

13
2ej.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

“CARACTERISTICAS PRODUCTIVAS EN OVINOS
UTILIZANDO CULTIVOS DE SACCHAROMYCES
CEREVISIAE Y UNA DIETA CON RASTROJO DE MAIZ”

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA
P R E S E N T A :
AGUSTIN ROBERTO BOBADILLA HERNANDEZ

ASESORES: M.C. FRANCISCO CASTREJON PINEDA
Ph. D. GERMAN MENCZA MARTINEZ
MPA LUIS CORONA GOCHI
MVZ EDUARDO SANCHEZ SAMANIEGO



MEXICO, D. F.

1997

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Dedicatorias

A mis padres:

Por su apoyo, la fuerza que motivo mi desarrollo

Para Alan:

La fuente de energía que nació a la par de mi carrera

A Mary-An:

La persona que ha soportado y apoyado todo lo que intento y por la cual he logrado grandes triunfos en mi vida:

A Perla:

El refuerzo a la necesidad de ser mejor.

Agradecimientos

Este apartado es muy corto para de alguna manera dar las gracias a todas las personas que en este trabajo participaron, porque este trabajo es el fruto de la confianza y fe depositadas en una sola persona: su servidor...

Primeramente:

A DIOS por permitirme llegar hasta este momento, al lado de todas las personas que quiero y estimo.

A ti padre **Roberto Bobadilla** que luchaste por hacerme no solo subsistir inerte en este mundo, sino sobresalir.

A mi madre **Sabina Hernández** que con su cariño y confianza logró de mi una persona que "muere en pos de sus sueños, a pesar de que al final la recompensa sea en lo sentimental, espiritual y finalmente en lo físico, la misma muerte."

Cada día tenemos que morir y sólo así seguir vivos, pero nunca matar.

Esperándome verme favorecido de buena memoria continuaré agradeciendo al grupo de investigadores que me honraron al ser mis asesores en ésta aventura, además de ser un ejemplo a seguir en mi carrera profesional:

MVZ,MC Francisco Castrejón Pineda.

La dedicación y honradez logran derrumbar montañas...

MVZ, MPA Luís Corona Gochi.

La superación continua es lo mejor de la vida...

Ph. D. Germán David Mendoza Gutiérrez.

La grandeza en veces vuelve sus ojos a sus orígenes...

Sin olvidar el Responsable interino del C.E.I.E.P.A.S.P. Eduardo Sánchez Samaniego

El trabajo nunca habla por uno, es necesario gritarlo.

Es necesario crear un espacio más para las personas con las que tuve la fortuna de convivir durante el desarrollo de este reto:

QFB Carolina Segundo del Laboratorio de Micología

y de manera especial a los señores:

Ramón, Modesto, Andrés, Juan, Antonio (Don Tonchi), Lorenzo y sus respectivas familias, también al equipo de fútbol soccer Juventus "San Miguel" por hacerme sentir entre amigos, lejos de mi casa, en ese hermoso poblado de Chapa de Mota.

El hogar no es donde existes, sino donde eres.

A los laboratoristas del DNAB por su paciencia cuando trabajé en el laboratorio, a veces distrayéndolos de sus tareas al solicitar su ayuda y la cual nunca me negaron.

A mis hermanos y amigos que me ayudaron de una u otra manera :

José Luis, Faustino, Alfredo, Araceli.

A las personas que forman parte del jurado que tuvo la amabilidad de leer y hacer observaciones de la tesis.

A el Programa de Apoyo a la Investigación e Innovación Tecnológica (PAPIIT, proyecto con número de registro IN505994) por su financiamiento parcial para la realización de este trabajo.

A el programa de Tesis - Becas de Fundación UNAM para la culminación del presente trabajo.

CONTENIDO

	Página
Índice de cuadros	VI
RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN	2
Revisión de literatura	3
Justificación	10
Hipótesis	11
Objetivos	11
MATERIAL Y MÉTODOS	12
Análisis estadístico	15
RESULTADOS	16
DISCUSIÓN	17
CONCLUSIONES	20
LITERATURA CITADA	21
CUADROS	29

Índice de cuadros

Cuadro N°		Página
1	Aporte nutricional de la dieta experimental ofrecida.....	29
2	Resultados de la determinación de unidades formadoras de colonias (UFC) de <i>S. Cerevisiae</i> por gramo de los cultivos al inicio y al final de la prueba.....	30
3	Efecto de <i>S. Cerevisiae</i> en el consumo de materia seca (CMS) de corderos con una dieta basada en rastrojo de maíz.....	31
4	Efecto de <i>S. cerevisiae</i> en la ganancia diaria de peso (GDP) de corderos alimentados con una dieta basada en rastrojo de maíz.....	32
5	Efecto de <i>S. Cerevisise</i> sobre la conversión alimenticia (CA) de corderos alimentados con una dieta basada en rastrojo de maíz.....	33

RESUMEN:

Agustín Roberto Bobadilla Hernández. "Características productivas en ovinos utilizando cultivos comerciales de *Saccharomyces cerevisiae* y una dieta con rastrojo de maíz", bajo la asesoría de MC Francisco Castejón Pineda, Ph. D. Germán Mendoza Martínez, MPA Luis Corona Gochi y MVZ Eduardo Sánchez Samaniego.

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de tres cultivos microbianos (*Saccharomyces cerevisiae*) a dosis comercial, en dietas a base de rastrojo de maíz, sobre las variables de producción: consumo de materia seca (CMS), ganancia diaria de peso (GDP) y conversión alimenticia (CA). Se utilizaron 20 corderos (25 ± 4.75 Kg de peso vivo), asignados bajo un diseño completamente aleatorio a cuatro tratamientos con cinco repeticiones: T1 dieta testigo (DT), sin cultivo; T2 DT + 0.5 g de Levucell SC-20 (20×10^9 UFC); T3 DT + 3 g de Yea-Sacc¹⁰²⁶ (1×10^8 UFC) y T4 DT + 5 g de Levucell SC-2 (2×10^9 UFC). Los animales se alojaron en corraletas individuales y se les ofreció la siguiente dieta en base húmeda: rastrojo de maíz 58.5%, grano de sorgo molido 21%, melaza 11%, pasta de soya 8.5% y urea 1%; a libre acceso. Los datos obtenidos se analizaron mediante un análisis de varianza para un diseño completamente aleatorizado utilizando el procedimiento GLM (Modelo Lineal General) del paquete S.A.S., para ganancia de peso (GDP) se utilizó un análisis de covarianza, usando como covariable peso inicial (PI). Los cultivos microbianos no mostraron efecto ($P > .05$) en CMS, GDP y CA. Por lo que se concluye que los cultivos microbianos no mejoran los parámetros de producción CMS, GDP y CA en ovinos alimentados con dietas a base de rastrojo de maíz.

INTRODUCCIÓN

Debido a las condiciones económicas actuales en México es necesario hacer más eficiente el proceso de producción de alimentos de origen animal. En este sentido si se considera que la alimentación es uno de los principales rubros que inciden sobre los costos de producción en la industria pecuaria, gran parte de los esfuerzos se deben dirigir a mejorar la utilización de los alimentos que consumen los animales.

