

198
2es



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

**EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y
QUIMICAS DE MICROENSILADOS DE MAIZ
(Zea mays) ADICIONADOS CON UN PROBIOTICO**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE :

MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

P R E S E N T A :

ROSENDO MARQUEZ SALAZAR

Asesores : MVZ. José Ignacio Sánchez Gómez
MVZ. Lucas Melgarejo Velázquez
MVZ. Fernando Morales Rodríguez



MEXICO, D. F.

1995

FALLA DE ORIGEN



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 está 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.

Tesis presentada ante la
División de Estudios Profesionales de la
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

de la

Universidad Nacional Autónoma de México
Para la obtención del título de
Médico Veterinario Zootecnista

Por

Rosendo Márquez Salazar

MVZ. J. Ignacio Sánchez Gómez
MVZ. Lucas Melgarejo Velázquez
MVZ. Fernando Morales Rodríguez

México, D. F.

1995

DEDICATORIA

A MIS PADRES

ANTONIO MARQUEZ
MARIA SALAZAR

A QUIENES NUNCA PERDIERON LA ESPERANZA
Y QUE HOY PUEDEN VER RECOMPENSADOS TODOS
SUS ESFUERZOS, GRACIAS POR SUS CONSEJOS

A MIS HERMANOS

MIGUEL ANGEL

MARICELA

JOSE ANTONIO

POR SU APOYO, CONFIANZA
Y CARIÑO QUE SIEMPRE DEMOSTRARON

AGRADECIMIENTOS

A MIS ASESORES POR SU AMISTAD Y CONFIANZA

**A TODOS Y CADA UNO DE LAS PERSONAS QUE ME APOYARON
EN LA REALIZACION DE ESTE TRABAJO, SIN EL CUAL,
NO HUBIERA SIDO POSIBLE..**

ESPECIALMENTE

Q. MA. ANTONIETA AGUIRRE

Q. NORMA H. VAZQUEZ

A MI JURADO

FOR SUS CONSEJOS Y AMISTAD

**MVZ. ALFREDO KURT SPROSS SUAREZ
MVZ MIGUEL ANGEL QUIROZ MARTINEZ
MVZ DAVID PACHECO RIOS
MVZ JOSE IGNACIO SANCHEZ GOMEZ
MVZ EDGARDO CANIZAL JIMENEZ**

CONTENIDO

Página

RESUMEN.....	1
INTRODUCCION.....	3
MATERIAL Y METODOS.....	11
RESULTADOS.....	13
DISCUSION.....	16
CONCLUSIONES.....	22
LITERATURA CITADA.....	23
CUADROS.....	30

INDICE DE CUADROS

Página

CUADRO 1. POBLACION GANADERA DE LOS ULTIMOS TRES AÑOS.....	31
CUADRO 2. PRODUCCION AGRICOLA.....	31
CUADRO 3. CALIDAD DEL ENSILADO A PARTIR DE LA EVALUACION DE LAS CARACTERISTICAS DE OLO Y COLOR DEL MATERIAL.....	32
CUADRO 4. VALORES DE pH, CONCENTRACION DE ACIDO LACTICO , ACIDO ACETICO Y NITROGENO AMONIAL EN LOS MICROENSILADOS.....	33
CUADRO 5. COMPARACION DE COMPONENTES NUTRITIVOS DEL A. Q. P. DE LOS MICROENSILADOS.....	34
CUADRO 6. COMPARACION DE FRACCIONES DE FIBRA ENTRE LOS ENSILADOS.....	35
CUADRO 7. COMPOSICION QUIMICA DE UN ENSILADO.....	36

RESUMEN.

MARQUEZ SALAZAR ROSENDO. Evaluación de las Propiedades Físicas y Químicas de Microensilados de Maíz (*Zea mays*) Adicionados con un Probiótico. (Bajo la dirección de los MVZ J. Ignacio Sánchez Gómez, Lucas Melgarejo Velázquez y Fernando Morales Rodríguez)

Se elaboraron microsilos utilizando forraje de maíz con 21.89% de Materia Seca, el cual fue picado y mezclado homogéneamente con el inoculante microbiano a base de *Lactobacillus plantarum* y *Streptococcus faecium* (Pionner 1177), a una concentración de 0.05%. En cada fase del llenado (inicial, intermedia y final) de un silo tipo trinchera, se obtuvieron microsilos tratados y testigos ambos con tres repeticiones y permanecieron en el Centro de Enseñanza Practica, Investigación y Extensionismo en Rumiantes (C.E.P.I.E.R.). Abriéndose a los 126, 130 y 136 días de ensilaje para su evaluación. En relación a las propiedades físicas: olor, color y textura, por la adición del inoculante no se afectaron. Por lo que se refiere a las propiedades químicas, considerando los valores promedios de los tres muestreos, se observaron diferencias con un nivel de significancia de ($P < 0.05$). El pH, fue más ácido en los testigos 3.66, que en los tratados 3.70. Las concentraciones de Ácido Láctico y Acido Acético fueron significativamente mayores en los tratados 1.95% y 0.48% comparado con los testigo 1.58% y 0.40% respectivamente. No se detectaron indicios de Acido Propiónico ni de Ácido Butírico en ninguno de los ensilados. El contenido de Nitrógeno Amoniacal fue mayor en los tratados 1.45% que en los testigos 1.36%, diferencia no significativa. El contenido de Materia Seca fue similar en los tratados 19.27% y en los testigos 19.25%. La Fibra Cruda fue menor en los tratados 26.45% comparado con

los testigos 28.83%. La Proteína Cruda fue similar en los tratados 7.27% y los testigos 7.25%. El porcentaje de Total de Nutrientes Digestibles y Energía Metabolizable fue mayor en los tratados 67.86%, 2.45 Mcal/kg comparado con los testigos 66.46%, 2.40 Mcal/kg. En relación a los valores de las Fracciones de Fibra, mostraron diferencias significativas el contenido de Celulosa, que fue menor en los tratados 27.95% comparado con los testigos 28.24% y el contenido de Hemicelulosa fue menor en los tratados 20.42%, en comparación a los testigos 21.66%. Se considera que las propiedades físicas y químicas tanto de los ensilados tratados y de los testigos están dentro de los rangos aceptables para ensilados con apropiadas condiciones de conservación, por lo tanto, la adición de inoculantes microbianos, para ensilajes es un alternativa más, sin embargo, deberá considerarse también la calidad del forraje a ensilar. Esta mejora observada en algunos de las propiedades químicas deberá ser considerada y tomada en cuenta en la relación costo-beneficio, a nivel de campo por tonelada maíz ensilado.

