



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y PECUARIAS

**INCLUSIÓN DE LEVADURA *Saccharomyces cerevisiae* EN DIETAS DE
BECERROS DE ENGORDA**

TESIS PROFESIONAL

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADO EN INGENIERÍA AGRONÓMICA Y ZOOTECNIA**

PRESENTA

ALFREDO REYES AGUILAR

DIRECTOR DE TESIS

DR. EUTQUIO SONI GUILLERMO

Tlatlauquitepec, Puebla, México. Diciembre 2023



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y PECUARIAS

**INCLUSIÓN DE LEVADURA *Saccharomyces cerevisiae* EN DIETAS DE
BECERROS DE ENGORDA**

TESIS PROFESIONAL

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADO EN INGENIERÍA AGRONÓMICA Y ZOOTECNIA**

PRESENTA

ALFREDO REYES AGUILAR

DIRECTOR DE TESIS

DR. EUTQUIO SONI GUILLERMO

ASESORES

DR. MARCOS PÉREZ SAATO

DR. EDGAR VALENCIA FRANCO

Tlatlauquitepec, Puebla, México. Diciembre 2023

La presente tesis titulada: "**INCLUSIÓN DE LEVADURA *Saccharomyces cerevisiae* EN DIETAS DE BECERROS DE ENGORDA.**", realizada por, **ALFREDO REYES AGUILAR**, ha sido revisada y aprobada por el siguiente consejo particular, para obtener el título de:

LICENCIADO EN INGENIERÍA AGRONÓMICA Y ZOOTECNIA.

Facultad de ciencias agrícolas y pecuarias.

Consejo particular integrado por:

firmas

Director: Dr. Eutiquio Soní Guillermo

Asesor: Dr. Marcos Pérez Sato

Asesor: Dr. Edgar Valencia Franco

Tlatlauquitepec, Puebla, México. Diciembre de 2023

El presente trabajo forma parte del cuerpo académico denominado: **"BUAP-CA-182 Producción Pecuaria Integral"** y de la línea de investigación de **"Producción Integral de Rumiantes y No rumiantes"**.

Dedicatoria

A mis padres Alfredo Reyes Suarez y Rosiceli Aguilar Castañeda por brindarme la oportunidad de superarme, darme su cariño, apoyo, paciencia y confianza incondicionalmente, por nunca dejar de creer en mí y ayudarme mentalmente y económicamente para lograr un escalón más en mi etapa educativa.

Han sido mi ejemplo a seguir demostrándome que todo problema tiene solución por más compleja que se vea.

A mis hermanos Diego Reyes Aguilar e Adriana Reyes Aguilar que han demostrado estar al pendiente, apoyándome en todo este tiempo.

A mi tia Anamaria Aguilar Castañeda, que en los años que estuve de carrera siempre conté con su apoyo incondicionalmente.

A todas las personas que me apoyaron a lo largo de la carrera.

AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mi gratitud a la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla por haberme proporcionado la formación necesaria para convertirme en un profesional.

Agradezco al Dr. Eutiquio Soni Guillermo, mi director de tesis, por sus valiosos consejos, ayuda y orientación durante el proceso de elaboración de mi tesis.

También agradezco a mis asesores, el Dr. Marcos Pérez Sato y el Dr. Edgar Valencia Franco, por su respaldo y los consejos que me brindaron para llevar a cabo mi investigación.

Mi reconocimiento se extiende a la Facultad de Ingeniería de Ciencias agrícolas y pecuarias por las facilidades y el apoyo proporcionados para el uso de equipos de laboratorio e instalaciones.

A cada uno de los docentes de zootecnia por compartir su conocimiento, por sus ideas, sugerencias y tiempo dedicado.

Gracias a todos aquellos que colaboraron directa e indirectamente en la realización de este trabajo.

Te felicito por ser quien eres, otros en tus zapatos ya hubieran renunciado pero tú, tú sigues adelante, aunque te caigas, aunque te canses, aunque sean muchas las pruebas, tu vuelves a intentar, después de muchas lágrimas, después de tantas decepciones te levantas te sacudes y continuas

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	PÁGINA
ÍNDICE DE CUADROS.....	i
INDICE DE FIGURAS.....	ii
RESUMEN.....	iii
ABSTRACT.....	iv
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS.....	3
2.1 Objetivo General.....	3
2.2 Objetivos Específicos.....	3
III HIPÓTESIS.....	4
IV REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
4.1 Producción de carne bovina.....	5
4.2 Sistemas productivos de ganado bovino en engorda.....	6
4.2.1 Clasificación de la ganadería bovina de engorda.....	6
4.3 Alternativas de alimentación animal.....	7
4.4 Subproductos.....	8
4.4.1 Clasificación.....	8
4.4.2 Origen animal.....	9
4.4.3 Origen vegetal.....	9
4.5 Levadura <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	10
4.5.1 Características físicas.....	10
4.5.2 Características nutricionales.....	11
4.5.3 Utilización de levadura <i>Saccharomyces cerevisiae</i> en bovinos.....	11
4.6 Uso de la levadura en pruebas alimenticias.....	12

4.6.1 Ganado bovino de carne y leche.....	13
4.6.2 Otras especies zootecnistas.....	14
V. MATERIALES Y MÉTODOS.....	15
5.1 Localización.....	15
5.2 Clima.....	15
5.3 Establecimiento del experimento.....	16
5.3.1 Animales.....	16
5.4 Dieta experimental.....	16
5.4.1 Tratamientos experimentales.....	17
5.5 Alimentación de los animales.....	17
5.6 Análisis estadístico.....	17
5.7 Variables evaluadas.....	17
5.7.1 Consumo diario de alimento (CDA).....	17
5.7.2 Ganancia diaria de peso (GDP).....	18
5.7.3 Conversión alimenticia (CA).....	18
5.8 Análisis económico.....	19
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	20
6.1 Consumo diario de alimento (CDA).....	20
6.2 Ganancia de peso (GDP).....	21
6.3 Conversión alimenticia (CA).....	21
6.4 Análisis económico de las dietas usadas para alimentar becerros, en el experimento realizado en Texcoco de Mora, México; 2023.....	22
6.5 Análisis económico de la relación beneficio-coste en becerros de engorda, en el experimento realizado en Texcoco de Mora, México; 2023.....	23
VII. CONCLUSIONES.....	25
VIII. LITERATURA CITADA.....	26

ÍNDICE DE CUADROS

CONTENIDO	PAGINA
Cuadro 1. Subproductos de origen animal en México.....	9
Cuadro 2. Composición de las dietas experimentales.....	16
Cuadro 3. (C.D.A.) Consumo diario de alimento adicionado con levadura <i>S. cerevisiae</i> en dietas para becerros de engorda.....	20
Cuadro 4. (G.D.P.) Ganancia diaria de peso adicionado con levadura <i>S. cerevisiae</i> en dietas para becerros de engorda.....	21
Cuadro 5. (C.A.) Conversión alimenticia adicionado con levadura <i>S. cerevisiae</i> en dietas para becerros de engorda.....	22
Cuadro 6. Valor económico de las dietas por tratamiento.....	24
Cuadro 7. Inversión contra ingresos en dietas.....	25