Por otro lado se ha destacado la importancia del uso de subproductos agrícolas (pajas y rastrojos) como parte integral de los sistemas de alimentación de rumiantes a nivel nacional, lo que permite elaborar dietas de bajo costo y sustituir el uso de forrajes de buena calidad como el heno de alfalfa (50). Sin embargo es necesario mejorar las características nutricionales de estos esquilmos, ya que en términos generales se caracterizan por tener una baja concentración de nutrimentos. La utilización de esquilmos y la adición de aditivos que mejoren sus características nutricionales, en conjunto pueden ser una alternativa para mejorar la producción de leche y carne, en cantidad y calidad que demanda la población.

Revisión de literatura

Calidad del rastrojo de maíz utilizado en la alimentación animal:

La paja que queda después de que se recoge la mazorca del maíz, que comúnmente se denomina rastrojo tiene baja cantidad de proteína cruda (PC) (1-6% de PC); energía digestible (1.5 a 2.5 Mcal/kg) y energía metabolizable (1.2 a 2.0 Mcal/kg) en cambio presenta un alto porcentaje de fibra cruda (35-60%) y fibra detergente neutra (50-70%), debido a que se obtiene después de que la planta ha alcanzado su madurez fisiológica. Presenta grandes variaciones nutricionales que pueden deberse a la parte de la planta que se cosecha, al procesamiento y

almacenamiento que se proporciona al subproducto antes que el animal lo consuma. También interviene la habilidad de los animales para seleccionar las partes más digeribles de la planta (las brácteas tienen la mayor digestibilidad; el olote y los tallos, la menor) (39).

La variabilidad observada en la digestibilidad del rastrojo de maíz, se debe al alto contenido de azúcares cuando la planta es menos madura; sin embargo con la madurez, éstos azúcares son metabolizados por la planta o por microorganismos dejando solamente las paredes celulares. Otra posible causa se debe al tiempo de cosecha; lo que determina que cierta cantidad de nutrimentos no se destinen a la síntesis de grano y se encuentren contenidos en el rastrojo(39).

Tratamientos para mejorar la calidad del rastrojo de maíz para su uso en la alimentación de los animales:

Los tratamientos utilizados en la mayoría de esquemas agrícolas (rastrosos y pajas) se efectúan con el objetivo de mejorar su calidad, favoreciendo que los rumiantes aprovechen mejor los carbohidratos estructurales, debido a la capacidad de los microorganismos ruminales de fermentar este tipo de ingredientes.

Los tratamientos utilizados pretenden principalmente aumentar la digestibilidad; aunque algunos aportan nitrógeno no proteico (NNP). Los tratamientos se clasifican en: físicos, químicos y biológicos (6).

Físicos: Estos tratamientos (trozado, picado y molido) reducen el tamaño de partícula logrando disminución del desperdicio y aumento en el consumo voluntario; además, la microbiota ruminal tiene más sitios de acción enzimática, favoreciendo una mayor degradabilidad (6,24).

Químicos: Mejoran de 15 a 20% la digestibilidad ya que rompen los enlaces lignocelulósicos β 1-4. Se utiliza principalmente el hidróxido de sodio y otros álcalis, algunos otros como el amonio anhidro aumentan la cantidad de

nitrógeno no proteico (NNP), por lo que se favorece su digestibilidad (12, 16,37).

Biológicos: Mediante la utilización de cultivos de microorganismos (hongos, bacterias o sus enzimas) que se agregan para hidrolizar enlaces β 1-4, dada su capacidad de secretar enzimas, facilitan la utilización de las paredes celulares de las plantas como sustrato para sus funciones metabólicas, al aumentar la degradabilidad y cantidad de nitrógeno de origen microbiano (58). Algunos estudios señalan mejores resultados si previamente se somete el rastrojo a un tratamiento químico (38).

El uso de enzimas (celulasas, oxidasas, hemicelulosa y glucocinasas) de diferentes organismos mejora la digestibilidad de los rastrojos, al someterlos a la acción de enzimas específicas que atacan los enlaces ligno-celulósicos (58).

Metabolismo digestivo de los rumiantes:

Los rumiantes presentan ventajas con respecto a las demás especies productoras de alimentos de origen animal, gracias a la capacidad de utilizar materiales de tipo voluminoso-fibroso para la síntesis y/o desarrollo de tejidos (28,50); además de que aproximadamente el 40% de la superficie terrestre reúne las características fisiográficas que permiten la producción de alimentos en áreas de apacentamiento.

Dentro de las características que determinan la capacidad de los rumiantes para la utilización de materiales fibrosos, sobresale la modificación evolutiva del estómago simple-glandular que sufrieron ciertos animales en cuatro compartimentos. En éstos se desarrollan diversos procesos que facilitan la digestión de celulosa, hemicelulosa y xilano, carbohidratos estructurales de las plantas principalmente celulosa es uno de los más abundantes en la naturaleza. El resto del tracto gastrointestinal de los rumiantes no tiene la capacidad de producir enzimas que

hidrolizan los enlaces beta 1-4, que une a las moléculas de glucosa para formar la celulosa, proceso que solo se lleva a cabo por la microbiota presente en el rumen(13,28,57,62).

El rumen y el retículo forman una cámara de fermentación anaeróbica con un pH entre 5.5 y 7.2, que se modifican según el alimento que esté consumiendo el animal. Su temperatura se encuentra entre 39 y 40°C (13,57). Los gases producidos por la fermentación ruminal son bióxido de carbono (60 - 70%), metano (30 - 40 %), nitrógeno (7%), oxígeno (0.6%) y ácido sulfídrico (0.01%)(8,14,57).

La presencia de microorganismos en el rumen permite digerir carbohidratos estructurales, como celulosa y hemicelulosa, por medio de las enzimas producidas por aquellos que al mismo tiempo aprovechan el NNP para la síntesis de aminoácidos y proteína microbiana, además de sintetizar vitaminas hidrosolubles y de ácidos grasos volátiles (AGV's), principalmente acético, propiónico y butírico. Dependiendo del alimento consumido se encuentran relaciones de AGV's de: 65:25:10 para forrajes y para concentrados, la proporción varía de 45:40:15 a 50:40:10 respectivamente; también durante la fermentación se producen AGV's de cadena corta como: isobutírico, isovalérico, etc., pero en menor proporción. La cantidad restante de AGV's que no se utiliza en la síntesis de proteína y metabolismo de energía de los microorganismos, se absorbe por el epitelio ruminal para su uso como reserva de energía del rumiante promoviendo la síntesis de lípidos a partir del acetato; como fuente directa de energía en el caso del propionato (gluconeogénesis) y para el gasto cardíaco en el caso del butirato (8,14,28,57,62).

Los microorganismos que se encuentran en el rumen en mayor proporción son las bacterias, su población fluctúa entre 10^9 a 10^{10} por mililitro de contenido ruminal y de acuerdo al sustrato que degradan, se clasifican en celulolíticas, hemicelulolíticas, amilolíticas, sacarolíticas, utilizadoras de ácidos, proteolíticas, lipolíticas, etc. La población de protozoarios es menor que la de bacterias, encontrándose entre 10^4 a 10^6 por mililitro de contenido ruminal, la mayoría son ciliados, aunque se encuentran algunos flagelados; los protozoarios cubren la función de metabolizar azúcares solubles y muchos utilizan a las bacterias como fuente de alimento(3,8,15). Los

hongos que se encuentran tienen la capacidad de fermentar polisacáridos y facilitar la tarea de las bacterias al digerir parcialmente y dejar expuestas porciones de materiales fibrosos, se calcula que pueden llegar a ocupar el 8% del total de la microbiota ruminal (3,9,15,46,68).