INTRODUCCION.

Aumentar la producción ganadera es un importante objetivo, ya que en los últimos años se ha observado un descenso en la población de rumiantes, como lo indican las estadísticas (CUADRO 1). Por lo que es preciso alcanzar un abasto suficiente de alimento en las explotaciones ganaderas y mejorar esta situación, esto implica disponer, a lo largo de todo el año, de una alimentación base para el ganado constituida principalmente de forrajes, ya que existe una variada producción en el campo de productos que pueden ser utilizados en la elaboración de ensilados (5, 37) (CUADRO 2).

Para lograr cubrir esta demanda de forrajes en cantidad y de calidad, se requiere intensificar las prácticas de manejo para asegurar la conservación del forraje cosechado en forma de ensilados o henos (5, 7, 17).

La utilización de productos agrícolas ensilados en la alimentación de rumiantes representa una importante fuente de energía, considerando la capacidad que tiene estos para utilizar alimentos fibrosos (2, 8).

ENSILAJE: Es el método más importante, útil y sencillo para la conservación de forrajes y residuos agrícolas que conserva al alimento con características similares a las del producto en estado fresco. En este proceso de almacenaje, se busca promover las condiciones de anaerobiosis apropiadas por las bacterias que están presentes en el forraje y que son responsables de la acidificación del medio, al producir ácido láctico y ácidos grasos de cadena corta, como el acético, propiónico y butírico, compuestos que resultan de la fermentación de carbohidratos solubles (azúcares y almidones)

y de carbohidratos estructurales (celulosa y hemicelulosa) contenidos en el forraje (1, 2, 12, 40, 49).

El proceso de ensilaje esta regulado por tres fases fundamentales: 1) Fase Aerobica. 2) Fase de Fermentación, 3) Fase de Estabilización.

Dentro de las ventajas que nos proporciona el conservar forrajes por el proceso de ensilaje son: 1.- Tanto los forrajes y los subproductos agrícolas en estado fresco, se conservan con un mínimo de pérdidas de nutrimentos. 2.- Se asegura la disponibilidad de alimento para el ganado durante las temporadas en donde las condiciones climatológicas son adversas, tal como sucede en las épocas de invierno y sequías (5, 12, 37).

Las funciones del SILO son: 1) Ofrecer una superficie sólida que permita la compactación del forraje para eliminar el oxígeno, 2) Proteger al ensilado del aire y de la humedad durante el almacenamiento y 3) sirve, si se quiere, de base para el equipo de descarga y para facilitar la extracción del forraje ensilado.

EL ENSILADO: Es el producto final que resulta de la fermentación del forraje en el proceso de ensilaje.

Ávila y colaboradores (1990), Corah (1986), Woolford (1984), Mc Donald (1984) y Flores (1980) coinciden en reconocer que la conservación y calidad de un forraje ensilado, esta regulada por la interacción de los siguientes factores:

COMPOSICION DEL MATERIAL: A) Humedad del forraje, que debe ser entre 66% y 72% para obtener un ensilado de calidad. B) Contenido de carbohidratos solubles (azúcares y almidones) presentes en el forraje en un 6% al 8% en relación con la materia seca. C) Mínima capacidad amortiguadora del pH, la cual esta determinada por su contenido proteico y mineral.

GRADO DE COMPACTACION: Este determina la presencia de oxígeno, que queda almacenado en el material compactado y el cual debe ser mínimo, para que permita el establecimiento de condiciones de anaerobiosis y temperatura adecuada para las bacterias fermentadoras.

MICROFLORA: Debe ser en número suficiente y con especificidad fermentadora, buscando siempre que se establezcan bacterias homolácticas.

De acuerdo con lo anterior es evidente que al momento de realizar el proceso de ensilaje, todos los esfuerzos deben estar dirigidos para lograr dos objetivos: El primero es que se establezcan lo más rápido posible las condiciones de anaerobiosis requeridas por las bacterias ácido lácticas y esto dependerá del grado de compactación y de la efectividad del sellado del silo. El segundo objetivo, es inhibir la actividad fermentadora de los clostridios que se encuentran comúnmente en el forraje, debido a que, la degradación proteolítica que realizan da origen a la formación de putresina y ácido butírico, obteniéndose un ensilado de mala calidad, la inhibición de la fermentación clostridiana dependerá del aumento en número de bacterias lácticas que compitan por los substratos (8, 28, 49).

De tal manera que la calidad del ensilado estará determinada por la calidad del forraje usado (en un estadio apropiado de madurez y disponibilidad de substrato) y también del manejo al momento de ensilarlo. No obstante bajo condiciones naturales, estos dos aspectos pueden no reunirse, para que se presente una fermentación adecuada, dando como resultado un ensilado de calidad deficiente. Sin embargo, es posible mejorar las propiedades de un ensilado, manipulando la fermentación por medio de la inoculación de bacterias ácido lácticas, con lo cual se asegura un dominio de estas bacterias durante el ensilaje, aumentando la producción de ácido láctico y reduciéndose más rápido el nivel de pH y obteniéndose una buena conservación del forraje (1, 3, 16, 31, 33, 37, 45).

