

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL  
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS MÉDICO VETERINARIAS



Producción y calidad de leche en vacas Holstein suplementadas con un cultivo de levadura

Por:

**XÓCHITL CITLALLI TENA SANTIESTEBAN**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

Torreón, Coahuila, México

Febrero 2022

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL  
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS MÉDICO VETERINARIAS

Producción y calidad de leche en vacas Holstein suplementadas con un cultivo  
de levadura

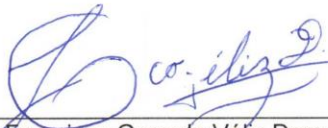
Por:

**XÓCHITL CITLALLI TENA SANTIESTEBAN**

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. Francisco Gerardo Véliz Deras  
Presidente

  
Dr. Oscar Angel Garcia  
Vocal

  
Dr. Ramón Alfredo Delgado González  
Vocal

  
Dr. Juan Manuel Guillén Muñoz  
Vocal Suplente

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



Torreón, Coahuila, México

Febrero 2022

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL  
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS MÉDICO VETERINARIAS

Producción y calidad de leche en vacas Holstein suplementadas con un cultivo  
de levadura

Por:

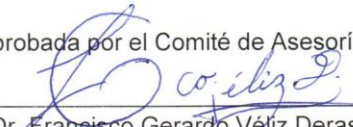
**XÓCHITL CITLALLI TENA SANTIESTEBAN**


TESIS

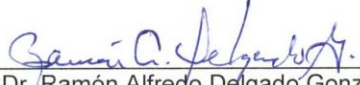
Presentada como requisito parcial para obtener el título de:


**MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

Aprobada por el Comité de Asesoría:

  
Dr. Francisco Gerardo Véliz Deras  
Asesor principal

  
Dr. Oscar Angel Garcia  
Coasesor

  
Dr. Ramon Alfredo Delgado Gonzalez  
Coasesor

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

Torreón, Coahuila, México

Febrero 2022



## **AGRADECIMIENTOS**

En primera instancia agradezco a mis formadores, personas de gran sabiduría quienes se han esforzado por ayudarme a llegar al punto en el que me encuentro, en especial al Dr. Óscar García.

A Dios por permitir llegar con buena salud a este día tan añorado en mi vida.

A mi querida madre que, aunque no está presente físicamente, está en mi mente y corazón.

A Mariana Barragán, por ayudarme en esta formación y ser parte de mi vida, por ser esa excelente amiga y confidente, también a Myrna y Marlen por estar conmigo y ser parte de esta gran amistad.

A mis padrinos Marce y Chela, por apoyarme, llenarme de sabios consejos y cariño.

A mi tía Paty y el resto de mi familia, por recibir también apoyo.

Y en primer lugar a mi querido esposo Felipe e hijo Nicolás, que no me han dejado sola, que me han acompañado y apoyado en las altas y bajas a lo largo de este camino llamado vida, que me han dejado muchísimas enseñanzas y que amo con todo mi corazón.

## **DEDICATORIA**

Dedico de manera muy especial esta tesis a mi madre, que sé, que si estuviera aquí físicamente estaría muy orgullosa de mí.

A mis mejores compañeros de vida, mi esposo Felipe e hijo Nicolás.

A mi familia que siempre ha estado pendiente de mí.

Y mi padre que, aunque nunca estuvo conmigo, me ha dado ese valor de querer salir adelante y demostrarle que puedo ser una excelente profesionalista a pesar de su abandono.

## RESUMEN

El objetivo de este estudio fue evaluar si la suplementación de un cultivo de levadura (*Saccharomyces cerevisiae*) mejora la producción de leche de vacas Holstein multiparas. A un primer grupo de vacas primíparas (Levadura; n=147) se le añadió 14 gr. de un cultivo de la levadura *Saccharomyces cerevisiae* (Celtic Engage; Celtic Holland®, México) a la dieta, mientras que el segundo grupo (Control; n=132) no recibió ningún tipo de suplementación. La levadura fue suministrada únicamente en la primera ración del día durante 55 días. A lo largo del periodo experimental se registró la producción de leche diaria de ambos grupos, mediante un software especializado (AFI MILK®, Israel) de uso del establo. El control de la alimentación y las raciones se utilizó un TMR Tracker®. El promedio de producción diaria de leche fue de  $12.0 \pm 0.2$  kg ( $P > 0.05$ ) para-ambos grupos. La suplementación con la levadura *S. cerevisiae* durante 55 d no aumentó la producción de leche diaria de vacas multiparas.

**Palabras clave:** Producción de leche, Vacas Holstein, Levaduras, Primíparas, Calidad

## ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS.....	i
DEDICATORIA .....	ii
RESUMEN.....	iii
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	iv
INDICE DE CUADROS Y FIGURAS.....	v
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II.-REVISIÓN DE LITERATURA .....	4
2.1 Producción de leche en zonas áridas y semiáridas .....	4
2.1 El ecosistema microbiano ruminal .....	4
2.3.3 Probióticos en la alimentación del rumiante.....	6
2.3 Uso de levaduras en la alimentación animal.....	6
2.4. Efecto de las levaduras sobre la composición de la leche.....	8
HIPÓTESIS.....	9
OBJETIVO.....	9
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	10
3.1 General.....	10
3.2 Localización y condiciones ambientales del área de estudio .....	10
3.3 Animales y su manejo .....	10
3.4 Tratamientos de las vacas.....	11
3.5 Variable evaluadas .....	12
3.5.1 Producción de leche.....	12
3.4.2 Análisis estadístico.....	12
IV. RESULTADOS.....	13
V. DISCUSIÓN.....	14
VI. CONCLUSIÓN .....	16
VII. LITERATURA CITADA .....	17