El complejo ecosistema ruminal, así como su metabolismo, hacen que la digestión en rumiantes sea un proceso difícil de manipular. El exceso de H y CO₂ producidos durante el proceso de fermentación ruminal, son convertidos en metano, el cual es considerado como una pérdida de energía (8,62), que se busca corregir.

El deseo de entender este ecosistema ruminal aunado a los constantes esfuerzos para incrementar la producción de alimentos de origen animal, al menor costo posible, han estimulado la búsqueda de nuevos aditivos, como es el caso de los cultivos microbianos, que al parecer incrementan la eficiencia y nivel de producción de los rumiantes. Algunos de los aditivos más utilizados que interfieren en algún proceso metabólico en rumiantes son:

1) Los amortiguadores de pH, ionóforos, cultivos microbianos e isoácidos: Modifican la digestión de los alimentos, principalmente en rumiantes; para que los microorganismos puedan llevar a cabo los procesos de fermentación del alimento y utilizar al máximo los nutrientes que se les presentan, propiciando que en el rumen exista un ambiente adecuado, esto es que la temperatura, anaerobiosis, pH y balance de nutrientes, sean óptimos (6,54,70).

2) Los hormonales y β -adrenérgicos (agentes moduladores de la repartición de nutrimentos): Los primeros modifican el metabolismo para que la síntesis de proteína sea más directa mediante hormonas o mensajeros sanguíneos. Se aplican de manera exclusiva a los rumiantes (1,59,69); en el caso de los β -adrenérgicos, los cuales alteran el metabolismo energético, disminuyen la deposición de lípidos en el tejido graso y disminuyen la degradación de proteína en músculo (47,55).

Cultivos microbianos:

El surgimiento de aditivos viables (cultivos microbianos), utilizados para promover una mayor producción en los animales que los consuman (9,61,64), hace necesario considerar algunos puntos que determinan cual microorganismo puede utilizarse como aditivo; éste debe poseer las siguientes características: ser inocuo, estar libre de toxinas, estimular una mayor eficiencia en la utilización de nutrientes, necesitarse en pequeñas cantidades, no absorberse en el tracto digestivo y no dejar residuos en los tejidos de los animales (34,36); los cultivos de microorganismos más utilizados, principalmente son de levaduras (*Saccharomyces cerevisiae* y *Aspergillus oryzae*) y bacterias (*Lactobacillus acidophilus*) (6).

Saccharomyces cerevisiae :

Dentro del grupo de las levaduras *Saccharomyces cerevisiae* se encuentra en forma natural en la mayoría de lugares, ya sea en frutas, suelo, verduras, árboles, etc.; se ubica en el grupo de los grandes hongos denominados actinomicetos; dentro de los cuales tiene como ascomiceto unicelular la siguiente clasificación (43):

Familia	Saccharomicetaceae
Subfamilia	Saccharomycetoideae
Tribu	Saccamycetaceae
Género	Saccharomyces
Especie	cerevisiae

Características morfológicas macroscópicas:

Es una levadura de fermentación alta (Tipo Froberg). Los cultivos jóvenes son redondos, ovales u oviformes. Los cultivos maduros son redondos con una ligera evaginación en el centro, de color blanco o blanco amarillento, de apariencia cremosa-lustrosa (43).

Características morfológicas microscópicas:

El corpúsculo es circular o ligeramente alargado con los siguientes organelos: membrana citoplasmática, pared celular (quitina y glucanos), citoplasma, mitocondrias, membrana nuclear bien definida con poros, núcleos, cuerpos de inclusión; no presentan nucleolo y aparato de golgi (43).

Necesidades microambientales para el crecimiento de *S. cerevisiae*:

Los límites de temperatura para la formación de células se encuentran entre los 3 y 40°C. La formación de película varía según la temperatura a la cual se realiza el cultivo. El rango para la esporogénesis es de 9 a 37°C; siendo la temperatura óptima los 30°C, en un tiempo de 40 horas. El tipo de fermentación que provoca debe realizarse en un pH neutro, ligeramente alcalino. Los nutrimentos básicos para su desarrollo son glucosa, galactosa, sacarosa y maltosa; parcialmente, la rafinosa y de manera nula la lactosa. (43). El pH para el crecimiento del *S. cerevisiae* es de 3.4 a 5.0, posiblemente debido a que la actividad de las proteínas plasmáticas de las levaduras, se realiza en este rango (51).

Efecto de la adición de *Saccharomyces cerevisiae* a nivel ruminal.

El uso de cultivos microbianos como los de levaduras, ha permitido observar que se modifican los patrones de fermentación ruminal y en algunos casos la digestibilidad de los nutrientes, mejorando la disponibilidad y utilización de éstos. (20,42,66).

El mecanismo de acción propuesto en las levaduras (*S. cerevisiae*) puede deberse a: 1) cambios en la flora bacteriana por competencia y estimulación del crecimiento y aumento de la actividad celulolítica, 2) modulación del medio ambiente ruminal (evitando fluctuaciones de pH), 3) reducción de la actividad de las bacterias metanogénicas, 4) mejora la absorción de minerales, 5) como fuente de nutrientes, 6) incremento en los AGV's por una mayor actividad bacteriana (17,19,22,67).

Las levaduras pueden mantener su actividad aun en condiciones desfavorables como la deshidratación, calentamiento, pH por lo que hace suponer que pueden tener efectos en el medio ruminal modificando la fermentación (18).

Dentro de los efectos señalados con el uso de los cultivos microbianos a base de *S. cerevisiae* se pueden citar: aumento en la población de bacterias celulolíticas (30,45,65) lo cual se explica por que el *S. cerevisiae* utiliza las moléculas de oxígeno presentes en el rumen, incrementando las anaeróbicas estrictas (celulolíticas) (51), su presencia favorece la utilización de materiales de baja calidad y altos en fibra, como los rastrojos (9,45) y produce un efecto amortiguador del pH ruminal al regular la utilización de carbohidratos altamente solubles (4,9,45).

Se menciona además que aumenta el flujo de protefna bacteriana al duodeno al incrementar la población de bacterias (9); asimismo hay algunos estudios que indican que un medio ruminal con alta cantidad de fibra estimula la esporulación , durante la cual se sintetizan enzimas glucanasas β 1-6 y β 1-3 que desdoblan la pared celular del alimento que rodea a la levadura (31,32). En ovinos se indica disminución de acetato y N-amoniacaal, disminuye también la relación acetato-propionato y se incrementa el propionato(9,52).

