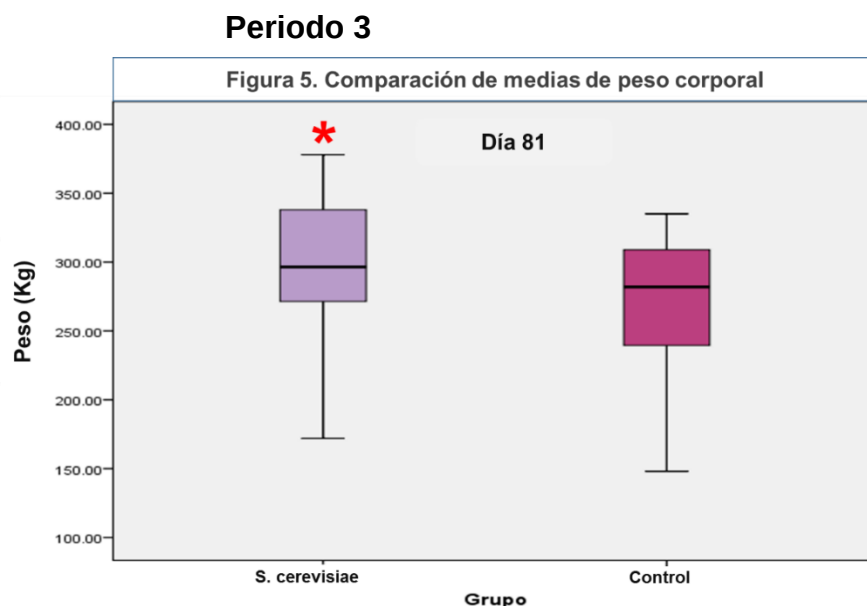


Fig. 4. Pesos corporales del día **33**. Media $\pm$ ES. Significancia S. *cerevisiae* vs Control, $*P \leq 0.05$;

En la **Fig. 4** se muestran los pesos al día (33). Lo cual muestra que no son significativamente diferentes ($P = 0.325$). Como se puede observar, a pesar de los valores promedio son similares, sin embargo el grupo suplementado con *S. cerevisiae* presentó una mayor variabilidad en los pesos.



Fig. 5. Pesos corporales del día **81**.
Media $\pm$ ES.
Significancia S.
cerevisiae vs
Control, * $P \leq 0.05$;



En la **Fig.5** se muestran los pesos al día (81) del estudio. Lo cual muestra que son significativamente diferente ($P=0.016$). Como se puede observar el grupo suplementado con *S. cerevisiae* presento un mayor incremento en el promedio de peso corporal.



Evaluación del efecto de la suplementación con Levadura *Saccharomyces cerevisiae* en bovinos de engorde en condiciones de pastoreo y confinamiento.

Periodo 4

Al día 110 del experimento, el peso corporal de los animales que recibieron el suplemento mostró un incremento significativo (**Fig. 6**).

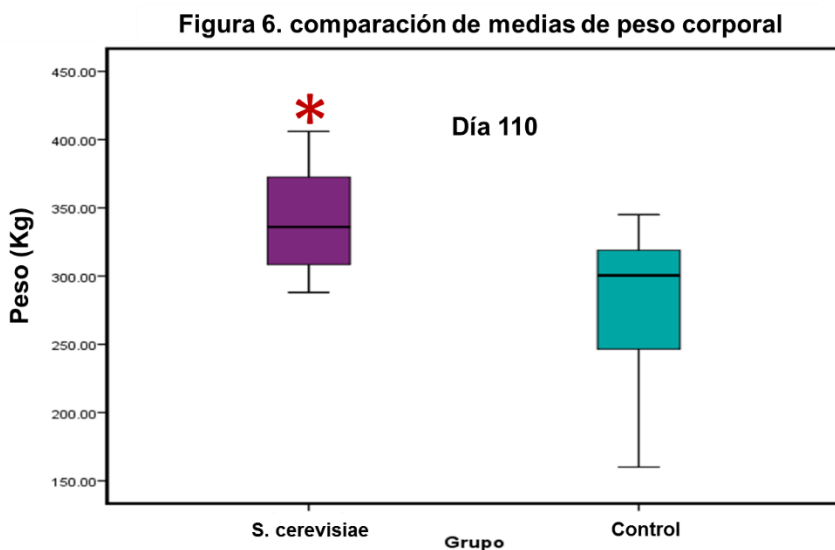


Fig. 6. Pesos corporales del día **110**.
Media $\pm$ ES.
Significancia S.
cerevisiae vs
Control, * $P \leq 0.05$;



Evaluación del efecto de la suplementación con Levadura *Saccharomyces cerevisiae* en bovinos de engorde en condiciones de pastoreo y confinamiento.

b) Peso inicial durante la etapa de pastoreo

Tabla 4. Pesos promedios durante etapa de pastoreo

Día	Grupo	Media $\pm$ ES
0	<i>S. cerevisiae</i>	229.25 $\pm$ 9.19
	Control	246.80 $\pm$ 8.84
33	<i>S. cerevisiae</i>	264.00 $\pm$ 10.13
	Control	256.45 $\pm$ 9.42
81	<i>S. cerevisiae</i>	300.05 $\pm$ 10.85 *
	Control	270.70 $\pm$ 10.56
110	<i>S. cerevisiae</i>	335.35 $\pm$ 10.99*
	Control	282.95 $\pm$ 11.07

Tabla. 4. Pesos corporales iniciales, finales y error estándar durante la primera etapa en pastoreo (Media $\pm$ ES) del grupo suplementado y control.

c) Ganancia medias diaria durante pastoreo

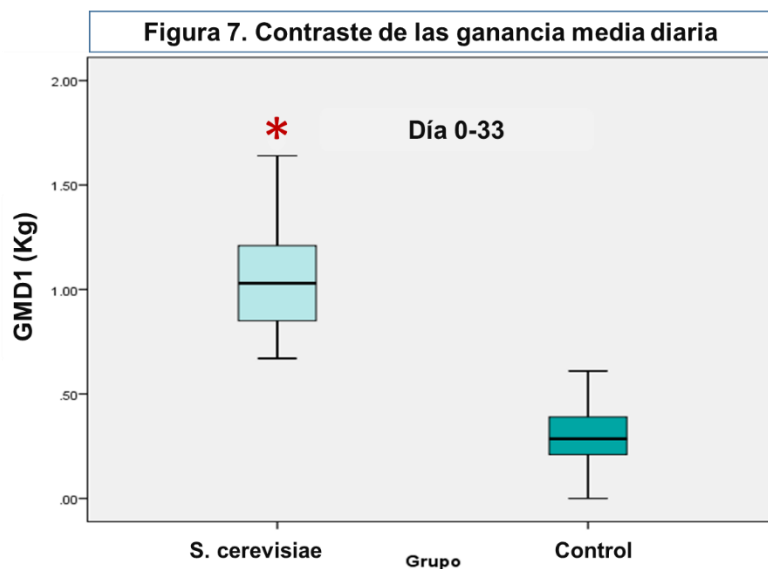
Tabla 5 promedio de GMD en etapa de pastoreo

Día	Grupo	Media $\pm$ ES
0-33	<i>S. cerevisiae</i>	1.05 $\pm$ 0.06
	Control.	0.3 $\pm$ 0.03
33-81	<i>S. cerevisiae</i>	1.1 $\pm$ 0.07
	Control.	0.3 $\pm$ 0.05
81-110	<i>S. cerevisiae</i>	1.07 $\pm$ 0.06
	Control.	0.42 $\pm$ 0.06



GMD1

Fig.7. Ganancia media diaria comprendida del día 0 al 33. Media $\pm$ ES significancia *S. cerevisiae* vs Control, $*P \leq 0.05$;



En la **Fig. 7.** Las ganancias GMD comprendidas del día 0 hasta el 33. Durante este periodo se puede observar que los animales suplementados con *S. cerevisiae* mostró una ganancia media diaria significativamente superior al grupo control.



