



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

## **COMPARACION DE DIFERENTES ADITIVOS EN LA PRESERVACION DE ENSILADOS DE AVENA (AVENA SATIVA)**

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA  
BIBLIOTECA - UNAM

### **T E S I S**

PRESENTADA ANTE LA DIVISION DE  
ESTUDIOS PROFESIONALES DE LA  
FACULTAD DE MEDICINA VETERINA-  
RIA Y ZOOTECNIA DE LA UNIVERSIDAD  
NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
PARA LA OBTENCION DEL TITULO DE  
**MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

P O R  
ARTURO VAZQUEZ AGUILAR

ASESORES:

M. V. Z. JOSE LUIS LAPARRA VEGA  
M. V. Z. HUMBERTO TRONCOSO ALTAMIRANO



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.

## DEDICATORIA .

El presente trabajo, lo dedico a mis padres por darme todo el apoyo a lo largo de mis estudios.

A mi hermano.

A Indio.

A mis asesores, por su orientación en el desarrollo de esta investigación.

A Comercial Reka y Laboratorios Ciba-Geigy, por proporcionar los --  
aditivos utilizados en este trabajo.

Y a todas las personas que de una manera u otra, intervinieron en la realización de este trabajo.

## CONTENIDO

	<u>Página</u>
RESUMEN.....	1
INTRODUCCION.....	3
OBJETIVO.....	9
MATERIAL Y METODOS.....	10
PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL.....	10
METODOS QUIMICOS.....	11
METODOS ESTADISTICOS.....	11
RESULTADOS Y DISCUSION.....	13
CONCLUSION.....	28
LITERATURA CITADA.....	29

## LOCALIZACION DE CUADROS

### Página

Cuadro 1. Composición química del forraje de avena evaluado al día 0 de fermentación.....	15
Cuadro 2. Composición química del forraje de avena evaluado al día 45 de fermentación.....	16
Cuadro 3. Cambio en el porcentaje de nitrógeno amoniacal (N-NH <sub>3</sub> ) en el forraje de avena durante la fermentación y la influencia de diferentes tratamientos.....	19
Cuadro 4. Cambio en el valor de pH en el forraje de avena durante la fermentación y la influencia de diferentes tratamientos.....	21
Cuadro 5. Cambio en el porcentaje de ácido láctico en el forraje de avena durante la fermentación y la influencia de diferentes tratamientos.....	25
Cuadro 6. Cambio en el porcentaje de materia seca en el forraje de avena durante la fermentación y la influencia de diferentes tratamientos.....	26
Cuadro 7. Cambio en el porcentaje de proteína cruda en el forraje de avena -- durante la fermentación y la influencia de diferentes tratamientos.....	27

## LOCALIZACION DE FIGURAS

	<u>Página</u>
Gráfica 1. Representación del cambio del día 0 al 45 en la concentración del nitrógeno amoniacal ( $N-NH_3$ ) en los diferentes ensilados durante la fermentación.....	17
Gráfica 2. Representación del cambio del día 0 al 45 en el pH de los diferentes -- ensilados durante la fermentación.....	20
Gráfica 3. Representación del cambio del día 0 al 45 en la concentración del ácido láctico en los diferentes ensilados durante la fermentación.....	24

## RESUMEN

VAZQUEZ AGUILAR ARTURO. Comparación de diferentes aditivos en la preservación de ensilados de avena (Avena sativa) (bajo la dirección de: José Luis Laparra Vega y Humberto Troncoso Altamirano).

Se ensiló forraje de avena con un contenido de materia seca de aproximadamente 30%, para determinar el valor como preservadores de ensilados de varios aditivos, siendo utilizados como tales: ácido propiónico, lactobacilos, bacitracina de cinc y cloruro de sodio, contándose además con un lote testigo.

Para evaluar la calidad del forraje, a éste se le determinó: materia seca, proteína cruda, nitrógeno amoniacal, ácido láctico y pH en 2 tiempos diferentes de fermentación (día 0 y día 45).

En la evaluación del día 0 de fermentación, el ensilado adicionado con ácido propiónico, tuvo un pH menor al resto de los ensilados. En cuanto a materia seca, proteína cruda y nitrógeno amoniacal, todos los ensilados presentaron valores similares.

Al evaluar el día 45 de fermentación, las similitudes entre los ensilados en lo referente a materia seca y proteína cruda se mantuvieron, no así con la concentración de nitrógeno amoniacal, el cual estuvo presente en pequeñas concentraciones en el ensilado con adición de ácido propiónico, mientras que el valor para el resto de los ensilados llegó a cuatruplicarse.

El valor del pH también sufrió cambios conforme transcurrió la fermentación, ya que en todos los ensilados presentó una reducción, pero el ensilado adicionado con ácido propiónico, se mantuvo como el de menor valor entre ellos.

Con respecto a los niveles de ácido láctico, todos los ensilados -- mostraron variación al elevar la concentración hasta 3 veces, compa-- rados con la primera evaluación, excepto el adicionado con ácido -- propiónico. Sin embargo fué éste el que evidenció las concentracio-- nes más altas entre todos los ensilados.

Se concluye, que de los tratamientos comparados, la adición de áci-- do propiónico al forraje de avena, tiene un efecto benéfico al pre-- servir las cualidades nutritivas del citado forraje.

## INTRODUCCION

En la mayoría de las regiones en donde la época de crecimiento activo de la hierba se ve limitado por factores climáticos, un problema común es el de no disponer de forraje en cantidades suficientes para la alimentación del ganado durante el invierno, ya que el pastoreo en esta estación no cubre integralmente las necesidades alimentarias de los animales, siendo necesario el almacenaje de alimentos.