Efecto de la utilización de cultivos microbianos en la alimentación de rumiantes en pruebas de comportamiento

Uno de los efectos que se produce de manera constante al suplementar *S. cerevisiae* en dietas para rumiantes, es el aumento de CMS (4,9,23,25), debido posiblemente al aumento en la digestibilidad del alimento (65)

En corderos suplementados con *S. cerevisiae* se obtuvo aumento en el crecimiento y en los parámetros de producción de CMS y EA (27,52). En tanto que en otras investigaciones con dietas altas en fibra no hubo efecto de *S. Cerevisiae* sobre los parámetros productivos (5,7). En vaquillas de reemplazo en crecimiento se presentó un aumento en el CMS y GDP cuando se suplementó la levadura en la dieta a base de sustituto de leche (53,35); con un incremento promedio de hasta 13% y de 8.7% para animales adultos (30)

En algunos estudios en novillos suplementados con *S. cerevisiae* en finalización, obtuvieron disminución de la incidencia de acidosis además de mejorar la calidad de la canal (41); sin embargo no hubo efectos sobre el CMS, GDP y EA (2,21,41), mientras que otros reportaron resultados de aumento sobre éstos últimos (21,23,29,44).

El uso de *S. cerevisiae* en vacas lecheras produjo aumento en la producción láctea en un 10% (40); sin embargo otros estudios indicaron nulos efectos (10,33,63)

Justificación:

El uso efectivo de las levaduras en la alimentación de los animales radica en conocer los efectos sobre los parámetros de producción, encontrándose que existe variabilidad en el efecto de productos comerciales en condiciones dietarias específicas. En el mercado se encuentran varios productos a base de *S. cerevisiae*, sin embargo no existe suficiente material bibliográfico sobre su uso en pruebas de comportamiento en ovinos; además de que existe controversia sobre su utilización en rumiantes, a los que se les suplementó la levadura . Por lo que el presente trabajo se realizó bajo la siguiente:

HIPÓTESIS

Las características productivas como ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia de ovinos en finalización, son diferentes de acuerdo al producto comercial del cultivo microbiano (*Saccharomyces cerevisiae*) que se suministre en una ración a base de rastrojo de maíz.

OBJETIVOS

Determinar los cambios en la ganancia diaria de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia, producidos en ovinos por diferentes productos comerciales de *Saccharomyces cerevisiae*, en una dieta de finalización a base de rastrojo de maíz.

MATERIAL Y MÉTODOS

Ubicación geográfica del área de estudio:

El presente estudio se realizó en el C.E.I.E.P.A.S.P (Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Agro-Silvo-Pastoril) ubicado en el municipio de Chapa de Mota, Edo. de México; carretera Jilotepec-Chapa de Mota, sin número; con un clima semifrío y húmedo con lluvias en verano, precipitación pluvial de 1000 a 1200 mm, rango de temperatura promedio de 14 a 16°C, altura de 1800 metros sobre el nivel del mar y un periodo de heladas de 60 a 80 días durante la época invernal(11).

Características de los animales:

Se utilizaron 20 corderos machos (25 ± 4.75 Kg de peso vivo), cruza de suffolk x Rambouillet los cuales se asignaron bajo un diseño completamente al azar a cuatro tratamientos: (T1)-ración testigo (RT) sin cultivo de levadura; (T2)- RT + *S. cerevisiae* (SC-20)¹, 0.5 g por cabeza por día; (T3)- RT + *S. cerevisiae* Yea-Sacc¹⁰²⁶(Y-S)², 3 g por cabeza por día; (T4)- RT + *S. cerevisiae* (SC-2)³, 5 gr. por cabeza por día. Se utilizaron cinco animales (repeticiones) por tratamiento, estos se vitaminaron y desparasitaron, al iniciar el período de adaptación a la dieta testigo que duro 15 días, posteriormente se alojaron en corraletas individuales de cemento de 1.55 m por 2m; con comederos y bebederos de cemento; se utilizaron recipientes de plástico para ofrecer una premezcla mineral ⁴en forma ad libitum.

¹ Levucell 20 x 10⁹ UFC/g. Agrimérica. Northbrook, Illinois.

² Yea-Sacc 1026 1 x 10⁸ UFC/G. Altech biotechnology Center Nicholasville, Kentucky.

³ Levucell 2 x 10⁹ UFC/g. Agrimérica. Northbrook, Illinois.

⁴ Zimprosal vitaminado para ovino fórmula USFGC. Nutrición planificada S.A. de C.V. 0.25% metionina de Zn.; 0.108% Mn; 0.32%Zn; 0.0125% Co; 0.004%Ca; 1.0% Ca; 1.0% Mg;25% P y 40.0% de sal.

Dieta testigo:

La ración testigo en base húmeda que se ofreció constó de: rastrojo de maíz (58.5%); grano de sorgo molido (21 %); pasta de soya (8.5 %); melaza de caña (11 %); urea (1 %). Su composición nutricional se muestra en el cuadro 1.

Metodología:

La distribución de los animales en el experimento se realizó pesando a los animales en ayuno por dos días consecutivos; determinando un promedio y asignándolos al azar a los tratamientos. El alimento se ofreció en dos porciones al día a las 8:00 y 17:00 horas, ofreciendo la levadura en la mañana con una pequeña cantidad de alimento (100g + tratamiento), observando que lo terminaran completamente antes de ofrecer el resto de la ración, para garantizar el consumo de la levadura.

Se pesó el alimento ofrecido, así como el rechazado presente en el comedero en la mañana antes de servir el alimento de las 8:00 horas. Se tomaron muestras que se deshidrataron en estufa de aire forzado a 90° C por 24 horas para expresar el consumo en base a materia seca.

Metodología para la determinación de unidades formadoras de colonias (UFC) por ml de *Saccharomyces cerevisiae* en los cultivos de levadura.

Se determinó las unidades formadoras de colonias (UFC) de los cultivos microbianos comerciales al inicio y al final de la prueba de comportamiento.

La metodología utilizada para la determinación de la concentración de las unidades formadoras de colonias del *S. cerevisiae* en los productos comerciales se utilizó conforme la utilizada en el Laboratorio de Micología del Departamento de Microbiología de la FMVZ.

Se tomó 1g de cultivo de levadura y se diluyó en 10 ml de solución salina fisiológica estéril (SSF), bajo condiciones asépticas, se agitó y se tomó 1 ml de transferencia y se pasó a 6 tubos de 9 ml.

De las diluciones (1/10, 1/100, 1/1000, 1/10000, 1/100000, y 1/1000000) se tomaron 3 gotas de 20 microlitros y se sembraron en cajas de Petri por duplicado con SDA⁵. Se le adicionó antibiótico (estreptomina+penicilina⁶ 200 ppm) y se incubaron a 30 °C por 48h, posteriormente se realizó el conteo de unidades formadoras de colonias (UFC) en la dilución que lo permitió y se ajustó la concentración al factor de dilución, calculándose las UFC/ml y se obtuvo el promedio y desviación estándar.

Variables de respuesta:

Para determinar el consumo de materia seca(CMS) se utilizaron los pesos del alimento ofrecido y rechazado al día siguiente, los datos se expresaron en kg de materia seca-

Se evaluó la ganancia de peso (GP) mediante la realización de pesajes al inicio de la prueba, a los 28 y 56 días por dos días consecutivos con ayuno de 12 horas, cada uno.

La conversión alimenticia(CA) se consideró como el cociente del consumo de materia seca sobre la ganancia de peso durante cada período de la fase experimental.

⁵ Sabouraud 4% dextrose agar. E. Merck, DG100, Darmstadt, Germany.

⁶ Estreptobenzetacil V. Fortificado, inyectable. Pitman Moore de México S.A. de C.V., Zapopan, Jalisco. Benzatina G. 2'000'000 U.I. penicilina procaína 1'500'000 U.I. penicilina potásica 500'000 U.I. dihidroestreptomina base (en forma de sulfato) 1.250g. estreptomina base (en forma de sulfato) 1.250g.