## INDICE DE FIGURAS

No.	TÍTULO DE FIGURAS	Pág.
Figura 1	Figura 1. Efecto del tratamiento sobre las medias de producción de leche diaria por ordeña. El tratamiento fue 14 g por vaca al día de levadura de células vivas agregadas a la dieta RTM.	13



## I. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, en la última década la producción de leche ha aumentado en más de un 20%, de 694 millones de toneladas en 2008 a 843 millones de toneladas en 2018 (FAO, 2019). Un análisis sobre el comportamiento productivo de las vacas lecheras en los países productores más importantes, durante el período 2009-2014 demostró que EUA tuvo el mayor rendimiento por cabeza, seguido por Japón en segundo lugar y Canadá en tercero. México es uno de los países con menor productividad de leche por vaca en el mundo, con apenas 1.8 ton/cabeza/año en 2014, superando únicamente a Brasil (1.6 ton) e India (1.2 ton) en el grupo de los países más importantes en esta actividad (Loera y Banda, 2017).

Respecto al mercado mundial de la producción de leche se encuentra dividido por dos grupos, el primero es el de países altamente desarrollados (EUA, India y China) y por otra parte los países con bajos costos en su producción (Argentina, Nueva Zelanda y Uruguay), que sus condiciones climáticas se ven muy favorecidas para las vacas destinadas a la producción de leche (Loera y Banda, 2017).

Dentro de los principales países productores de leche en el mundo, se encuentra México, ya que tres de cada cien litros que se producen mundialmente son de origen mexicano, colocándose así en la posición número 16. Durante los años de 2007 al 2012, las importaciones de leche alcanzaron los 2,000 millones de litros anuales (alrededor de un 20% de la producción nacional) con crecimiento anual de 5.1% y las exportaciones de leche se encuentran entre los 160 millones de litros anuales (Loera y Banda, 2017).

La principal cuenca productora de leche de México se encuentra en la Comarca Lagunera, al noreste del país, con un clima cálido y árido. En esta región existen cerca de 800 explotaciones (empresarial o familiar) con hatos ganaderos de diversos tamaños y grado tecnológico, siendo el sector empresarial quien contribuye con el 95% de la producción regional, caracterizada por un alto nivel tecnológico en donde las lactancias van desde los 8,500 litros hasta los 12,200 litros por vaca por año, con

estándares internacionales de calidad (El economista, 2017). Sin embargo, esta área agroecológica lleva consigo periodos prolongados de alta temperatura ambiente e intensa radiación solar, lo cual repercute directamente en la salud de las vacas y problemas reproductivos como la reducción de la fertilidad y otros problemas del manejo nutricional de estos grandes rebaños lecheros de alto rendimiento que operan en esta área (Sepúlveda, 2009).

Debido a la alta demanda de la producción de leche por el crecimiento anual de la población y la necesidad de los agricultores de productos nutricionales que maximicen la producción de leche sin dejar atrás la salud y bienestar del animal, han surgido diferentes estrategias de manipulación ruminal para mejorar la productividad, una alternativa potencial es la alimentación con probióticos (Radzikowski, 2017).

Una estrategia para incrementar la productividad del ganado lechero es a través de la suplementación de algunos probióticos como son *Lactobacillus spp* que son bacterias productoras de ácido láctico y otros microorganismos que tienen efectos benéficos como las levaduras (*Saccharomyces* y *Aspergillus*) (Rai *et al.*, 2013). que son microorganismos que se administran en la dieta para producir un beneficio directo a través del microbiota ruminal.

Este tipo de aditivos alimentarios se han utilizado en la industria láctea durante más de 20 años con eficacia variable. Aunque varios estudios han observado un aumento de la producción de leche con suplementos de levaduras vivas en vacas lecheras lactantes (Jiang *et al.*, 2017). Diversos estudios han demostrado que los probióticos mejoran el crecimiento de los animales domésticos como las vacas, terneros, lechones y pollos de engorde, lo anterior, debido a que algunas levaduras como *Saccharomyces cerevisiae* mejora la fermentación ruminal (Seo *et al.*, 2010, Rautray *et al.*, 2011). La adición de productos a base de la levadura *S. cerevisiae* en las dietas de vacas lecheras provoca un efecto modulador del pH ruminal y la digestibilidad de los nutrientes, mejorando significativamente la producción de leche (Kudrna *et al.*, (2009).

Las levaduras aparte de aumentar la producción y composición de la leche, mejoran la eficiencia de la utilización del alimento por parte de las vacas lecheras (Dias *et al.*,

2018), a través de una mejor digestión de fibra y la estabilización del pH ruminal (Meller *et al.*, 2014).

La respuesta productiva a la suplementación de levaduras parece depender de varios factores, como la etapa de lactancia, el tipo de forrajes, métodos de alimentación y la proporción que existe entre de forraje y concentrado. Por tales evidencias encontradas, nos planteamos la hipótesis de que la suplementación de un cultivo de levadura aumentará la producción en vacas multíparas. Por lo cual el objetivo del presente estudio fue evaluar si la suplementación de un cultivo de levadura mejora la producción de leche de vacas Holstein Friesian multíparas.

## II.-REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Producción de leche en zonas áridas y semiáridas

En México se ubican cinco grandes regiones agroecológicas destacando por su extensión, las zonas áridas-semiáridas, templada y trópico seco-húmedo con 49,1%, 23,2% y 27,7%, respectivamente. Esta última área tiene la posibilidad de aumentar de manera significativa la producción de alimentos de origen pecuario, gracias a la disponibilidad de recursos como suelo, agua, forrajes, subproductos de bajo costo y la población animal existente (Martínez-González et al., 2017). Por otro lado, la ganadería en zonas áridas también es un reto que implica ejecutar alternativas para atender de manera adecuada la crianza de animales, a través por ejemplo de la producción intensiva de forrajes complementarios que permitan que estas zonas sigan produciendo cuatro de cada diez litros de leche a escala nacional y manteniendo su excelente nivel de producción de cárnicos (SADER, 2019).