GMD2

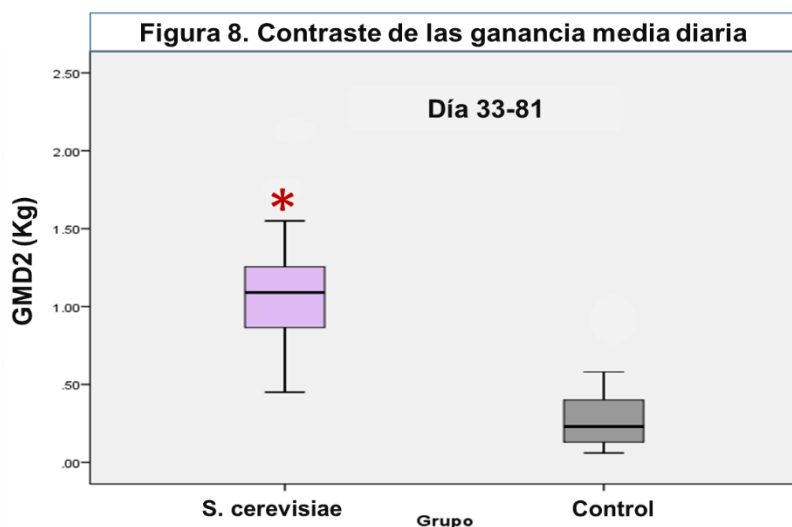
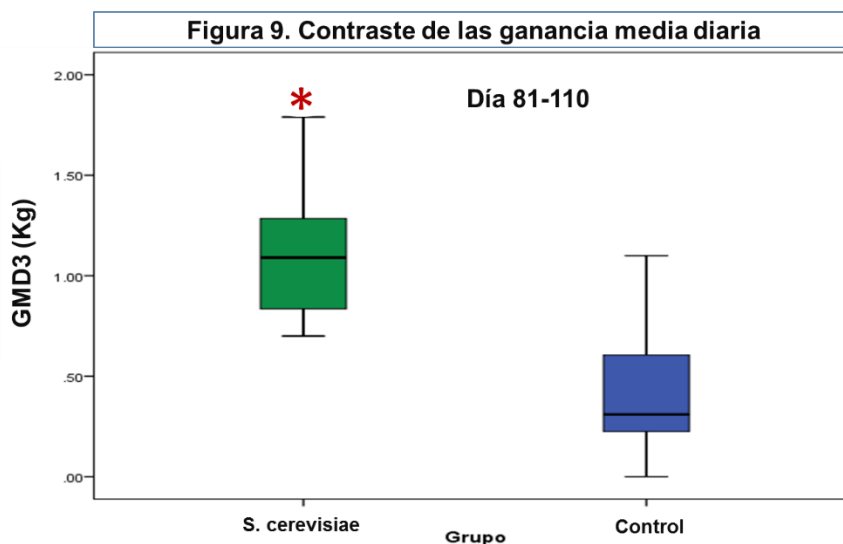


Fig.8. Ganancia media diaria comprendida del día 33 al 81. Media $\pm$ ES significancia *S. cerevisiae* vs Control, * $P \leq 0.05$;

En la **Fig. 8.** En el día 33 al 81 del experimento la GMD es significativamente diferente (Valor $P = 0.000$). como se puede observar el grupo suplementado con mostro una GMD superior al grupo control.

GMD 3

Fig.9. Ganancia media diaria comprendida del día 81 al 110. Media $\pm$ ES significancia *S. cerevisiae* vs Control, * $P \leq 0.05$;



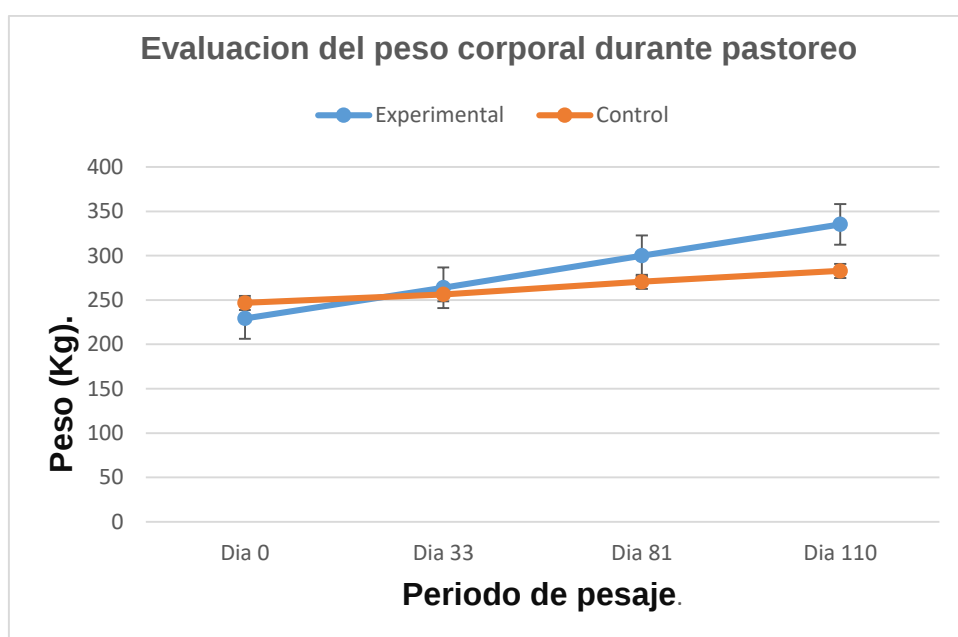


Evaluación del efecto de la suplementación con Levadura *Saccharomyces cerevisiae* en bovinos de engorde en condiciones de pastoreo y confinamiento.

En la **Fig. 9**. Se muestran la GMD comprendida del día 81 hasta el 110, lo cual muestra que son significativamente diferente ($P= 0.000$), como se puede observar el grupo suplementado mostro una ganancia media diaria superior que el grupo control.

d) Evolución del peso corporal durante toda la etapa en pastoreo

Grafico 1



En etapa de pastoreo se registran mayores valores para el grupo suplementado con levadura en la ganancia media diaria y evolución de peso corporal.