Informes recientes indican el desarrollo de cultivos bacterianos productores de ácido láctico, que pueden ser adicionados al forraje y lograr un incremento en la población de estos microorganismos en la fermentación. Al emplear cultivos de bacterias homofermentativas (bacterias ácido lácticas) del mismo tipo a las que se desarrollan en los ensilados, los resultados observados han sido satisfactorios, obteniéndose ensilados con una buena conservación, pero aún es necesario la prevención y el control de otras fermentaciones, principalmente la butírica (22).

Kung y colaboradores, evaluaron el efecto de la inoculación microbiana con Lactobacillus plantarum y Streptococcus faecium sobre la composición y valor nutritivo de ensilados de maíz y obtuvieron muestras después de 130 días de ensilaje para ser evaluadas, encontrándose una fermentación óptima en todos los ensilados, con un pH

menos ácido en los tratados y sin que se afectará la composición química por efecto del tratamiento (23).

En otro trabajo realizado para evaluar el efecto de aditivos para ensilajes, se observó que la inoculación de leguminosas con L. plantarum, en combinación con otras bacterias ácido lácticas, favorecieron una mayor producción de ácido láctico, un menor nivel de pH y baja concentración de ácido acético, etanol y nitrógeno amoniacal (3).

En ensayos de laboratorio empleando ensilados de una mezcla de sorgo y grano de soya inoculados con Lactobacillus plantarum y Pediococcus cerevisiae, se observó que el inoculante aumentó el contenido de ácido láctico y el nivel de pH disminuyó más rápido en los ensilados tratados (11).

Por otro lado fue realizado un experimento para evaluar la eficiencia de un inoculante de bacterias lácticas, donde los ensilados de gramíneas, se les evaluó su composición química a los 2, 10, 60 y 120 días de ensilaje, los resultados obtenidos reflejaron un incremento del ácido láctico en los tratados y favorecieron su composición química comparada con los testigos que mostraron un bajo contenido de nutrimentos (36).

Pederson y Gustausson, realizaron un trabajo con ensilados de zacate Orchard (Dactylis glomerata) de 2º corte y bajo contenido de carbohidratos solubles con la adición de L. plantarum y P. acidilactici más enzima celulasa a diferentes concentraciones y fueron abiertos a los 2, 4, 50 y 100 días de ensilaje para su evaluación, se observó que con el inoculante se incrementó la producción de ácido láctico y después del cuarto día no hubo diferencias en los valores de

pH entre los tratamientos y este nivel se mantuvo hasta los 100 días de ensilaje (39).

Luther, evaluó el efecto de la inoculación de *L. plantarum* sobre la composición química y conservación de ensilados de la planta completa de maíz con 39.5% y 30% de materia seca, sus características se valoraron a los 135 y 185 días de ensilaje respectivamente, los resultados obtenidos fueron que ambos ensilados se conservaron en buen estado y su composición química fue similar entre los ensilados tratados y los testigos (25)

Wittenberg, et.al., evalúan en ensilados de maíz con 32% de materia seca, el efecto de un inoculante a base de *L. plantarum* y *S. faecium*, sobre la composición química y valor nutritivo del ensilado a los 57 días, encontrando que no hubo diferencias en su composición entre los ensilados tratados con respecto a los testigos, de la misma forma la concentración de ácido láctico y valores de pH fueron similares para ambos ensilados (47).

Burghardi et.al., realizaron un trabajo con forraje de maíz inoculado con diferentes niveles de bacterias ácido lácticas y fue evaluado el ensilado a los 37 días, observándose que en todos los ensilados hubo un incremento de nitrógeno amoniacal, sin verse afectadas por la inoculación, las concentraciones de ácido láctico, acético y etanol, así como tampoco su composición química en ninguno de los ensilados (4).

El maíz (Zea mays) es uno de los cultivos más importantes en México, ya que es el cereal básico en la alimentación de la población del país. La mayor parte del maíz cultivado se destina a la obtención de grano maduro (en forma de elotes) y grano seco (semilla), mientras que en la alimentación de los animales son aprovechados también los residuos formados por los tallos y las hojas frescos o secos. Cuando la planta de maíz está en estadio lechoso-masoso, el grano constituye aproximadamente del 45 al 50% de la materia seca total de la planta y el forraje remanente representa entonces alrededor de la tercera parte de los nutrientes digestibles (12, 14, 44). Entre los cultivos para ensilar, la planta de maíz es sin duda la más popular de conservarse por este proceso y servir como una fuente de energía para los rumiantes (2).

Uno de los criterios por los que los microorganismos pueden ser potencialmente utilizados como inoculantes, es que en vez de depender de la microflora establecida normalmente en el forraje ensilado, una alternativa es aprovechar la aplicación de inoculantes microbianos que contengan especies de bacterias bien caracterizadas que presenten un rápido crecimiento asegurando un suficiente número de colonias, así como especificidad fermentadora, por lo que provocaran una fermentación controlada y por ende la obtención de ensilados de buena calidad con un mínimo de pérdidas de nutrimentos.

HIPOTESIS.

La adición de un inoculante de bacterias ácido lácticas a base de Lactobacillus plantarum y Streptococcus faecium al momento de ensilar el maíz en microsilos, mejora las propiedades físicas y químicas del ensilado así como su conservación.

OBJETIVOS.

Evaluar el efecto de la adición de L. plantarum y S. faecium sobre las propiedades físicas (olor, color y textura) y las propiedades químicas (pH, ácido láctico, ácidos grasos volátiles, nitrógeno amoniacal, fracciones de fibra y principios inmediatos del análisis químico proximal) en microensilados de maíz posterior a la etapa de la estabilización de la fermentación láctica.

MATERIAL Y METODOS

MICROSILOS.