Existen básicamente dos métodos para conservar el forraje, los cuales son el ensilaje y la henificación. Sin embargo el ensilaje -- ha llegado a ser popular debido a las ventajas que éste metodo presenta sobre el segundo, entre las que se mencionan: la conservación de mayor cantidad de principios nutritivos para la alimentación de los animales; la adquisición de menos alimentos complementarios, especialmente alimentos concentrados ricos en proteínas (dependiendo desde luego del tipo de forraje almacenado) y menos riesgos en su -- elaboración frente a las inclemencias del tiempo (18).

El ensilaje es un proceso fermentativo anaerobio que preserva el forraje por acidificación (13), siendo el material alimenticio -- obtenido el ensilado.

Para lograr un buen ensilado se deben lograr y mantener las condiciones apropiadas, buena compactación del forraje, bajas concentra ciones o ausencia de oxígeno; además de niveles disponibles adecuados de glúcidos hidrosolubles (glucosa, fructosa y sacarosa básicamente), para que se desarrollen óptimamente las bacterias ácido-lácticas, que son bacterias que se encuentran profusamente distribuidas

en la naturaleza, siendo estas bacterias las que a partir de los --  
glúcidos producen ácido láctico (29). Este ácido junto con el acético  
y el propiónico son los encargados de realizar la preservación.  
Pero además el forraje contiene bacterias del género Clostridium, -  
las cuales son bacterias indeseables que utilizan los glúcidos y el  
ácido láctico para formar ácido butírico y también degradan las proteí  
nas a amoníaco, este neutraliza parte del ácido láctico produ---  
ciendo un ácido inestable que continúa descomponiéndose, resultando  
de ello un ensilado desagradable y de mal olor. La actividad de los  
clostridios puede ser evitada con la acidez (8, 12). Esta acidez se  
puede lograr también con la utilización de aditivos (que son estímul  
antes o inhibidores de la fermentación) de diferentes maneras: por  
acidificación directa (adición de ácidos como el clorhídrico, fórmic  
o, propiónico), con auxiliares de la acidificación (como cultivos  
de bacterias) y con preservadores (como los antibióticos). Sin em--  
bargo los resultados son generalmente variables.

Virtanen (26), en la primera información acerca de aditivos; -  
mencionó que la adición de una mezcla de ácido sulfúrico y ácido --  
clorhídrico a forraje verde, inhibía casi totalmente a las bacte---  
rias productoras de ácido butírico. Sin embargo la actividad corro-  
siva de estos ácidos minerales dañaban el silo y el equipo, además  
de ocasionar trastornos digestivos en el ganado, razones por las --  
cuales dichos ácidos fueron sustituidos por otros más débiles (como  
el propiónico).

Yu Yu y Thomas (32), han informado que en ensilados de alfalfa adicionada con ácido propiónico, el deterioro del forraje ha sido re-ducido, así como también se observó una significativa mejora en el nitrógeno digestible, en comparación a la adición de isobutirato de amonio, una mezcla de éste con formaldehído y un testigo.

Por otro lado Whelan y Leffel (30), informaron que en trabajos con alfalfa, los ensilados testigos, mostraron ser significativamente mejores en cuanto a proteína cruda, en comparación a los ensilados tratados con ácido propiónico. También se tienen noticias de tra-bajos con forraje de maíz, pasto orchard y alfalfa en los que se adi-cionó ácido propiónico y éste resultó ser el más efectivo inhibidor de crecimiento de hongos, comparado con cloruro de sodio, una mezcla de ácido acético con ácido propiónico, isobutirato de amonio y un --testigo (11). Se piensa que la función del ácido propiónico es la --de acidificar la masa o influir directamente sobre la población bac-teriana (5). Sin embargo, para lograr esto se deben de manejar ade--cuadamente las concentraciones de ácido (4).

La utilización de lactobacilos es dudosa, debido a los diferen-tes resultados obtenidos. En trabajos con ensilados de alfalfa, pas-to orchard y forraje de maíz, inoculados con lactobacilos, no se en-contraron diferencias entre los ensilados tratados y los testigos --(27). Por otro lado se han informado incrementos en la recuperación de materia seca y proteína cruda en los ensilados de alfalfa, inocu-lados con lactobacilos, aunque la recuperación de nutrientes en los ensilados de forraje de sorgo y maíz, no fueron afectados por la --adición de inóculo (9). Contrario a lo anterior, Moon, et. al. (16)

mencionan que la inoculación con lactobacilos a los ensilados de alfalfa, forraje de maíz, sorgo y trigo, dió como resultado una elevación en el nivel del ácido láctico, en todos los ensilados tratados.

Ohyama (19), encontró que la inoculación con lactobacilos, no afectaba la calidad de los ensilados, pero observó que la inoculación y la adición de glucosa, tenía un efecto favorable al trabajar con ensilados de pasto rye italiano.

Aunque Moore (18), asevera que no es necesario inocular el material ensilado con cultivos productores de ácido láctico, ya que esto no mejora la calidad de los ensilados, sin embargo, Watson (29), asegura que la inoculación con lactobacilos será satisfactoria, siempre que los organismos encuentren un medio adecuado para su crecimiento o que se añada un glúcido fermentable al mismo tiempo.

Con respecto a los antibióticos, Dexter (7), proporcionó el primer informe acerca de su utilización, encontrando mejoras en color, aroma y preservación de proteína cruda en los ensilados adicionados con bacitracina de cinc, comparados con los adicionados con terramicina, penicilina, aureomicina y un testigo, al trabajar ensilados de alfalfa. También se han obtenido resultados con adiciones de bacitracina de cinc a ensilados de alfalfa y pasto bromo (20), en los cuales el deterioro del forraje fué reducido y la recuperación de materia seca incrementada, al compararlos con los testigos.

Rusoff (25), al informar sobre trabajos con trébol blanco, adicionado con bacitracina de cinc, el cual presentó buen aroma, incre

mentos en los niveles de ácido láctico, acético y propiónico y bajos en ácido butírico, comparados con adiciones de melaza, metabisulfito de sodio y un testigo, sugiere que la función de la bacitracina de cinc es la de inhibir o deprimir las formas esporuladas putrefactivas. Sin embargo, Becker, et. al. (2), observaron al ensilar forraje de mijo adicionado con bacitracina de cinc, clortetraciclina, oleandomicina, oxitetraciclina, penicilina, estreptomycin y un testigo, actividad proteolítica en todos los ensilados.