Evaluación del efecto de la suplementación con Levadura *Saccharomyces cerevisiae* en bovinos de engorde en condiciones de pastoreo y confinamiento.

14.2 Peso corporales en etapa de Confinamiento

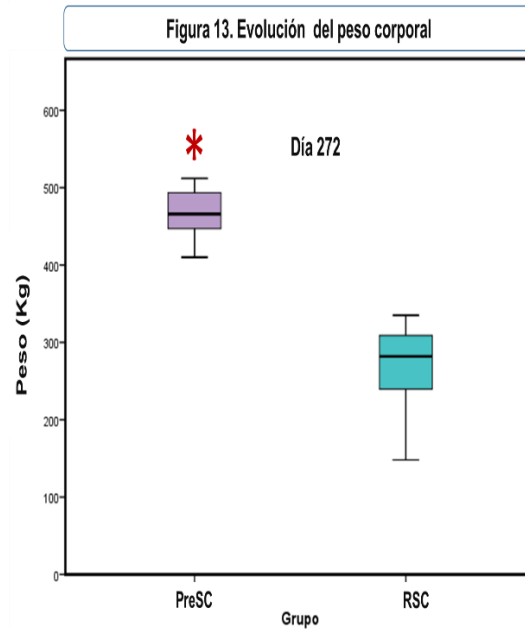
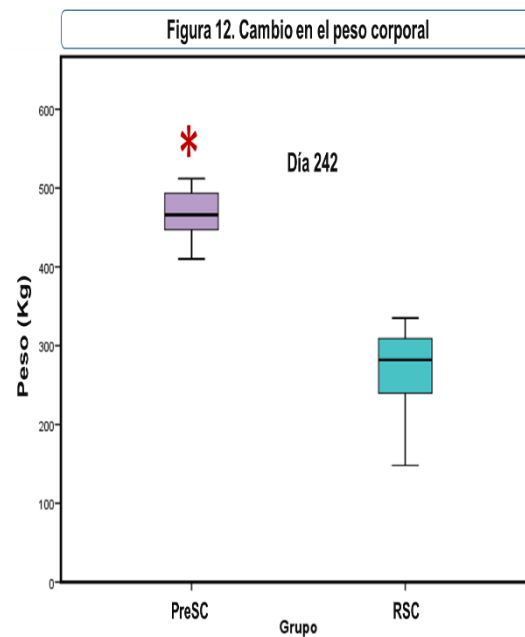
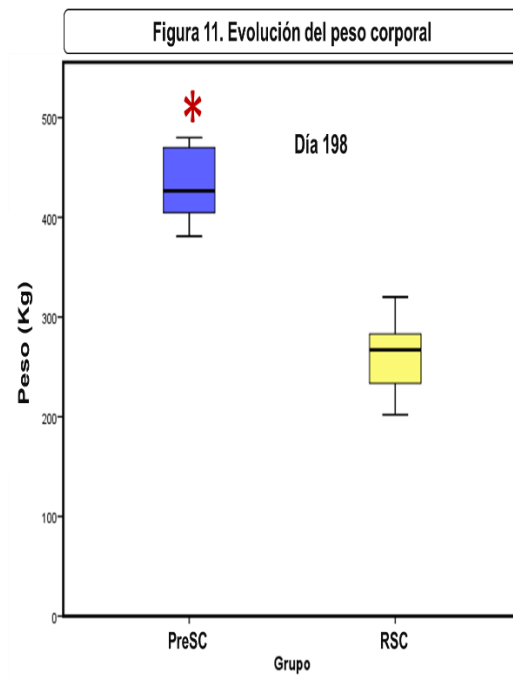
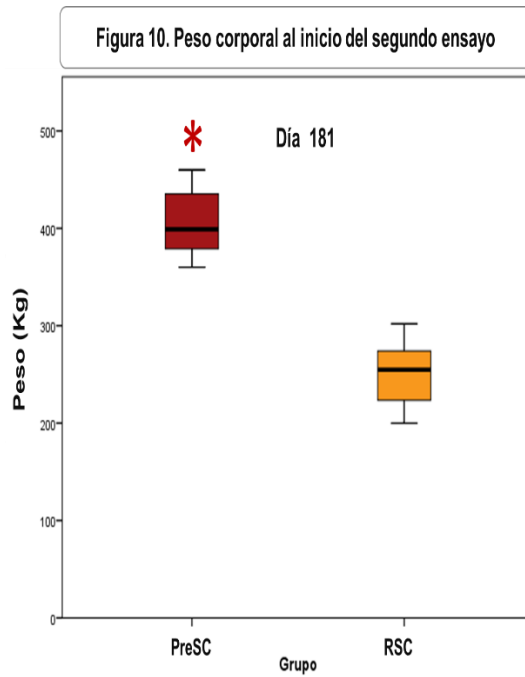


Fig. 10, 11, 12 y 13. Pesos corporales del día 181, 198, 242, 272. Media $\pm$ ES. Significancia PreSC vs RCS, * $P \leq 0.05$;



Evaluación del efecto de la suplementación con Levadura *Saccharomyces cerevisiae* en bovinos de engorde en condiciones de pastoreo y confinamiento.

Al día **181,198, 242 Y 272** del experimento, el peso corporal de los animales que recibieron el suplemento previo al ingreso a la etapa de confinamiento mostró un incremento significativo (**Fig. 10, 11,12 y 13**).

a) Peso inicial durante la etapa en confinamiento

Tabla 6. Pesos promedios durante etapa de confinamiento

Día	Grupo	Media $\pm$ ES
181	PreSC	399.30 $\pm$ 11.61
	RSC	323.05 $\pm$ 14.08
198	PreSC	425.30 $\pm$ 10.13
	RSC	340.88 $\pm$ 15.26
242	PreSC	460.05 $\pm$ 10.35 *
	RSC	365.38 $\pm$ 16.82
272	PreSC	492.50 $\pm$ 9.91 *
	RSC	387.77 $\pm$ 18.31

Tabla 6. Pesos corporales iniciales de la segunda etapa, finales y ganancia de peso total durante la segunda etapa en confinamiento (Media $\pm$ ES) de los grupos PreSC y RSC.



b) Ganancia medias diaria durante confinamiento

Tabla 7 promedio de GMD durante confinamiento

Día	Grupo	Media $\pm$ ES
110-181	PreSC	1.93 $\pm$ 0.98
	RSC	1.39 $\pm$ 0.10
181-198	PreSC	0.79 $\pm$ 0.06
	RSC	1.11 $\pm$ 0.06
198-242	PreSC	1.05 $\pm$ 0.75
	RSC	0.99 $\pm$ 0.05
242-272	PreSC	0.98 $\pm$ 0.05
	RSC	0.94 $\pm$ 0.04