Análisis estadístico:

Los datos de CMS y CA se sometieron a un análisis de varianza para un diseño completamente aleatorizado, se utilizó el procedimiento GLM (Modelo lineal general) del paquete S.A.S.(Statistics Analysis System) . Primeramente para ganancia de peso se utilizó un análisis de covarianza, utilizando como covariable peso inicial(56,60), como no existió efecto de la covariable se analizaron los demás resultados de acuerdo al análisis de varianza.

RESULTADOS:

Conteo de UFC's en los productos comerciales:

La determinación de las UFC's de la levadura en los distintos productos comerciales utilizados en el presente estudio (cuadro 2) muestra que la concentración al inicio de la prueba fue similar a la que el fabricante indica en la etiqueta, sin embargo al final de la prueba se encontró una baja concentración en los tres productos con respecto al valor inicial.

Consumo de materia seca:

La inclusión de *S. cerevisiae* en la alimentación de corderos no tuvo efecto significativo ($P > .05$) sobre el consumo de materia seca (las medias de los tratamientos se muestran en el cuadro 3). Sólo se observó un ligero aumento numérico del T2 sobre los demás tratamientos.

Ganancia diaria de peso:

La inclusión de *S. cerevisiae* no tuvo efecto significativo ($P > .05$) sobre la ganancia diaria de peso. Se observó un ligero aumento numérico de T2 con respecto a los demás tratamientos (cuadro 4).

Conversión alimenticia:

La utilización de *S. cerevisiae* no presentó efecto significativo ($P > .05$) sobre la conversión alimenticia. Observándose un ligero aumento numérico de T3 sobre los demás tratamientos. Los resultados de la CA de ovinos en finalización, en cada período y total se muestran en el cuadro 5.

DISCUSIÓN:

Determinación de UFC's/ml de *Saccharomyces cerevisiae* en los cultivos de levadura.

Los resultados obtenidos posiblemente fueron debidos a factores ambientales como la temperatura y humedad, que afectaron los cultivos de levadura en las condiciones del rancho aún cuando se utilizó un manejo cuidadoso de los alimentos. Por esta razón en este tipo de aditivos que involucran cultivos de levadura, se debe indicar con más énfasis por parte del fabricante, el manejo adecuado y completo del producto para evitar al máximo la disminución en la viabilidad del cultivo bajo condiciones no experimentales.

Efectos sobre el consumo de materia seca:

Los datos obtenidos indican que para CMS no hubo efecto de la levadura ($p > 0.05$) lo cual concuerda con lo reportado por Avendaño *et al.* (5), quienes utilizaron niveles de 65 y 85% de rastrojo de maíz en ovinos en crecimiento; resultados similares obtuvieron Ayala *et al.* (7), en borregos suplementados con levadura o melaza-urea y una dieta a base de paja de cártamo; asimismo se presentaron resultados similares en novillos en crecimiento implantados y suplementados con levadura, como lo señalaron Hancock *et al.* (29) y también Plata (48) en dietas a base de paja de avena en toretes Holstein; sin embargo, los resultados difirieron de los estudios de Mutsvangwa *et al.* (39) en dietas para toros basadas en cebada; Erasmus *et al.* (25) con vacas en lactación y con Edwards (23), en novillos en crecimiento, con dietas a base de cebada.

La revisión de la literatura señala que en la mayoría de los animales suplementados con *S. cerevisiae*, el aumento de CMS puede deberse a un aumento en la utilización de los materiales por parte de la microbiota ruminal gracias a que el *S. cerevisiae* desdobra parcialmente el alimento (7,22); sin embargo en la mayoría de

los estudios donde se obtuvo una respuesta favorable, las dietas utilizadas fueron a base de granos (41,23,21); en tanto que en los estudios con dietas utilizando rastrojos o pajas como ingredientes principal (5,7) , los resultados no fueron significativos. Por lo que cabe destacar el papel de la dieta para obtener resultados favorables en el CMS por el uso de aditivos, por lo cual deben de estudiarse las interacciones entre tipos de dietas con distintos tipos y niveles de dietas y cultivos de levadura.

Efecto sobre la ganancia diaria de peso:

La falta de respuesta de la levadura *S. Cerevisiae* sobre la GDP, fue similar a los resultados de Avendaño *et al.* (5) y Falcon *et al.* (26), en borregos suplementados con levadura y una dieta para cubrir necesidades de 200 g de GDP; y Rouzbehan *et al.* (52) en borregos alimentados con diferente nivel de remolacha; de la misma forma Delgado *et al.* (21) no encontraron efectos en novillos suplementados con diferentes niveles de levadura y una dieta con 12% de PC; Adams *et al.* (2) indicaron efectos nulos en novillos en crecimiento con una relación en la dieta de 50:50, forraje (alfalfa):concentrado, respectivamente. Por el contrario, los datos obtenidos no concuerdan con lo reportado por Mutsvangwa *et al.* (44) en toros alimentados en forma intensiva y con Hancock *et al.* (29) en novillos no implantados , suplementados con la levadura y una dieta a base de ensilado de maíz. En becerras en crecimiento Hughes (35) encontró aumento en la GDP al agregar la levadura a un alimento balanceado al igual que Quigley *et al.* (49), obtuvieron resultados favorables en becerros Holstein alimentados con una dieta para crecimiento y la suplementación de *S. cerevisiae*.

Las investigaciones que presentaron resultados similares a los del presente estudio fueron aquellas donde se incluyeron rastrojos y pajas en la dieta; por lo que es importante tomar en cuenta las características de los ingredientes con que se elaboran las raciones así como estudiar el nivel de inclusión donde alcanzó a expresar los beneficios que fueron indicados en ciertos estudios debidos a *S.*

Cerevisiae (35,44,49). La mayoría de los estudios se caracterizaron por la utilización de alimentos de buena calidad en cantidades importantes; tales como granos, pastas y harinas, de oleaginosas. Se debe estudiar detenidamente si el efecto es debido a la levadura o a las interacciones de los cultivos de microorganismos con uno o varios alimentos.

Efecto sobre la conversión alimenticia:

Los resultados mostraron que la levadura no produjo efecto sobre la conversión alimenticia de borregos en finalización ($p > 0.05$). Estos resultados fueron similares a los obtenidos por Avendaño *et al.* (5); Falcon *et al.* (26) y Rouzbehan *et al.* (52) en dietas a base de forraje. Cuando en la dieta predominaron concentrados, Mutsvangwa *et al.* (44); Hancock *et al.* (29), Hughes (35) en becerras en crecimiento y Quigley *et al.* (49) en becerros Holstein, indicaron que *S. Cerevisiae* mejoró la conversión alimenticia; esos resultados favorables que se obtuvieron al suplementar la dieta con *S. cerevisiae*, indicaron que el efecto sólo se expresó cuando la dieta aportó los nutrimentos necesarios para incrementar la producción. La función de la levadura fue incrementar la utilización de los alimentos a nivel ruminal por parte de las bacterias, o modificar las rutas metabólicas que ocupan éstas normalmente, algunas de las cuales son consideradas como una pérdida de energía (62). No se ha comprobado exactamente la función que tienen las levaduras en todo este proceso, por lo que se requiere mucho mayor investigación que identifique los factores que determinan la enorme variación en los resultados obtenidos en una explotación comercial.