ÍNDICE DE FIGURAS

CONTENIDO	PAGINA
Figura 1. Ubicación geográfica del área de estudio.....	15

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de la inclusión de levadura "*saccharomyces cerevisiae*", en el comportamiento productivo y económico de becerros en engorda. La presente investigación se realizó en el ejido de San Diego, Barrio Emilio Zapata, Texcoco de Mora, del Estado de México. Se utilizaron 10 becerros enteros con un peso promedio inicial de 220 ± 10 kg y edad de 12 meses $\pm$ 3 semanas. Los datos se analizaron con t-Student para muestras independientes. Los tratamientos (T) fueron T1: dieta base 0% de levadura (*Saccharomyces cerevisiae*), T2: dieta base + 0.2% de levadura (*Saccharomyces cerevisiae*). Con la inclusión de *Saccharomyces cerevisiae* no hubo diferencia significativa ($P > 0.05$) en los promedios de consumo diario de alimento (CDA) de 10.173 kg vs 10.396 kg, ganancia diaria de peso (GDP) 2.9906 vs 2.847 y conversión alimenticia 3.44 vs 3.76. Por lo que se concluye que la inclusión de la levadura *Saccharomyces cerevisiae* no afectó las variables de comportamiento productivo y se obtuvo una relación B/C de 1.10, donde indica que por cada peso invertido se obtuvo una ganancia de 10 centavos.

Palabras clave: levadura, becerros, engorda, costo-beneficio.

ABSTRACT

SUMMARY

The aim of this study was to evaluate the effect of the inclusion of yeast "*saccharomyces cerevisiae*" on the productive and economic behavior of fattening calves. This research was carried out in the ejido of San Diego, Barrio Emilio Zapata, Texcoco de Mora, State of Mexico. 10 whole calves with an average initial weight of 220 ± 10 kg and age of 12 months $\pm$ 3 weeks were used. Data were analysed using Student's t-test for independent samples. The treatments (T) were T1: base diet 0% yeast (*Saccharomyces cerevisiae*), T2: base diet + 0.2% yeast (*Saccharomyces cerevisiae*). With the inclusion of *Saccharomyces cerevisiae* there was no significant difference ($P > 0.05$) in the mean daily feed intake (CAD) of 10.173 kg vs 10.396 kg, daily weight gain (GDP) 2.9906 vs 2.847 and feed conversion 3.44 vs 3.76. Therefore, it is concluded that the inclusion of the yeast *Saccharomyces cerevisiae* did not affect the variables of productive behavior and a B/C ratio of 1.10 was obtained, indicating that for each peso invested, a profit of 10 cents was obtained.

Keywords: yeast, calves, fattening, cost-benefit.

I. INTRODUCCIÓN

El uso de tecnologías en el ámbito agrícola y pecuario ha hecho frente al drástico cambio de los factores ambientales y socioeconómicos. La producción agrícola así como pecuaria está aunados al mejoramiento genético, el manejo y su nutrición (Rodríguez *et al.*, 2015). Actualmente el interés del hombre es buscar aditivos alimentarios inocuos y económicos que permitan aumentar los rendimientos productivos por animal.

Se ha ocupado con frecuencia el uso de levaduras en sistemas en donde los rumiantes son alimentados con sustrato fibroso que estimulan la propagación microbiana ruminal (Yoandra *et al.*, 2006); entre ellas la *Saccharomyces cerevisiae*, cabe mencionar que las levaduras proveen vitaminas y minerales que estimulan el aumento bacteriano. La administración de levaduras en combinación o solas, ayudan a aprovechar mejor los alimentos y colabora a aumentar la salud del animal, así como también el aumento de protozoos, bacterias y hongos potenciando su desarrollo (Yoandra *et al.*, 2020).

La implementación de la levadura *Saccharomyces cerevisiae* en vacas lactantes demostró mejorar la fermentación del rumen y la producción de leche, utilizada como una herramienta que normaliza el pH, modificando los ácidos grasos volátiles, aumentando el flujo de proteína al intestino y los carbohidratos estructurales en el rumen (Casas, 2018). Además de ser utilizada como aditivo en la alimentación bovina, contribuyendo de manera benéfica en su desarrollo y reduciendo el costo en la dieta (Brenda *et al.*, 2017). Su consumo incrementa su digestión, modifican la tasa de recambio ruminal y mantiene un pH constante (Jay, 2016).

Por lo anterior el objetivo del presente estudio fue evaluar la levadura *Saccharomices cereviciae* en dietas para bovinos de engorda.

II. OBJETIVOS

2.1. **Objetivo general**

Evaluar la levadura (*Saccharomyces cerevisiae*) en el comportamiento productivo en dietas para becerros de engorda.

2.2. **Objetivos específicos**

Realizar la relación beneficio-costos con el uso de levadura *Saccharomyces cerevisiae* en dietas de becerros de engorda.

III. HIPÓTESIS

La inclusión de levadura *Saccharomyces cerevisiae* en dietas de becerros de engorda mejorará el comportamiento productivo y reducirá los costos de alimentación.

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1 Producción de carne bovina

La ganadería bovina para carne tiene un papel importante en México, ha influido de manera positiva en el contexto socioeconómico del país, siendo un sustento en el desarrollo de la industria nacional. La carne de res lidera en términos de valor de producción en las cadenas pecuarias, seguida por la carne de pollo y la leche de vaca (SIAP, 2020).

En la industria ganadera de carne, el proceso productivo se compone de diversos ciclos biológicos basados en el crecimiento de los animales. La evolución del peso vivo a lo largo de la vida de un animal está influenciada por factores genéticos, ambientales y hormonales. La evaluación del crecimiento animal es crucial desde una perspectiva económica para medir la productividad en los sistemas de producción ganadera. La velocidad y eficiencia en la ganancia de peso del ganado tienen un impacto significativo en los costos de producción. Además, la relación entre el crecimiento y el peso total acumulado en el mercado también está vinculada directamente con los ingresos del sistema de producción (kunio et al., 2013).

La acumulación de carne de res es de 1 millón 791 mil toneladas, lo que representa un avance del 86.2% con respecto al estimado de producción. Veracruz ha contribuido con 232,974 toneladas, equivalente al 13.0% del total nacional; Jalisco, con 210,185 toneladas, representa el 11.7%; San Luis Potosí, con 108,510 toneladas, un 6,1%; Durango, con 98,705 toneladas, un 5.5%; Baja California, con 93,906 toneladas, un 5.1%; Chiapas, con 90,709 toneladas, un 5.1%; Sinaloa, con 89,847 toneladas, un 5.0%; mientras que el resto de las entidades ha contribuido con

865,699 toneladas, constituyendo el 43.7% del total nacional (SIAP, 2022).

4.2 Sistemas productivos de ganado bovino en engorda

Los sistemas productivos bovinos se distinguen por la finalidad a seguir, por mencionar, la producción de leche, pie de cría, carne en canal, producción doble propósito, becerros de engorda; tomando en cuenta la raza del ganado, así como la alimentación; teniendo un factor que influye significativamente, aunado a diversos promotores de crecimiento (Shimada,2003).

La actividad ganadera con bovinos en México se lleva a cabo en diversos sistemas productivos (SP), que van desde los altamente tecnificados hasta aquellos considerados familiares. El sistema de producción bovina de doble propósito (SPDP) se destaca por generar tanto leche como carne mediante la venta de becerros y animales que ya no son productivos. Los animales criados en el SPDP provienen de diferentes grupos genéticos (Ordaz *et al.*, 2022).