El territorio nacional se conforma en un 52% por zonas áridas o semiáridas de un gran potencial productivo entre las que destacan, la Comarca Lagunera que es una zona árida, con altas temperaturas ambientales durante las temporadas de verano que pueden durar hasta 6 meses con temperaturas superiores a los 30° C (Avendaño-Reyes, 2012). Sin embargo, a pesar de ser una zona árida destaca en la producción de leche (Flores *et al.*, 2013), siendo el estrés por calor uno de los retos a los que se enfrenta la ganadería lechera en esta zona, provocando un impacto sobre la producción y calidad de la leche, así como la tasa de fertilidad (West, 2003).

### 2.1 El ecosistema microbiano ruminal

El rumen es una cámara de fermentación donde se concentra un ecosistema microbiano compuesto por bacterias, protozoos, arqueas, hongos y bacteriófagos (Cuadro 1), que se digieren anaeróbicamente y trabajan en simbiosis, creando una relación dinámica para convertir el alimento en energía y proteínas (Lean *et al.*, 2014). Los microorganismos ruminales pueden modificar su respuesta de acuerdo con la dieta

(Aschenbach *et al.*, 2011), donde estos pueden verse favorecidos o afectados dependiendo de los diferentes sustratos del alimento. Las bacterias dominantes son *Phyla Bacteroidetes* y *Firmicutes*, que representan aproximadamente 80 a 95% de las secuencias bacterianas. También existen otros tipos de bacterias, en menos proporción, pero de misma importancia (Lean *et al.*, 2014).

Existen factores que influyen en el crecimiento y actividad de las poblaciones microbianas ruminales como lo son la temperatura, el pH, la capacidad amortiguadora, la presión osmótica y el potencial redox (Castillo-López y Domínguez, 2019). La temperatura del rumen va desde los 39 a 39.5°C, elevándose hasta 41°C cuando el animal come, ya que el proceso de fermentación genera calor (Wahrmud *et al.*, 2012).

El pH y la capacidad amortiguadora dependen de la producción de saliva, el tipo y nivel de ingesta de alimento, el intercambio de bicarbonatos y fosfatos a través del epitelio ruminal (Aschenbach *et al.*, 2011). El pH cambia constantemente, pero permanece generalmente en un rango de 5.5 a 7.0 (Krause y Oetzel, 2006). La presión osmótica depende de la presencia de iones y moléculas que generan gas (Lodemann y Martens, 2006). La osmolaridad del líquido ruminal es de 250 mOsm/kg, pero los procesos de fermentación ruminal pueden depender de las condiciones ambientales y del tipo de dieta, por lo que puede influir en la presión osmótica del rumen, por ejemplo, después de la ingesta del alimento hay un aumento de 350 a 400 mOsm y comienza a disminuir en un periodo de 8 a 10 horas (Castillo-González, 2014).

La capacidad de los microorganismos ruminales para producir enzimas necesarias para el proceso de fermentación permite a la vaca obtener de manera eficiente la energía contenida en los forrajes (Burns, 2008). Según el sustrato, las bacterias del rumen se pueden clasificar como microbios celulolíticos, proteolíticos, lipolíticos o fermentadores de aminoácidos (Firkins y Yu, 2015).

### **2.3.3 Probióticos en la alimentación del rumiante**

El uso de microorganismos vivos como aditivos se ha utilizado durante muchos años (Diaz *et al.*, 2015). Cada vez los productores buscan alternativas para aumentar la producción y calidad de leche. Los probióticos se utilizan comúnmente para mejorar las poblaciones de la flora gastrointestinal, de manera que se mejora la salud y el rendimiento de los animales, mejorando la síntesis proteica, la producción y los componentes de la leche (Uyeno *et al.*, 2015).

Los probióticos son considerados como microorganismos generalmente reconocidos como seguros (GRAS; por sus siglas en inglés) por la FDA (2010). Esta clasificación tiene como características que no son tóxicos, no se absorben en el tracto digestivo, por lo cual, no dejan residuos en los tejidos o subproductos de los animales, la dosificación es mínima, tienen la capacidad de proliferar *in vivo* e *in vitro*, promueven el crecimiento de bacterias benéficas y no son mutagénicos (Casas-Rodríguez, 2018) por lo que se aprueba su uso como aditivo alimentario (Boyle *et al.*, 2006, Coenen, 2000).

Se han propuesto varios mecanismos de acción de los probióticos: la reducción del pH intestinal, debido a que los probióticos generan ácidos que evitan la proliferación de patógenos, alterando el metabolismo microbiano y del hospedador, mediante la estimulación de la respuesta inmunitaria (Caja *et al.*, 2003).

### **2.3 Uso de levaduras en la alimentación animal**

La suplementación con levaduras en la dieta se ha asociado con un mayor potencial de afectar el consumo de materia seca (MS), el pH ruminal y la digestión de nutrientes. Un metaanálisis (Duffield *et al.*, 2008) indicó el desempeño productivo de las levaduras, demostrando que poseen un efecto de estimulación de crecimiento de cultivos puros de bacterias celulolíticas, que estimulan el crecimiento de bacterias del ácido láctico disminuyendo la acumulación de lactato y el aumento del flujo de proteínas microbianas al duodeno, generando una mayor síntesis microbiana en el

rumen. Este entorno ruminal mejorado puede conducir a una mayor eficiencia alimentaria del ganado (Hristov *et al.*, 2010).