CONCLUSIONES:

Con base a los resultados obtenidos en el presente estudio se concluye que la utilización de productos comerciales a base de levaduras (*Saccharomyces cerevisiae*), no modifica los parámetros de producción: consumo de materia seca, ganancia diaria de peso y conversión alimenticia en ovinos en etapa de finalización alimentados con una dieta basada en rastrojo de maíz.

LITERATURA CITADA.

1. Adams, T. E.; Daley, C. A.; Adams, B. M. and Sakurai, H.: Testis function and feedlot performance of bulls actively immunized against gonadatropin-releasing hormone: Effect of implants containing progesterone and stradiol benzoate. L. Anim. Sci. **71**: 811-817 (1993).
2. Adams, D.C.; Galygean, M. L.; Kielling, H. E. and Finker, M. D.: Influence of viable yeast culture, sodium bicarbonate and monensina on liquid dilution rate, rumen fermentation and digestibility in lambs. L. Anim. Sci. **53**: 780-789 (1981).
3. Akin, D.E. and Windham, W.R.: Influence of diet on rumen fungi. In: Nolan, J. V.; Leng, R. A.; Demeyer, D. Y. eds: The roles of protozoa and fungi in ruminant digestion. Proceedings of an International Seminar Held at the University of New England, Armidale, Australia. University of New England Printery, Australia, 1989.
4. Andrighetto, I.; Bailoni, L., Cozzi, G. and Berzaghi, P.: Effects of the yeast culture addition on digestion in sheep fed a high concentrate diet. Small Ruminant Research **12**: 27-34 (1993).
5. Avendaño, B. H.; González, M. S. S.; García-Bojalil, C.; Mendoza, M. G. D. y Bárcena, G. R.: Efecto del nivel rastrojo de maíz y de un cultivo de levadura (*Saccharomyces cerevisiae*; Yea_Sacc^{102b}) en el valor nutritivo de dietas para borregos en crecimiento. Memorias del VII Congreso de la Asociación Mexicana de Especialistas en Nutrición Animal. AMENA, Veracruz, México, p.202, 1995.
6. Avila, E.; Shimada, A. y Llamas, G.: Anabólicos y aditivos en la producción pecuaria. Sistema de Educación Continua en Producción Animal en México. México, 1990.
7. Ayala, J. O.; Mendoza, M. G. D.; Bárcena, G. R. y Gonzalez, M. S. S.: Efecto de la adición de *Saccharomyces cerevisiae* y melaza-urea sobre la digestibilidad in vivo e in situ en dietas para ovinos basadas en paja de cártamo. Vel. México **25**:221-226 (1994).

8. Baldwin, R. L. and Allison, M. J. Rumen metabolism. *J. Anim. Sci.* 57:461-477.(1983).
9. Buttery, P.J.:Rumen probiosis: Effects of novel microorganisms on rumen fermentation and ruminant productivity. *In:* Harensing and Cole eds. Recent advances in animal nutrition. Butterworths. 1990.
10. Carro, M. D.; Lebzien, P. and Rohr, K.: Effects of yeast culture on rumen fermentation, digestibility and duodenal flow in dietary cows fed a silage based diet. *Livestock Prod. Sci.* 32: 219-229 (1992).
11. Centro Nacional de Estudios Municipales. Enciclopedia de los municipios del Edo. de México. Secretaría de Gobernación. 15: 142-146, 1988.
12. Chauldry, A. S. and Miller, E. L.: Effect of treating straw with NaOH and CaO alone or in combination with alkaline hydrogen peroxide on the *in vitro* dry matter digestibility. *Anim. Prod.* 50:579 (1991)
13. Church, D. C.: The ruminant animal: Digestive physiology and nutrition. Prentice-Hall, Englewood cliffs, New Jersey. 1988.
14. Church, D. C. and Pond, W. G. : Fundamentos de nutrición y alimentación de los animales. UTEM, Noriega editores. México, 1994.
15. Coleman, G. S.: Protozoal-bacterial interaction in the rumen. *In:* Nolan, J. V.; Leng, R. A.; Demeyer, D. Y. eds: The roles of protozoa and fungi in ruminant digestion. Proceedings of an International Seminar Held at the University of New England, Armidale, Australia. University of New England Printery, Australia, 1989.
16. Das, M. M. and Kundu, S. S.: The effects of calcium hydroxide, urea and calcium hypochlorite treatments on composition and degradability of wheat straw. *Indian J. Dairy Sci.* 47:59-61. (1994).
17. Dawson, K. A.: Mode of action of the yeast culture, Yea- Sacc, in the rumen: a natural fermentation modifier. *In:* T. P. Lyons eds. Biotechnology in the feed industry. Alltech's technical publications, p. 119-126. Nicholasville, KY. 1987.
18. Dawson, K. A.: Modification on rumen function and animal production using live microbial cultures as feed supplements. Proceedings California Animal Nutrition. p.25-43. Conference, Centre Plaza, Holiday inn, Fresno, California. 1989.

19. Dawson, K.A.: Designing the yeast culture of tomorrow. Mode of action of yeast culture for ruminants and no-ruminants. In: T. P. Lyons. eds. Biotechnology in the Feed Industry. Alltech Technical publications. Nicholasville, KY. USA.1990.
20. Dawson, K. A.: Current and future role of yeast culture in animal production: A review of research over the last seven years. In: T. P. Lyons eds. Biotechnology in the feed industry, Proceedings of Alltech's Ninth Annual Symposium. p.269-291. Nicholasville, KY. U.S.A. 1993.
21. Delgadillo, S. R.; Farías, C. J.; Ochoa, C. M. y Vazquez, V. G.: Comportamiento Productivo de bovinos productores de carne en diferentes niveles de levadura. XXII reunión de la Asociación Mexicana de Producción animal (AMPA). Centro de Ganadería. Colegio de postgraduados, p.48.1989. Montecillo, Edo. de México.
22. Didley, D.: Getting paid for milk quality: improving milk composition. In: T. P. Lyons eds. Biotechnology in the feed industry. Proceedings of Alltech's Fourth Annual Symposium. Nicholasville . KY. U.S.A. p 45-65 1988.
23. Edwards, E.; Mutsvangwa, t; Tops, J. H.; Sherh, M. E. and Paterson, G. F. M.: The effect of supplemental yeast culture (yea-Sacc¹⁰²⁶) on patterns of rumen fermentation and growth performance of intensively fed bull. Anim. Prod. 50: p.579 (1991).
24. Emanuele, S. M. and Staples, C. R.: Effect of forage particle size on *in situ* digestion kinetics. J. Dairy Sci. 21:1947-1954. (1988)
25. Erasmus, L. J.: The importance of duodenal amino acid profiles for dairy cows and the significance of changes in these profiles following the use of Yea-Sacc¹⁰²⁶. In: T. P. Lyons eds. Biotechnology in the feed industry: Alltech's seventh Annual Symposium. p.35-50. Nicholasville, kentucky. U.S.A. 1991.
26. Falcon, M. J.; Alvarado, P. M.; Dominguez, J. V. y Gonzales, A. G.: Efecto de un probiótico *Saccharomyces cerevisiae* sobre el comportamiento productivo de corderos en finalización. Tesis de licenciatura. FMVZ, UNAM. 1992.
27. Flachowsky, G.; Tiroke, K. and Matthey, M.: Influence of Yeast (*Saccharomyces cerevisiae* as Yea.Sacc or Lavaferm) on in sacco dry mater degradability and