4.2.1 Clasificación de la ganadería bovina de engorda

La aplicación de sistemas productivos tiende a ser distinta de acuerdo a la zona climatológica en la que se establezca, de lo cual se tiende a clasificar:

Zona árida: Tiene un efecto positivo en la producción de leche bovina, sistemas doble propósito y producción de carne, así como también la implementación de apicultura; que se implementan en cinco estados: Jalisco, Sinaloa, Sonora, Chihuahua y Baja California, obteniendo la tercera parte de los ingresos nacionales de carne de bovino (SAGARPA, 2016).

Zona semiárida: La predominancia recae en la engorda y venta de carne bovina; que se implementa en sistemas extensivos. Utilizando un manejo pastoril de especies nativas: navajita Cecilia (*bouteloua gracilis*) y banderita diana (*bouteloua curtipendula*) al igual de algunas introducidas como *Eragrostis superba* (Ana et al., 2009).

Zona templada: En las áreas centrales del país han evolucionado para convertirse en una de las zonas más destacadas en la cría intensiva de ganado bovino para carne; los estados incluidos en la zona templada son Jalisco, Colima, Guanajuato, Michoacán, Aguascalientes, Querétaro, Estado de México, Distrito Federal, Hidalgo, Tlaxcala y Puebla (María et al., 2015).

Zona tropical (húmeda y subhúmeda: La producción de ganado bovino para carne se lleva a cabo en diversos contextos agroclimáticos, tecnológicos y sistemas de manejo, con objetivos de explotación que incluyen la producción de novillos para el consumo local, becerros para exportación y la cría de animales para reproducción. Trabajando principalmente con sistemas de explotación de ganado bovino para carne en México son el intensivo, que implica la engorda en corrales, y el extensivo, que se basa en el pastoreo en praderas y agostaderos (Nájera, 2016).

4.3 Alternativas de alimentación animal

A lo largo del desarrollo productivo animal, siempre se ha contemplado el uso de granos y cereales para dietas alimenticias, aunado a esto el costo de ellos ha ido en aumento, teniendo un desgaste económico, e de ahí la búsqueda de alternativas para la alimentación animal en la fase de desarrollo y finalización de ganado bovino, explorando opciones alimenticias más económicas

que promuevan un rendimiento óptimo del ganado y aseguren la calidad de la carne. En la actualidad se ha contemplado el uso de levaduras como alternativa en la dieta para animales en especial rumiantes, entre estas se encuentra la *Saccharomyces cerevisiae* (Carrillo et al., 2016).

4.4 Subproductos

Por concepto, los subproductos se consideran el desecho de un producto a fin, por ocasiones obtenido de manera casual o involuntaria (Guillermo, 2020).

Por dar una segunda oportunidad a estos, los subproductos agroindustriales se consideran un compuesto bioactivo valioso y barato, como lo son las fibras, aminoácidos, compuestos fenólicos antioxidantes, levaduras, entre otros. La diferente composición de estos permite su reciclaje de la cadena alimentaria como aditivos e ingredientes nutricionales (Ordaz et al., 2022).

4.4.1 Clasificación

La utilización de subproductos para la alimentación animal se difiere de acuerdo a su origen:

4.4.2 Origen animal

Cualquier material derivado del cuerpo de un animal; piel, carne, hueso, sangre, leche, heces; por mencionar algunos, principalmente en ciertas regiones donde la ganadería se practica de manera intensiva, una parte de los subproductos obtenidos se destina a la exportación (Cuadro 1), debido a la alta calidad del producto (Abdul-Kalil et al., 2006).

Cuadro 1. Subproductos de origen animal en México.

Especie animal	subproducto	Utilización
Aves comerciales	Heces, víceras, plumas, huesos	Pollinaza, harina, gallinaza
Bovinos	Heces, leche	Bovinaza, fertilizantes, sueros
Ovinos	heces	Borregaza, fertilizante
Conejo	heces	Conejaza, fertilizante
Peces	Huesos, piel	Harina

INEGI, 2010.

En la actualidad, la utilización de pollinaza en base seca se utiliza para alimentar a rumiantes (Bruton, 2012).

4.4.3 Origen vegetal

Los productos provenientes de la tierra, como lo son el maíz, frijol, trigo, cebada, arroz, sorgo, caña de azúcar, oleaginosas como la soya, cártamo, ajonjolí, además de café, chile, fresa, maní, entre otros (Mussatto et al., 2011).

La utilización de algunos de estos granos como cebada, arroz, caña de azúcar que se implementan para la fermentación en estado sólido (FES), esta técnica que se utiliza extensamente para el cultivo de hongos en materiales o sustratos sólidos con bajo contenido de humedad (Chawla et al., 2017).

La FES se considera una tecnología para la producción o extracción de compuestos bioactivos a partir de fuentes naturales y sus residuos, son considerados una alternativa en la alimentación animal, convirtiéndose en un alimento energético-proteico de alto valor nutricional (Pleissner et al., 2015).

4.5 Levadura *Saccharomyces cerevisiae*

Las levaduras, en especial la *Saccharomyces cerevisiae*, fueron los primeros microorganismos empleados como fuente de proteínas (Quiao, 2015). Esta levadura es una de las especies considerada como microorganismo GRAS, por lo que ha sido aprobada para su uso como aditivo alimentario (Boyle, 2006).

4.5.1 Características físicas

Las levaduras son organismos eucariotas que presentan una considerable diversidad en términos de tamaño, forma y color. Clasificadas como hongos unicelulares, sus células generalmente tienen forma ovalada, aunque también pueden adoptar formas esféricas, cilíndricas o elípticas (Zinser *et al.*, 1995).

Con un diámetro máximo que oscila entre cuatro y cinco μm , las levaduras son más grandes que las bacterias y su reproducción se lleva a cabo mediante fisión binaria o gemación, y algunas de ellas pueden ser dimórficas o bifásicas, adoptando una estructura micelial en condiciones ambientales específicas (Ochoa *et al.*, 2004).

Naturalmente las levaduras exhiben resistencia a antibióticos, sulfamidas y otros agentes antibacterianos. El genoma de la levadura, que consta de aproximadamente 6600 genes, ha tenido su secuencia completa revelada y está en constante revisión, permitiendo así la manipulación genética (Bergogne, 1995).

Los componentes macromoleculares presentes en las levaduras abarcan proteínas, glicoproteínas, polisacáridos, polifosfatos, lípidos y ácidos nucleicos (Walker, 1998).

4.5.2 Características nutricionales

El contenido de proteínas en las levaduras varía entre el 40% y el 50% de su peso seco, y exhiben una calidad excepcional en términos de su perfil de aminoácidos esenciales (Otero *et al.*, 1995). Aunque la mayoría de las levaduras prefieren un entorno ligeramente ácido con un pH situado entre 4.5 y 6.5. Estas levaduras poseen la capacidad de competir con la bacteria *Streptococcus bovis*, que es el principal productor de ácido láctico en el rumen, por los azúcares solubles (Chaucheyras *et al.*, 1997).

La adición de levadura influye en el comportamiento y el número de la población microbiana del rumen, comparando diversos trabajos, así Dawson y Girad (1997) trabajando con cultivos puros y Newbold *et al.* (1998) en cultivos mixtos evidenciando que no todas las bacterias incitan a provocar cambios en la adición de levaduras (Marrero *et al.*, 2006).