GMD4

Figura 14. Comparación de las ganancias medias diaria

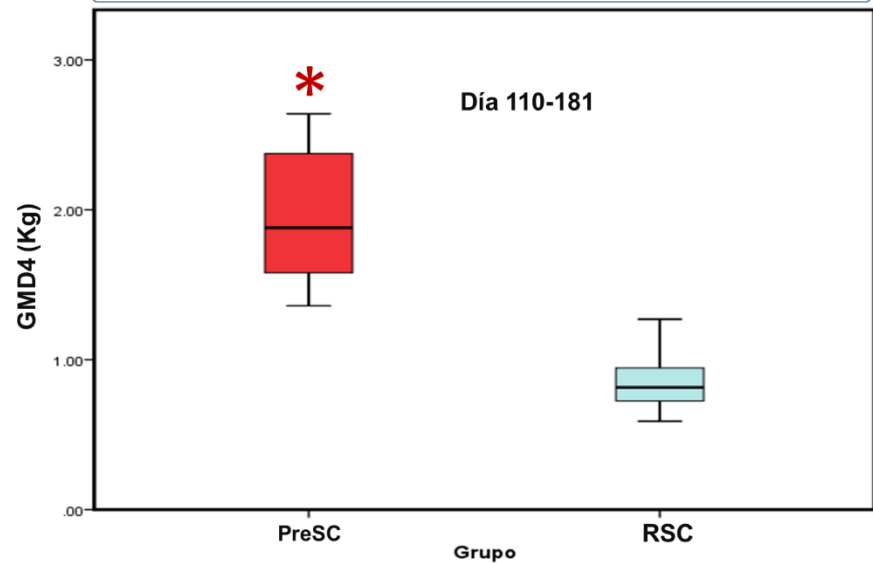


Fig. 14. Ganancia media diaria comprendida del día 110 al 181. Media $\pm$ ES. Significancia PreSC vs RSC, * $P \leq 0.05$;



Evaluación del efecto de la suplementación con Levadura *Saccharomyces cerevisiae* en bovinos de engorde en condiciones de pastoreo y confinamiento.

En la **Fig. 14**. Se muestran la ganancia media diaria comprendida del día 110 hasta el 181. La GMD del grupo que recibió el suplemento previo al ingreso a condiciones de confinamiento (PreSC) mostro diferencia significativas respecto al grupo RSC.

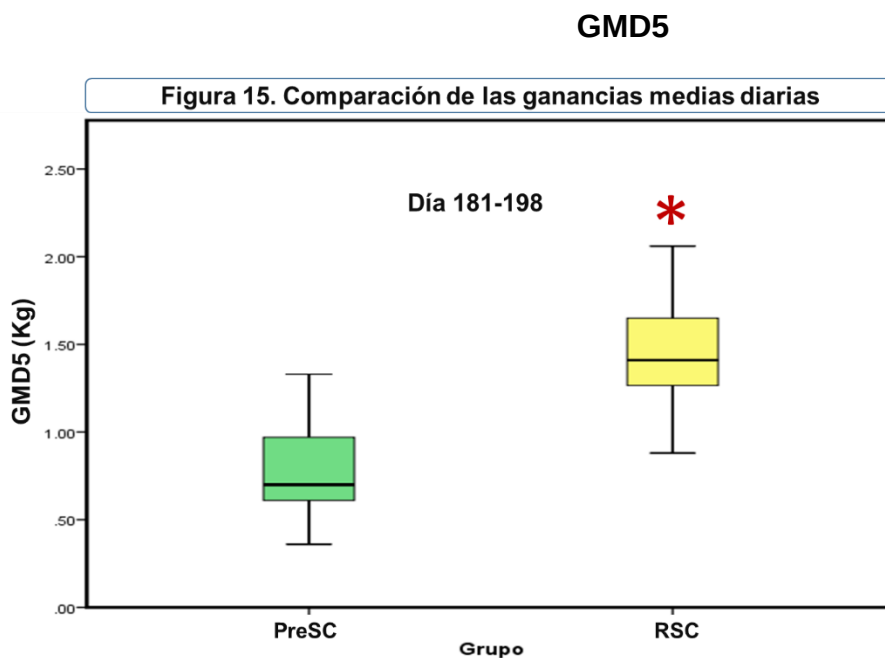


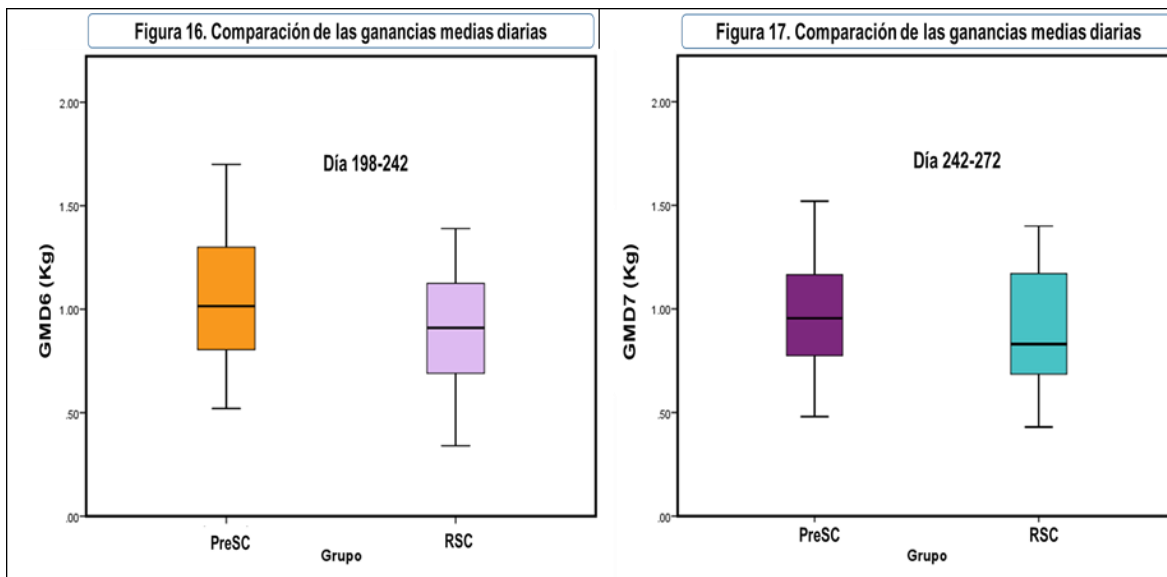
Fig. 15. Ganancia media diaria comprendida del día 181 al 198. Media $\pm$ ES. Significancia PreSC vs RSC, * $P \leq 0.05$;

En la **Fig. 14**. Se muestran la ganancia media diaria comprendida del día 181 hasta el 198. La GMD del grupo RSC fue significativamente mayor al grupo PreSC.