En trabajos con pasto Johnson no se encontraron diferencias -- significativas, en cuanto a pérdida de materia seca entre los ensilados adicionados con bacitracina de cinc y los testigos (22).

Meregalli (15), trabajando con ensilados de alfalfa adicionados con bacitracina de cinc, informó que éstos fueron de menor calidad -- que los testigos, al realizar la comparación respectiva.

Por otro lado, el cloruro de sodio se ha utilizado desde hace -- mucho tiempo por sus propiedades esterilizantes como preservador de heno y ensilados.

Se ha demostrado sin embargo, por el resumen informativo pre-- presentado por Watson y Nash (28), que su adición al forraje tiene poco valor sobre la población bacteriana.

Además tiene poco valor (11) para retardar la proliferación de hongos en comparación al ácido propiónico, isobutirato de amonio y un testigo, al adicionarlos en ensilados de forrajes de maíz y --- pasto orchard.

Moore (17) considera que la adición de cloruro de sodio no -- estimula la actividad bacteriana, ni actúa como antiséptico, tenien

do como único posible efecto el de hacer más apetecible el forraje. Sin embargo a pesar de estas observaciones, aún en la actualidad se continúa utilizando dicho compuesto como aditivo para ensilados.

### OBJETIVO

El objetivo del presente trabajo fué el de conocer si la adición de ácido propiónico, lactobacilos, bacitracina de cinc o cloruro de sodio es de beneficio para la preservación de forraje de avena cortado con aproximadamente 30% de materia seca.

### HIPOTESIS

La realización del trabajo se llevó a cabo basado en la siguiente hipótesis: la adición de ácido propiónico, lactobacilos, bacitracina de cinc y cloruro de sodio, estimulan un mejor patron de fermentación al producir una mayor acidificación.

### JUSTIFICACION

Debido a que los resultados obtenidos con la utilización de los aditivos descritos anteriormente son contradictorios, la justificación para llevar a cabo el presente estudio, fué la de aportar resultados para evaluar las propiedades preservadoras de dichos aditivos, pues actualmente se carecen de reportes de la utilización de ellos en México, utilizando forraje de avena.

## MATERIAL Y METODOS

## Procedimiento Experimental.

Se cosechó la parte aérea del forraje de avena (Avena sativa, - variedad Toluca), cuando éste se encontraba con aproximadamente 30% de materia seca, inmediatamente después se picó a un tamaño aproximado de 2 cms. y se le adicionó el tratamiento correspondiente antes de ensilarlo.

Se utilizaron los siguientes tratamientos: ácido propiónico --- a una dosis de 8 Kg. por tonelada de forraje verde, bacilos lácticos con un producto comercial (\*), utilizando la dosis que el fabricante recomienda: 0.1 Kg por tonelada de forraje verde, bacitracina de cinc (\*\*) a una dosis de 5 gramos por tonelada de forraje verde, cloruro de sodio a una dosis de 10 Kg. por tonelada de forraje verde y finalmente el lote testigo, el cual se maneja exactamente igual que los demás, pero a éste no se le agregó ningún aditivo.

Cada tratamiento se mezcló homogéneamente por separado en tinas de plástico con el forraje de avena, inmediatamente después se llenaron los microsilos previamente identificados con el tipo de tratamiento, número de muestra y día que sería muestreado.

Los microsilos fueron frascos de plástico con capacidad aproximada de 450 gramos de forraje verde, éstos fueron llenados y sella-

(\*) Culbac/Forage.- Lactobacillus sp. seco, producto de fermentación orgánica, ácido láctico, trigo y alga marina deshidratada. Fabricado por TransAgra Corporation, Memphis, Tennessee, U.S.A.

(\*\*) Bacitracina de cinc.- El contenido del material activo es del 10%. Fabricado por Comercial Reka, S. A.

dos, extrayendoles el aire con una bomba de vacío, posteriormente y para su almacenamiento se pasaron a un cuarto, el cual tenía una -- temperatura constante de aproximadamente 27 grados C.

Cumplido el tiempo de fermentación (día 0 o día 45), los microsilos fueron puestos en congelación a una temperatura de -10 grados C, para evitar fermentaciones posteriores, manteniendose de esa manera hasta el momento de llevar a cabo los análisis químicos correspondientes.

#### Métodos Químicos.

Para medir la calidad de los ensilados se les determinó metateria seca por medio del método de arrastre con tolueno ( 6 ); proteína cruda por el método de Kjeldahl ( $N \times 6.25$ ) (1) (A.O.A.C.); nitrógeno amoniacal ( $N-NH_3$ ) por destilación con vapor (3); determinación de ácido láctico como lo menciona Ramos (21) y medición de pH, con la utilización de un potenciómetro de marca Lamotte.

#### Métodos Estadísticos.

Cada una de las variables mencionadas se evaluó mediante un -- análisis de varianza y para el presente trabajo se utilizó un diseño factorial 5 x 2, o sea 5 tratamientos (ácido propiónico, lactobacilos, bacitracina de cinc, cloruro de sodio y el testigo) por 2 -- tiempos de fermentación (día 0 y día 45).

Cada tratamiento se hizo con 2 réplicas, por lo que el número total de microsilos fué de 20.

El modelo matemático se resume a la siguiente

fórmula:

$$Y_{ijk} = M + t_i + F_j + e_{ijk}$$

Donde:

$Y_{ijk}$  = observación en el k-esimo silo, en el j-esimo tiempo de fermentación del i-esimo tratamiento

$M$  = promedio de las observaciones

$t_i$  = efecto del tratamiento ( $i = 1, 5$ )

$F_j$  = efecto del tiempo de fermentación ( $j = 1, 2$ )

$e_{ijk}$  = error aleatorio de  $Y_{ijk}$  ( $k = 1, 2$ )

La diferencia entre los tratamientos, se determinó por medio de la prueba de Tukey como lo describe Gill (10).