4.5.3 Utilización de levadura *saccharomyces cereviciae* en bovinos

La utilización de levaduras como probióticos en la alimentación de rumiantes es ampliamente practicada y muestra perspectivas prometedoras, especialmente como una alternativa. Según Carro *et al.* (2015), el desafío radica en que un nuevo alimento no solo debe ser nutricionalmente valioso, sino también organolépticamente satisfactorio y económicamente rentable.

Los productos basados en levaduras son generalmente ricos en proteínas y contienen varios compuestos esenciales como vitaminas y minerales, lo que los convierte en adiciones interesantes a la dieta de los animales para fortalecer su sistema inmunológico a lo largo de su vida. (Elizalde, 2008)

Los cultivos microbianos, constituidos por una mezcla de microorganismos como hongos, bacterias y protozoos, junto con enzimas, vitaminas, medios de cultivo y factores no identificados relacionados, pueden tener efectos beneficiosos en la fermentación ruminal. La influencia del cultivo de levadura en la alimentación de rumiantes no es uniforme, y esto se atribuye a la combinación de varios componentes inherentes a estos microorganismos, como nucleótidos, aminoácidos y vitaminas (Pérez, 2000).

Se ha comprobado que el hidrolizado enzimático de *S. cerevisiae* activa las poblaciones de bacterias viables totales y celulolíticas del rumen en condiciones in vitro (Alvarado, 2011). Además, *S. cerevisiae* puede duplicar la degradación de la fracción fibrosa en el rumen, ya que posee capacidad enzimática para degradar alimentos fibrosos, colonizar tejidos altamente lignificados de forrajes tropicales y solubilizar partes lignificadas de las paredes celulares de las plantas. Las celulasas (enzimas) de *S. cerevisiae* son consideradas las más activas en la degradación de la celulosa cristalina (SOSA et al., 2010).

4.6 Uso de levadura *Saccharomyces cerevisiae* en pruebas alimenticias

En la elaboración de vinos, una fase crucial es la fermentación alcohólica (FA), que implica la conversión bioquímica de los azúcares en etanol mediante la acción de las levaduras, según lo señalado por Pasteur en 1857. La FA puede manifestarse de tres maneras: 1) Espontánea, mediante la microbiota natural presente en el epicarpio de la uva o en los equipos y superficies de la bodega, lo cual realza la tipicidad del vino al aportar características únicas gracias a los

microorganismos nativos; 2) al añadir levadura seca activa (LSA), proporcionando un proceso reproducible y controlable, aunque disminuye la tipicidad del producto; 3) mediante la inoculación con levaduras nativas seleccionadas, lo que permite procesos controlados y reproducibles (Zimmermann *et al.*, 2001).

En relación con los probióticos, definidos por Tellez (2008) como microorganismos vivos, que al ser incorporados en la alimentación de los animales, impactan positivamente en el huésped mejorando su sistema digestivo (Simon, 2001), se destaca que los probióticos según Brown (2011), son microorganismos viables que promueven el aumento de peso y mejoran los índices de conversión alimenticia (Morales, 2004).

4.6.1 Ganado bovino de carne y leche

Se ha observado que la presencia de levaduras vivas mejora la digestión ruminal de la fibra y el flujo de nutrientes en vacas lecheras (Eugène *et al.*, 2004). Este efecto también incrementa la eficiencia de los microorganismos ruminales al utilizar nitrógeno amoniacal para sintetizar la proteína microbiana (Rivas *et al.*, 2008), al obtener impactos positivos en la producción y composición de la leche.

Los beneficios derivados de la inclusión de levadura viva en la alimentación se han estudiado específicamente en vacas Holstein, tanto primerizas como multíparas. En donde Rivas, 2008 indica un aumento en la producción de leche corregida por energía (+1.4 kg/día; $P < 0.0001$) y en la síntesis de proteína de la leche (+36 g/día; $P = 0.001$) cuando se incluye levadura viva.

La adición de levadura viva en vacas lecheras alimentadas con alto contenido de almidón (30% en MS) y 4 g/vaca/día, se observó un aumento en la producción de grasa en la leche y una

mejora en la digestibilidad de la fibra en comparación con las dietas altas en almidón sin levadura (Ferraretto *et al.*, 2012).

4.6.2 Otras especies zootécnicas

Las levaduras pueden desempeñar un papel como fuente de vitaminas, especialmente de tiamina, que tiene la capacidad de estimular el crecimiento de ciertos hongos presentes en el rumen (Chaucheyras *et al.*, 1995).

En cuanto al mecanismo de acción de las levaduras y de la pared celular de *Saccharomyces cerevisiae* (Sc) en ovinos, se puede categorizar en tres niveles, exclusión de patógenos y micotoxinas, estimulación del desarrollo de la mucosa digestiva y activación del sistema inmunitario (Cuarón, 2000).

En México, la producción de ovinos ha experimentado una transición de la práctica del pastoreo a un sistema intensivo, con un aumento en el uso de alimentos concentrados. La incorporación de levaduras de *Saccharomyces cerevisiae* (Sc) en las dietas se ha convertido en una forma de producción limpia y competitiva a gran escala, sin causar efectos secundarios, según (Gutiérrez *et al.*, 2013).

En la alimentación de aves, que se basa en cereales y otros granos, existe el riesgo de contaminación con hongos, especialmente del género *Aspergillus*. Algunas especies de este género producen aflatoxinas, compuestos heterocíclicos cuyos efectos biológicos pueden ser carcinogénicos, mutagénicos y teratogénicos. Para prevenir los efectos perjudiciales (Mishra *et al.*, 2006).

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Localización

El presente trabajo se realizó en el ejido de San Diego, Barrio Emiliano Zapata, en Texcoco de Mora, Estado de México (Figura 1). Texcoco se encuentra situado geográficamente en la parte de del norte del Estado de México, sus coordenadas geográficas son: $99^{\circ} 01' 45''$ longitud, y latitud $19^{\circ} 33' 41''$; la altura de la cabecera es 2, 250 msnm (INEGI, 2020).



Figura 1. Ubicación geográfica del área de estudio

5.2 Clima

Es templado semi seco, con una temperatura media anual de 15.9°C con heladas poco frecuentes y una precipitación pluvial media anual de 686.0 mm.

5.3 Establecimiento del experimento

5.3.1 Animales

Se utilizaran 10 becerros enteros, con un peso de 230 ± 10 kg y edad de 14 meses $\pm$ 3 semanas; transportados desde el estado de hidalgo, donde se encontraban a libre pastoreo. Se sometieron a un periodo de adaptación de 15 días, y se administró desparasitante y vitaminas. Durante el periodo de adaptación se colocaron en un mismo corral administrándoles rastrojo y maíz molido, con agua a libre acceso, al cumplir los 15 días de adaptación se realizó la división en 2 grupos al azar.

5.4 Dieta experimentales

Se formuló (Cuadro 2) para becerros de engorda con un promedio de 200 kg de acuerdo con los requerimientos nutricionales para esta etapa (Mendoza *et al.*, 2018).

Cuadro 2. Composición de las dietas experimentales.

Ingredientes	T1	T2
Levadura <i>S.cerevisiae</i>	0	0.2
Maíz amarillo	24	23.8
Sorgo	15	15
Pasta de soya 44%	14	14
Pollinaza	16	16
Melaza caña de azúcar	4	4
Salvado de maíz	12	12
Rastrojo de maíz	15	15
Total	100	100
Aporte nutricional		
Proteína Cruda	15.23	15.23
E.M, (Mcal/Kg)	1.66	1.66

T1: 0% de levadura (testigo); T2: 0.2 % de levadura *S. cerevisiae*

5.4.1 Tratamientos experimentales

Los tratamientos del experimento fueron los siguientes: T1: dieta testigo sin % de aplicación de levadura *Saccharomyces cerevisiae*. T2: dieta con la aplicación del 0.2 % de levadura *Saccharomyces cerevisiae*.