GMD6-GMD7

Fig. 16-17. Ganancia media diaria comprendida del día 198-242 al 242-272. Media $\pm$ ES. Significancia PreSC vs RSC, * $P \leq 0.05$;



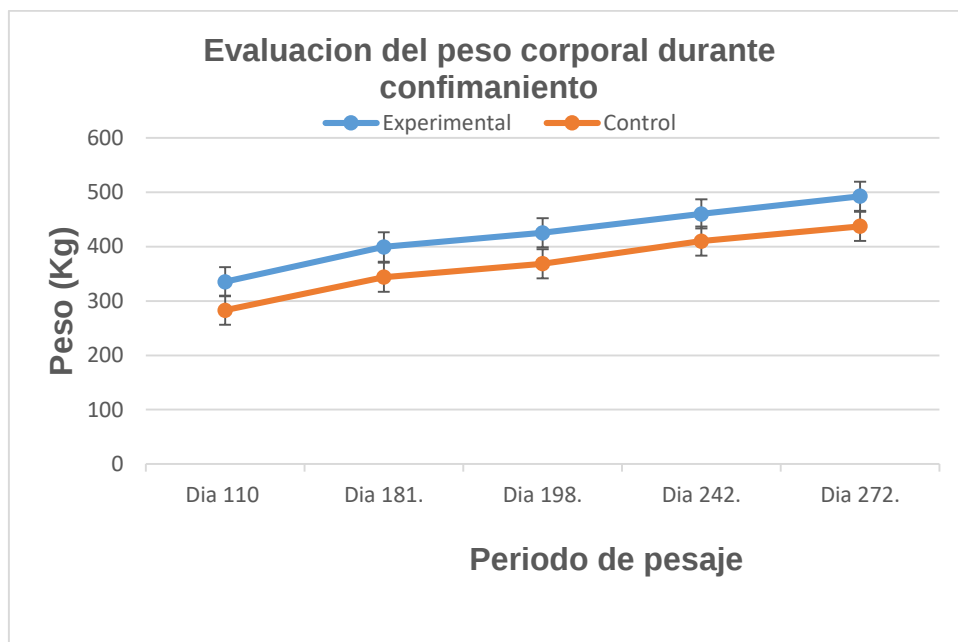
En la **Fig. 16-17.** Se muestran la ganancia media diaria comprendida del día 198-242 al 242-272. La GMD del grupo PreCS vs RSC no mostro diferencias significativas.



Evaluación del efecto de la suplementación con Levadura *Saccharomyces cerevisiae* en bovinos de engorde en condiciones de pastoreo y confinamiento.

c) Evolución del peso corporal durante condiciones de confinamiento

Gráfica 2



En esta etapa se constató que el grupo PreSC respondió con mayores valores de peso corporal y GMD al inicio de la etapa, sin embargo con el avance de la suplementación el grupo RSC equilibro su GMD al mismo nivel que el grupo PreSC.



Evaluación del efecto de la suplementación con Levadura *Saccharomyces cerevisiae* en bovinos de engorde en condiciones de pastoreo y confinamiento.

d) Peso corporal durante todo el periodo de estudio

Grafico 3



Grafico 3 muestra los pesos corporales de ambas etapa con una tendencia creciente a medida que aumenta el peso y la edad de los novillos. Los valores mayores se reflejan en el grupo con mayor tiempo de suplementación.



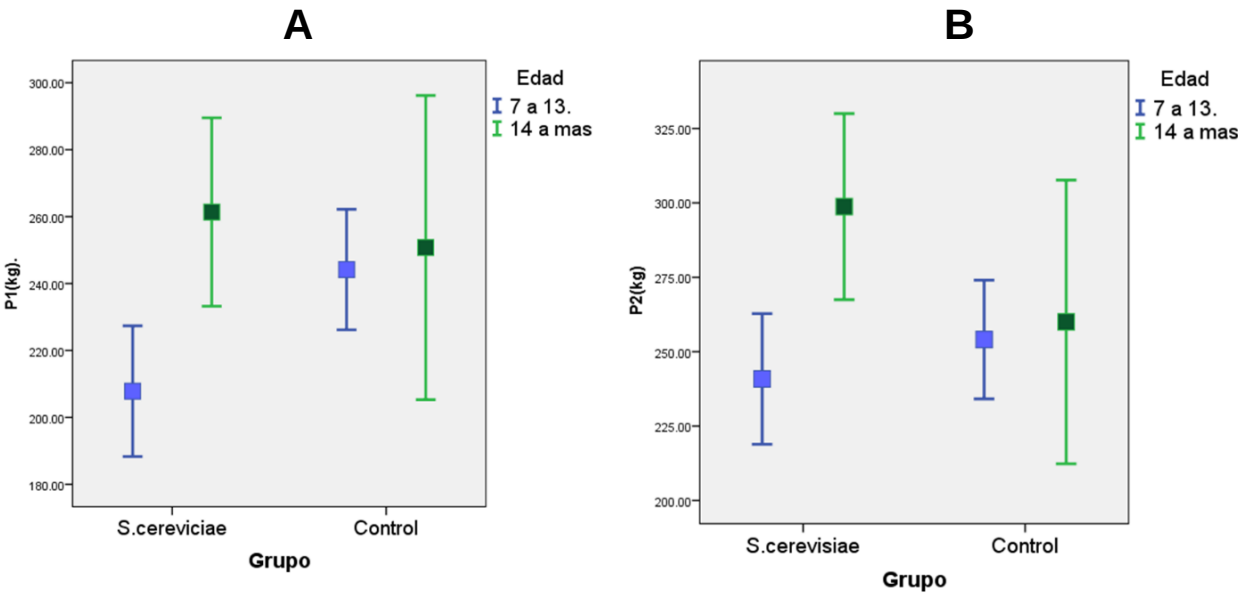
14.3 Rango de edades en condiciones de pastoreo y confinamiento

a) Edades en condiciones de pastoreo

TABLA 8. DISTRIBUCIÓN SEGÚN EL RANGO DE EDADES

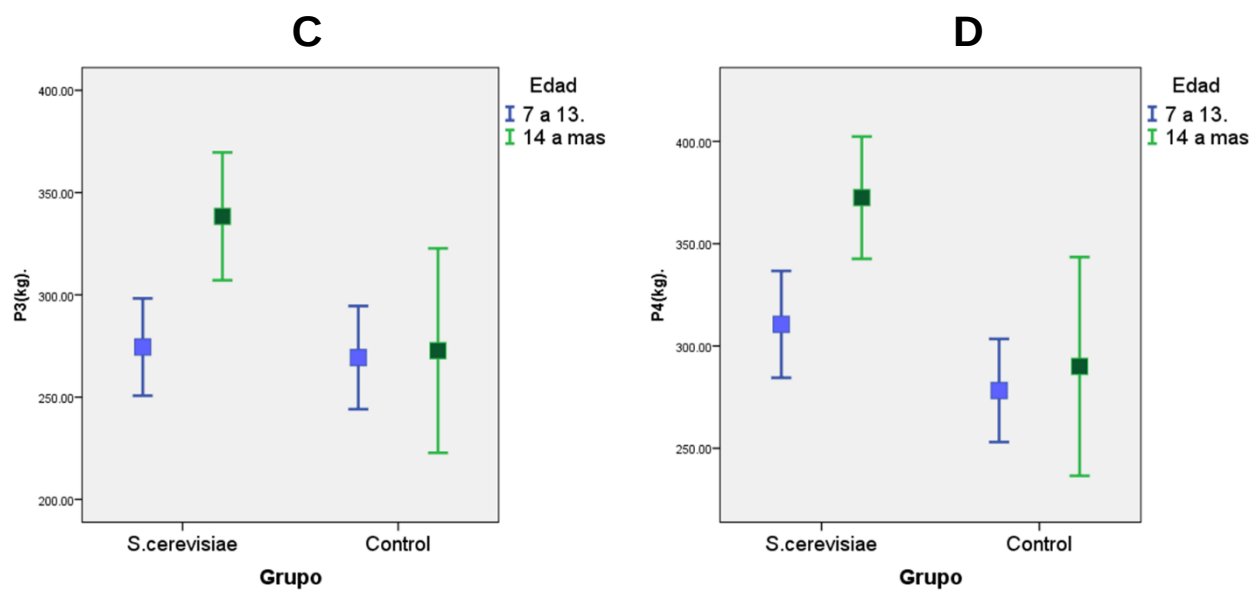
		Tratamiento		
		S. <i>cerevisiae</i>	Control	Total
Edades (meses)	7 a 13	12	12	24
	14 a mas	8	8	16
Total (n)		20	20	40