## RESULTADOS Y DISCUSION

Los parámetros evaluados en el forraje, al inicio de la fermentación y como se esperaba, no mostraron diferencias estadísticamente significativas ( $P > 0.05$ ) entre los ensilados adicionados con algún preservador y el testigo, en cuanto a porcentajes de materia seca, proteína cruda y nitrógeno amoniacal, a excepción del ácido láctico (como se observa en el Cuadro 1).

Efectivamente, el forraje adicionado con ácido propiónico, mostró una diferencia estadísticamente significativa ( $P < 0.01$ ) con respecto a los demás ensilados, al tener una concentración mayor de ácido láctico que el resto de los forrajes, lo cual puede explicarse que fué debido al método utilizado para la determinación del ácido láctico, ya que ésta se efectuó indirectamente midiendo la acidez total y aplicando un factor de corrección, que pudo haber interferido en el resultado real de la concentración de ácido láctico, probablemente ocasionada por la similitud estructural que existe entre el ácido láctico y el propiónico, pues no es posible una diferencia de tal magnitud en la concentración del citado ácido, si aún no se había llevado a cabo ninguna fermentación.

En cuanto a los valores iniciales en el pH de los ensilados, éstos variaron entre 5.80 y 6.00, lo cual coincide con los resultados obtenidos por Britt y colaboradores (4), quienes mencionan que los forrajes frescos presentan un valor en el pH de 5.90, sin embargo estos investigadores utilizaron forraje de maíz; por otro lado Wing, *et. al.* (31) y Ely y colaboradores (9), también mencionan valores similares de 5.61 y entre 5.24 y 5.79 respectivamente, para -

forraje fresco de alfalfa, maíz, sorgo y trigo.

Solo el forraje adicionado con ácido propiónico fué diferente - ( $P < 0.01$ ) a los demás, al tener un pH de 4.47, similar al obtenido por Britt y colaboradores (4), quienes mencionan una acidez de 4.50 al trabajar con ensilados de maíz, adicionados con ácido propiónico. Lógicamente tal acidez es debida a la cantidad adicionada de ácido.

El Cuadro 2 muestra los datos obtenidos al realizar los análisis correspondientes en los forrajes, cumplido el tiempo de fermentación, que fué de 45 días.

Se encontraron diferencias estadísticamente significativas -- ( $P < 0.01$ ) entre los ensilados, en cuanto a concentración de nitrógeno amoniacal (como porcentaje del nitrógeno total), ya que el forraje adicionado con ácido propiónico presentó una concentración de este componente aproximadamente 4 veces menor que el resto de los ensilados, siendo el resultado obtenido en el presente trabajo de 5.81% similar al mencionado por Wing y colaboradores (31), quienes obtuvieron un porcentaje de nitrógeno amoniacal de aproximadamente 4.40% - (se considera que cuando el nitrógeno amoniacal como porcentaje del nitrógeno total, no excede del 8%, el forraje ensilado es de buena calidad, acompañado generalmente de un valor bajo en el pH).

En la gráfica 1 se aprecia claramente que aunque inicialmente - todos los forrajes eran similares en cuanto a concentraciones de nitrógeno amoniacal, al paso del tiempo e influenciados por el preservador adicionado, todos mostraron la misma tendencia de elevar los niveles del citado compuesto, pero mientras que el forraje adicionado con ácido propiónico finalizó con una pequeña concentración, los otros ensilados presentaron cantidades más elevadas.

Cuadro 1. Composición química del forraje de avena evaluado al día 0 de fermentación

Componentes	Tratamiento <sup>1</sup>				
	Testigo	Acido Propiónico	Lacto-bacilos	Bacitracina de cinc	Cloruro de sodio
pH	5.98 <sup>a</sup>	4.47 <sup>b</sup>	6.00 <sup>a</sup>	5.85 <sup>a</sup>	5.80 <sup>a</sup>
% de materia seca	27.60	28.00	28.00	28.00	27.60
% de proteína cruda	8.94	8.87	9.04	10.09	9.02
N-NH <sub>3</sub> <sup>2</sup>	1.59	0.80	1.13	1.73	2.34
% de ácido láctico	0.16 <sup>a</sup>	0.52 <sup>b</sup>	0.15 <sup>a</sup>	0.17 <sup>a</sup>	0.20 <sup>a</sup>

1 Cada valor es el promedio de 2 réplicas.

2 El nitrógeno amoniacal está expresado como porcentaje del nitrógeno total.

a,b Promedios en el mismo renglón con diferentes literales, son estadísticamente diferentes ( $P < 0.01$ ).

