

65
2ej



Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

**ENSILAJE DEL FORRAJE DE AVENA (AVENA SATIVA)
EN TRES DIFERENTES ESTADOS DE MADUREZ
CON Y SIN LA ADICION DE BACITRACINA DE CINC**

Tesis Profesional

Que para obtener el Título de
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

p r e s e n t a

GREGORIO WILFRIDO GARCIA OLVERA

Asesor:

MVZ José Luis Laparra Vega

México, D. F.

1987



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.

CONTENIDO

	<u>Página</u>
RESUMEN	1
INTRODUCCION	3
MATERIAL Y METODOS	9
PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	9
RESULTADOS Y DISCUSION	11
CUADROS Y FIGURAS	19
LITERATURA CITADA	32

R E S U M E N

GARCIA OLVERA GREGORIO WILFRIDO. Preservación del forraje de Avena (*Avena sativa*) en los tres diferentes estados de madurez con la adición de bacitracina de cinc. Bajo la dirección de los M.V.Z. José Luis Laparra y Ricardo R. Navarro Fierro. Se ensiló forraje de Avena (*Avena sativa*) para determinar el estado óptimo de madurez y determinar si la adición del antibiótico Bacitracina de cinc es benéfica para la preservación de este forraje. Se procedió a analizar por duplicado el forraje de Avena en dos diferentes días de almacenamiento 0 y 45 días, dos tratamientos (Bacitracina de cinc y un control), utilizándose para este fin microsilos de plástico con capacidad de 250 g de forraje, el cual, se picó a un tamaño de aproximadamente 2 cm; las variables fueron Materia Seca (M.S.), Proteína Cruda (P.C.), Nitrógeno amoniacal ($N-NH_3$, expresado como porcentaje de Nitrógeno total), Acido Láctico y pH; los resultados se evaluaron a través de un análisis de varianza factorial ($3 \times 2 \times 2 \times 2$), y para la comparación entre los promedios se usó la prueba de Tukey. En el presente trabajo, se apreció que conforme avanzó el estado de madurez del forraje de Avena, independientemente del tiempo de almacenamiento y tratamiento, la materia seca aumentó significativamente ($P < 0.01$) (21.45, 29.61 y 34.86), a la vez la proteína cruda disminuyó significativamente ($P < 0.01$) (10.87, 7.53 y 6.29) aunque estadísticamente no existe diferencia en las dos últimas cantidades, para el nitrógeno amoniacal se observó una disminución significativa ($P < 0.01$) (21.09, 18.43 y 14.32), para el ácido láctico y el valor en el pH no se apreciaron diferencias significativas ($P > 0.05$); sin embargo, el ácido láctico presentó una cantidad más elevada en el último estadio de madurez y el valor en el pH fue menor para este mismo estadio de madurez. Al estudiar el comportamiento del promedio de los forrajes de

Avena en los dos diferentes días de almacenamiento en el silo; la M.S. no presentó cambio significativo ($P > 0.05$); la P.C. disminuyó ($P < 0.05$); el $N-NH_3$, como el ácido láctico aumentaron significativamente ($P < 0.01$) y el pH tuvo gran disminución ($P < 0.01$).

Por último al comparar el promedio de los forrajes de avena ensilados con bacitracina de cinc y el control; se obtuvo que tanto la M.S. como la P.C., el $N-NH_3$, el ácido láctico y el valor en el pH no presentaron cambios significativos ($P > 0.05$). Finalmente, de acuerdo a los datos anteriores se puede presumir que el antibiótico Bacitracina de cinc no produjo cambios benéficos en la conservación de este forraje, en ninguno de los tres diferentes estados de madurez del forraje. Sin embargo, de acuerdo con lo presentado en las variables tiempo de almacenamiento y estado de madurez del forraje, se observó que el estado de madurez alto presentó mayores ventajas para la conservación de este forraje sobre los dos anteriores.

INTRODUCCION:

La optimización de recursos permite conseguir aumentos en la producción ganadera y constituye un importante objetivo que es preciso alcanzar con costos de producción bajos. Para ello es importante que en la alimentación de ruminantes se disponga de forraje en todo momento. Un método para la conservación y almacenamiento por largo tiempo de los productos agrícolas: granos, raíces, tubérculos o forrajes verdes obtenidos en épocas de abundancia es el ensilaje, proceso en el que se trata de evitar al máximo modificaciones perjudiciales en las sustancias nutritivas de los productos a almacenar, fuera del contacto del aire en unos depósitos denominados silos (2,8,9,14,15,16,18,27).

Así bien el ensilaje permite cosechar forrajes verdes que se obtienen en muy poco tiempo, dejando libre el terreno para otros cultivos, facilita obtener más principios alimenticios por hectárea incrementando la utilización de suelos, reduce muchos de los daños a las cosechas ocasionados por climas adversos, permitiendo contar con alimento en épocas de escasez, cuando el desarrollo de las plantas es nulo, o muy escaso; también permite mejorar programas de alimentación al cosechar los forrajes con casi todos sus nutrientes y ser un elemento más para balancear adecuadamente las raciones alimenticias, además de que es más apetecido por el ganado por su elevado contenido de humedad, facilitando obtener una notable economía de alimentos concentrados (8 a 10, 15 a 18 y 27).

Es importante también para obtener de este proceso un producto final de calidad con pocas pérdidas y que sea apetecido por los animales, el conocer los factores que pueden afectar la utilización de éste, para poder en un principio tratar de manipular el tipo de fermentación de los forrajes, como lo son:

Tamaño del picado, velocidad del llenado, calidad de apisonado, disponibilidad de glúcidos solubles, presencia de oxígeno, capacidad amortiguadora de las plantas, tipo de fermentación, tipo predominante de bacterias, tipo de silo, alteración en la fermentación con aditivos o preservativos (5,7 a 9, 15 a 18 y 27).

Sin embargo hay dos observaciones esenciales que se deben tomar en cuenta en este proceso, para evitar pérdidas elevadas de nutrientes en los forrajes; la primera es lograr y mantener condiciones anaeróbicas, por lo que se logra inhibir la actividad innecesaria de los microorganismos y enzimas oxidativas del material de las plantas y con ello un exceso de calentamiento, el cual reduce la digestibilidad de la proteína resultando en un material de mala calidad, la segunda es inhibir la destrucción de la proteína por acción de las bacterias del género *Clostridium* bajo condiciones de anaerobiosis, las cuales conducen a la producción de bióxido de carbono, amoníaco y compuestos nitrogenados indeseables como lo son las aminas (9,10,13 a 15).