5.5 Alimentación de los animales

La alimentación de los animales se llevó a cabo con una dieta isoproteica e isoenergetica, la cantidad diaria del alimento fue incrementado conforme al aumento del peso, calculando el 3 % de peso vivo, con agua a libre acceso; se alimentaron a las 10:30 h de la mañana y a las 17:30 h de la tarde durante la fase experimental.

5.6 Análisis estadístico

El diseño experimental que se utilizó fue una t-student para muestras independientes.

Criterio de prueba

$$t = \frac{Y1-Y2-(\mu1-\mu2)}{SY1-Y2} = t \text{ student } (n1+n2) \mu \alpha/2$$

Donde:

Y1-Y2= Diferencia entre medias muestrales.

$\mu1-\mu2= 0$ bajo H_0

5.7 VARIABLES A EVALUAR

5.7.1 Consumo diario de alimento (CDA)

Se pesó semanalmente el alimento durante toda la fase experimental; se registró la cantidad de alimento ofrecido y el

rechazo a la siguiente semana. Para estimar esta variable se utilizó una báscula granataria con capacidad de 150 kg.

$$CDA = \frac{\text{Alimento ofrecido} - \text{Alimento rechazado}}{\text{numero de dias}}$$

5.7.2 Ganancia de peso (GDP)

Los becerros se pesaron al inicio del experimento y posteriormente 15 días antes de ofrecer el alimento. La GDP se obtuvo por la diferencia entre el peso final menos el inicial dividido entre los días del periodo.

Se utilizó una cinta comercial para estimar el peso con base en el perímetro torácico, marca "La Hacienda"; con base en los niveles recomendados:

$$GDP = \frac{\text{Peso final} - \text{Peso inicial}}{\text{Numero de dias.}}$$

5.7.3 Conversión alimenticia (CA)

Se utilizaron los datos de los pesos (kg) de los becerros y el consumo de alimento. La CA se calculó: consumo de alimento entre la ganancia de peso en kg.

$$CA = \frac{\text{Consumo de alimento}}{\text{Ganancia de peso}}$$

5.8 Análisis económico

Se realizó utilizando los datos de inversión neta de la dieta, junto con la compra de los becerros y el ingreso neto de la venta de los becerros. La relación beneficio-costos, se calculó el ingreso neto entre la inversión total.

$$BC = \frac{Ing.N.}{Inv.N.}$$

Donde:

Ing. N. = ingresos netos, venta en pie de los animales.

Inv. N. = inversión neta, constituida por la alimentación del periodo experimental.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Consumo diario de alimento (CDA)

En el (Cuadro 3), se muestran los resultados de CDA donde se puede observar que no hubo diferencias significativas ($P > 0.05$) en las semanas y de igual manera en el promedio por efecto de los diferentes tratamientos (10.17 kg vs 10.59 kg para el T1 y T2 respectivamente).

En un estudio realizado por Elizalde *et al.*, (2008), donde al adicionar un cultivo de levaduras (Ganadero Plus 1.5 k/ton; Beef-8-Ways 1kg/ton; Procreatin 7 2kg/ton) contra un β -agonista Zilmax (0.125 kg/ton); en dietas para becerros de engorda, encontraron diferencias significativas entre tratamientos, obteniendo la mejor respuesta con el uso de cultivo de levaduras, resultados diferentes al presente estudio, y se debe a que él lo comparó con un β -agonista. En otro estudio realizado por Artiaga (2002) al adicionar dos cepas de levadura *Saccharomyces cerevisiae* en dietas para pollos de engorda no encontraron diferencias significativas entre tratamientos, resultados similares al presente estudio, a pesar de que se probaron en diferentes especies.

Cuadro 3. Consumo diario de alimento adicionado con levadura *S. cerevisiae* en dietas para becerros de engorda.

Periodo	T1		T2		α
	Media	E.E.M.	Media	E.E.M.	
1	9.15	0.68	9.67	0.30	0.37
2	9.89	0.64	10.24	0.52	0.58
3	10.48	0.66	10.86	0.49	0.55
4	11.16	0.75	11.59	0.48	0.53
Promedio	10.17	0.68	10.59	0.45	0.51

E.E.M.= error estándar de la media; $\alpha = P < 0.05$, indica diferencia significativa. C.D.A.: consumo diario de alimento.

T1: 0% de levadura (testigo), T2: dieta con 0.2% de inclusión de levadura *Saccharomyces cerevisiae*.

6.2 Ganancia diaria de peso (GDP)

De igual manera para la variable ganancia diaria de peso (Cuadro 4) no se encontraron diferencias significativas ($P > 0.05$) entre las diferentes semanas y en el promedio general (T1= 2.9906 kg vs T2= 2.8471 kg).

Los resultados obtenidos en este experimento son similares al estudio realizado por María *et al.*, 2019; donde al aportar 1 g animal dia^{-1} de levadura en la dieta de ovinos de engorda, no encontró diferencia significativa, a pesar de tener un mayor consumo en la dieta y evaluarse en especies diferentes. Haddad y Goussous (2005) tampoco obtuvieron diferencias al agregar 3 y 6 g animal dia^{-1} en la alimentación de corderos. Por otro lado, Rodríguez (2007) reporta que al agregar 3 y 1.5 g animal día^{-1} de levadura completa a corderos Blackbelly mejoran significativamente la ganancia diaria de peso. Estos resultados son similares a los obtenidos por Cifuentes y González (2013), al adicionar 5 y 15 g animal dia^{-1} en corderos mejorando igualmente la ganancia diaria de peso y el peso final.

Cuadro 4. Ganancia diaria de peso adicionada con levadura *S. cerevisiae* en dietas para becerros en engorda.

Periodo	Media	T1	T2		α
		E.E.M.	Media	E.E.M.	
1	2.39	0.15	2.27	0.34	0.69
2	3.54	0.62	2.77	1.11	0.44
3	2.82	0.28	2.88	1.11	0.94
4	3.19	0.88	3.45	0.54	0.74
Promedio	2.99	0.48	2.84	0.77	0.70

E.E.M. = Error estándar de la media; α = $P < 0.05$, indica diferencias significativas. G.D.P.: ganancia diaria de peso. T1:

0% de levadura (testigo). T2: dieta con 0.2% de inclusión de levadura *Saccharomyces cerevisiae*.

6.3 Conversión alimenticia (CA)

En la presente investigación, la variable de conversión alimenticia (Cuadro 5) no hubo diferencia significativa ($P > 0.05$), por la inclusión de levadura *Saccharomyces cerevisiae*.

A diferencia del estudio realizado por Carla, (2020), donde obtuvo mayor conversión alimenticia probando diferentes porcentajes de levadura *Saccharomyces cerevisiae* (20%, 30%, 60%) en la dieta y Beltrán, (2016), donde también obtuvo diferencia significativa al incluir el 25% de levadura *Candida norvegenesis* en becerros de engorda, resultados diferentes al presente estudio, por la implementación de levadura *Candida norvegenesis* en la dieta y las concentraciones en las que se administró. En otro estudio manejando lechones destetados Mérida (2001) al incluir levadura *Saccharomyces cerevisiae*, en la dieta, obtuvo un índice de conversión alimenticia mayor en la dieta.