Se elaboraron 18 microsilos en cubetas de plástico y en bolsas de polietileno conteniendo 10 kilogramos de maíz forrajero (planta completa con elote), con un contenido de Materia Seca de 21.9%, picado a 3-4 cm, obtenido de un silo comercial tipo trinchera a tres tiempos de su llenado (inicial, intermedia y final). En cada una se llenaron 6 microsilos, a 3 se les adicionó probiótico (tratamiento) y 3 sin probiótico (testigos), obteniéndose 9 tratados y 9 testigos. Se almacenaron bajo las mismas condiciones ambientales en una bodega, en el Centro de Enseñanza Práctica, Investigación y Extensionismo en Rumiantes (C.E.P.I.E.R), de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM, el cual se ubica en el Km 29 de la carr. Federal México-Cuernavaca, Topilejo, Distrito Federal y se localiza a 2,700 metros sobre el nivel del mar, a 19° 13' latitud norte y 99° 8' longitud oeste. El clima de la región según García es CW2 (w) b (i I), que corresponde al semifrio subhúmedo con lluvias en verano, con precipitación media anual de 800 a 1,200 mm³ y temperatura media anual de 19° C con una variación de 4.5° a 30° C (13).

TRATAMIENTO.

El inoculante comercial¹ a base de Lactobacillus plantarum y Streptococcus faecium fue aplicado a una concentración de 0.05% al forraje de maíz y homogeneizado antes de llenar los microsilos.

¹Inoculante granulado Probiótico 1177, Marca PIONNER.

DETERMINACIONES.

Los microsilos se abrieron para su evaluación a los 126, 130 y 136 días de ensilaje y por medio de método de cuarteo, se obtuvo una muestra representativa de 2 kg de cada uno de los 18 microensilados y se analizaron en el laboratorio del Departamento de Nutrición Animal en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, realizándose los siguientes análisis:

PROPIEDADES FISICAS: Las características organolépticas: olor, color y textura de los ensilados fueron evaluadas de manera subjetiva y de acuerdo con los criterios usados por otros investigadores (21, 37). Ver CUADRO 3.

PROPIEDADES QUIMICAS.

Determinación de pH con potenciómetro (33).

Cuantificación de ácidos grasos volátiles y ácido láctico por el método modificado de Cotty y Bouque (44).

Determinación de nitrógeno amoniacal con el método modificado por Jacob (44).

Determinación de Fracciones de fibra por Van Soest (44).

Análisis químico proximal por el método sugerido por la A.O.A.C. (44).

A los resultados obtenidos de las determinaciones de las propiedades químicas, se les hizo un análisis de varianza (ANDEVA) utilizando el paquete SAS (43).

RESULTADOS.

PROPIEDADES FISICAS.

La evaluación de las características físicas en todos los ensilados fue de manera subjetiva y comparada con los criterios presentados en el Cuadro 3. En los microsilos al abrirlos para ser muestreados, se encontró una contaminación superficial por hongos, que fue retirada, sin ser identificado el género. La presencia de hongos se observó en los ensilados tratados con el probiótico, como en los testigos y esto no afectó las características físicas de los ensilados.

El color que se percibió al abrir la totalidad de los microsilos fue ácido " agrio " y ligeramente más intenso en los ensilados con probiótico. El color del material tuvo una variación entre verde claro a verde amarillento y su textura fibrosa en todos los casos.

PROPIEDADES QUIMICAS.

El promedio de pH registrado en los ensilados presentó una diferencia significativa ($P < 0.05$), el nivel de los testigos (3.66), y comparando esta diferencia de 1.08% menos ácido con los tratados (3.70). La concentración de **Acido Láctico** fue significativamente mayor en un 23.41% en los ensilados tratados (1.95%) comparativamente con los testigos (1.58%),. En cuanto al contenido de **Acido Acético** también presentó diferencia significativa, observándose un mayor contenido en un 20% en los ensilados tratados (0.48%) comparado con los testigos (0.40%) CUADRO 4.

Por el Método de Cromatografía de Gases utilizado, no se detectaron indicio de Acido Butírico, ni Acido propiónico.

La concentración de **Nitrógeno Amoniacoal**, no presentó diferencias significativas, está se encontró dentro del rango óptimo, tanto para los ensilados tratados (1.45%) como para los testigos (1.36%), no obstante se observa un contenido mayor del 6.27% en los tratados. CUADRO 4.

De los valores promedios de principios inmediatos del Análisis Químico Proximal, el contenido de **Materia Seca** fue similar en los ensilados tratados (19.27%) como en los testigos (19.25%). El contenido de **Fibra Cruda** presentó diferencia significativa ($P < 0.05$), esta diferencia se representa por un valor menor en un 8.25% en los ensilados tratados (26.45%) comparado con el de los testigos (28.83%). El contenido de **Proteína Cruda** no presenta diferencia entre los ensilados tratados (7.27%) y los testigos (7.25%). El valor de **Total de Nutrientes Digestibles**, presenta una diferencia significativa, siendo en un 2.06% mayor para los ensilados tratados (67.86%) comparado con el de los testigos (66.46%), por lo tanto la Energía Metabolizable también presenta un valor mayor en 2.55% en los tratados (2.45 Mcal/kg) comparado con los testigos (2.40 Mcal/kg) CUADRO 5.

De los valores promedios obtenidos del Análisis de Fracciones de Fibra (Van Soest). El contenido de **Fibra Neutro Detergente** fue similar en los ensilados tratados (58.68%) y el de los testigos (58.34%). El porcentaje de **Contenido Celular** fue mayor en un 2.08% en los ensilados tratados (42.31%) comparado con el obtenido en los testigos (41.43%) sin que esto implicara una diferencia significativa.

Mientras que el valor obtenido de **Lignina** fue mayor en un 11.54% en los ensilados tratados (5.37%) y en los testigos (4.75%), sin embargo, esta diferencia no fue significativa, como se observa en el CUADRO 6.

Tanto el contenido de **Celulosa y Hemicelulosa** se observa una diferencia significativa ($P < 0.05$) presentándose un valor menor en un 1.03% en los ensilados tratados (27.95%) comparado con el de los testigos (28.24%) Por su parte, el contenido de Hemicelulosa fue menor en un 5.72% en los ensilados tratados (20.42%) comparado con el del testigo (21.66%) como se indica en el CUADRO 6.