Kumar *et al.* (1997), al añadir a las dietas cultivos de levadura, observaron poblaciones bacterianas elevadas en el rumen y una alteración en la producción de ácidos grasos, específicamente las concentraciones de bacterias celulolíticas y amilolíticas aumentaron en el rumen, por consecuente se aumenta la relación acetato – propionato en animales suplementados con *S. cerevisiae*. Wohlt *et al.* (1998), publicaron aumentos en la digestión de proteínas y en la producción de leche de vacas en el periodo de lactancia temprana. Lo cual coincide con los resultados obtenidos por otros autores (Dann *et al.*, 2000), donde también hubo aumentos en la producción de leche y el consumo de MS, lo que permitió que el pico de producción fuera más rápido y con una duración más larga.

Otros estudios sugieren que la provisión de *S. cerevisiae*, puede tener el potencial de modificar los patrones de comportamiento de la alimentación de las vacas lecheras. Bach *et al.* (2007), suplementaron con levadura seca activa un grupo de vacas lactantes y no solo hubo mejoras en el pH ruminal, sino que también afectó el comportamiento alimentario de las vacas. Las vacas que recibieron la suplementación tuvieron un intervalo más corto entre comidas (3.32 h) que las vacas sin suplementar (4.03 h), lo que sugiere que comieron con mayor frecuencia. Se podría plantear la hipótesis de que la mayor digestibilidad de la fibra típicamente asociada con la suplementación con la levadura viva puede ayudar a maximizar el paso del alimento y por lo tanto, aumentar el apetito y consumo de alimento. Los mismos resultados han sido obtenidos por otros investigadores en el ganado de carne, un aumento en la frecuencia de consumo de alimento (Loncke *et al.*, 2012).

Además de los anteriores efectos de mejora en la salud animal y la reducción de enfermedades, las levaduras también mejoran el rendimiento y el metabolismo durante eventos que causen estrés. Un ejemplo de ello fue la investigación realizada por Duff y Galyean (2007), donde encontraron que hubo aumento en el rendimiento del ganado en el grupo suplementado con la levadura expuesta a enfermedades respiratorias bovinas. Un gran número de estudios demuestran que el uso de *S. cerevisiae* mejoró

la ingesta y producción de leche, aun cuando las condiciones climáticas no eran las óptimas, el ganado estaba expuesto a estrés por calor (Arambel y Kent 1990, Huber 1998, Schingoethe *et al.*, 2004).

#### **2.4. Efecto de las levaduras sobre la composición de la leche**

El interés en el uso de microbios directamente en la alimentación como suplementos alimenticios para vacas lecheras de alta producción ha aumentado notablemente en los últimos años. Comúnmente el uso de microbios directamente en la alimentación es la levadura *Saccharomyces cerevisiae*. Sin embargo, los resultados de la investigación con cultivos de *S. cerevisiae* alimentados al ganado lechero han variado. Se han observado mejoras en el consumo de de materia seca (DMI, por sus siglas en inglés) (Bitencourt *et al.*, 2011) la producción de leche (Rivas *et al.*, 2008) y los componentes de la leche cuando las vacas fueron alimentadas con cultivo de levadura.

La suplementación en la dieta de aditivos microbianos, como es el caso la levadura viva, mejora la eficiencia digestiva en rumiantes. Lo anterior, debido a que estos promotores del rendimiento microbiano se han visto favorecidos sobre los productos químicos debido a la tendencia actual de los consumidores a elegir alternativas naturales y orgánicas (Bitencourt *et al.*, 2011). Las levaduras se encuentran naturalmente en el rumen, pero la temperatura del rumen no promueve su crecimiento, óptima a 25°C, por lo que el uso de levaduras como aditivos alimentarios requiere una suplementación diaria continua (Rivas *et al.*, 2008; Bitencourt *et al.*, 2011). Basado en lo anterior, muchos estudios se han realizado pero los resultados han sido variables. Rivas *et al* (2008), evaluaron la suplementación de *S. cerevisiae* en la dieta al inicio de la lactancia sobre la producción de leche y grasa en vacas Holstein; sus resultados concluyen que, a las 6 semanas del estudio, los niveles de grasa del grupo suplementado fueron mayores al grupo control (3.55 vs. 3.20 respectivamente), concluyendo que el uso estratégico de la levadura tiene acción estimulante en el rumen, además de una mayor disponibilidad de nutrientes por la glándula mamaria.



## **HIPÓTESIS**

La suplementación de un cultivo de levaduras aumentará la producción de leche en vacas Holstein multíparas

## **OBJETIVO**

Evaluar el efecto de la suplementación de un cultivo de levadura para mejorar la producción de leche en vacas Holstein multíparas.

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 General**

Todos los métodos y manejo de las unidades experimentales utilizadas en este estudio fueron en estricto acuerdo con los lineamientos para el uso ético, cuidado y bienestar de animales en investigación a nivel internacional (FASS, 2010) y nivel nacional (NAM, 2002) con número de referencia de aprobación institucional UAAAN-UL con clave 38111-425501002-2431.

#### **3.2 Localización y condiciones ambientales del área de estudio**

El presente estudio se realizó durante los meses de octubre a diciembre de 2019 en la Comarca Lagunera, en el Ejido “el Cambio” perteneciente al municipio de Matamoros Coahuila, al norte de México, localizado entre las coordenadas geográficas 24° 22' LN y 102° 22' LO, a una altitud de 1120 msnm. El área de estudio se caracteriza por un clima extremadamente cálido y seco, las temperaturas van desde los 23°C a 43°C en el verano y de 2°C a 9° en el invierno, una precipitación media anual de 240 mm y una humedad relativa de entre 29 a 83%.