Conociendo todo lo anterior, los cambios que se suscitan para la obtención de un buen ensilado son los siguientes:

Cuando se agota totalmente el aire en el silo comienzan una serie de fermentaciones de los hidratos de carbono presentes en el forraje, por microorganismos anaerobios y anaerobios facultativos presentes en el forraje como lo son los *Streptococos*, *Lactobacilos* y *Pedicocos*, formando ácidos orgánicos principalmente ácido láctico por lo que el contenido del silo alcanza un grado de acidez que corresponde a un pH, comprendido entre 3.5 y 4 aproximadamente lo que evita la actividad *Clostridiana*. En ese momento se paraliza la fermentación, quedando asegurada la obtención de un buen producto, todas estas transformaciones se desarrollan en un periodo de 17, 21 y 45

días (7 a 16, 20, 25, 27 a 29). A la vez la rapidez de la fermen
tación y una correcta acidificación dependerá de muchos facto
res, entre ellos la cantidad de humedad del forraje así como
su madurez por lo que un elevado contenido de humedad en los
forrajes a ensilar puede contribuir a la conversión del pa-
trón de fermentación ácido láctico que se ha formado, produ
ciendo un ácido inestable que continúa descomponiéndose, ha-
biendo cambios también en el pH y dando lugar a un ensilado
desagradable y de mal olor.

Además se conoce que la actividad de los Clostridios se evita
por acidez, pero es acelerada por la humedad (14, 15, 17, 18).
Se sabe que el estado de madurez vegetativo de las plantas
que son utilizadas como forraje, es sin duda el factor más
importante que influye sobre las características nutricias
del mismo y que se debe considerar también, para obtener un
ensilado de mejor calidad (10, 12, 15), por lo que existen fo-
rrajes como el maíz del que se obtienen excelentes resultados
al ser cosechado y ensilado. Con este forraje se ha trabajado
ampliamente, determinando su estado óptimo de madurez vegeta
tiva, que es cuando alcanza un 28 a 34% de materia seca la
planta y se encuentran los granos de éste, en un estado maso
so (8 a 11). Este estado no se conoce perfectamente en el fo-
rraje de avena (*Avena sativa*) ya que existen relativamente po
cos estudios de este con respecto al forraje de maíz.

Singh (24) ensiló henificó avena (*Avena sativa* Linn) con 41.8%
de materia seca, en un estado de maduración que llamó pastoso
del grano, encontrando en un experimento con ganado, un aumen
to significativo en ganancia de peso, mayor consumo y diges-
tibilidad en comparación al heno. Encontrando además, que un
estado tardío de maduración (estado masoso del grano) es más
deseable para ensilar, no siendo así para el heno. Tholacius
(26) ensiló, forraje de haba y chícharo, maíz y avena, encon

trando un aumento relativamente alto de proteína, energía digestible y consumo voluntario en los forrajes de haba y chícharo en comparación al maíz y a la avena. Al tratar de explicar el por qué de estos resultados con respecto a la avena, menciona que eso pudo deberse al elevado contenido de humedad de este forraje conteniendo 35% de materia seca; por otro lado existen estudios sobre ensilados de avena con preservativos como el antibiótico Bacitracina de cinc, que al parecer su medio de acción en el ensilado es el de inhibir las bacterias que causan putrefacción al mismo tiempo que se estimula la producción de bacterias ácido lácticas, lo cual parece dudoso si se toma en cuenta que ambos tipos de bacterias son gram positivas (12,13,15,18). Sin embargo, el modo de acción es difícil de explicar y los resultados son generalmente variables (1,12,19,21,22). Debido a que en algunos estudios se ha demostrado que los Clostridios no fueron inhibidos selectivamente y que las bacterias productoras de ácido láctico no fueron estimuladas por la Bacitracina de cinc y que en realidad se inhibieron a las bacterias ácido lácticas durante la fase inicial de su crecimiento (13,19).

Esto puede explicar en parte los resultados tan variables, cuando los antibióticos han sido adicionados a forrajes para ensilar, como lo reportado por Russof y Lusk quienes reportan al ensilar el trébol blanco con 5, 10 y 15 ppm de Bacitracina de cinc, un mejor aroma y un aumento significativo en los niveles de ácido láctico, en comparación a los ensilados tratados con melaza, Metabisulfito de sodio y un control (13,22). Posteriormente Alexander (1), ensiló forraje de avena con 13% de materia seca tratado con 5 ppm de Bacitracina de cinc y un control, encontrando en los estudios conducidos en borregos, un incremento significativo en la digestibilidad de la proteína del ensilado de avena tratado con Bacitracina de cinc com-

parado con el testigo, pero no hubo cambios significativos en el total de nutrimentos digestibles; también se reportó un incremento en los niveles de ácido láctico, acético y propiónico y niveles bajos en butírico, en comparación a los tratamientos ya mencionados. Otros trabajos con sorgo y leguminosas no demostraron ningún beneficio significativo en digestibilidad cuando la Bacitracina de cinc fue usada como preservador con cantidades elevadas de materia seca (20). Por lo tanto, a pesar de que el forraje de avena (*Avena sativa*) contiene una cantidad moderada de protefina, es muy apetecido por el ganado y ampliamente cultivado en México (8), no se tiene a la fecha datos que demuestren claramente el tiempo óptimo de corte, madurez foliar y materia seca del forraje para ser cosechado y ensilado, no tampoco estudios de su preservación con bacitracina de cinc para conocer si la adición de este antibiótico puede ser de beneficio en diferentes estados de madurez, por lo que en el presente estudio se considerarán los siguientes objetivos:

- 1.- Determinar el estado óptimo de madurez para el forraje de avena.
- 2.- Conocer si la adición de Bacitracina de cinc al forraje de avena en diferentes estados de madurez es de beneficio para obtener un ensilado de buena calidad de lo cual surgen las siguientes hipótesis:
 - A.- La Bacitracina de cinc puede actuar modificando la población bacteriana del forraje de avena ensilado, desviando el patrón de fermentación láctica en diferentes grados de humedad.
 - B.- El forraje de avena puede ensilarse antes de alcanzar, la madurez del grano.
 - C.- Para una buena conservación del forraje de avena como ensilado, es necesario que ésta tenga una menor humedad.

D.- A una mayor cantidad de materia seca en el forraje de ave
na, se logrará una menor preservación de este.

MATERIAL Y METODOS:

Procedimiento experimental.

Se cosechó la parte aérea de la avena (*Avena sativa*) variedad forrajera *Toluca* en el poblado de Parres, D.F., en tres diferentes estados de madurez con 20, 30 y 40% aproximadamente de materia seca (maduración baja, mediana y alta respectivamente). Posteriormente cada cosecha se picó a un tamaño aproximado de 2 cm para enseguida mezclarse homogéneamente por separado en tinajas de plástico con 0 y 10 ppm de Bacitracina de cinc, inmediatamente después se llenaron los microsilos previamente identificados; los microsilos utilizados fueron frascos de plástico con capacidad aproximada de 450 g de forraje verde, los cuales fueron sellados y compactados al extraerles el aire con ayuda de una bomba de vacío, posteriormente se analizaron a los días 0 y 45.

Una vez que el tiempo de fermentación propuesto fue cumplido, se congelaron a -10°C hasta el momento del análisis químico con el objeto de evitar fermentaciones posteriores. Las muestras que se analizaron hasta el día 45 se pasaron a un cuarto, el cual tenía una temperatura constante de aproximadamente 27°C ; llegado el día del análisis se congelaron siguiendo las mismas indicaciones que para el día cero.