Luther (25) lo mismo ha sido reportado con ensilados de pastos inoculados con L. plantarum por Mayne (26).

Una de las razones por las cuales, no se observó una marcada diferencia en los niveles de pH entre los ensilados, pudo deberse a que no se detectaron otros ácidos grasos que se producen durante el proceso fermentativo como el ácido propiónico y valerico entre otros, con lo cual se podría explicar mejor esta condición.

Han sido obtenidos ensilados más ácidos sin la adición de probióticos, cuando éstos son elaborados con maíz poco maduro (grano en estadio lechoso), debido a su alta concentración de carbohidratos solubles Morrison, F. B. y William, A. H (34).

Sin embargo, el nivel de pH en ambos ensilados puede ser considerado dentro del rango normal para ensilajes, bajo condiciones ideales de conservación y se encuentran por debajo de los niveles descritos por Shimada, citado por Avila (1), Noguera (37), así como de Breirem y Ulvesli, 1954, citado por Luther (25), como puede observarse en el CUADRO 7.

La concentración de ácido láctico fue mayor en un 23.41% en los ensilados con el inoculante microbiano comparado con los testigos, estas diferencias en el contenido de ácido láctico han sido mencionadas por Ely, L. O. 1980 y Drake, 1983, en ensilados de alfalfa con inoculante microbiano, citados por Luther(25) y por Kung, L. Jr., Satter, L. D. y Jones, B. A., (22). Mientras que en otros informes el contenido de ácido láctico ha sido similar en ensilados de maíz tratados con probiótico y los testigos (4, 25, 47), al igual que en ensilados de pastos reportados por Mayne (26).

El contenido de ácido láctico tanto de los ensilados tratados como el de los ensilados testigos, esta dentro del rango aceptable para ensilajes con una fermentación láctica, así como un ensilado de buena calidad y por debajo de lo descrito por Shimada, citado por Avila (1), Breirsm y Ulvesli, 1954, citado por Luther (25) y Noguier (37) CUADRO 7.

El contenido de ácido acético se encontró en el rango óptimo en ambos ensilados como se observa en el CUADRO 7 y corresponde a ensilajes de buena calidad Mc Culloung, 1978; citado por Wittenberg (47), Breirem y Ulvesli, 1954, citados por Luther, (25). Por otra parte han sido registrados niveles bajos de ácido acético y butírico en ensilados de pastos con L. plantarum (36). Al igual que Kung, L. Jr. Satter, L. D. y Jones, B. A., reportan niveles bajos de ácido acético en ensilados de alfalfa inoculados con L. plantarum y P. acidilactici (22).

Se asume que no se presentaron fermentaciones secundarias indeseables, porque el contenido de ácido acético no rebasó los rangos normales encontrados en ensilados de buena calidad (37). El que no se detectará indicio alguno de ácido butírico, es probable que el inoculante pudo inhibir que se presentaran fermentaciones indeseables por Clostridios (21)

El contenido de Nitrógeno Amoniacal para ambos ensilados estuvo dentro del rango ideal para ensilados de calidad, con mínima degradación proteolítica (1, 37). Ver Cuadro 7

El contenido de Materia Seca fue similar en ambos ensilados tratados y testigos, y coinciden a los reportados por Nesbakken y Broch- Due (36) en ensilados de pastos. Por otra parte han sido observados contenidos de materia seca

mayores en ensilados de maíz comparado con en el forraje antes de ensilarlo (4, 25) y en ensilados de alfalfa y pastos (10, 26).

La disminución del 8.25% en el valor de Fibra Cruda en los ensilados tratados con el probiótico comparada con los testigos, hace suponer que se presentó una mayor transformación de los carbohidratos estructurales constituyentes de la Fibra Cruda en ácido láctico y otros ácidos grasos (19, 38).

Por otra parte el contenido de Proteína Cruda, fue similar entre los ensilados, y coinciden a los reportados por otros investigadores que indican que el contenido de proteína cruda fue similar en los ensilados tratados con probiótico y los testigos (23) al igual que Waldo y Goering, 1976 y Krause y Clanton, citados por Burghardi et. al. (4). Mientras que Bolsen, K. K., Lin, C. C. y colaboradores, indican que en ensilados con inoculante microbiano se presentó un incremento del contenido de proteína cruda (3).

El valor de TND fue mayor en un 2.06% en los ensilados tratados por lo tanto el aporte de energía es mayor de los principios inmediatos y es muy posible que se deba al efecto del inoculante.

No se presentó diferencia en el contenido de Fibra Neutro Detergente, estos mismos resultados fueron obtenidos por otros autores, en ensilados de alfalfa donde no se presenta diferencia alguna entre los ensilados (22).

En cuanto al Contenido Celular, tanto en los ensilados tratados y testigos fue similar, aun cuando se observa un valor mayor en un 2.08% en los tratados.

El contenido de Fibra Acido Detergente, tampoco presentó diferencias significativas y coincide con los datos reportados en la literatura (22, 47).

La diferencia en el contenido de Celulosa que fue de 1.03% menor en los ensilados tratados con el inoculante se debió posiblemente a que fueron utilizados estos carbohidratos por las bacterias inoculadas (34, 37). De la misma manera el contenido de Hemicelulosa fue menor en un 5.72% para los ensilados tratados, lo cual indica que, al igual que la celulosa, pudieron ser utilizados como sustrato por las bacterias durante la fermentación, ya que ambos constituyen a la fibra del forraje (33, 38).

CONCLUSIONES.

Las propiedades físicas no se vieron afectadas negativamente por la adición del inoculante microbiano, ambos ensilados tenían características apropiadas para ser utilizados en la alimentación animal.