- ruminal parameters of variously fed small ruminants. Arch. Anim. Nutr. **42**: 159-169 (1992).
28. Fonty, G. and Gouet, P.: Establishment of microbial populations in the rumen. Utilization of an animal model to study the role of the different cellulolytic microorganisms in vivo. In: Nolan, J. V.; Leng, R. A. and Demeyer, D. Y. eds. The roles of protozoa and fungi in ruminant digestion. Proceedings of an International Seminar Held at the University of New England, Armidale, Australia. University of New England Printery, Australia, 1989.
29. Hancock, D. L.; Brake, A. C.; Montgomery, A. L.; Dominey, J. R.; Mattingly, C. A. and Cecava, M. J.: Influence of yeast addition and compudose implantation on feedlot performance and carcass characteristics of growing and finishing steers. J. Anim. Sci. **72** (suppl. 1):300 (1994).
30. Harrison, G. A.; Hemken, R. W.; Davison K. A. and Harmon, R. J.: Influence of addition of yeast culture complement to diets of lactating cows on ruminal fermentation and microbial populations. J. Dairy Sci. **71**:2967- 2975. (1988).
31. Hien, N. H. and Fleet, G. H.: Variation of (1-3) beta glucanases in *Saccharomyces cerevisiae* during vegetative growth, conjugation and sporulation. J. of Bacteriology. **156** (3): 1214-1220. (1987a).
32. Hien, N. H. and Fleet G. H.: Separation and characterization of six (1-3) beta glucanases from *Saccharomyces cerevisiae* . J. of Bacteriology. **156** (3): 1204-1213. (1987b).
33. Higginbotham, G. A., Collar, C. A., Aseltine, M. S. and Bath, D. L.: Effect of yeast culture and *Aspergillus oryzae* extract on milk yield in a commercial dairy herd. J. Dairy Sci. **77**: 343-348 (1994).
34. Huber, J. T. : Fungal additives for lactating cows. Department of Animal Sci. University of Arizona. U.S.A. 1987
35. Hughes, J.: Yeast culture applications in calf and dairy diets. A brief appraisal. In: T. P. Lyons. Eds.: Biotechnology in the feed industry. Alltech's Technical Publications. Nicholasville. KY.1987.

36. Jones, C. and Thomas, C.: Maintenance of strain specificity and bile tolerance when producing. In: T. P. Lyons eds.: *Biotechnology in the feed industry*. Alltechs Biotechnology Center, Nicholasville, KY. U.S.A. 1987.
37. Kerley, M. S.; Fahey, G.C.; Berger, L. L. Jr. and Merchen, N. R.: Effects of treating wheat straw with pH-regulated solutions of alkaline hydrogen peroxide on nutrient digestion by sheep. *J. Dairy Sci.* **70**: 2078-2084. (1987).
38. Kishan Singh; Puniya, A. K. and Neelakantan, S.: Degradation of wheat straw components during two stage solid substrate fermentation with *Coprinus finametarius* and *Azotobacter chroococcum*. *Indian J. Dairy Sci.* **47**: 314-318. (1994).
39. Klopfenstein, T., Roth, L., Fernández R. S. y Lewis, M. :Rastrojo de maíz en los sistemas de producción de carne. In: Terry J. Klopfenstein y Rick A. Stock. Eds. *Memorias del curso de intensivo internacional: manejo nutricional de bovinos en corrales de engorda*. Centro de ganadería. Colegio de postgraduados. Montecillo, Edo. de México. P. 1-30, 1991.
40. Kmet, V.; Flint, H. J. and Wallace, R. J.: Probiotics and manipulation of rumen development and function. *Arch. Anim. Nutr.* **44**: 1-10 (1993).
41. Mir, Z. and Mir, P. S. : Effect of the addition of live yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) on growth and carcass quality of steers fed high-forage or high-grain diets and on feed digestibility and *in situ* degradability. *J. Anim. Sci.* **72**: 537-545 (1994).
42. Miranda, R.L.A.; Mendoza, M. G.; Gonzales, M. S. and Bárcena, G. R.: Effect of *saccharomyces cerevisiae* and *aspergillus oryzae* cultures and NDF level on ruminal fermentation. *J. Anim. Sci.* **72** (Suppl. 1): p. 296 (1994).
43. Moat, G. A.: *Microbial physiology*. John Wiley and sons inc. Canada. 1979.
44. Mutsvangwa, T., Edwards, Y. E., Topps, J. H. and Paterson, G. F. M.: The effect of dietary inclusion of yeast culture (Yea-Sacc¹⁰²⁶) on patterns of rumen fermentation, food intake and growth of intensively fed bulls. *Anim. Prod.* **55**:35-40 (1990).

45. Nisbet D. J. y Martin, S.A.: Effect of a *Saccharomyces cerevisiae* culture on lactate utilization by the ruminal bacterium *Selenomonas ruminantium*. J. Animal Sci. **69**: 4628-4633. (1991).
46. Orpin, C.G.: Ecology of rumen anaerobic fungi in relation to the nutrition of the host animal. In: Nolan, J. V.; Leng, R. A.; Demeyer, D. Y. eds: The roles of protozoa and fungi in ruminant digestion. Proceedings of an International Seminar Held at the University of New England, Armidale, Australia. University of New England Printery, Australia, 1989.
47. Owens, F. N.; Dubeski, P. and Hanson, C. P.: Factors that alter the growth and development of ruminal. J. Anim. Sci. **71**: 3138-3150 (1993)
48. Plata, P. F.: Efecto de un probiótico (*Saccharomyces cerevisiae*) en la fermentación ruminal, digestibilidad in situ y el consumo en bovinos alimentados con tres niveles de paja de avena. Tesis de maestría en ciencias. Centro de ganadería. Colegio de posgraduados. Montecillo, Edo. de México, 1992.
49. Quigley, J. D., Wallis, L. B., Dowlen, H. H. and Heitman, R. N.: Sodium bicarbonate and yeast culture effects on ruminal fermentation, growth, and intake in dairy calves. J. Anim. Sci. **75**: 3531-3558 (1992).
50. Riquelme, E. V: Suplementación y efectos asociativos en dietas basadas en subproductos agrícolas. Memorias del seminario internacional. Utilización de subproductos agroindustriales en la alimentación de rumiantes. Centro de ganadería. Colegio de posgraduados. Montecillo. Edo. de México. p 1-24. 1984.
51. Rose, A. H. Responses to the chemical environment In: A. H. Rose and J. S. Harrison eds.. The yeast. Academic press. Vol. 2. p. 5-40. London and New York.
52. Rouzbehan, Y.; Galbraith, H.; Rooke, J. A. and Perrott, J. G.: A note on the effects of dietary inclusion of a yeast culture on growth and ruminal metabolism of lambs given diets containing ground pelleted molassed dried sugar-beet pulp and barley in various proportions. Anim. Prod. **59**: 147-150 (1994).
53. Ruppert, L. D.; McCoy, G.C. and Hutjens, M.F.: Feeding of probiotics to calves. J. Anim. Sci. **72** (Suppl. 1): p. 296 (1994)