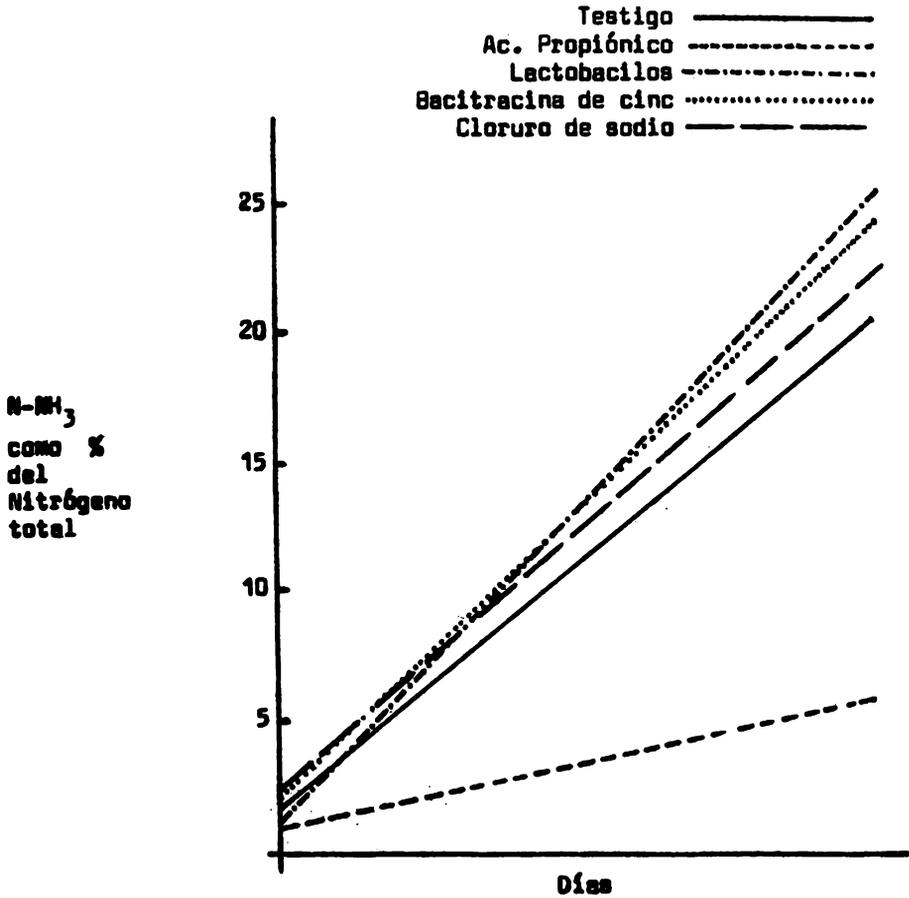
**Cuadro 2. Composición química del forraje de avena evaluado al día 45 de fermentación**

Componentes	Tratamientos <sup>1</sup>				
	Testigo	Acido Propiónico	Lacto-bacilos	Bacitracina de cinc	Cloruro de sodio
pH	5.10 <sup>a</sup>	4.40 <sup>b</sup>	4.83 <sup>a,b</sup>	5.00 <sup>a,b</sup>	5.25 <sup>a</sup>
% de materia seca	27.20	28.40	26.40	27.60	26.40
% de proteína cruda	8.62	8.10	9.16	9.21	9.80
N-NH <sub>3</sub> <sup>2</sup>	20.55 <sup>a</sup>	5.81 <sup>b</sup>	25.48 <sup>a</sup>	24.44 <sup>a</sup>	22.51 <sup>a</sup>
% de ácido láctico	0.45 <sup>a</sup>	0.63 <sup>b</sup>	0.45 <sup>a</sup>	0.46 <sup>a</sup>	0.38 <sup>a</sup>

1 Cada valor es el promedio de 2 réplicas.

2 El nitrógeno amoniacal está expresado como porcentaje del nitrógeno total.

a,b Promedios en el mismo renglón con literales diferentes, son estadísticamente diferentes ( $P < 0.01$ ).



Gráfica 1. Representación del cambio del día 0 al 45 en la concentración del nitrógeno amoniacal ( $N-NH_3$ ) en los diferentes ensilados durante la fermentación.

El Cuadro 3 contiene los datos del cambio del día 0 al día 45 de fermentación en los diferentes ensilados, ocurrido en el nitrógeno amoniacal.

Aunque el ensilado adicionado con ácido propiónico mostró el más bajo valor de pH (Cuadro 2), que fué de 4.40, similar al que informan Britt y colaboradores (4), quienes obtuvieron un pH de 4.38 (trabajando con forraje de maíz) y a los mencionados por Yu Yu y Thomas (32), quienes informan un valor de 4.75, utilizando ensilados de alfalfa, y Wing, et. al. (31), que obtuvieron un valor de 5.10, trabajando también con alfalfa, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ( $P > 0.05$ ), entre éste y los ensilados adicionados con lactobacilos (cuyo valor en el pH de 4.83, difiere a los valores informados por Ely y colaboradores (9), quienes obtuvieron resultados que van de 3.77 a 4.36, aunque trabajando con forrajes de alfalfa, maíz, sorgo y trigo) y bacitracina de cinc (que presentó un pH de 5.00, que es diferente a los obtenidos por Rusoff (23, 24) quien menciona valores de pH de 4.29 y 4.40, pero éste investigador trabajó con ensilados de trébol blanco), pero es notoria la diferencia ( $P < 0.05$ ) que el forraje tratado con ácido propiónico presenta con respecto al adicionado con cloruro de sodio (con pH de 5.25) y el testigo (que presentó un pH de 5.10).

En la gráfica correspondiente (2) se observa que si bien en todos los ensilados hubo reducción del valor del pH, conforme se llevaba a cabo la fermentación, el adicionado con ácido propiónico se mantuvo estable siempre y por debajo de los demás. El cambio en el pH sucedido durante la fermentación en los diferentes ensilados aparece en el Cuadro 4.