En cuanto a las propiedades químicas, que pese a que el inoculante microbiano aumentó el contenido de ácido láctico y de ácido acético, no se observó una diferencia más amplia en los niveles de pH, por lo que se recomienda que en estudios futuros sean determinados el contenido de Carbohidratos solubles, así como también se realice una evaluación del ensilado durante la fase de fermentación y el conteo de colonias bacterianas, ya que estos factores determinan el tipo de fermentación y el nivel de pH en el ensilado. La Composición Química del ensilado tratado con el inoculante se vio afectada parcialmente en algunos principios inmediatos (Fibra Cruda, Total de Nutrientes Digestibles y Energía Metabolizable). Sin embargo, esta modificación deberá ser evaluada en trabajos posteriores en pruebas de digestibilidad. En cuanto a los valores de Fracciones de Fibra, se observa que hay una diferencia en los porcentajes de carbohidratos estructurales como son la celulosa y la hemicelulosa, lo que puede ser atribuible a la acción aditiva del inoculante microbiano. No obstante, también se recomienda realizar estudios más completos de digestibilidad.

Se observó que las Propiedades Físicas y Químicas tanto en los ensilados tratados y testigos están dentro de los rangos aceptables para ensilados con condiciones favorables de conservación y la mejora en algunos de los componentes químicos deberá de ser comparada con el

costo implicado al adicionar un inoculante al forraje a ensilar, ya que a nivel de campo el costo del inoculante por tonelada de forraje de maíz es de N\$5.22 que representa el 0.5% y deberá ser agregado al costo de producción del ensilado, al emplearse en la alimentación de rumiantes. Por lo tanto la decisión de utilizar inoculantes microbianos como aditivos para tratar de mejorar las condiciones de conservación así como la calidad de los componentes químicos de los forrajes ensilados es de ayuda. Sin embargo, deben de tomarse en cuenta la calidad del forraje utilizado, la técnica empleada, de acuerdo con las necesidades del productor y además de las condiciones climatológica de la región.

LITERATURA CITADA

- 1.- Avila, G. E., Shimada, M. A. S. y Llamas, L. G.: Anabólicos y Aditivos en la Producción Pecuaria, Consultores en Producción Animal, S.C., México, D. F., 1990.
- 2.- Avila, T. S.: Producción Intensiva del Ganado Lechero. CECSA, México, D.F., 1984.
- 3.- Bolsen, K. K., Lin, C. C., Brent, B. E., Feyerherm, A. M. and Urban, J. E., Aimutis, W. R.: Effect of silage additives on the microbial succession and fermentation process of alfalfa and corn silage. J. Dairy Sci., 11:3066-3083 (1992).
- 4.- Burghardi, S. R., Goodrich, R. D. and Meiske, J. C.: Evaluation of Corn Silage Treated with Microbial Additives. J. Anim. Sci. 50: 729-736 (1980).
- 5.- Castellanos, R. A., Llamas, L. G. y Shimada, M. A. S.: Manual de técnicas de Investigación en Ruminología, Consultores en Producción Animal, S.C., México, D. F., 1990.
- 6.- Castrejon, P.F.A.: Métodos para determinar la fibra en forrajes y su importancia nutricional. Memorias "Las Unidades Empanzonantes como alternativa para evaluar el consumo en los rumiantes" 1991, pag. 3, 9. Coordinación de Educación Continua. UNAM. Universidad de Colima, 1991.
- 7.- Corah, R. L.: Rumen function enhancements: Ionophores, Buffers, Probiotics. Bovine Proc., 23:15 (1986).
- 8.- De Alba, J.: Alimentación del ganado en América Latina, 2a ed. La Prensa Mexicana, México, D. F., 1971.

- 9.- De la Cruz, C. I.: Coportamiento de Ensilajes a partir de Mango (M. indica var. criolla) , Limón (C. aurantifolia) y Rastrojo de Mañiz con o sin la adición de melaza/urea. Tesis. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM, México, D.F. 1990.
- 10.- Ely, L. O., Sudweeks, M. and Moon, N. J.: Inoculation with Lactobacillus plantarum of alfalfa, corn, sorghum and wheat silages. J. Dairy Sci., **64**: 2378-2387 (1981).
- 11.- Esmail, S. H. M.: Fermentation studies on inoculated grain sorghum and soybean silage. Agribio. Res., **2**:95-102 (1990).
- 12.- Flores, M. J. A.: Bromatología Animal, 2a ed., LIMUSA, México, D. F., 1980.
- 13.- García, E.: Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen, Inst. de Geografía, México, D. F., 1981.
- 14.- Garza, F. J. D., Bernal, S. M. G., Gonzalez, R. F. y Shimada, M. S. A.: Ensilaje de Planta Completa o de Cañuela de Maíz como Fuentes de Forraje para Vaquillas Holstein. Téc. Pec. Méx., **39**: 7-12 (1975).
- 15.- Godeau, J. M., Gillet, Y. and De Dryver, G.: Mesure continue al 'aide d'une electrode specifique de la concentration en amonium daus le rumen de la torie. Ann. Med. Vet., **130**: 521-526 (1986).

- 16.- Gordon, H., Derbyshire, J.C., Wisenian, G. H. and Jacobson, C. W.: Variations in initial composition of orchard grass in relation to silage composition and feeding value. J. Dairy Sci., 46: 308-312 (1982).
- 17.- Harrison, J. H. and Fransen, S.: Field Guide for Hay and Silage Management in North America. NFIA "The New Idea" Assoc., 1990.
- 18.- Henderson, N.: Silage Additive. Anim. Feed Sci. Tech., 45: 35-36 (1993).
- 19.- Hillman, D. and Fox, G. D.: Nutrient Content of Corn Silage, Farm Science Extension Bulletin E-1139. Cooperative Extension Service, Michigan State University.
- 20.- Hoing, H., Schild, D. J., Daenicke, R.: Effect of Inoculant in Maize Silage-Fermentation, Losses and Aerobic Stability. Grass Forrage Res. (Abstr.), 64: 198 (1994).
- 21.- Hughes, H. D., Heat, E. M. y Metcalfe, D. S.: Forrajes. Continental, 12a ed., México, D.F. 1985.
- 22.- Kung, L. Jr., Satter, L. D. and Jones, B. A.: Microbial Inoculation of Low Moisture Alfalfa Silage. J. Dairy Sci., 70: 2069-2077 (1987).
- 23.- Kung, L. Jr., Chen, J. H., Kreck, E. M. and Knutsen, K.: Effect of Microbial Inoculant on the Nutritive Value of Corn Silage for Lactating Dairy Cows. J. Dairy Sci., 76: 3763-1770 (1993).