Cuadro 5. Conversión alimenticia adicionada con levadura *S. cerevisiae* en dietas para becerros de engorda.

Periodo	Media	T1	Media	T2	α
		E.E.M.		E.E.M.	
1	3.82	4.34	4.25	0.87	0.53
2	2.79	1.02	3.69	0.47	1.32
3	3.70	2.32	3.76	0.44	0.59
4	3.48	0.85	3.35	0.89	0.71
Promedio	3.44	2.13	3.76	0.66	0.78

E.E.M. = Error estándar de la media; α = $P < 0.05$, indica diferencias significativas. C.A.: conversión alimenticia. T1: 0% de levadura (testigo), T2: dieta con 0.2% de inclusión de levadura *Saccharomyces cerevisiae*.

6.4 Análisis económico de las dietas usadas para alimentar becerros de engorda.

Como se puede observar en el (Cuadro 6) al elaborar 1 tonelada de alimento con la inclusión del 0.2% de levadura *Saccharomyces cerevisiae* fue un costo de \$9357.00 pesos, mientras que sin la inclusión de la levadura *Saccharomyces cerevisiae*, resulto en \$9349.00 pesos; es decir que al incluir la levadura *Saccharomyces cerevisiae* aumenta \$8.0 pesos por tonelada. Es importante mencionar que el Cuadro 7 se muestran los ingresos netos para los dos tratamientos donde se observa que el T2 con levadura obtuvo menos ingresos que el T1, \$74,400.0 vs \$80,212.5 respectivamente, es decir, que uso de la levadura no disminuyó los costos de producción.

Ortiz, (2001) al probar la monensina sódica contra el uso de levaduras en dietas para becerros de engorda bajo dos sistemas de producción, pastoreo y estabulado encontró la mejor respuesta en pastoreo con el uso de levaduras y en estabulado con el uso de la monencina sódica. A diferencia de Hernández, (2009) al trabajar con pollos de engorda obtuvo una reducción de costos con la inclusión de levadura en la dieta, de igual manera Arévalo (2017) al adicionar tres distintos porcentajes de levadura (2%, 5%, 10%) tuvo una disminución en los costos. Resultados diferentes al presente estudio y se debe probablemente a que se probaron en otras especies y a diferentes dosis.

Cuadro 6. Valor económico de las dietas.

Ingredientes	T1		T2		
	Precio por kg*	Cantidad/ ton	precio	Cantidad/ ton	Precio
Levadura	\$107.0	2	\$214.0	0	\$0.0
S.cerevisiae					
Maíz	\$5.0	208	\$1040.0	240	\$1200.0
amarillo					
Sorgo	\$5.10	150	\$765.0	150	\$765.0
Pasta de	\$11.0	130	\$1430.0	140	\$1540.0
soya 44%					
Pollinaza	\$1.2	200	\$240.0	160	\$192.0
Melaza caña		40	\$680	40	\$680.0
de azúcar	\$17.0				
Salvado de	\$24.0	120	\$2880.0	120	\$2880.0
maíz					
Rastrojo de	\$14.0	150	\$2100.0	150	\$2100.0
maíz					
Total		1000	\$9349.0	1000	\$9357.0
Costo por kg			\$9.349		\$9.357

Precios obtenidos de los mercados de insumos aledaños y regionales al lugar de realización; T1= 0% de levadura (testigo); T2= dieta con 0.2% de inclusión de levadura *S.cerevisiae*.

6.5 Análisis económico de la relación beneficio-costos en becerros de engorda, en el experimento realizado en Texcoco de Mora, México; 2023.

Para obtener la relación beneficio-costos se muestra en el (Cuadro 7), para esto se obtuvo el costo total de la inversión considerando lo siguiente: gastos extras (desparasitación y vacunación) que representó el 15% del total y la inversión

inicial que fue la compra de los animales, posteriormente para el ingreso neto se consideró la venta en pie de los animales al final del periodo tomando el precio promedio de la zona \$46.57 kg de peso vivo. Una vez teniendo la inversión neta y el ingreso neto (Cuadro 7) se procedió a calcularlo con la siguiente fórmula:

$$BC = \frac{154,612.5}{139,809.39} = 1.10$$

Dando como resultado 1.10; esto significa que si la relación B/C es mayor a 1 el proyecto es rentable, es decir, que por cada \$1 invertido se recuperan 10 centavos.

Cuadro 7. Inversión contra ingresos en las dietas.

Inversión neta		Ingresos netos	
Compra de animales	\$105,600.00	Venta en pie	\$46.5
Alimentación total (T1+T2)	\$29,454.83	T1= 5 animales con 345 kg, promedio	\$80,212.5
Otros (15%)	\$4,754.56	T2= 5 animales con 320 kg, promedio	\$74,400.0
Total	\$139,809.39	Total	\$154,612.5

VII. CONCLUSIONES

La inclusión del 0.2% de levadura *Saccharomyces cerevisiae* en dietas para becerros de engorda no hubo efecto de tratamiento en las variables productivas de consumo diario de alimento, ganancia diaria de peso y conversión alimenticia.

En relación al beneficio-costos en dietas para becerros de engorda con el uso de la levadura fue de \$1.10, esto indica que por cada peso invertido se obtuvo una ganancia de 0.10 centavos.

VIII. LITERATURA CITADA

- Abdul-kalil hps Siti-Alwani M, Mohd-Omar AK. 2006. Chemical composition, anatomy, lignin distribution and cell wall structure of Malaysian plant waste fibers. *BioResources* 1(2):220-232.
- Adriana de L. Nájera-Garduño, Rocio Piedra-Matias, Benito Albarrán-Portillo, Anastacio García-Martínez. 2016. Cambios en la ganadería doble propósito en el trópico seco del Estado de México. *Agrociencia* 50 (6):1405-3195.
- Alltech. 1995. BIO-MOS in the poultry Industry. Biotechnology in the feed industry. Supplement to the proceedings of Alltech's Biotechnology in the feed industry. In: Proceeding. Alltech Annual Symposium. Ed. T.P. Lyons. Nicholasville, USA.
- Ana María H.A. Juana M. P. 2009. *Gramineae. Bouteloua gracilis*. 1 (1):1.
- Alvarado E. E. 2011. Beneficios del uso de levaduras en rumiantes ¿Mito o realidad? Heredia, Costa Rica: Lesaffre Feed Additives.
- Artiga A. E. 2002. Evaluación de diferentes cepas de levadura (*Saccharomyces cerevisiae*) en dietas de pollo de engorde (Doctoral dissertation, Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana, 2014).
- Arevalo T., D. L. 2017. Uso de levadura de cervecería (*Saccharomyces cerevisiae*) para disminuir los costos de producción de pollos parrilleros en Ucayali. Tesis de licenciatura. Universidad Nacional de Ucayali. 65p.
- Bergogne. 1995. E. Impact écologique de l'antibiothérapie. Place des microorganismes de substitution dans le controle des diarrhées et colites associées aux antibiotiques. *Presse Méd.* 24: 145-56.
- Biricik H. and Türkmen Y.Y. 2001. The effect of *Saccharomyces cerevisiae* on in vitro rumen digestibilities of dry matter, organic matter and neutral detergent fibre of different forage: concentrate ratios in diets. *J. Fac. Vet. Med.*, 20-29.