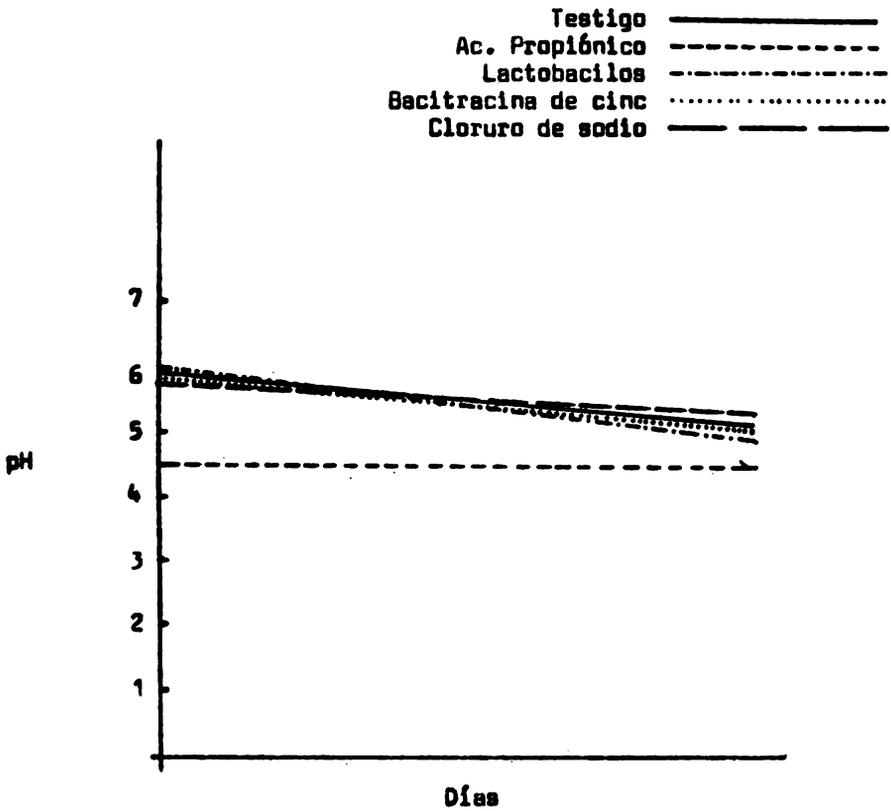
**Cuadro 3. Cambio en el porcentaje de nitrógeno amoniacal (N-NH<sub>3</sub>)<sup>2</sup> en el forraje de avena durante la fermentación y la influencia de - diferentes tratamientos.**

Tratamientos <sup>1</sup>	Tiempo de Almacenamiento (Días)		$\bar{X}$	Cambio del día 0 al 45
	0	45		
Testigo	1.59 <sup>a</sup>	20.55 <sup>b</sup>	11.07	+ 18.96
Acido Propiónico	0.80 <sup>a</sup>	5.81 <sup>b</sup>	3.31	+ 5.01
Lactobacilos	1.13 <sup>a</sup>	25.48 <sup>b</sup>	13.31	+ 24.35
Bacitracina de cinc	1.73 <sup>a</sup>	24.44 <sup>b</sup>	13.09	+ 22.71
Cloruro de sodio	2.34 <sup>a</sup>	22.51 <sup>b</sup>	12.43	+ 20.17

<sup>1</sup> Cada valor es el promedio de 2 réplicas.

<sup>2</sup> El nitrógeno amoniacal esta expresado como porcentaje del nitrógeno total.

a,b Promedios en el mismo renglón con diferentes literales son estadísticamente diferentes (P < 0.01).



Gráfica 2. Representación del cambio del día 0 al 45 en el pH de los diferentes ensilados -- durante la fermentación.

**Cuadro 4. Cambio en el valor del pH en el forraje de avena durante la fermentación y la influencia de diferentes tratamientos.**

Tratamientos <sup>1</sup>	Tiempo de Almacenamiento (Días)		$\bar{X}$	Cambio del día 0 al 45
	0	45		
Testigo	5.98 <sup>a</sup>	5.10 <sup>b</sup>	5.54	- 0.88
Acido Propiónico	4.47	4.40	4.44	- 0.07
Lactobacilos	6.00 <sup>a</sup>	4.83 <sup>b</sup>	5.42	- 1.17
Bacitracina de cinc	5.85 <sup>a</sup>	5.00 <sup>b</sup>	5.43	- 0.85
Cloruro de sodio	5.80 <sup>a</sup>	5.25 <sup>b</sup>	5.53	- 0.60

<sup>1</sup> Cada valor es el promedio de 2 réplicas.  
a,b Promedios en el mismo renglón con diferentes literales son estadísticamente diferentes (P < 0.05)

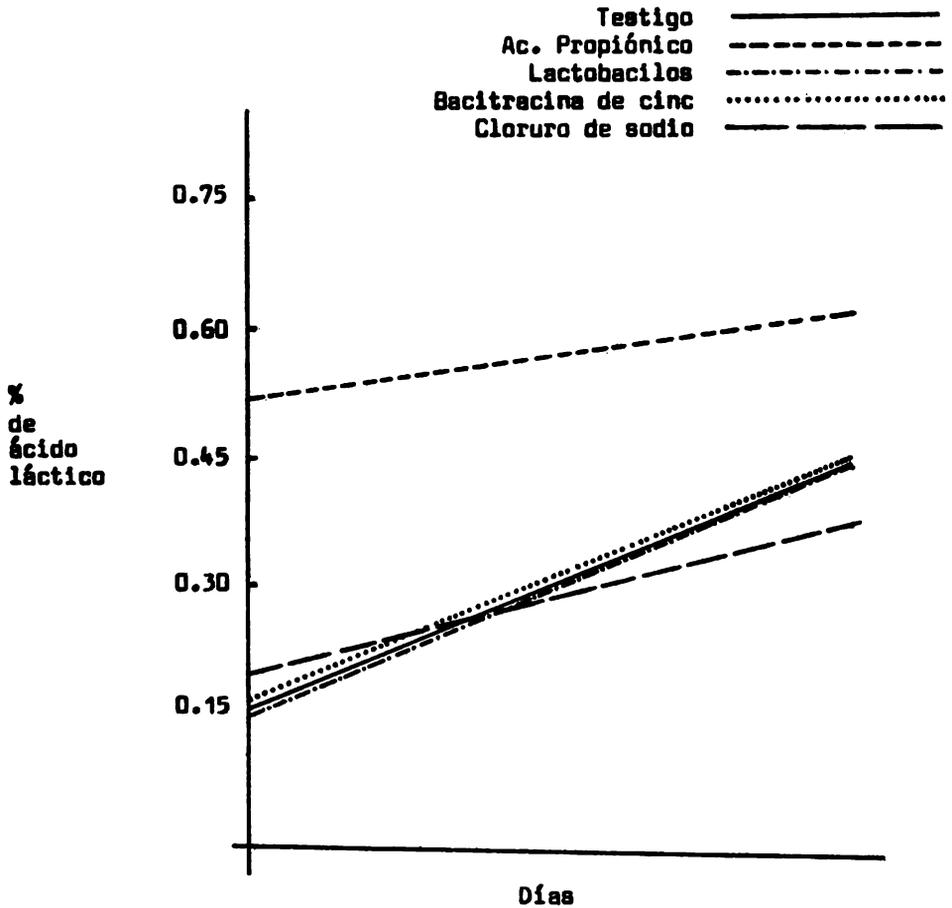
El forraje adicionado con ácido propiónico, presentó una concentración de ácido láctico superior a la de los demás ensilados -- (Cuadro 2), la cual fué estadísticamente diferente ( $P < 0.01$ ) a las otras. Presentó una concentración de 0.63%, valor similar al obtenido por Yu Yu y Thomas (32), quienes informan una concentración de 0.94%, pero trabajando con ensilados de alfalfa, aunque difiere con el resultado obtenido por Wing y colaboradores (31), que también -- trabajaron con forrajes de alfalfa, ya que éstos investigadores informan una concentración de 1.34% del citado compuesto.