Por lo tanto el método experimental fue un diseño factorial para tres diferentes estados de madurez (20, 30 y 40% de materia seca), dos diferentes tratamientos (0 y 10 ppm de Bacitracina de cinc), dos repeticiones y dos diferentes tiempos de fermentación (0 y 45 días); de manera que se hicieron un total de 24 silos, a los que se les determinó materia seca por el método de arrastre con tolueno (6), proteína cruda por el método Kjeldahl (2), nitrógeno amoniacal (N-NH_3) por destilación con vapor (4), determinación de ácido láctico (3) y me

dición de pH con un potenciómetro de marca Lamotte. Los resultados fueron procesados estadísticamente, utilizando el análisis factorial de varianza y las diferencias entre tratamiento se determinaron por la nueva prueba múltiple de intervalos de Tukey (24).

RESULTADOS Y DISCUSION:

MATERIA SECA.- Los resultados promedio del contenido de materia seca (M.S.) que se obtuvieron para cada diferente estado de madurez, con o sin Bacitracina de cinc y del día cero al 45 de almacenamiento se muestran en el cuadro 1. En el cuadro 2 se muestra el promedio de los análisis del forraje de avena en los dos diferentes días de almacenamiento, en el cuadro 3 se muestra el promedio de los análisis del forraje de avena con los diferentes tratamientos, en el cuadro 4 se muestran los resultados específicos para cada nivel de madurez y en la figura 1 se muestran los cambios que sufrió la materia seca durante los tres diferentes estados de madurez con o sin la adición de bacitracina de cinc.

Las cantidades de M.S. (21.45, 29.61 y 34.86) se incrementaron ($P < 0.01$) conforme aumentaba la madurez del forraje (cuadro 1). resultado que se esperaba debido a que los cortes del forraje se hicieron en tres diferentes épocas de cosecha. Esto es entendible, debido a que conforme pasa el tiempo se desarrolla una lignificación progresiva de los diferentes órganos de la planta, disminuyendo al mismo tiempo el contenido de humedad que durante las primeras fases del crecimiento es alto (9,15,27).

A la vez, no se detectó cambio ($P < 0.05$) (cuadro 2) en el contenido de M.S. del día 0 al 45 de almacenamiento en los promedios de los tres diferentes estados de madurez y el control; el tratamiento con bacitracina de cinc en los tres diferentes estados de madurez no mostró diferencias ($P < 0.05$) con el control (cuadro 3) lo que pudiera indicar que ni el tiempo de almacenamiento del forraje ni el antibiótico afectaron el contenido de M.S., aunque en realidad no se determinó si la cantidad de material varió en peso, lo que sería determinativo de

pérdida de la M.S. Los resultados específicos para cada nivel de maduración, día y tratamiento se muestran en el cuadro 4.

Sin embargo, Laparra (1980) quien trabajó de igual forma con tres diferentes estados de madurez (35.5, 41.4 y 64.4 de M.S.) aunque con forraje de maíz, agregando como aditivo diacetato de sodio, reportó una disminución ($P < 0.01$) de M.S. con el tiempo de almacenamiento 0 a 49 días, no siendo así para el control, atribuyendo la disminución de M.S. a pérdidas de la fermentación.

Por otro lado, en el presente estudio se encontró una diferencia ($P < 0.05$) cuadro 4 de M.S. entre el tratamiento Bacitracina de cinc y el control, al promediar los días de almacenamiento, durante el estado de mediana madurez, cosa que se puede atribuir a un posible error en el muestreo debido a que fue el mismo material el que se ensiló.

PROTEINA CRUDA.- Los resultados promedio del contenido de proteína cruda (P.C.) que se obtuvieron para cada diferente estado de madurez con y sin bacitracina de cinc y del día 0 al 45 de almacenamiento se muestran en el cuadro 1; en el cuadro 2 se muestra el promedio de los análisis del forraje en los dos diferentes días de almacenamiento; en el cuadro 3 se muestra el promedio de los forrajes con los diferentes tratamientos; en el cuadro 5 se muestran los resultados específicos para cada nivel de madurez, día y tratamiento y en la figura 2 se muestran los cambios que sufrió la proteína durante los tres diferentes estados de madurez, en los diferentes días de almacenamiento.

Como se puede observar en el cuadro 1 y figura 2, existe disminución ($P < 0.01$) en la cantidad de proteína conforme avanza el estado de madurez del forraje, 10.85, 7.53 y 6.29 respectivamente para el estado de madurez baja, mediana y alta, aun-

que estadísticamente no existe diferencia entre las dos últimas fases de madurez. A la vez, cualitativamente se percibió para el estado de madurez alto un olor probablemente acético y para los otros dos estados de madurez anteriores un olor francamente pútrido, lo que nos hace pensar que un estado de madurez conteniendo cantidades mayores a 34.86% de M.S. pudiese presentar mayores ventajas para la conservación de este forraje o probablemente un estado de madurez intermedio entre 34.86 y 41.8% de M.S. (41.8% de M.S. fue reportado por Singh (1980) como benéfico en la conservación de este forraje), favorecería una adecuada fermentación láctica por contener una mayor cantidad de azúcares y por consiguiente obtener una menor destrucción de la proteína (9,11,14,15,28), esto es entendible de acuerdo a lo estudiado por Garner (1961) quien explica que las plantas también varía en su composición química con relación a su estado de desarrollo vegetativo, por ejemplo los forrajes tiernos poseen un contenido elevado de proteína en relación a los hidratos de carbono y el contenido de fibra es bajo en estos primeros estados.

A la vez, se observó una disminución ($P < 0.05$) (cuadro 2,5 y figura 2) de P.C. conforme aumenta el tiempo de almacenamiento del forraje a los 45 días. Esto último está de acuerdo con diversos autores (9,11,14,17,18,25) quienes mencionan disminución de la proteína debido a la fermentación de aminoácidos por *Clostridium*, a las enzimas de la propia planta y al aumento de la temperatura en el silo; además en recientes investigaciones por McCullough (1978) sobre fermentación ácido láctica por bacterias, se sabe que los aminoácidos L-Serina y L-Arginina son atacados significativamente por éstas.

NITROGENO AMONICAL.- Los resultados promedio de Nitrogeno Amóniacal ($N-NH_3$) expresado como porcentaje de Nitrogeno total,

que se obtuvieron para cada diferente estado de madurez, con o sin bacitracina de cinc y del día cero al 45 de almacenamiento se muestran en el cuadro 1. En el cuadro 2 se muestra el promedio de los análisis del forraje de avena en los dos diferentes días de almacenamiento; en el cuadro 3, se muestra el promedio de los análisis del forraje de avena en los diferentes tratamientos; en el cuadro 6, muestran los resultados específicos para cada nivel de madurez y en la figura 3, se muestran los cambios que sufrió el $N-NH_3$ durante los diferentes estados de madurez, en los dos diferentes días de almacenamiento del forraje.