- Boyle R. J., Robins-Browne R. M., Tang M. L. 2006. Uso de probióticos en la práctica clínica: ¿cuáles son los riesgos?. *Revista Americana de Nutrición Clínica*, 83(6), 1256-1264.
- Brenda H. M., Manuel M. O., Gerardo P. C., Osvaldo Reyes Estrada, Esperanza Herrera Torres. 2017. Parámetros de fermentación y cinética ruminal en novillos suplementados con diferentes aditivos. *INVESTIGACIÓN Y CIENCIA DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE AGUASCALIENTES*. 72: 5-11.
- Brown M. 2011. Modes of Action of Probiotics: Recent Developments. *Animal and Veterinary Advances*; 10 (4): 1895-1900.
- Brunton E.W. 2012. Animal waste management an industry perspective. *American Society of Agricultural*. 2151-0032.
- Carla Luisa C. H. 2020. Efecto de tres niveles de levadura de cerveza (*Saccharomyces cerevisiae*) en la producción de carne en ganado bovino en la Estación Experimental de Choquenaira. *Estación Experimental Choquenaira. Facultad de Agronomía. Universidad Mayor de San Andrés*. 6(2).
- Carro M.D., Saro C. Mateos, I. Díaz A., Ranilla M.J. 2015. Empleo de probióticos En la alimentación de Rumiantes. Departamento de Producción Animal, Universidad Politécnica de Madrid. España.
- Cifuentes R, González T. 2013. Evaluación de la levadura (*Saccharomyces cerevisiae*) en la ganancia de peso de ovinos criollos. *Conexión Agropec* 3: 41-49.
- Chaucheyras F., Fonty G., Bertin G., Gouet P. 1995. Effects of live *Saccharomyces cerevisiae* cells on zoospore germination, growth and cellulolytic activity of the rumen anaerobic fungus, *Neocallimastix frontalis* MCH3. *Curr Microbiol* 31: 201- 205. doi: 10.1007/BF00298373
- Chaucheyras, F., Millet, L. y Michalet, B. 1997. Effect of the addition of LEVUCCELL *Saccharomyces cerevisiae* on the rumen microflora of sheep during adaptation to high starch diets. In: *Proc. of Evol. of the Rumen Microbial Ecosyst.* 20-21, Chesson, A.; Stewart, CS. and Flint, HJ. (eds), RRI-INRA Rumen microbiology Symposium, Aberdeen (UK).

- Chawla P., Bhandari L., Sadh P.K., Kaushik R. 2017. Impact of solid-state fermentation (*Aspergillus oryzae*) on functional properties and mineral bioavailability of black-eyed pea (*Vigna unguiculata*) seed flour. *Cereal Chemistry* 94(3):437-442.
- Cuarón I. 2000. La influencia de las levaduras en la dieta, respuesta microbiológica antagonista. *Proc Anais do Simposio sobre Aditivos Alternativos na Nutricao Animal*. Campinas, Brasil.
- Dawson, K.A. & Girard, I.D. 1997. Biochemical and physiological basis for the stimulatory effects of yeast preparations on ruminal bacteria. En: *Biotechnology in the Feed Industry*. Eds. T.P. Lyons & K.A. Jacques. Nottingham University Press. Nottingham, UK. p. 293.
- Elizalde, H. R., Carrillo, M. J. M., & Suárez, D. H. 2008. EVALUACIÓN DE UN PROGRAMA DE ALIMENTACIÓN SUPLEMENTADO CON CULTIVOS DE LEVADURAS VS. EL USO DE UN β -AGONISTA EN BOVINOS PARA CARNE FINALIZADOS EN CONFINAMIENTO. Chapingo-México, Universidad Autónoma de Chapingo.
- Eugène, M., Archimède, H., & Sauvant, D. 2004. Meta-análisis cuantitativo sobre los efectos de la defaunación del rumen sobre el crecimiento, la ingesta y la digestión en rumiantes. *Ciencia de la Producción Ganadera*, 85(1), 81-97.
- Ferraretto, L. F., Shaver, R. D., & Bertics, S. J. 2012. Efecto de la suplementación dietética con levadura de células vivas a dos dosis sobre el rendimiento de la lactancia, la fermentación ruminal y la digestibilidad de los nutrientes del tracto total en vacas lecheras. *Revista de Ciencia de los Lácteos*, 95(7), 4017-4028.
- Fleet, G. H. 2003. Yeast interactions and wine flavour. *Int. J. Food Microbiol.* 86: 11-22.
- Guillermo W. 2020. Economipedia (En línea). Disponible en: <https://economipedia.com/definiciones/subproducto.html> (Revisado el 1 de enero de 2020).
- Gutiérrez R.L., Montoya O.I., Vélez Z.J. 2013. Probióticos: una alternativa de producción limpia y de remplazo a los antibióticos promotores de crecimiento en la alimentación animal. *Rev P+L* 8: 135-146.

- Hernández, N. L., Téllez, G. A., & Nieto, C. J. A. (2009). Evaluación de tres levaduras provenientes de ecosistemas colombianos en la alimentación de pollos de engorde. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 10(1), 102-114.
- Haddad S.G., Goussous S.N. 2005. Effect of yeast culture supplementation on nutrient intake, digestibility and growth performance of Awassi lambs. *Anim Feed Sci Tech* 118: 343-348.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía).2010. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Anuario Estadístico por entidad federativa, México. ISBN-13: 978-0309317023.
- Jay C. H., Manuel M. O., Esperanza H. T., Francisco Carrete Carreón, Osvaldo Reyes Estrada, Fernando Livas Calderón. 2016. Rendimiento productivo y calidad de la canal de becerros alimentados con un precursor glucogénico. *Abanico veterinario*. 6 (1):13-21.
- Jesús M. G..2021. INCLUSIÓN DE LEVADURA *Saccharomyces cerevisiae* EN DIETAS PARA POLLOS. Tesis de ingeniería. Facultad de ciencias agrícolas y pecuarias, BUAP,Tlatlauquitepec.68p.
- José Fernando Mérida Escobar.2001. Uso de la levadura *Saccharomyces cerevisiae* en dietas de cerdos de destete.Tesis de ingeniería. Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria.ZAMORANO.honduras.22p.
- López, R. G., Marrero, Y., Galindo, J., Moreira, O., González, M., & Noda, A. Efecto de la inclusión de *S. cerevisiae* en la producción de leche y población microbiana ruminal.
- María de la Salud Rubio Lozano, Diego Braña Varela, Rubén Danilo Méndez Medina, Enrique Delgado Suárez.2015. Sistemas de Producción y Calidad de carne Bovina.Engromix (En línea).Disponible en: https://www.engormix.com/ganaderia/calidad-carne-bovina/sistemas-produccion-calidad-carne_a32696/ (Revisado el 8 de octubre 2015).
- María Antonia M.B., Gisela V.G., Miguel Ángel P.R., María Dolores M.B., Briceida O.L., José Luis B.G., Abdel-Fattah Zeidan Mohamed Salem.2019. Efecto del suplemento de levadura y pared celular de *Saccharomyces cerevisiae* sobre la ganancia