#### **3.3 Animales y su manejo**

Para este estudio se utilizaron 426 vacas Holstein multíparas, con una condición corporal (CC;3.5±). Las vacas fueron alimentadas dos veces al día (0700 h y 1200 h) ofreciendo una Ración Totalmente Mixta (RTM) en base de alfalfa, ensilaje de maíz, semilla de algodón y granos secos de destilería (60% forraje y 40% concentrado) formulada para satisfacer los requerimientos nutricionales de las vacas lactantes con una producción de leche >37kg/día, apegándose a los lineamientos establecidos por el NRC (2001), además de tener agua y sombra a libre acceso. Las vacas se sometieron a un periodo de adaptación de 14 días, en el que se habituaron a la suplementación del cultivo de levadura. A lo largo del estudio se registró el promedio de producción diaria de leche. El estado reproductivo y de salud fue supervisado por

un médico veterinario de manera rutinaria en el establo. Durante todo el estudio se mantuvo la mecánica de corral cerrado, para un mejor control de los animales y evitar animales perdidos.

### **3.4 Tratamientos de las vacas**

Previo al inicio de los tratamientos las vacas fueron identificadas de manera individual. Se utilizaron 426 vacas multíparas, las cuales fueron divididas en dos grupos. Un primer grupo fue suplementado (Levadura; n=249, ) con 14 g por vaca al día de un cultivo de *S. cerevisiae* (Celtic Engage; Celtic Holland®, México), mientras que un segundo grupo (Control; n=147) no fue suplementado. El tratamiento fue administrado durante 55 días, el cual se proporcionó en la primer servida de alimento (0700 h). La cantidad del cultivo de *S. cerevisiae* se agregó al carro mezclador (MV 2800-2G Superstars®, EUA), que ya contenía los demás ingredientes de la ración, siendo el cultivo de levadura el penúltimo ingrediente agregado, dando 5 minutos (exactos) de mezclado previos al llenado de agua y volver a mezclarse por otros 4 minutos y finalmente proporcionar el alimento a las vacas.

Para un mayor control de la dosificación del cultivo de levadura, se realizó dos veces la prueba de mezclado por microtrazadores, la primera vez fue al inicio del estudio y la segunda a los 28 días. Esta prueba consiste en añadir partículas de hierro recubiertas de un colorante, a la mezcla de ingredientes de la ración, luego se toman muestras del alimento preparado, se recuperan las partículas por magnetismo y se cuentan, brindando información sobre la correcta dosificación de los aditivos, concordancia con la formulación, calidad de la mezcla y tiempo óptimo de mezclado (Arzú, 2018).

## **3.5 Variable evaluadas**

### **3.5.1 Producción de leche**

A lo largo del periodo experimental se registró la producción diaria de leche de ambos grupos, utilizando como herramienta un software especializado (AFI MILK®, Israel) del establo. Para el control de la alimentación y las raciones se utilizó TMR Tracker®.

### **3.4.2 Análisis estadístico**

Los datos obtenidos fueron analizados mediante el paquete estadístico SAS. Las variables de la producción total fueron sometidas a un análisis de varianza utilizando el ProGLM de SAS, posteriormente cuando el ANOVA revelaba un efecto significativo los valores fueron comparados mediante una prueba de t de Student. Las diferencias fueron consideradas a ser estadísticamente significativas a un valor de  $p \leq 0.05$ .

#### IV. RESULTADOS

Los resultados de producción de leche se muestran en la Figura 1. La suplementación con levadura no mostro diferencias en la producción de leche diaria durante el periodo de estudio. El promedio de producción diaria general para el fue de  $15.23 \pm 0.2$  kg de leche ( $P > 0.05$ ) para ambos grupos.

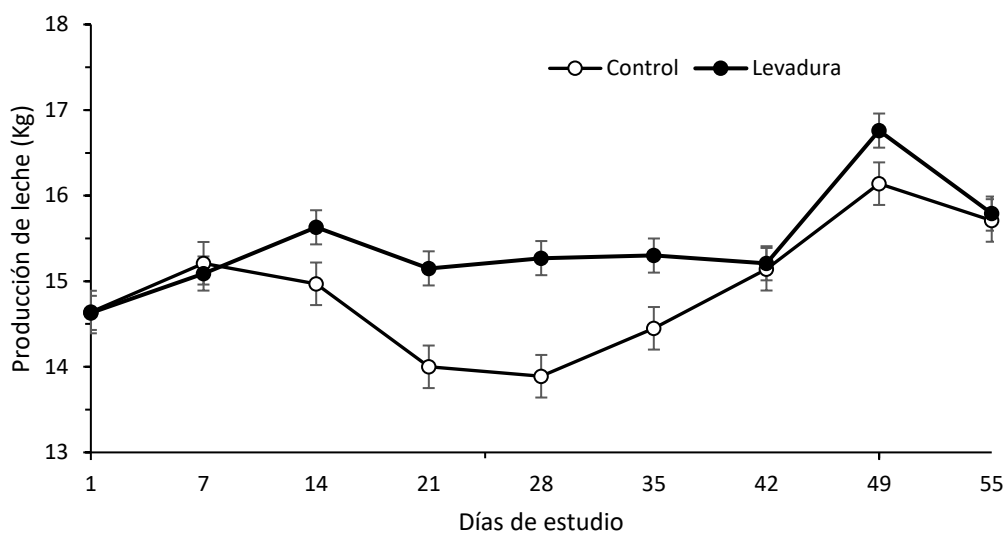


Figura 1. Efecto del tratamiento sobre las medias de producción de leche diaria por ordeña. El tratamiento fue 14 g por vaca al día de levadura de células vivas agregadas a la dieta RTM.

## V. DISCUSIÓN.

La suplementación de 14g por vaca al día durante un periodo 50 d con un cultivo de levaduras vivas de *Saccharomyces cerevisiae* no tuvo efecto sobre la producción de leche diaria Sin embargo, nuestros resultados son contrarios a los reportados por otros autores que muestran un aumento significativo asociado a la suplementación con levaduras de *S. cerevisiae* en vacas lecheras (Maaumori *et al.*, 2014; Salvati *et al.*, 2015), lo que coincide con resultados encontrados por Maaumori *et al.* (2014), en vacas suplementadas con levadura de cultivo de *S. cerevisiae* que mostraron una tendencia significativa en producción promedio diaria siendo mayor en el grupo suplementado respecto al grupo control (15.44 vs 15.02 kg/d).