Se observó una disminución ($P < 0.01$) de Nitrógeno amoniacal conforme avanzó el estado de madurez del forraje (cuadro 1, figura 3), lo cual está de acuerdo con Whittenbury (1967), quien menciona que en los silos, el mayor cambio de aminoácidos se lleva a cabo por las bacterias del género *Clostridium* y que esta actividad Clostridiana es controlada por el contenido de humedad del forraje, encontrando que si aumenta el contenido de la materia seca del forraje para ensilar, el Nitrógeno amoniacal disminuirá; en el mismo cuadro se observa para el estado de madurez bajo y como % del N total, una cantidad de 21.09% de $N-NH_3$ (promedio de días de almacenamiento y tratamientos); para el estado de madurez medio 18.34% y para el estado de madurez alto 14.32%, lo que es indicativo de una desanimación menor en el estado de madurez alto, el cual contiene 34.86% de materia seca.

Lo anterior coincide con Laparra (1980), quien reporta de igual forma una disminución ($P < 0.01$) de Nitrógeno amoniacal al aumentar el estado de madurez del forraje. Weringar (1966) y McCullough (1970) clasifican a los ensilados conteniendo de 9 a 15% de Nitrógeno amoniacal (como porcentaje de Nitrógeno total) como de mediana calidad, encontrándose el en

silado de madurez alto del presente trabajo dentro de este rango. Además, Singh (1980) en un trabajo en el que compara aspectos de calidad del forraje de *Avena sativa* Linn al ensilar y henificar conteniendo 41.8% de M.S., encontró niveles bajos de Nitrógeno amoniacal (0.09%), cantidades mayores de proteína y ácido láctico en comparación el heno. Además en el presente estudio se observó que al momento de destapar estos tres diferentes estadios de madurez del forraje de avena, el estadio de madurez alto presentó un ligero mejor aroma que el de los anteriores, lo que pudiera indicar que un estadio de madurez del forraje de *Avena sativa* conteniendo cantidades mayores a 34% de M.S. presentará mayores ventajas al ser ensilado. También se observó un incremento ($P < 0.01$) de $N-NH_3$, en el promedio de los análisis del forraje conforme aumentó el tiempo de almacenamiento (cuadro 2), resultando que se esperaba ya que durante el almacenamiento de los forrajes en el silo, es común que se produzcan bases volátiles como el $N-NH_3$ que es un indicador confiable de la desaminación de éste (McDonald 1973 y Laparra 1980); sin embargo este aumento fue menor en el forraje de madurez alto.

Con respecto a los tratamientos no se encontró diferencia ($P > 0.05$) entre el testigo y el tratado con Bacitracina de cinc (cuadro 3) en los tres diferentes estados de madurez del forraje, lo cual no está de acuerdo con Alexander (1961) quién reporta haber obtenido cantidades menores de $N-NH_3$ al ensilar el forraje de Avena en estadios de madurez baja, con teniendo 13% de M.S., lo cual explica el autor, fue debido probablemente a que la bacitracina de cinc inhibió el desarrollo de las bacterias del género *Clostridium*. Sin embargo, Pratt (1963), reporta que organismos oportunistas como el *Clostridium tyrobutyricum* que convierten el ácido láctico a ácido butírico, se lograron desarrollar en ensilados adicionados de

5 ppm de bacitracina de cinc y además indica que algunas bacterias ácido lácticas (*Leuconostocos*), no fueron capaces de desarrollarse con esta adición de antibiótico, siendo ésto último aplicable al presente trabajo.

Acido láctico.- Los resultados promedio de ácido láctico (A. L.) que se obtuvieron para cada diferente estado de madurez, con o sin bacitracina de cinc y del día cero al 45 de almacenamiento se muestran en el cuadro 1; en el cuadro 2 se muestra el promedio de los análisis del forraje de avena en los dos diferentes días de almacenamiento; en el cuadro 3 se muestra el promedio de los análisis del forraje de avena en los diferentes tratamientos; en el cuadro 7 se muestran los resultados específicos para cada nivel de madurez y en la figura 4 se muestran los cambios que sufrió la materia seca durante los tres diferentes estados de madurez, en los dos diferentes días de almacenamiento.

Los resultados específicos de A.L. para cada día de almacenamiento, tratamiento y madurez se resumen en el cuadro 7; se puede observar que los tres diferentes estados de madurez en promedio al día cero almacenamiento son similares y estadísticamente no hay diferencia ($P > 0.05$), lo que pudiera indicar una mejoría en los ensilados con madurez alta (en promedio conteniendo 34.86% de M.S.), al contener mayor cantidad de ácido láctico sobre los otros dos estados de madurez (0.36 VS. 0.27 y 0.30%, respectivamente para los estados de madurez alta, baja y mediana). A la vez se aprecia en el cuadro 2, un aumento ($P < 0.01$) de ácido láctico conforme aumentó el tiempo de almacenamiento, lo que coincide con Parker Wattson (1980) y McCullough (1978); no obstante, este aumento no fue lo suficientemente alto para una buena conservación láctica, ya que al compararlo con el trabajo de Laparra (1980), se ob

serva que existe una gran diferencia en la acumulación de ácido láctico ya que este autor reporta un 5% de ácido láctico con forraje conteniendo 31.5% de M.S. Sin embargo, esto fue hecho con forraje de maíz. En el presente trabajo la cantidad más alta que se obtuvo de ácido láctico fue de .31% para los forrajes con madurez alta a los 45 días de fermentación, pudiéndose deber en parte este resultado tan bajo, a la conversión del lactato a butirato por los Clostridios presentes en el ensilado, facilitando esta mala conversión la poca can- tidad de carbohidratos solubles, además de una excesiva hume- dad (McDonald y Whittembury, 1973), McCullough (1978).

También se observó que los ensilados tratados con bacitracina de cinc presentaron una disminución estadísticamente no significativa ($P > 0.05$) de ácido láctico en comparación al control (cuadro 3), lo cual pudo deberse a que el antibióti- co inhibió las bacterias productoras de ácido láctico como fue demostrado por Langston (1962) y Ochoa (1982). Por lo que se puede presumir que en el presente trabajo el antibióti- tico no presentó beneficio en la producción de ácido láctico, lo que contradice aún más lo reportado por Lusk (1978) y Alexander (1961) quienes reportan buena conservación de forra- jes conteniendo cantidades elevadas de humedad.

pH.- Los resultados promedio de pH que se obtuvieron para cada diferente estado de madurez con o sin bacitracina de cinc y del día 0 al 45 de almacenamiento se muestran en el cuadro 1; en el cuadro 2, se muestra el promedio de los aná- lisis del forraje en los diferentes días de almacenamiento; en el cuadro 3 se muestra el promedio de los aná- lisis del fo rraje con los diferentes tratamientos; en el cuadro 8 se mue- tran los resultados específicos para cada nivel de madurez, día y tratamiento y en la figura 5 se muestran los cambios

que sufrió el pH durante los tres diferentes estados de madurez, en los dos diferentes días de almacenamiento.