14.1 Peso corporales en etapa de pastoreo agrupados por edad.



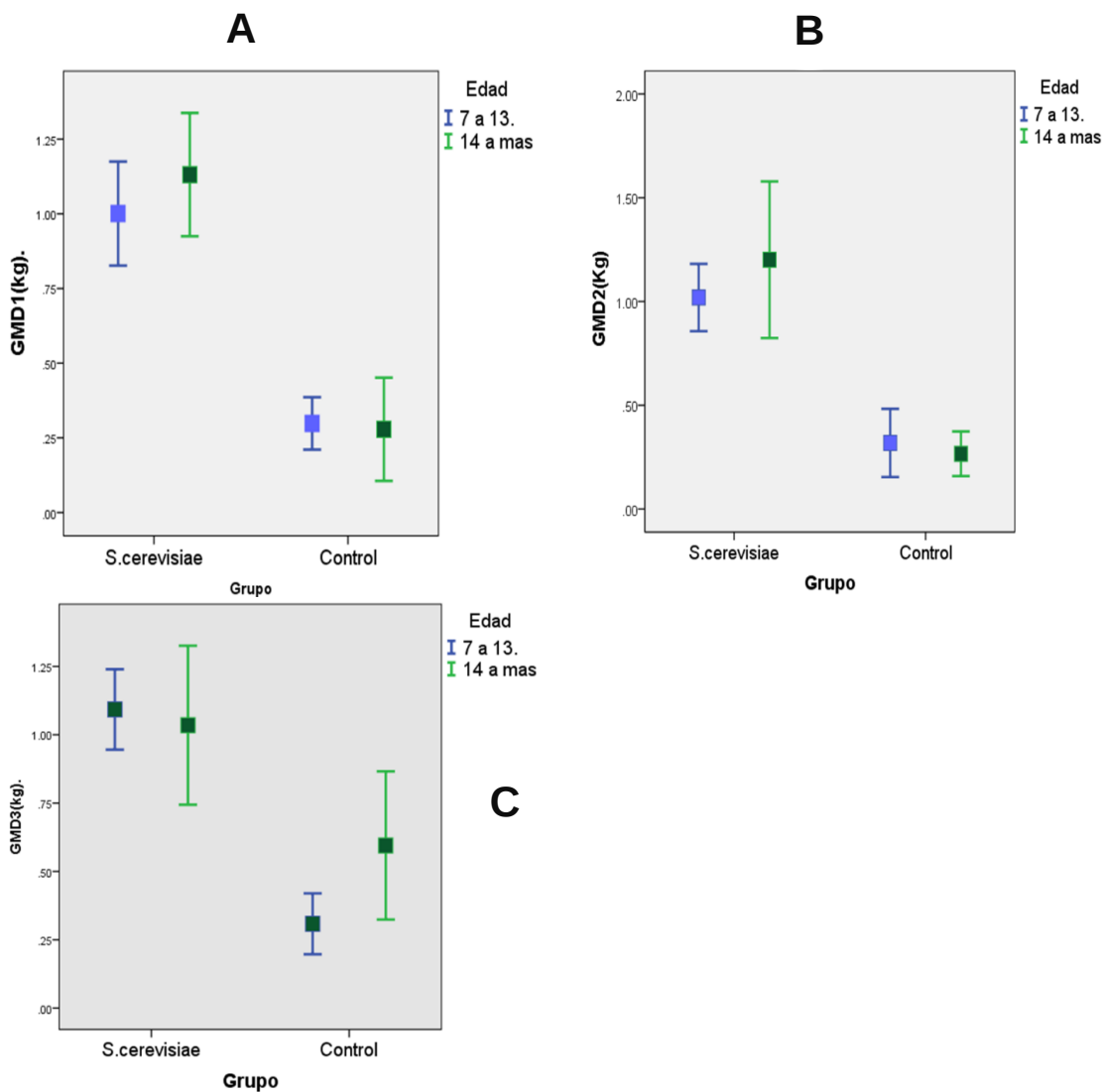


Evaluación del efecto de la suplementación con Levadura *Saccharomyces cerevisiae* en bovinos de engorde en condiciones de pastoreo y confinamiento.





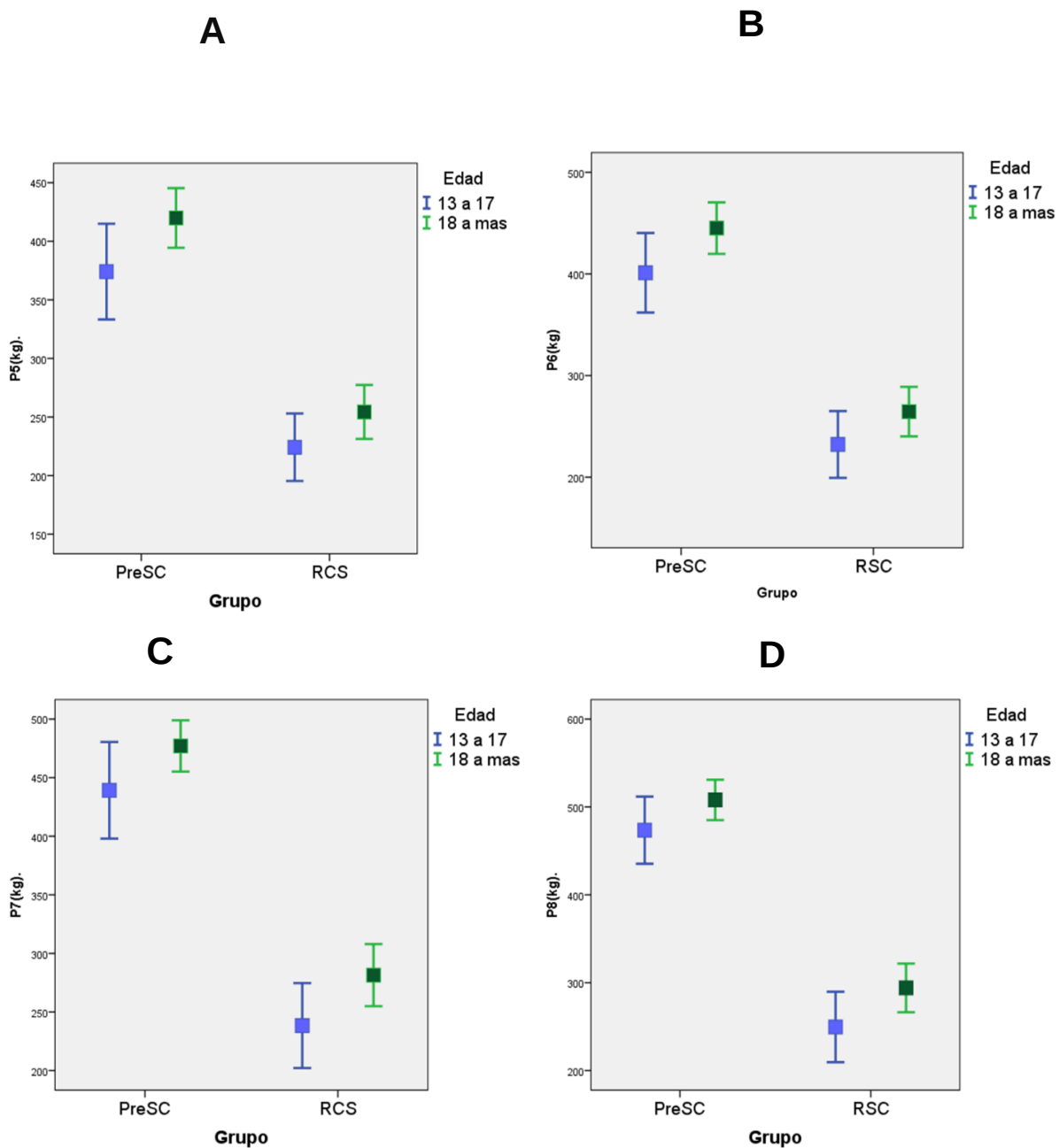
14.2 Ganancias medias diarias en etapa de pastoreo agrupado por edad.