Por otra parte, es probable que nuestros resultados en cuanto a la producción de leche sean diferentes a los reportados por otros autores debido al probablemente al tipo de dieta ofrecida, relación forraje-concentrado, dosis utilizadas, así como el periodo de y época de suplementación, además del número de lactancias de las vacas, lo anterior, posiblemente tuvo un efecto sobre la producción diaria de leche.

Respecto las dosis utilizadas en nuestro estudio fue de 14g por vaca al día. Resultados en vacas Holstein que fueron la suplementadas con 2.5 g por vaca al día de *S. cerevisiae* durante un periodo de 105 d tendieron a ser diferentes mostrando aumento de la producción diaria de leche en 1.1 kg por vaca (Maamouri *et al.*, 2014), además estos resultados coinciden con los encontrados en vacas que recibieron una suplementación de 10 g por vaca al día de levaduras vivas durante un periodo de 70 d donde la respuesta a la producción de leche fue de >1,3 kg/d en las vacas suplementadas con levadura lo anterior, puede considerarse de gran magnitud en comparación con lo que se esperaría como un mérito en respuesta a este aditivo en la dieta y que una probable explicación al aumento en la producción de leche es que la vacas suplementadas tuvieron una mayor concentración de glucosa sanguínea, lo que se traduce en mayor síntesis de lactosa , lo que resulta en una respuesta positiva para la producción de leche (Salvati *et al.*,2014). Por otro lado, Desnoyers *et al.* (2009), en un metaanálisis sobre la suplementación de *S. cerevisiae* para rumiantes, estimó una media de producción de leche en respuesta a la levadura de +0.78 kg /d. En el mismo

sentido, resultados en cabras lecheras suplementadas con *S. cerevisiae* mostraron un aumento significativo en el promedio de producción diario de leche en comparación con el grupo control (2.38 kg / d vs 2.08 kg / d (Stall *et al.*, 2007). En efecto, se conoce que la respuesta a los probióticos suele ser muy diferente debido a la variabilidad asociada con las dietas, los tipos y dosis de levadura utilizadas y los animales experimentales (Maamouri *et al.*, 2014), así como con el número de lactancia o estado fisiológico de los animales, días en leche, ya que la producción de leche es mayor al principio que al final de la lactancia (Majdoub - Mathlouthi *et al.*, 2009). Lo anterior, producto de la asimilación de los nutrientes de las levaduras, ya que la suplementación con levaduras vivas aumenta la asimilación de nutrientes que promueve la colonización de los tejidos vegetales por microbios del rumen y mejora aún más la digestibilidad de la dieta (Bitencourt *et al.*, 2011; Ferraretto *et al.*, 2012). Sin embargo, existen resultados que demuestran que puede existir una variabilidad en la producción de leche debido a que la variabilidad en la producción de leche es generalmente mayor en los rebaños comerciales que en los estudios más pequeños y bien controlados, los beneficios de alimentar con levadura pueden no ser detectables en una lechería comercial. La alimentación diaria, la variabilidad en los nutrientes suministrados, el movimiento de las vacas entre los corrales y las interacciones sociales entre las vacas en corrales grandes (estrés) pueden afectar la producción de leche más que la suplementación con levadura. Dado que muchos de los beneficios propuestos de alimentar con levadura dan como resultado un pH y un entorno ruminal más estables, la levadura puede mitigar algunos de los efectos de la alimentación inconsistente y el estrés en el entorno ruminal. Por lo tanto, si bien puede que no haya una diferencia en la producción de leche, proteína o grasa de la leche con la suplementación con levaduras, la producción de leche puede ser más consistente (Rossow *et al.*, 2018).

## VI. CONCLUSIÓN

La suplementación durante un periodo 50 d con un cultivo de levaduras vivas de (*Saccharomyces cerevisiae*) no tuvo efecto sobre la producción de leche diaria en vacas multíparas.



## VII. LITERATURA CITADA

- Ahmadi, S., Bashiri, R., Ghadiri-Anari, A., & Nadjarzadeh, A. (2016). Antioxidant supplements and semen parameters: An evidence based review. *International Journal of Reproductive BioMedicine*, 14(12), 729.
- Aisen, E. G., & Venturino, A. (2004). Recolección y evaluación de semen. *Reproducción ovina y caprina*. Buenos Aires, Argentina: Inter-Médica. p, 55-69.
- Alatorre, A. C. B., Vera, S. R., Canul, A. J. C., Lugo, F. C., Ix, W. R. C., & Chiná, A. D. T. Z. M. Avances de la investigación sobre producción de ovinos de pelo en México.
- Ali, A. B., Bomboi, G., & Floris, B. (2009). Does Vitamin E or Vitamin E plus Selenium improve reproductive performance of rams during hot weather?. *Italian Journal of Animal Science*, 8(4), 743-754.
- Baiomy, A. A., Mohamed, A. E. A., & Mottelib, A. A. (2009). Effect of dietary selenium and vitamin E supplementation on productive and reproductive performance in rams. *Journal of Veterinary Medical Research*, 19(1), 39-43.
- Banihani, S. A. (2017). Vitamin B12 and semen quality. *Biomolecules*, 7(2), 42.
- Bitencourt, L. L., Silva, J. R. M., Oliveira, B. M. L. D., Dias Júnior, G. S., Lopes, F., Siécola Júnior, S., ... & Pereira, M. N. (2011). Diet digestibility and performance of dairy cows supplemented with live yeast. *Scientia Agricola*, 68, 301-307.
- Boxmeer, J. C., Smit, M., Weber, R. F., Lindemans, J., Romijn, J. C., Eijkemans, M. J., ... & Steegers-Theunissen, R. P. (2007). Seminal plasma cobalamin significantly correlates with sperm concentration in men undergoing IVF or ICSI procedures. *Journal of andrology*, 28(4), 521-527.
- Bravo, J. A., Montanero, J., Calero, R., & Roy, T. J. (2014). Influence of season and reproductive management on the morphometry of ram sperm head. *Small Ruminant Research*, 119(1-3), 114-119.
- Brown, B. W. (1994). A review of nutritional influences on reproduction in boars, bulls and rams. *Reproduction Nutrition Development*, 34(2), 89-114.
- Cabrita E, Sarasquete C, Paramo SM, Robles V, Beirao J, Cerezales SP *et al.* Cryopreservation of fish sperm: applications and perspectives. *J Appl Ichth yol* 2010; 26:623-635.
- Calderón-Leyva, M., Meza-Herrera, C., Arellano-Rodríguez, G., Gaytan-Alemán, L., Alvarado-Espino, A., & Gonzalez-Graciano, E. *et al.* (2017). Effect of Glutamate Supplementation upon Semen Quality of Young Seasonally Sexual-Inactive Dorper Rams. *Journal Of Animal Research*, 7(3), 419. doi: 10.5958/2277-940x.2017.00062.6