- 24.- López, J. Jorguensen, N. A., Larson, H. J. and Neidermier : Effect of nitrogen source stage of maturity and fermentation time and pH and organic acid production in corn silage. J. Dairy Sci., 53: 498-500 (1971).
- 25.- Luther, M. R.: Effect of Microbial Inoculation of Whole-plant Corn Silage on Chemical Characteristics, Preservation and Utilization by Steers. J. Anim. Sci., 63: 1329-1336 (1986).
- 26.- Mayne, C. S.: An Evaluation of an Inoculant of (Lactobacillus plantarum) as an Additive for Grass Silage for Dairy Cattle. Anim. Prod., 51: 1-13 (1990).
- 27.- McCullough, M.: Feeding quality silage. Anim. Nutrition Health, 5: 30-35 (1984).
- 28.- Mc Donald, P., Edwards, R. A. and Greenhalgh, J. F. D.: Animal Nutrition. Oliver and Boyd, Edimburgh, 1969.
- 29.- Mc Donald, P.: The Biochemistry of silage. Jhon Wily and Sons, England, 1981.
- 30.- Meeske, R., Ashbell, G., Weinberg, Z. G. and Kipnis, T.: Ensiling Forage sorghum at two stage of maturity with the addition of lactic acid bacterial inoculants. Anim. Feed Sci. Tech., 65: 165-175 (1993).
- 31.- Moon, N. J., Ely, L. O. and Sudweeks, M.: Inoculation with Lactobacillus plantarum of alfalfa, sorghum silages. J. Dairy Sci., 63:150 (1980).

- 32.- Moran, J. P., O'Kiely, P., Wilson, P. K. and Crombie-Quilty, M. B.: Enumeration of lactic acid bacteria on silage fermentation. I. Grass Anim. Prod. Assoc. J., 24:46-55 (1990).
- 33.- Morfin, L. L.: Manual del Laboratorio de bromatología, FES-CUATITLAN, México, D. F., 1980.
- 34.- Morrison, F. B. y William, A. H.: Alimentos y Alimentación del ganado. UTEHA, Tomo I. México, D.F., 1980.
- 35.- Morrison, M. I. T.: Ensilaje para producción de leche. Agropecuaria Hemisferi Sur, Montevideo, Uruguay. 1981.
- 36.- Nesbakken, T. and Broch-Due, M.: Effect of a Comercial Inoculant of Lactic Acid Bcterial on the Composition of Silage made from Grasses of Low Dry Matter Content. J. Sci. Food Agric., 54: 177-190 (1991).
- 37.- Noguer, M. J. M. y Valles, C. A.: El ensilado y sus ventajas. Campo, 1102:3-16 (1984).
- 38.- Ortega, C. E.: Factores que afectan la digestibilidad del alimento en rumiantes, Vet. Méx., 18: 55-59 (1987).
- 39.- Pederson, K. L., Gustausson, A. K.: Soil Grassland animal relationshipsp. Proceeding of 13th General Meeting the European Grassland Federation, Banska Bystrica, Czechoslovakia, 1990, 231-235. Edited by Garbocik, N. Kraicovic V., Zimkova, M., Czechoslovakia, 1990.

- 40.- Raymond, F., Redman, P. and Waltham, R.: Forage Conservation and Feeding 4th. FARMING PRESS LTD. Great Britain, 1986.
- 41.- Shimada, M. S. A.: Empleo de forrajes de corte ensilados en la alimentación de rumiantes (2a parte). INIP. SARH., Fascículo 4, (1981).
- 42.- Shimada, A. S., Wilson, L. L. and Harpster, H. W.: Digestibilidad de ensilajes de Cañuela para carneros. Rev. Cub. Ciencias Agric., 18: 149 (1984).
- 43.- Snedecor, G. W. Cochran, W. G.: Statistical Methods, 6th Ames, Iowa, 1976.
- 44.- Tejada, I.: Manual de Laboratorio para el análisis de ingredientes utilizados en la alimentación animal, Sistema de Educación Continua en Producción Animal. A.C., México, D.F., 1992.
- 45.- Torriani, S., Dellaglio, F.: Lactic acid bacteria for ensiled forage. Inf. Agrar., 46:51-55 (1990).
- 46.- Urrutia, M. J., Martínez, R. L. y Shimada, M. S. A.: Valor nutritivo del rastrojo de maiz y ensilaje de maiz, con y sin mazorca tratados con NaOH, para borregos en crecimiento. Téc. Pec. Méx., 1003: 7-15 (1980).
- 47.- Wittenberg, K. M., Ingalls, J. R. and Delvin, T. J.: The Effect of Lactobacteria Inoculation on Corn Silage,

Preservation and Feeding Value for Growing Beef Animals and Lamb. Can. J. Anim. Sci., 63: 917-924 (1983).

48.- Wohlt, J. E.: Use of Silage Inoculant to Improve Feeding Stability and Intake of a Corn Silage.

49.- Woolford, K.: The silage fermentation, Marcel Dekker Inc., New York, USA., 1984.