No se presentó cambio ($P > 0.05$) en el valor del pH para los promedios de los tres diferentes estados de madurez (cuadro 1); sin embargo, se observa una tendencia de disminución del pH conforme aumenta la madurez, aunque esto no es estadísticamente significativo; además se observó una disminución ($P < 0.01$) (cuadro 2) de pH conforme aumentó el tiempo de almacenamiento a los 45 días, independientemente del tratamiento y estado de madurez, lo cual coincide con Laparra (1980) quien reporta una disminución en el pH de los ensilados después de 49 días de almacenamiento del forraje de maíz y cuyos resultados muestran para el forraje con madurez baja (31.5% M.S.), una disminución de 6.5 a 4.7 de pH; con madurez mediana (41.1% M.S.), de 6.6 a 4.2 y con madurez alta (64.4% M.S.), de 5.8 a 5.1; sin embargo, para el presente trabajo el valor en el pH no bajó de 5 para ningún estado de madurez (cuadros 1 a 3 y figura 5), lo cual pudo deberse a que el forraje de avena de estos tres diferentes estadios de madurez no contenían cantidades suficientes de glúcidos y además contenía cantidades elevadas de humedad, por lo que se favoreció el desarrollo de Clostridios los cuales no permitieron que se formara suficiente cantidad de ácido láctico y consecuentemente que el valor del pH no bajara en mayor cantidad (McDonald y Whittenbury, 1973).

Los silos tratados con bacitracina de cinc no mostraron cambio ($P > 0.05$) (cuadro 3), lo cual está de acuerdo con Alexander (1961) quien indica en su estudio que no existió disminución significativa ($P > 0.05$) en el valor del pH (5.6 a 5.3 a los 53 días de almacenamiento) en silos de avena conteniendo 12% de M.S. y tratados con el mismo antibiótico, por lo que se advierte que éste no presentó beneficio sobre este parámetro.

CUADRO 1. CONTENIDO PROMEDIO DE MATERIA SECA (M.S.), PROTEINA CRUDA (P.C.), NITROGENO AMONICAL (N-NH₃), ACIDO LACTICO Y pH DEL FORRAJE DE AVENA CON Y SIN LA ADICION DE BACITRACINA DE CINCO DURANTE LOS TRES DIFERENTES ESTADOS DE MADUREZ Y LOS DIAS 0 Y 45 DE ALMACENAMIENTO

	M.S.	P.C.	N-NH ₃ COMO % DEL N TOTAL	ACIDO LACTICO	pH
MADUREZ BAJA	21.45 ^a	10.87 ^a	21.09 ^c	0.23 ^a	5.85 ^a
MADUREZ MEDIA	29.61 ^b	7.53 ^b	18.43 ^b	0.22 ^a	5.78 ^a
MADUREZ ALTA	34.86 ^c	6.29 ^b	14.32 ^a	0.24 ^a	5.65 ^a

a,b,c. Valores entre columnas con distintas literales, son estadísticamente diferentes (P > 0.01).

CUADRO 2. RESULTADOS DE LOS ANALISIS QUIMICOS DEL FORRAJE DE AVENA EN LOS DOS DIFERENTES DIAS DE FERMENTACION

	M.S.	P.C.	N-NH COMO % DEL N TOTAL	ACIDO LACTICO	pH
DIA 0	28.58 ^a	8.42 ^a	4.79 ^a	0.15 ^a	5.95 ^a
DIA 45	28.69 ^a	8.03 ^b	31.09 ^b	0.31 ^b	5.58 ^b

a,b, Literales diferentes en una columna significan diferencia estadística (P > 0.01).

CUADRO 3. PROMEDIO DE LOS ANALISIS DEL FORRAJE DE AVENA SATIVA CON LOS DIFERENTES TRATAMIENTO

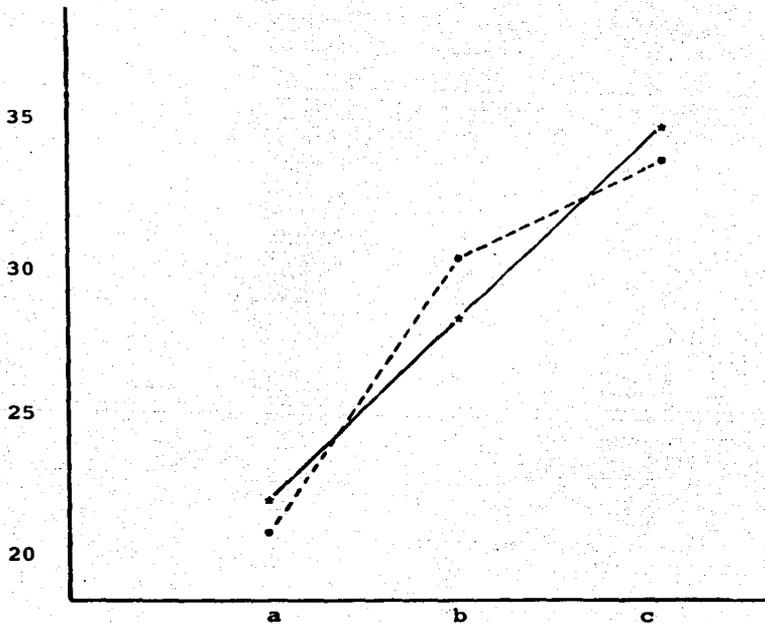
	M.S.	P.C.	N-NH ₃ COMO % DEL N TOTAL	ACIDO LACTICO	pH
CONTROL	28.67 ^a	8.23 ^a	17.72 ^a	0.24 ^a	5.72 ^a
BACITRACINA DE CINC	28.60 ^a	8.22 ^a	18.62 ^a	0.22 ^a	5.81 ^a
NIVEL DE SIGNIFICANCIA	NS*	NS	NS	NS	NS

* No significativo estadísticamente (P<0.05).

F I G U R A 1

CONTENIDO DE MATERIA SECA, CON LA ADICION DE BACITRACINA DE CINC, DURANTE LOS TRES DIFERENTES ESTADOS DE MADUREZ DEL F**U** RRAJE DE AVENA

% MATERIA SECA



ESTADOS DE MADUREZ a (baja), b (media), c (alta)