Los gráficos **A**, **B**, **C** muestran la ganancia media diaria correspondiente a la etapa de pastoreo. El resultado del análisis mostró que no existen diferencias significativas ($P>0.05$) en la GMD entre las edades de dentro de un mismo grupo.

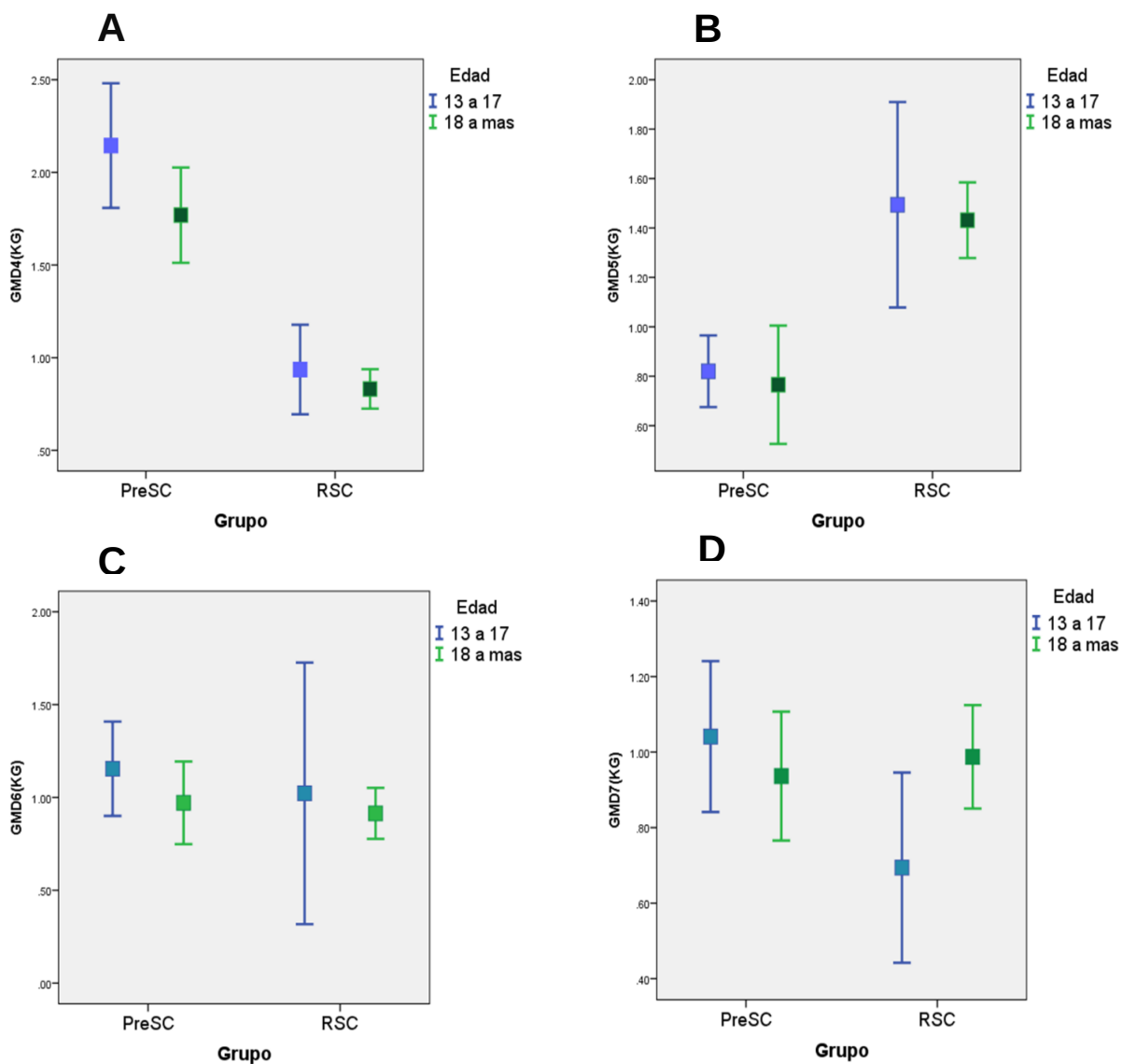


14.3 Peso corporal en etapa de confinamiento agrupado por edad.





14.4 Ganancias media diría en etapa de confinamiento agrupado por la edad.



Al analizar la ganancia media diaria correspondiente a la etapa de confinamiento agrupados por edad mostró que no existen diferencias significativas ($P>0.05$) en la GMD entre las edades de dentro de un mismo grupo.



VI. DISCUSION

En nuestro estudio se observaron diferencias en el peso medio entre los grupos a partir del día 81 de iniciar el consumo de levadura, este hallazgo es muy similar al reportado por Seraquive en 2017 en el que reporta una mejora en la condición corporal en vacas lecheras después de 90 días de consumo.

En el presente trabajo, las diferencias observadas en el peso corporal se mantuvieron superiores en los periodos subsiguientes. La diferencia entre grupos también se observó en la GMD, sin embargo la GMD presentó aumentos significativos a partir del día 33.