54. Russel, J. B. and Strobel, H. J.: Effect of ionophores on ruminal fermentation. Appl. Environ. Microbiol. 59:1-6. (1989).
55. Sainz, R. D.; Wolff, J. E. and Upsdell, M. P.: Effects of cimaterol on energy utilization for maintenance and for protein and fat deposition by wether and ewe lambs given chopped lucerne hay or lucerne-barley pellets. Anim. Prod. 50: 129-139 (1990)
56. S.A.S. Institute Inc. Statistical Analysis System. Procedures guide for personal computers. Ver 6. Edition Nort Carolina, U.S.A. 1985.
57. Shimada, Y. A.: Metabolismo de los carbohidratos. Pérez O. M. ed. Manual sobre ganado productor de leche. p 44-63. México, 1983.
58. Singh, G. P.; Kishan Singh and Gupta, B. N.: Biological treatment of cellulosic crop residues for improving their feeding value - A review. Indian J. Dairy Sci. 42: 154-161. (1994)
59. Speicher, J. A.; Tucker, H.A.; Ashley, R. W. Stanisiewski, E. P.; Boucher, J.F. and Sniffen, C. J.: Production responses of cows to recombinantly derived bovine somatotropin and to frequency of milking. J. Dairy Sci. 77: 2509-2517. (1994)
60. Steel, R. G. D. and Torrie, J. H. Principles and procedures of statistics: 2nd. ed. 4th pr. Mc Crow Hill International Book Co., Singapore, 1984.
61. Tapia, M. N. Efecto de cinco probióticos en la digestibilidad *in vitro* e *in situ* de algunos nutrientes. Tesis de maestría. Colegio de postgraduados. Montecillo, Edo. de México. 1989.
62. Van Soest, P. J.: Nutritional ecology of the ruminant: Ruminant metabolism, nutritional strategies, the cellulolytic fermentation and the chemistry of forages and plant fiber. O. and B. Books. Oregon. 1982.
63. Wagner, D. G.; Quironez, J. and Bush, L. J.: The effect of corn-or wheat-based diets and yeast culture on performance, ruminal pH and volatile fatty acids in dairy calves. Agri. Practice. 11: 7-12 (1990).
64. Wallace, R. J. Ruminal microbiology, biotechnology and ruminant nutrition: Progress and problems. J. Anim. Sci. 72:2992-3003 (1994).

65. Wiedmeir, R. R. D., M. J. Arambel and J. L. Walters.: Effects of yeast culture and *Aspergillus oryzae* fermentation extract on ruminal characteristics and nutrient digestibility. *J. Dairy Sci.*, ZQ:2063-2068. (1987).
66. Wiedmeier, R. D.: Optimizing the utilization of low-quality forages through supplementation and chemical treatment. *In: Management tools for greater profits.* 9th. ed. Annual Utah Beef Cattle Field Day. Provo Utah. 1989.
67. Williams, P. E. V.: The mode of action of yeast culture ruminants diets: Review of the effect on rumen fermentation patterns. Alltech's 5th Annual Symposium on Biotechnology in the Feed Industry. Nicholasville, K.Y. 1989.
68. Windham, W. R. and Danny E. A. Rumen fungi and forage fiber degradation. *Appl. Environm. Microbiol.* 48: 473-476. 1984.
69. Vestergaard, M.; Henckel, P.; Oksbjerg, N. and Sejrsen, K.: The effect of cimaterol on muscle fiber characteristics, capillary supply, and metabolic potentials of longissimus and semitendinosus muscles from young Friesian bulls. *J. Anim. Sci.* Z2: 2298-2306 (1994).
70. Zinn, R. A.; Plasencia, A. and Barajas R.: Interaction of forage level and monensin in diets for feedlot cattle on Growth performance and digestive function. *J. Anim. Sci.* Z2: 2209-2215 (1994).

Cuadro 1
Aporte nutricional de la dieta experimental ofrecida.

Aporte total	
MS (%)	89.27
PC (%)	13.13
EM (Mcal /kg)	2.11
FC (%)	20.34
FDA (%)	22.2
FDN (%)	51.8

Cuadro 2.

Resultados de la determinación de unidades formadoras de colonias (UFC) de *S. cerevisiae* por gramo de los cultivos comerciales al inicio y al final de la prueba.

Levadura	Concentración comercial ^a	Concentración al Inicio	Concentración al Final
Levucell SC-20	20×10^9	$20.67 \pm 3.75 \times 10^9$	$1.59 \pm 0.410 \times 10^5$
Yea-Sacc ¹⁰²⁶ Levucell	1×10^8	$3.41 \pm 0.376 \times 10^8$	$4.24 \pm 1.320 \times 10^6$
SC-2	2×10^9	$1.90 \pm 0.716 \times 10^9$	$7.75 \pm 0.520 \times 10^4$

a= Según indicaciones del fabricante

Cuadro 3. Efecto de *S. cerevisiae* en el consumo de materia seca (CMS) de corderos^a alimentados con una dieta basada en rastrojo de maíz.

Variables	Tratamientos				S
	1	2	3	4	
CMS kg/día (1er período) 28 días	0.841	0.850	0.840	0.841	0.009
CMS kg/día (2do período) 56 días	0.911	0.921	0.910	0.910	0.017
CMS kg/día (Total)	0.876	0.885	0.875	0.876	0.010

a) No se detectaron diferencias ($P > 0.05$), $n = 20$.

S = Desviación estándar.

Tratamientos: 1) Testigo, 2) 0.5g de Levucell SC-20, 3) 3g de Yea-Sacc¹⁰²⁶, 4) 5g de LevucellSC-2.

Cuadro 4. Efecto de *S. cerevisiae* en la ganancia diaria de peso (GDP)^a de corderos^b alimentados con una dieta basada en rastrojo de maíz,

Variables	Tratamientos				S
	1	2	3	4	
Peso					
inicial(kg)	25.60	25.00	25.60	26.88	4.75
GDP g/día					
(1er período)	142	192	158	140	5.50
28 días					
GDP g/día					
(2do período)	154	143	154	164	4.2
56 días					
GDP g/día					
(Total)	148	168	155	154	2.8

a) Ajustada con covariable peso inicial(PI)

b) No se detectaron diferencias ($P > 0.05$), $n = 20$. S = Desviación estándar.

Tratamientos: 1) Testigo, 2) 0.5g de Levucell SC-20, 3) 3g de Yea-Sacc¹⁰²⁶, 4) 5g de LevucellSC-2.

Cuadro 5. Efecto de *S. cerevisiae* sobre la conversión alimenticia (CA) de corderos^a alimentados con una dieta basada en rastrojo de maíz.

Variables	Tratamientos				S
	1	2	3	4	
CA kg/día (1er período) 28 días	6.287	4.713	6.604	5.884	1.840
CA kg/día (2do período) 56 días	6.148	5.819	6.356	5.726	1.600
CA kg/día (Total)	6.352	5.266	6.479	5.805	0.903

a) No se detectaron diferencias ($P > 0.05$), $n=20$

S= Desviación estándar.

Tratamientos: 1) Testigo, 2) 0.5g de Levucell SC-20, 3) 3g de Yea-Sacc¹⁰²⁶, 4) 5g de LevucellSC-2.