Los otros ensilados mostraron una concentración de ácido láctico de aproximadamente 0.45%, valor demasiado bajo comparado con el obtenido por Ely y colaboradores (9), quienes mencionan concentraciones de éste ácido que varían de 1.11 a 2.17%, aunque los trabajos fueron realizados con forrajes de alfalfa, maíz, sorgo y trigo.

La tendencia de todos los ensilados (gráfica 3) al transcurso de la fermentación, fué una elevación en la concentración del ácido láctico, y aunque en el forraje adicionado con ácido propiónico esta elevación fué muy pobre (Cuadro 5), esto no fué impedimento para que, y al igual que lo sucedido con el pH y el nitrógeno amoniacal, el citado forraje sobresaliera sobre todos los demás. Es conveniente sin embargo, tomar con reserva las interpretaciones en cuanto a las concentraciones de ácido láctico, debido al problema que se tuvo para la determinación de éste.

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas ( $P > 0.05$ ) entre los ensilados adicionados con algún preservador y el testigo, en lo referente a materia seca y proteína cruda, debido

a que el cambio observado en el día 45 de fermentación, con respecto a el resultado obtenido en el día 0, fué mínimo (Cuadro 6 y 7).



Gráfica 3. Representación del cambio del día 0 al 45 en la concentración de ácido láctico en los diferentes ensilados durante la fermentación.

**Cuadro 5. Cambio en el porcentaje de ácido láctico en el forraje de avena -  
durante la fermentación y la influencia de diferentes tratamientos.**

Tratamientos <sup>1</sup>	Tiempo de Almacenamiento (Días)		$\bar{x}$	Cambio del día 0 al 45
	0	45		
Testigo	0.16 <sup>a</sup>	0.45 <sup>b</sup>	0.31	+ 0.29
Acido Propiónico	0.52 <sup>a</sup>	0.63 <sup>b</sup>	0.58	+ 0.11
Lactobacilos	0.15 <sup>a</sup>	0.45 <sup>b</sup>	0.30	+ 0.30
Bacitracina de cinc	0.17 <sup>a</sup>	0.46 <sup>b</sup>	0.32	+ 0.29
Cloruro de sodio	0.20 <sup>a</sup>	0.38 <sup>b</sup>	0.29	+ 0.18

<sup>1</sup> Cada valor es el promedio de 2 réplicas.

a,b Promedios en el mismo renglón con diferentes literales son estadísticamente diferentes ( $P < 0.01$ ).

Cuadro 6. Cambio en el porcentaje de materia seca en el forraje de avena durante la fermentación y la influencia de diferentes tratamientos.

Tratamientos <sup>1</sup>	Tiempo de Almacenamiento (Días)		Significancia	$\bar{X}$	Cambio del día 0 al 45
	0	45			
Testigo	27.60	27.20	ns	27.40	- 0.40
Acido Propiónico	28.00	28.40	ns	28.20	+ 0.40
Lactobacilos	28.80	26.40	ns	27.60	- 2.40
Bacitracina de cinc	28.00	27.60	ns	27.80	- 0.40
Cloruro de sodio	27.60	26.40	ns	27.00	- 1.20

<sup>1</sup> Cada valor es el promedio de 2 réplicas.  
ns No significativo ( $P > 0.05$ ).

**Cuadro 7. Cambio en el porcentaje de proteína cruda en el forraje de avena - durante la fermentación y la influencia de diferentes tratamientos.**

Tratamientos <sup>1</sup>	Tiempo de Almacenamiento (Días)		Significancia	$\bar{X}$	Cambio del día 0 al 45
	0	45			
Testigo	8.94	8.62	ns	8.78	- 0.16
Acido Propiónico	8.87	8.10	ns	8.49	- 0.77
Lactobacilos	9.04	9.16	ns	9.10	+ 0.12
Bacitracina de cinc	10.09	9.21	ns	9.65	- 0.88
Cloruro de sodio	9.02	9.80	ns	9.41	+ 0.78

<sup>1</sup> Cada valor es el promedio de 2 réplicas.  
 ns No significativo ( $P > 0.05$ ).

**CONCLUSION**

La adición de ácido propiónico al forraje de avena, fué efectiva para preservar los valores nutritivos del citado alimento.

La adición de Lactobacilos, bacitracina de cinc y cloruro de sodio, no tuvieron ningún efecto benéfico para preservar las cualidades nutritivas del forraje de avena, pues no evitó la descomposición de éste.

Se recomienda efectuar más estudios sobre estos aditivos manejando las variables: concentraciones de aditivo, % de materia seca del forraje y tiempo de almacenamiento, para evaluar correctamente sus propiedades.