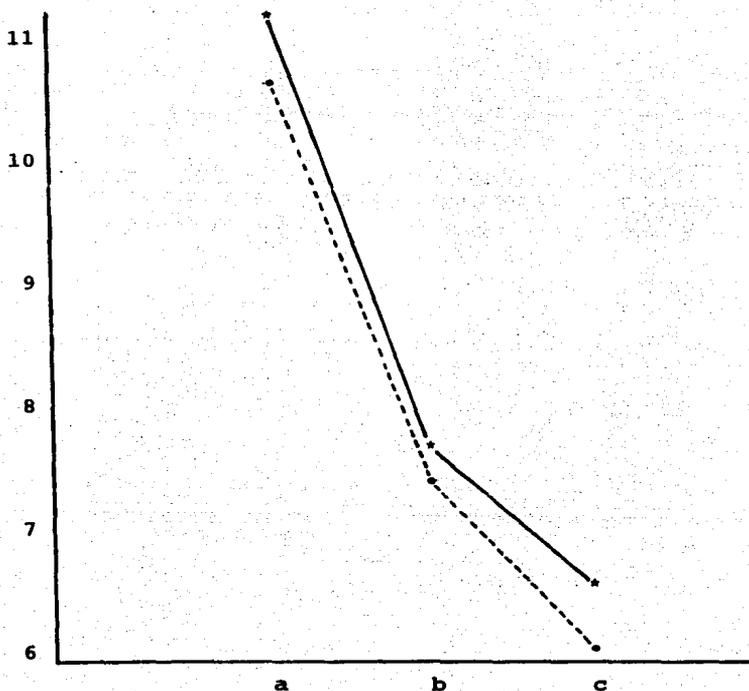
* ——— * TRATAMIENTO CONTROL

o - - - - o TRATAMIENTO CON BACITRACINA DE CINC

F I G U R A 2

CONTENIDO DE PROTEINA CRUDA, EN LOS DOS DIAS DE ALMACENAMIENTO, DURANTE LOS TRES DIFERENTES ESTADOS DE MADUREZ DEL FORRAJE DE AVENA.

% PROTEINA
CRUDA



ESTADOS DE MADUREZ a (baja), b (media), c (alta).

* ————— *

DIA 0 DE ALMACENAMIENTO

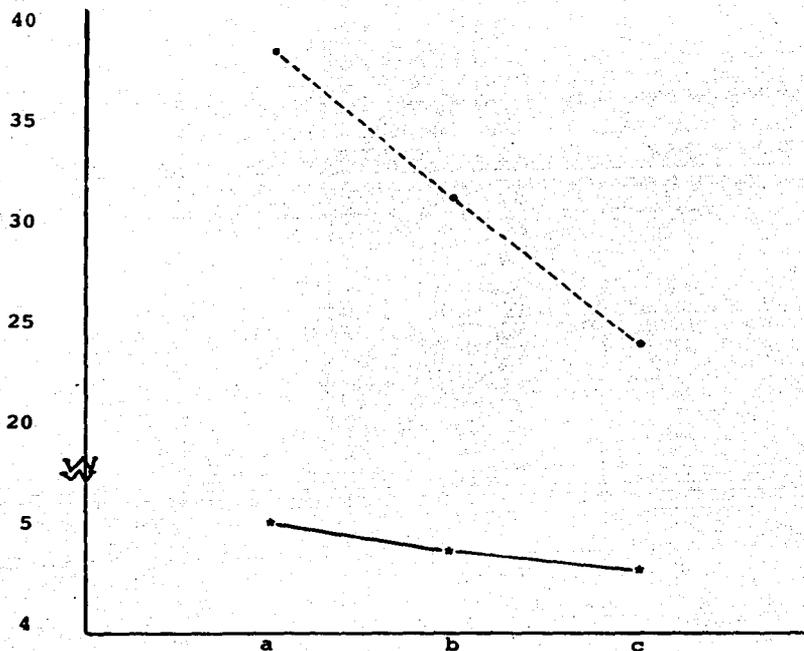
o - - - - - o

DIA 45 DE ALMACENAMIENTO

F I G U R A 3

NITROGENO AMONIAL COMO % DEL NITROGENO TOTAL, DURANTE LOS DOS DIAS DE ALMACENAMIENTO Y LOS TRES DIFERENTES ESTADOS DE MADUREZ DEL FORRAJE DE AVENA.

NITROGENO AMONIAL COMO
% DEL NITROGENO TOTAL



ESTADOS DE MADUREZ a (baja), b (media), c (alta).

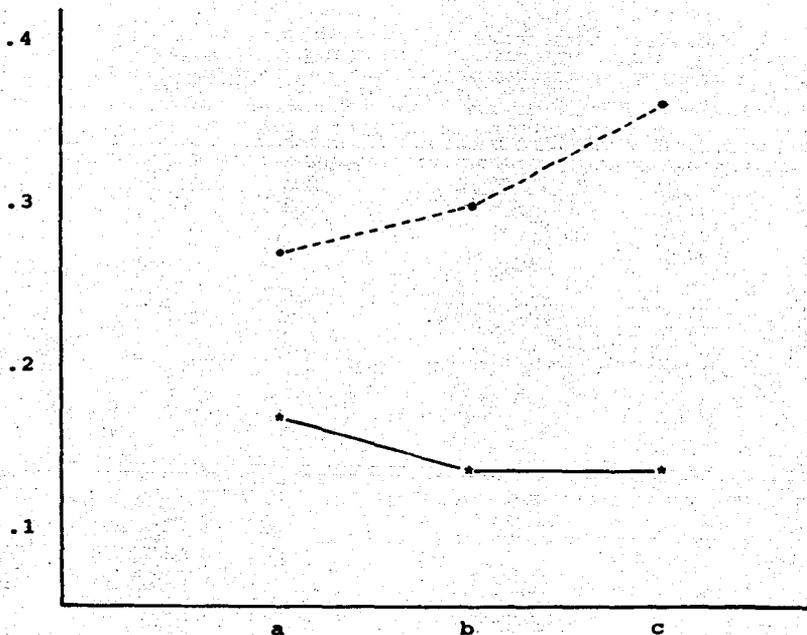
* ————— * DIA 0 DE ALMACENAMIENTO

• - - - - - • DIA 45 DE ALMACENAMIENTO

F I G U R A 4

CONTENIDO DE ACIDO LACTICO, DURANTE LOS DOS DIAS DE ALMACENAMIENTO Y LOS TRES DIFERENTES ESTADOS DE MADUREZ DEL FORRAJE DE AVENA.

% ACIDO LACTICO



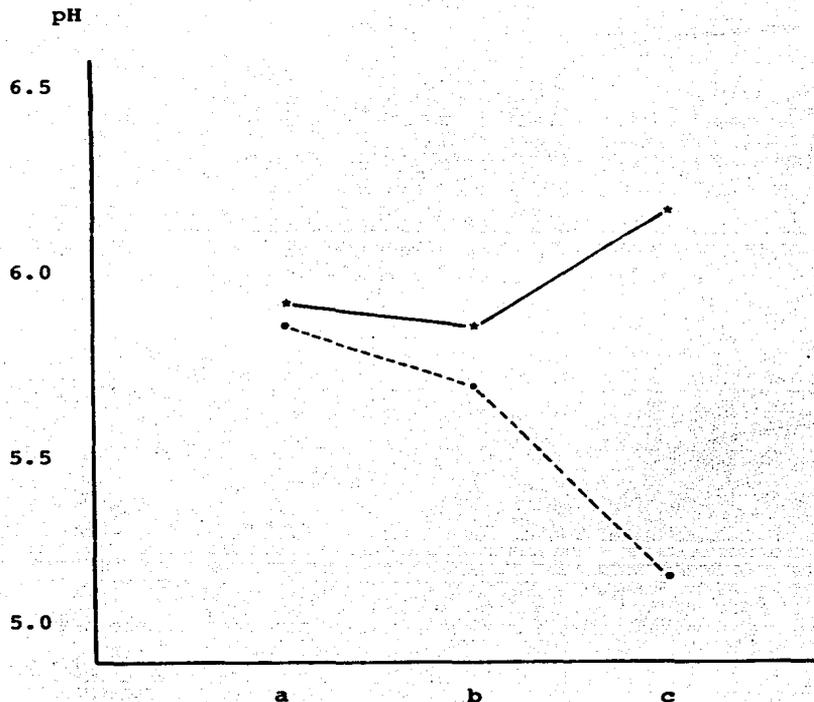
ESTADOS DE MADUREZ a(baja), b(media), c(alta).