El efecto de la suplementación con *S. cerevisiae* puede deberse a los beneficios que tiene sobre la microflora ruminal, específicamente sobre las bacterias celulolíticas del rumen. En este sentido, al estimular el crecimiento de estos microorganismos se logra un mejor aprovechamiento de la fibra. En estudios realizados en novillos de engorde se observó que *S. cerevisiae* no mejoraba significativamente la GMD, sin embargo si tuvo efectos en el consumo de materia seca. Al mantener un equilibrio en la microbiota digestiva, mejora la digestibilidad y la absorción de nutrientes lo que hace más eficiente la conversión alimenticia. Además, por su agradable aroma y sabor, hace más palatable la ración. Al mejorar la conversión alimenticia reduce el consumo de materia seca (Sartori, 2017).

Según Peede, 1997, señala que el uso de probióticos incluida en la dieta además de mantener y restaurar el balance apropiado de la microflora en momentos de estrés existe un leve descenso en la GDM, lo que posteriormente al momento de la



Evaluación del efecto de la suplementación con Levadura *Saccharomyces cerevisiae* en bovinos de engorde en condiciones de pastoreo y confinamiento.

adaptación se registra nuevamente un aumento en las ganancias. Los resultados observados de GMD entre el día 181 del estudio y el día 198 muestran en menor valor para el grupo **PreSC** y un valor mayor para el grupo

RSC. El efecto del marcado incremento del grupo RSC se atribuye a la adaptabilidad al efecto del producto y una mayor eficiencia de almacenamiento de nutrientes debido al menor peso con el que ingresaron al confinamiento.

En la realización de este estudio la edad es un factor que no influye en la ganancia media diaria. Este efecto se puede relacionar con el hecho que al momento del ingreso de los individuos al estudio ya eran sujetos con una microflora ruminal desarrollada. La diferencia en la GMD entre los grupos está dada por el efecto de la levadura sobre la microflora ruminal.

Los animales permanecieron juntos, todos por tratamiento, lo cual puede aumentar el consumo individual de unos, bajando el consumo de otros; situación que se observó en el pesaje y ganancia media diaria en el tratamiento con *S. cerevisiae* los cuales presentaron pesos muy variables. Para evitar esta variabilidad es importante, para próximos trabajos corrales individuales para cada animal tratado, controlando de esta manera el consumo diario del alimento y la dosis adecuada de suplemento.

Otro efecto adicional *S. cerevisiae*, aunque no evaluado en nuestro trabajo, es el reportado por Castillo et al., 2006. En ese trabajo se estudiaron animales que fueron alimentados con *S. cerevisiae* en confinamiento. Al final del estudio los animales no presentaron ventajas en la ganancia de pesos, sin embargo los parámetros



Evaluación del efecto de la suplementación con Levadura *Saccharomyces cerevisiae* en bovinos de engorde en condiciones de pastoreo y confinamiento.

sanguíneos indicaron un menor riesgo de desarrollar acidosis comparado con animales que no la consumieron. En sistemas intensivos la acidosis ruminal representa un riesgo alto por la naturaleza de las raciones, de tal manera que la levadura podría ser una alternativa que también contribuya a reducir el riesgo de desarrollar acidosis en animales en confinamiento.

En cuanto al efecto probióticos de *S. cerevisiae*, Kayser et al., observaron que en novillos en confinamiento que recibieron suplementación con levadura, *S. cerevisiae* minimiza el impacto sobre las constantes fisiológicas y sobre parámetros conductuales inducidos por infección experimental de *Mannheimia haemolytica*.



Evaluación del efecto de la suplementación con Levadura *Saccharomyces cerevisiae* en bovinos de engorde en condiciones de pastoreo y confinamiento.

VII. CONCLUSIONES

- El agregado de *S. cerevisiae* en la dieta de bovino de engorde en pastoreo produce aumento significativo en la ganancia media diaria.
- La suplementación previa al confinamiento garantiza una mejor eficiencia en el índice de conversión alimenticia.
- La respuesta al tratamiento con levadura muestra una tendencia creciente a medida que aumenta el peso y la edad de los novillos.
- El confinamiento de los animales juntos puede aumentar el consumo individual de unos, bajando el consumo de otros, presentando pesos muy variables.



Evaluación del efecto de la suplementación con Levadura *Saccharomyces cerevisiae* en bovinos de engorde en condiciones de pastoreo y confinamiento.

VIII. RECOMENDACIONES

- Para estimular la producción cárnica se recomienda emplear 15 g de levadura *S. cerevisiae*.
- Para mejorar la condición corporal de los novillos en crecimiento se recomienda el empleo de *S. cerevisiae* en la alimentación animal.
- Para obtener mejores resultados es recomendable el suministro diario de la levadura en la dieta.
- Realizar exámenes de laboratorio (BHC, EGO, Y análisis de contenido ruminal) con el objetivo de verificar la influencia de la levadura en estos parámetros y el estado de salud de estos animales.



IX. BIBLIOGRAFÍA

1. González *et.al.* 2008 UTILIZACIÓN DE ADITIVOS EN PIENSOS PARA RUMIANTES: MINERALES FORMA ORGÁNICA, LEVADURAS, ENZIMAS, IONÓFOROS Y OTROS. : 25.
2. Sacristán AG. Fisiología veterinaria. Interamericana McGraw-Hill; 1996. 1074 p.
3. Urroz C. Elementos de Anatomía Y Fisiología Animal. EUNED; 1991. 276 p.
4. FISIOLOGIA VETERINARIA (2ª ED.) | J.G. CUNNINGHAM 198-206 p|. [Citado 26 de noviembre de 2018]. Disponible en: <https://www.libro-fisiologia-veterinaria-2-ed/9789701019122/65691>
5. Fraga M.*et al* 2010 Microbiota ruminal: estrategias de modulación con microorganismos fibrolíticos. Citado 24 de enero 2017
6. Enrique A, Alberto G. FISIOLOGIA DIGESTIVA Y METABOLICA DE LOS RUMIANTES. : 72.
7. Suárez-Machín Garrido-Carralero NA, Guevara-Rodríguez *et al* 2016 Levadura *Saccharomyces cerevisiae* y la producción de alcohol. Revisión bibliográfica. 2018; 10.
8. Castillo *et. al.*, 2006. Effects of long-term dietary supplementation of monensin or *Saccharomyces cerevisiae* on blood acid-base and productive performance in growing feedlot steers. Berl Munch Tierarztl Wochenschr, 119; 480-485.
9. Kayser *et al.*, 2018. Effects of Mannheimia haemolytica challenge with or without supplementation of *Saccharomyces cerevisiae* boulardii strain CNCM I-1079 on immune upregulation and behavior in beef steers. Nov 28. doi: 10.1093/jas/sky447



Evaluación del efecto de la suplementación con Levadura *Saccharomyces cerevisiae* en bovinos de engorde en condiciones de pastoreo y confinamiento.

ANEXOS



Evaluación del efecto de la suplementación con Levadura *Saccharomyces cerevisiae* en bovinos de engorde en condiciones de pastoreo y confinamiento.

PASTOREO



Gon



Evaluación del efecto de la suplementación con Levadura *Saccharomyces cerevisiae* en bovinos de engorde en condiciones de pastoreo y confinamiento.

CONFINAMIENTO