- de peso, conversión alimenticia y características de canal en corderos Rambouillet. 30(2): 605-611.
- Marrero, Y., Galindo, J., Elías, A., Moreira, O., & Cueto, M. 2006. Efecto de preparados biológicos con levaduras viables en la población microbiana ruminal e indicadores fermentativos en vacas que consumen dietas fibrosas. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 40(3), 339-348.
- Mendoza, G. D., Hernández, P. A., Crosby, M. M., & Ortega, C. 2018. Requerimientos nutricionales. *ALIMENTACIÓN DE GANADO BOVINO*, 108.
- Mishra, H. N., & Das, C. 2003. Una revisión sobre el control biológico y el metabolismo de la aflatoxina. 43 (3):245-264
- Morales J.L. 2004. Aplicación de un suplemento probiótico en la recuperación de un reemplazo de ponedora. IV Congreso de Avicultura, Stgo. de Cuba.
- Mussatto S.I., Machado E.M., Martins S., Teixeira J.A. 2011. Production, composition, and application of coffee and its industrial residues. *Food and Bioprocess Technology*. 4:661. ISSN: 1935-5149. <https://doi.org/10.1007/s11947-011-0565-z>
- Kunio Y. O., MVZ. MC. Fernando L. C., MVZ. MES. Dr. Jose Antonio Fernández Rodiles, MVZ. PhD. Angel Pulido Albores. 2013. *PRACTICA DE ZOOTECNIA DE BOVINOS PRODUCTORES DE CARNE I*. UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA.
- Newbold, C.J., McIntosh, F.M. & Wallace, R.J. 1998. Changes in the microbial population of a rumen-simulating fermenter in response to yeast culture. *Canadian J. Animal Sci.* 78:241.
- Ortiz, J. D. 2001. Evaluación económica y productiva del uso de Sal de Monensina Sódica y Levaduras en toretes de engorde (Doctoral dissertation, Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana, 2013.).
- Ochoa, J. L., & Juárez, R. V. 2004. Las levaduras marinas como herramientas científica y biotecnológica. *Universidad y Ciencia*, (I), 39-50.
- Ordaz, S. B., Abadía-García, L., Femat-Díaz, A., & Mendoza-Sánchez, M. 2022. APRENDIENDO A REVALORIZAR LOS SUBPRODUCTOS Y SU APLICACIÓN EN PRODUCTOS CÁRNICOS. *EPISTEMUS*, 16(33).

- Otero, M.A.; Vasallo, M.C.; Verdecia, O.; Betancourt, D.1995. Obtención de aditivos alimentarios a partir de levadura panadera Ciencia Tecnol Aliment 5 (1-2) 62.
- Pasteur L. 1857. Mémoire sur la fermentation alcoolique. Comptes Rendus Hebdomadaires des Séances de l'Académie des Sciences. 45: 1032-1036.
- Pérez, M. 2000. Obtención de un hidrolizado de crema de levadura de destilería y evaluación de su actividad probiótica. Tesis de doctorado en Ciencias Veterinarias, Universidad Agraria de La Habana, Cuba.
- Pleissner D., Lau K.Y., Schneider R., Venus J., Lin S.K. 2015. Fatty acid feedstock preparation and lactic acid production as integrated processes in mixed restaurant food and bakery wastes treatment. Food Research International. 73:52-61.
- Quiao, S. Production of single cell protein with waste liquid from beetmolasses alcohol fermentation.2015. En línea: <http://www.e-foodtech.net/english/abstract/show.asp?it=9>.
- Rivas, J., Díaz, T., Hahn, M., & Bastidas, P. 2008. Efecto de la suplementación con *Saccharomyces cerevisiae* sobre la producción de leche al inicio de la lactancia en vacas lecheras. Zootecnia Tropical, 26(4), 421-428.
- Rodríguez G., Amaury; Arcia P., Javier; M. C., José A.;G. Lamas, José; Cid Lazo, Greco; Fleites C., Jorlen.2015. Los sistemas de labranza y su influencia en las propiedades físicas del suelo Revista Ingeniería Agrícola, vol. 5, núm. 2, abril-junio. 55-60.
- Rodríguez M.P., Mariezcurrena M.D., Mariezcurrena M.A., Lagunas B.C., Mona M.Y, Kholif A.M., Kholif A.E. 2015. Influence of live cells or cellsextract of *Saccharomyces cerevisiae* on in vitro gas production of a total mixed ration. Ital J Anim Sci 14: 3713.
- Ruíz, O. D. C., & TORRES, Y. O. G. 2013. Evaluación de la levadura (*Saccharomyces cerevisiae*) en la ganancia de peso de ovinos criollos. Conexión Agropecuaria JDC, 3(1), 41-49.
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, ganadería, desarrollo Rural, Pesca y Alimentación).2016. Zonas áridas, un rostro diferente del campo (En línea) disponible en: <https://www.gob.mx/agricultura/es/articulos/zonas-aridas->

un-rostro-diferente-del-campo (Revisado el 27 de octubre de 2016).

- Sahirys C. R. 2018. *Saccharomyces cerevisiae* y *Aspergillus oryzae*: estimuladores y modificadores de la fermentación y crecimiento microbiano ruminal. *Producción animal*. 30 (2): 1-9.
- Shimada M., A. 2003. *Nutricio Animal*. Trillas. Mexico.
- SIAP (Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2015 Ganadería. <http://www.siap.gob.mx/ganaderia/>.
- SIAP (sistema de información agroalimentaria y pesquera). 2022. Escenario mensual de productos agroalimentarios.
- Simon, O., Jadamus, A., & Vahjen, W. 2001. Aditivos probióticos para piensos: eficacia y modos de acción esperados. *Revista de Ciencias Animales y de la Alimentación*, 10, 51-68.
- SOSA, A.; GALINDO, J.; ALDANA, A. I.; MOREIRA, O. y GONZÁLEZ, N. 2010. Efecto de *Aspergillus oryzae* en las poblaciones microbianas del rumen y en los productos finales de la fermentación de *Pennisetum purpureum* vc. Cuba CT-115. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 44 (4): 365-369.
- Swientek, B. 2015. Beneficial bacteria. Prebiotics and probiotics work in tandem to stimulate a healthy microflora in the gastrointestinal tract. *Food product development*.
- Tellez, G. 2008. Prebióticos, probióticos y simbióticos, su papel sobre la integridad intestinal. *Av. Tec. Por.* 5(1).
- Valdez V. I, Acevedo B. JA, Hernández S. C. 2010. Distribution and potential of bioenergy resources from agricultural activities in Mexico. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 14(7):2147-2153. ISSN: 1364-0321.
- Walker, G.M. 1998. *Yeast physiology and biotechnology*, John Wiley and Sons (ed.), Chidester. Arkansas. EE.UU.
- Yoandra M., Juana G., A. Elías, Onidia M. y Milbis C. 2006. Efecto de preparados biológicos con levaduras viables en la población microbiana ruminal e indicadores fermentativos en vacas que consumen dietas fibrosas. *Ciencia Agrícola*. 40 (3): 339-340

- Yoandra M., Juana G., Yamicela C. and O. Ruiz.2020.Desarrollo de aditivos con levaduras para la alimentación de rumiantes en Cuba.Cuban Journal of Agricultural Science.54 (2).
- Zimmermann, B.; Bauer, E.; Mosenthin, R.2001. Pro and prebiotics in pig nutrition potentialmodulators of gut health? J Anim Feed Sci 10: 47-56.
- Zinser, E., & Daum, G. 1995. Isolation and biochemical characterization of organelles from the yeast, *Saccharomyces cerevisiae*. Yeast, 11(6), 493-536.