* ————— * DIA 0 DE ALMACENAMIENTO

o - - - - - o DIA 45 DE ALMACENAMIENTO

F I G U R A 5

CONTENIDO DE ACIDO LACTICO, DURANTE LOS DOS DIAS DE ALMACENAMIENTO Y LOS TRES DIFERENTES ESTADOS DE MADUREZ DEL FORRAJE DE AVENA.



ESTADOS DE MADUREZ a(baja), b(mediana), c(alta).

----- DIA 0 DE ALMACENAMIENTO

o-----o DIA 45 DE ALMACENAMIENTO

CUADRO 4. EFECTO DE LA ACICION DE BACITRACINA DE CINCO¹, TIEMPO DE ALMACENAMIENTO Y MADUREZ DE LA PLANTA SOBRE LOS NIVELES DE MATERIA SECA DEL FORRAJE DE AVENA

TRATAMIENTO		TIEMPO DE ALMACENAMIENTO (DIAS) ²			CAMBIO DEL DIA 0 AL 45
		0	45	X	
		----- M.S. -----			
MADUREZ	CONTROL	22.0	22.0	22.0	0.0
BAJA	Bzn	20.4	21.4	20.9	1.0
	PROMEDIO	21.2 ^a	21.7 ^a	21.45 ^a	0.5
MADUREZ	CONTROL	28.8	28.4	28.6 ^x	-0.4
MEDIA	Bzn	30.8	30.4	30.6 ^y	-0.4
	PROMEDIO	29.8 ^b	29.4 ^b	29.6 ^b	-0.4
MADUREZ	CONTROL	35.1	35.73	35.4	0.31
ALTA	Bzn	34.4	34.2	34.3	0.2
	PROMEDIO	34.7 ^c	34.9 ^c	34.6 ^c	0.21

¹ Bacitracina de cinc, contiene 100 gramos de actividad por kilogramo (Bzn).

² Cada valor es el promedio de 2 repeticiones.

a,b,c Literales diferentes en la misma columna, significan diferencia estadística (P>0.01).

x,y Literales diferentes en la misma columna, dentro de un nivel de maduración, significan diferencia estadística (P>0.05).

CUADRO 5. EFECTO DE LA ADICION DE BACITRACINA DE CINCO¹, TIEMPO DE ALMACENAMIENTO Y MADUREZ DE LA PLANTA SOBRE LOS NIVELES DE PROTEINA CRUDA EN EL FORRAJE DE AVENA.

TRATAMIENTO	TIEMPO DE ALMACENAMIENTO (DIAS) ²			CAMBIO DEL DIA 0 AL 45	
	0	45	X		
	----- % P.C. (Nx6.25) ³ -----				
MADUREZ	CONTROL	10.95	10.58	10.77	0.36
BAJA	Bzn	11.21	10.73	10.97	0.48
	PROMEDIO	11.08 ^a	10.65 ^a	10.87 ^a	0.43
MADUREZ	CONTROL	7.81	7.68	7.74 ^x	-0.12
MEDIA	Bzn	7.46	7.14	7.31 ^y	-0.32
	PROMEDIO	7.63 ^b	7.41 ^b	7.53 ^b	-0.22
MADUREZ	CONTROL	6.38	5.97	6.18	-0.41
ALTA	Bzn	6.70	6.08	6.40	-0.61
	PROMEDIO	6.54 ^c	6.03 ^c	6.29 ^c	-0.51

1,2 Notas a pie de cuadro, ver cuadro 4.

3 Base seca

a,b,c Literales diferentes en la misma columna, significan diferencia estadística (P>0.05)

x,y Literales diferentes en la misma columna dentro de un nivel de madurez, significa diferencia estadística (P>0.05).

CUADRO 6. EFECTO DE LA ADICION DE BACITRACINA DE CINCO¹, TIEMPO DE ALMACENAMIENTO Y MADUREZ DE LA PLANTA SOBRE LOS NIVELES DEL % DE NITROGENO AMONICAL (N-NH₃) COMO % DEL NITROGENO TOTAL DEL FORRAJE DE AVENA.

TRATAMIENTO	TIEMPO DE ALMACENAMIENTO (DIAS) ²			CAMBIO DEL DIA 0 AL 45	
	0	45	X		
----- % N-NH ₃ -----					
MADUREZ	CONTROL	5.29	36.00	20.65	30.70
BAJA	Bzn	4.73	38.30	21.52	33.57
	PROMEDIO	5.01 ^a	37.15 ^a	21.08 ^a	32.14
MADUREZ	CONTROL	4.59	32.04	18.32	27.45
MEDIA	Bzn	4.86	32.19	18.52	27.33
	PROMEDIO	4.72 ^a	32.12 ^b	18.42 ^b	27.40
MADUREZ	CONTROL	4.46	23.93	14.19	19.46
ALTA	Bzn	4.79	24.07	14.43	19.28
	PROMEDIO	4.62 ^a	24.00 ^c	14.31 ^c	19.38

^{1,2} Notas a pie de cuadro, ver cuadro 4.

³N-NH₃ = Nitrógeno amoniacal, expresado como porcentaje del nitrógeno total, en base seca.

a,b,c Literales diferentes en la misma columna, significan diferencia estadística (P>0.01).

CUADRO 7. EFECTO DE LA ADICION DE BACITRACINA DE CINC¹, TIEMPO DE ALMACENAMIENTO Y MADUREZ DE LA PLANTA SOBRE LOS NIVELES DE ACIDO LACTICO DEL FORRAJE DE AVENA.

TRATAMIENTO	TIEMPO DE ALMACENAMIENTO (DIAS) ²			CAMBIO DEL DIA 0 AL 45	
	0	45	X		
- - - - - % ACIDO LACTICO - - - - -					
MADUREZ	CONTROL	0.19	0.28	0.24	0.09
BAJA	Bzn	0.18	0.25	0.21	0.07
	PROMEDIO	0.18 ^a	0.27 ^a	0.23	0.09
MADUREZ	CONTROL	0.16	0.31	0.23	0.14
MEDIA	Bzn	0.13	0.28	0.22	0.14
	PROMEDIO	0.15 ^a	0.30 ^a	0.22	0.15
MADUREZ	CONTROL	0.18	0.36	0.27	0.17
ALTA	Bzn	0.12	0.35	0.23	0.22
	PROMEDIO	0.15 ^a	0.36 ^b	0.24	0.12

^{1,2} Notas a pie de cuadro, ver cuadro 4.

a,b Literales diferentes en la misma columna, significan diferencia estadística (P>0.05).