- Carrillo-González, D., & Hernández, D. (2016). Caracterización seminal de individuos ovinos criollos colombianos de pelo en el departamento de Sucre. *Revista Colombiana de Ciencia Animal-RECIA*, 8(2), 197-203.
- Chávez, J. M. C., & Chávez, B. C. La productividad de la ovinocultura en el estado de Zacatecas, México. Universidad Tecnológica de Nayarit Año V Edición N° 15 Abril/Julio 2013.
- Chemineau, P., Bodin, L., Migaud, M., Thiéry, J. C., & Malpaux, B. (2010). Neuroendocrine and genetic control of seasonal reproduction in sheep and goats. *Reproduction in Domestic Animals*, 45, 42-49.
- Clagett-Dame, M., & Knutson, D. (2011). Vitamin A in reproduction and development. *Nutrients*, 3(4), 385-428.
- CONAGUA. 2015. Normales climatológicas por estación. Ciudad de México: Servicio Meteorológico Nacional, Comisión Nacional del Agua. <https://smn.conagua.gob.mx/es/>.
- Cruz-Castrejón, U., Véliz, F. G., Rivas-Muñoz, R., Flores, J. A., Hernández, H., & Moreno, G. D. (2007). Response of sexual activity in male goats under grazing conditions to food supplementation and artificial long day
- FAO Food Alimentation Organization of the United Nations, FAO. 2014. Consumo de carne. Departamento de Agricultura y Protección del Consumidor. Producción y Sanidad Animal.
- FASS. 2010. Guide for the Care and Use of Agricultural Animals in Agricultural Research and Teaching, 3rd ed. Federation Animal Science Society, Savoy, IL, USA. ISBN: 978- 956-14-2161-5.
- Hamedani, M. A., Tahmasbi, A. M., & Ahangari, Y. J. (2013). Effects of vitamin B12 supplementation on the quality of Ovine spermatozoa. *Open veterinary journal*, 3(2), 140-144.
- Handel, I., Watt, K. A., Pilkington, J. G., Pemberton, J. M., Macrae, A., Scott, P., ... & Mellanby, R. J. (2016). Vitamin D status predicts reproductive fitness in a wild sheep population. *Scientific reports*, 6(1), 1-11.
- Hernández, P. P., Arroniz, J. V., Molina, H. C., Martínez, B. C., Rivera, P. D., & Ortiz, S. L. (2011). Análisis descriptivo de los sistemas de producción con ovinos en el estado de Veracruz, México. *Revista científica*, 21(4), 327-334.
- Hernández-Marín, J. A., Valencia-Posadas, M., Ruíz-Nieto, J. E., Mireles-Arriaga, A. I., Cortez-Romero, C., & Gallegos-Sánchez, J. (2017). CONTRIBUCIÓN DE LA OVINO CULTURA AL SECTOR PECUARIO EN MÉXICO. *Agroproductividad*, 10(3).

- Hu, J. H., Tian, W. Q., Zhao, X. L., Zan, L. S., Xin, Y. P., & Li, Q. W. (2011). The cryoprotective effects of vitamin B12 supplementation on bovine semen quality. *Reproduction in domestic animals*, 46(1), 66-73.
- Kolodziej, A., & Jacyno, E. (2004). Effect of dietary selenium and vitamin E supplementation on reproductive performance of young boars. *Electronic Journal of Polish Agricultural Universities, Animal Husbandry*, 7(1).
- Liu, S., Masters, D., Ferguson, M., & Thompson, A. (2014). Vitamin E status and reproduction in sheep: potential implications for Australian sheep production. *Animal Production Science*, 54(6), 694-714.
- Mahmoud, G. B., Abdel-Raheem, S. M., & Hussein, H. A. (2013). Effect of combination of vitamin E and selenium injections on reproductive performance and blood parameters of Ossimi rams. *Small Ruminant Research*, 113(1), 103-108.
- Mahmoud, G. B., Abdel-Raheem, S. M., & Hussein, H. A. (2014). Reproductive and physiological traits of Ossimi rams as affected by vitamin E and selenium injection. *Egyptian Journal of Animal Production*, 51(2), 99-105.
- Marai, I. F. M., El-Darawany, A. H., Ismail, E., & Abdel-Hafez, M. A. M. (2009). Reproductive and physiological traits of Egyptian Suffolk rams as affected by selenium dietary supplementation and housing heat radiation effects during winter of the sub-tropical environment of Egypt. *Archives Animal Breeding*, 52(4), 402-409.
- Martin, G. B., de St Jorre, T. J., Al Mohsen, F. A., & Malecki, I. A. (2011). Modification of spermatozoa quality in mature small ruminants. *Reproduction, Fertility and Development*, 24(1), 13-18.
- Martin, G., Blache, D., Miller, D., & Vercoe, P. (2010). Interactions between nutrition and reproduction in the management of the mature male ruminant. *Animal*, 4(7), 1214-1226. doi: 10.1017/s1751731109991674
- Martinez Gonzalez, S., Macias Coronel, H., Moreno Flores, L. A., Zepeda Garcia, J., Espinoza Moreno, M. E., Figueroa Morales, R., & Ruiz Félix, M. (2011). Análisis económico en la producción de ovinos en Nayarit, México.
- Martínez-González, J. C., Castillo-Rodríguez, S. P., Villalobos-Cortés, A., & Hernández-Meléndez, J. (2017). Sistemas de producción con rumiantes en México. *Ciencia Agropecuaria*, (26), 132-152.
- Mondragón-Ancelmo, J., Hernández-Martínez, J., Rebollar-Rebollar, S., Salem, A. Z. M., Rojo-Rubio, R., Domínguez-Vara, I. A., & García-Martínez, A. (2014).