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

CUADRO 1. POBLACION GANADERA DE LOS ULTIMOS TRES AÑOS**NUMERO DE CABEZAS (POBLACION NACIONAL)**

ANO	BOVINOS	OVINOS	CAPRINOS
1990	32,054,300	5,846,000	10,438,999
1991	31,823,000	6,003,000	10,722,000
1992	32,417,000	5,943,000	10,664,000
1993*	29,782,226	5,844,538	8,741,110

* PRELIMINAR.

FUENTE: BANCO DE MEXICO Y DELEGACION SARH, PROGRAMA NACIONAL PECUARIO, 1994.

CUADRO 2. PRODUCCION AGRICOLA.**VOLUMEN (MILES DE TONELADAS)**

PRODUCTO	1991	1992
MAIZ	1,421,705	1,305,690
FORRAJES Y PASTURAS	15,816	30,493

FUENTE: SARH, SUBSECRETARIA DE PLANEACION, DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICA.

CUADRO 3. CALIDAD DEL ENSILADO A PARTIR DE LA EVALUACION DE LAS CARACTERISTICAS DE OLORES Y COLOR DEL MATERIAL

CARACTERISTICA	CRITERIO	CALIFICACION
COLOR	VERDE AMARILLENTO	ENSILADO BIEN CONSERVADO Y DE BUENA CALIDAD, APTO PARA EL GANADO
OLOR	LIGERAMENTE ACIDO O A FRUTAS	
COLOR	PARDO CON MANCHAS	ENSILADO CON AEREACION EXCESIVA, NO ES NOCIVO, SIN EMBARGO ES DE POBRE VALOR NUTRITIVO
OLOR	TABACO O CAMELO	
OLOR	VINAGRE	ENSILADO PRODUCTO DE UNA FERMENTACION ACETICA, ES POCO APETITOSO Y SI SE SUMINISTRA EN GRANDES CANTIDADES RESULTA TOXICO PARA EL GANADO
COLOR	VERDE OSCURO	SE DEBE DESCONFIAR DE ESTOS ENSILADOS YA QUE SON RICOS EN ACIDO BUTIRICO Y SON POCO APETITOSOS PARA EL GANADO
OLOR	INODORO	

HUGHES, 1984 Y NOGUER, 1985

CUADRO 4. VALORES DE pH, CONCENTRACION DE ACIDO LACTICO, ACIDO ACETICO Y NITROGENO AMONIAL EN LOS MICROENSILADOS.

CARACTERISTICA	ENSILADO CON PROBIOTICO *	ENSILADO TESTIGO *
PH	3.70± 0.05 a	3.68± 0.06 b
ACIDO LACTICO %	1.95± 0.40 a	1.58± 0.42 b
ACIDO ACETICO %	0.48± 0.06	0.40± 0.90
NITROGENO AMONIAL %	1.36± 0.17	1.45± 0.13

* VALORES MEDIOS EXPRESADOS EN BASE HUMEDA, 18 OBSERVACIONES.

a, b LITERALES DISTINTAS EN RENGLONES, SIGNIFICATIVAMENTE DIFERENTES (P<0,05)

CUADRO 5. COMPARACION DE COMPONENTES NUTRITIVOS DEL ANALISIS QUIMICO PROXIMAL ENTRE LOS MICROENSILADOS.

CARACTERISTICA	ENSILADO CON PROBIOTICO *	ENSILADO TESTIGO *
MATERIA SECA %	19,27± 1,84	19,25± 2,40
PROTEINA CRUDA %	7,27± 0,40	7,25± 0,41
FIBRA CRUDA %	26,45± 0,88 a	28,83± 1,33 b
T. N. D. (1)	67,86± 2,61 a	66,46± 1,16 b
E. M. MCAL/KG 2	2,45± 0,09	2,40± 0,04

1 TND = TOTAL DE NUTRIENTES DIGESTIBLES.

2 E. M. = ENERGIA METABOLIZABLE EN MEGACALORIAS POR KILOGRAMO DE MATERIA SECA.

* VALORES MEDIOS EXPRESADOS EN BASE 100% MATERIA SECA, 18 OBSERVACIONES.

a, b LITERALES DISTINTAS EN RENGLONES, SIGNIFICATIVAMENTE DIFERENTES (P<0,05).

CUADRO 6. COMPARACION DE FRACCIONES DE FIBRA ENTRE LOS MICROENSILADOS.

CARACTERISTICA	ENSILADO CON PROBIOTICO *	ENSILADO TESTIGO *
F. N. D. % (1)	58.68± 1.61	58.34± 1.42
CONTENIDO CELULAR %	42.31± 1.61	41.43± 1.43
F. A. D. % (2)	33.50± 8.70	33.38± 9.08
LIGNINA %	5.37± 1.16	4.75± 1.35
CELULOSA %	27.95± 0.76 a	28.24± 1.42 b
HEMICELULOSA %	20.42± 1.40 a	21.66± 1.06 b

1 FND= FIBRA NEUTRO DETERGENTE

2 FAD= FIBRA ACIDO DETERGENTE.

* VALORES MEDIOS EXPRESADOS EN BASE 100% MATERIA SECA, 18 OBSERVACIONES.

a, b LITERALES DISTINTAS EN RENGLONES, SIGNIFICATIVAMENTE DIFERENTES (P<0.05).

CUADRO 7. COMPOSICION QUIMICA DE UN ENSILADO.

CARACTERISTICAS	SHIMADA (1)	BREIRSM (25)	NOGUER (37)
PH	3.8 A 4.3	4.2	4.5
ACIDO LACTICO %	> 3.0	1.5 A 2.5	> 3.0
ACIDO ACETICO %	—	0.5 A 0.8	< 0.5
ACIDO BUTIRICO %	< 1.0	< 0.1	< 0.3
N. AMONICAL %	< 15.0	< 5.0	< 10.0

(1) SHIMADA, 1990, CITADO POR AVILA Y COL. 1990. (25) BREIRSM Y ULVESLI, 1954. CITADOS POR LUTHER 1986
(37) NOGUER Y VALLES 1984.