Se recomienda cambiar el método para la determinación del ácido láctico, utilizado en el presente trabajo, en posteriores investigaciones.

## LITERATURA CITADA

- 1.- Association of Official Agricultural Chemists, A.O.A.C.: Official Methods of Analysis. 12th ed. Washington, D.C. (1975).
- 2.- Becker, R.B., Wing, J.M., Arnold, P.T.D., Mc Call, J.T. and Wilcox, C.J.: Silage investigations in Florida. Florida Agric. -- Exp. Sta. Bull., 734 (1970).
- 3.- Bremner, J.M. and Keeney, D.R.: Steam distillation methods for determination of ammonium. nitrate and nitrite. Anal. Chem. -- Acta., 32: 485-495 (1965).
- 4.- Britt, D.G., Huber, J.T. and Rogers, A.L.: Fungal growth and -- acid production during fermentation and refermentation of organic acid treated corn silages. J. Dairy Sci., 58: 532-539 -- (1975).
- 5.- Burghardi, S.R., Goedrich, R.D. and Mieske, J.C.: Silage Additives. A review. Proceeding 37th Semi-annual Meeting, American -- Feed Manufactures Association, Atlanta, Georgia, 23-34 (1975).
- 6.- Dewar, W.A. and Mc Donald, P.: Determination of dry matter in -- silage by distillation with toluene. J. Sci. Food Agric. 12: -- 790-795 (1961).
- 7.- Dexter, S.T.: The use of antibiotics in the making of silage -- Agron. J., 49: 483 (1957).
- 8.- Ede, R. and Blod, T.F.: Silage. ed. Acribia. Zaragoza, España - 1970.
- 9.- 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).
- 10.- Gill, J.L.: Design analysis of experiments in the Animal and -  
Medical Sciences. ed. The Iowa State University Press, Ames, -  
Iowa, U.S.A., 1978.
- 11.- Goering, H.K. and Gordon, C.H.: Chemical aids to preservation  
of high moisture feeds. J. Dairy Sci., 56 : 1347-1355 (1973).
- 12.- Langston, D.C. and Bouma, C.: Study of microorganisms from --  
grass silage. Appl. Microb., 8 : 223 (1959).
- 13.- Mc Cullough, M.E.: Silage and silage fermentation. Feeds ---  
stuffs. March 28 : 49-52 (1977).
- 14.- Mc Donald, P. and Whitenbury, R.: Ensilage. In: Butler, G.W. -  
and Bailey, R.W.: The Chemistry and Biochemistry of herbage. -  
Acad. Press, London, 1971.
- 15.- Meregalli, S.: The use of molasses, hydrochloric acid solu- --  
tions and various antibiotics in the making of lucerne silage  
means of miniature silos. Annali. Sper. Agric., 18: 851 (1964)
- 16.- Moon, N.J., Ely, L.D. and Sudweeks, M.E.: Effect of Lactobacil-  
lus plantarum additive on alfalfa, corn, sorghum and wheat --  
silages. J. Dairy Sci., 63 : 150 (1980).
- 17.- Moore, I.: Silage and Haymaking. ed. Acribia, Zaragoza, España  
1968.
- 18.- Moore, L.A.: Ensilado de gramíneas y leguminosas. En: Hughes,  
H.D., Heat, M.E. and Metcalfe, D.S.: Forages. 2a. ed. Conti-  
ental, México, 1980.
- 19.- Ohyama, Y., Masaki, S. and Morichi, T.: Effects of inocula- -  
tion of Lactobacillus plantarum and addition of glucose at en

- silage on the silage quality. Jap. J. Zootech. Sci., 44: 404 - (1961).
- 20.- Pratt, A.D. and Conrad, H.R.: Bacitracin as a preservative for legume-grass silage. Ohio Agric. Exp. Sta. Bull., 893 (1961).
- 21.- Ramos, M.C.: Manual de métodos de análisis de leche y lactocinios, México, D.F., 1976.
- 22.- Ramsey, D.S., Lusk J. W. and Miles, J.T.: A comparison of silage preservatives used with grass silage. Miss. Agric. Exp. Sta. Info. Sheet : 639 (1959).
- 23.- Rusoff, L.L., Breidestein, C.P., Milstead, W.J. and Bertrand, J.E.: Zinc bacitracin as a silage preservative. J. Dairy Sci., 42 : 392 (1959).
- 24.- Rusoff, L.L., Breidestein, C.P. and Frye, J.B.: Value of bacitracin as a preservative for grass silage on milk production - J. Dairy Sci., 42 : 929 (1959).
- 25.- Rusoff, L.L.: Zinc bacitracin antibiotic as a silage preservative. Feeds Illust. April (1961).
- 26.- Virtanen, A.J.: The A.J.V. process in theory and practice. -- Mon. Bull. Agric. Sci. and Prac. 10 : 371 (1936).
- 27.- Waldo, D.R. and Goering, H.K.: Alfalfa, orchardgrass and corn ensiled with additives. J. Anim. Sci., 42 : 1582 (1976).
- 28.- Watson, J.J. and Nash, M.J.: The conservation of grass and forage crops. 2th ed. Oliver and Boyd, Ltd., Edinburgh and London, 1960.
- 29.- Watson, S.J. y Smith, A.M.: Silage. 4a. ed. Continental, México, 1974.

- 30.- Whelan, S.C. and Leffel, E.C.: Propionic acid preservation of high moisture alfalfa hay. J. Anim. Sci., 42 : 1579 (1976).
- 31.- Wing, P.D., Goodrich, R.D., Linn, J.G. and Mieske, J.C.: -- Effects of chemical additives on the preservation and digestibility of alfalfa haylage. J. Anim. Sci., 42 : 469-475 (1976)
- 32.- Yu Yu and Thomas, W.: Effect of propionic acid and ammonium - isobutirete on preservation and nutritives values of alfalfa haylage. J. Anim. Sci., 41 : 1458-1467 (1975).