- Marketing of meat sheep with intensive finishing in southern state of Mexico. *Tropical Animal Health and Production*, 46(8), 1427-1433.
- Morris ST. Overview of sheep production systems. In: Ferguson D, Lee C, Fisher A. editors. *Advances in sheep welfare*; 1st ed. Duxford, United Kingdom: Woodhead Publishing; 2017:19-35.
- Mozo, R., Galeote, A., Alabart, J., Fantova, E., & Folch, J. (2015). Evaluating the reproductive ability of breeding rams in North-Eastern Spain using clinical examination of the body and external genitalia. *BMC Veterinary Research*, 11(1). doi: 10.1186/s12917-015-0600-9
- NAM. 2002. *Guide for the Care and Use of Laboratory Animals*. Co-produced by the National Academy of Medicine-Mexico and the Association for Assessment and Accreditation of Laboratory Animal Care International, 1st ed. Harlan Mexico, DF, Mexico. ISBN: 978-0-309-15400-0.
- NRC. 2007. *Nutrient Requirements of Small Ruminants: Sheep, Goats, Cervids and New World Camelids*. National Research Council, National Academies Press, Washington, USA. ISBN: 978-0-309-47323-1.
- Oguike, M. A., & Uwalaka, C. (2008). Influence of Biotin on semen and testicular characteristics of rabbit buck. *Nigeria Agricultural Journal*, 39, 55-60.
- Pabón-Quevedo, H. Y., & Pulido-Medellín, M. O. (2021). Circunferencia escrotal como criterio de selección para carneros de reemplazo. *Pensamiento y Acción*, (31), 52-73.
- SADER, 2019. La producción en las zonas áridas de México. ([www.gob.mx](http://www.gob.mx)) citado el 04 de diciembre de 2021.
- SIAP. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. 2017. Población ganadera ovina. <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/166001/ovino.pdf> Consultado 15 Feb, 2017.
- Singh, P., Sengupta, B. P., & Tripathi, V. N. (2001). Effect of multiple showering and vitamin supplementation on sexual behaviour, quality and freezability of buffalo bull semen. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 14(2), 184-188.
- Sönmez, M., Yüce, A., & Türk, G. (2007). The protective effects of melatonin and vitamin E on antioxidant enzyme activities and epididymal sperm characteristics of homocysteine treated male rats. *Reproductive Toxicology*, 23(2), 226-231.
- Ursini, F., Heim, S., Kiess, M., Maiorino, M., Roveri, A., Wissing, J., & Flohé, L. (1999). Dual function of the selenoprotein PHGPx during sperm maturation. *Science*, 285(5432), 1393-1396.

- Vasiliausha, S. R., Beltrame, F. L., de Santi, F., Cerri, P. S., Caneguim, B. H., & Sasso-Cerri, E. (2016). Seminiferous epithelium damage after short period of busulphan treatment in adult rats and vitamin B12 efficacy in the recovery of spermatogonial germ cells. *International journal of experimental pathology*, 97(4), 317-328.
- Vasiliausha, S. R., Beltrame, F. L., de Santi, F., Cerri, P. S., Caneguim, B. H., & Sasso-Cerri, E. (2016). Seminiferous epithelium damage after short period of busulphan treatment in adult rats and vitamin B12 efficacy in the recovery of spermatogonial germ cells. *International journal of experimental pathology*, 97(4), 317-328.
- Walkden-Brown, S. W., Restall, B. J., Scaramuzzi, R. J., Martin, G. B., & Blackberry, M. A. (1997). Seasonality in male Australian cashmere goats: long term effects of castration and testosterone or oestradiol treatment on changes in LH, FSH and prolactin concentrations, and body growth. *Small Ruminant Research*, 26(3), 239-252.
- Yao, X., Ei-Samahy, M. A., Yang, H., Feng, X., Li, F., Meng, F., ... & Wang, F. (2018). Age-associated expression of vitamin D receptor and vitamin D-metabolizing enzymes in the male reproductive tract and sperm of Hu sheep. *Animal reproduction science*, 190, 27-38.
- Yunsang, C., & Wanxi, Y. (2011). Functions of essential nutrition for high quality spermatogenesis. *Advances in Bioscience and Biotechnology*, 2011.
- Zilli, L., Schiavone, R., Zonno, V., Storelli, C., & Vilella, S. (2004). Adenosine triphosphate concentration and  $\beta$ -d-glucuronidase activity as indicators of sea bass semen quality. *Biology of reproduction*, 70(6), 1679-1684.
- Zubair, M., Ali, M., Ahmad, M., Sajid, S. M., Ahmad, I., & Gul, S. T. (2015). Effect of Selenium and Vitamin E on cryopreservation of semen and reproductive performance of animals (a review). *J. Entomol. Zool. Studies*, 3(1), 82-86.