CUADRO 8. EFECTO DE LA ADICION DE BACITRACINA DE CINCO¹, TIEMPO DE ALMACENAMIENTO Y MADUREZ DE LA PLANTA SOBRE LOS NIVELES DE pH DEL FORRAJE DE AVENA.

TRATAMIENTO	TIEMPO DE ALMACENAMIENTO (DIAS) ²			CAMBIO DEL DIA 0 AL 45	
	0	45	X		
-----% pH-----					
MADUREZ	CONTROL	5.90	5.90	5.90	0.00
BAJA	Bzn	5.90	5.80	5.80	-0.10
	PROMEDIO	5.90 ^a	5.85 ^b	5.85	-0.05
MADUREZ	CONTROL	5.90	5.40	5.65	-0.50
MEDIA	Bzn	5.80	6.0	5.90	-0.20
	PROMEDIO	5.85 ^a	5.70 ^b	5.78	-0.15
MADUREZ	CONTROL	6.10	5.10	5.60	-1.00
ALTA	Bzn	6.10	5.25	5.69	-0.85
	PROMEDIO	6.10 ^a	5.20 ^a	5.65	-0.90

1,2 Notas a pie de cuadro, ver cuadro 4.

a,b Literales diferentes en la misma columna, significan diferencia estadística (P>0.01).

LITERATURA CITADA:

1. Alexander, R.A., McCall, J.T., Hentges, J.F., Jr., Legins, P.E. and Davis, G.K.: Digestibility of chopped oat silage preserved with zinc bacitracina fed to cattle and sheep. J. Dairy Sci. 44: 1928 (1961).
2. A.O.A.C. Association of Official Agricultural Chemists: Official Methods of Analysis. Washington, D.C., 1969.
3. Baker, S.B. and Summerson, W.H.: The Colorimetric determination of Lactic Acid in Biological material. J. Biol. Chem. 138: 535 (1941).
4. Bremer, J.M. and Keeney, D.R.: Steam distillation methods for determination of amonium, nitrate. Anal. Chim. Acta 32: 485-495 (1965).
5. Burghardi, S.R., Goudrich, R.D. and Meiske, J.C.: Evaluation of Corn Silage treated with Microbial additives. J. Anim. Sci. 50: 729-736 (1980).
6. Dewar, W.A. and McDonald, P.: Determination of Dry Matter in Silage by distillation with Toluene. J. Sci. Food Agric. 12: 790-795 (1965).
7. Dulphy, J.P. and Demarquilly, C.: Influence de la machine de recolte definesse de hechaje sur le valer alimenttair des ensilage. Fourrage 91: 37-55 (1982).
8. Flores, J.A.: Bromatología Animal. 1a. Ed. Limusa, México, 1970.
9. Garcia, G.J.: Ensilado de Forrajes. 6a. Ed. Publicaciones de Extensión Agraria, Madrid, 1979.
10. Glabe, E.F. and H.J. Rebhan.: Silage process and Product. U.S. Patent Office. 4: 195-196 (1977).
11. Langston, C.W., Wiseman, H.G., Gordon, C.H., Jacobson, W.C., Melin, C.G. and Moore, L.A.: Chemical and Bacteriological Changes in Grass Silage During the Early Stages of Fermentation. I. Chemical Changes. J. Dairy Sci. 45: 396 (1962).

12. Laparra, V.J.L.: Preservation and utilization of Sodium diacetate treated corn Silage. Tesis para Master of Science, Dairy Science, University of Wisconsin Madison, 1981.
13. Laparra, V.J.L.: Ensilado de maiz como único forraje en dietas para ganado de engorda en sistemas intensivo. Memorias "Bovinos productores de carne en engorda intensiva" Pachuca Hidalgo.: 62-72 (1983) Fac.de Med.Vet.y Zoot. y U.A. Hidalgo.
14. Lusk, J.W.: The use of preservatives en silages production. En McCullough, M.E. (Ed). Fermentation of silage a review. National Feed Ingredients Assec; West Des Moines, I.A. 203-208 (1998).
15. McCullough, M.E.: Silage and Silage Fermentation. Feed Stuffs, March 28: 49-51 (1971).
16. McCullough, M.E.: Silage-Some General considerations. en McCullough (Ed). Fermentation of Silage A Review. National Feed Ingredients Assoc., West Des Moines, I.A. (1978).
17. McDonald, P. and Whittenbury, R.: The Ensilage process. Chem. and Biochem. of Herbage, 33-60 (1973).
18. McDonald, P., Henderson, A.R. and Ralton, J.: Energy Changes during ensilage. J. Sci. Fd. Agr. 24: 827 (1973).
19. Ochoa, R.M.: Preservación del forraje Rye Grass *Lolium Multiflorum* con la adición de bacilos láctico o Bacitracina de cinc. Tesis de licenciatura. Fac. de Med. Vet. y Zoot. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F., 1982.
20. Owen, F.G.: Effect of Enzymes and Bacitracina in Silage quality. J. Dairy Sci. 45: 934 (1962).
21. Parker, R.B.: Methodology for Determining Quality of Silage. National Feed Ingredients Association. (1980).
22. Pratt, A.D. and Conrad, H.R.: Bactracin as a Preservative

- for Legume grass silage. Ohio Agr. Exp. Sta. Bul. 893 (1961).
23. Russof, L.L., Breidenstein, C.P., Mitslead, W.J. and Bertrand, J.E.: Zinc Bacitracin as a Silage Preservative. J. Dairy Sci. 42: 392 (1957).
 24. Steel, R.G.D. and Torrie, J.H.: Principles and Procedures of Statistics. Book-Co., McGraw-Hill, 2nd ed. New York. 1960.
 25. Singh, A.P., Upadhyay, V.S. and Rekib, A.: Note on the Quality aspects of oat (*Avena sativa* Linn.) Silage and Hay. Indian J. Anim. Sci. 50 (11): 991-992 (1980).
 26. Tamsey, D.S.: The effect of preservatives on silage dry matter losses in sweet and grain sorghums. J. Dairy Sci. 44: 1206 (1961).
 27. Thorlacius, S.O. and Beacom, S.E.: Feeding Value for Lambs of Fababean, Field Pea, Corn and Oat Silage. Can. J. Anim. Sci. 61: 633-668, (1981).
 28. Watson, J.S.: El Ensilaje. 1a. Ed. Compañía Editorial Continental, S.A. México. 1965.
 29. Whittenbury, R., McDonald, P. and Bryan-Jones, D.G.: A Short Review of some Biochemical and Microbiological aspects of Ensilage. J. Sci. Food Agric. 18: 441-444 (1967).
 30. Wieringa, G.W.: The Effect of Wilting on Butyric Acid Fermentation in Silage. Neth. J. Agric. Sci. 6: 204 (1958).