

171 Sujent.

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**  
**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**



**COMPOSICION Y DIGESTIBILIDAD IN VITRO DEL  
MAIZ CON Y SIN MAZORCA, ENSILADO A DIFE-  
RENTES EDADES CON Y SIN HIDROXIDO DE SODIO  
(NaOH).**

**T E S I S**  
**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE**  
**MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**  
**P R E S E N T A**

**LEONARDO ARRIOLA IBARRA**  
**ASESOR DE TESIS: M.V.Z. ARMANDO S. SHIMADA**

**MEXICO, D. F.**

**D. S. S. S.**  
**UNAM**  
**TESIS CONVALIDADA POR**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**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.

# I N D I C E

	Pag.
RESUMEN.....	1
INTRODUCCION.....	3
MATERIAL Y METODOS.....	10
RESULTADOS.....	13
CUADRO 1.....	17
CUADRO 2.....	18
CUADRO 3.....	19
CUADRO 4.....	20
CUADRO 5.....	21
CUADRO 6.....	22
CUADRO 7.....	23
CUADRO 8.....	24
CUADRO 9.....	25
CUADRO 10.....	26
CUADRO 11.....	27
DISCUSION.....	28
CONCLUSION.....	30
LITERATURA CITADA.....	32

## R E S U M E N

TITULO: "COMPOSICION Y DIGESTIBILIDAD IN VITRO DEL MAIZ CON Y SIN MAZORCA, ENSILADO A DIFERENTES EDADES CON Y SIN HIDROXIDO DE SODIO -- (NaOH)."

AUTOR: P.M.V.Z. Leonardo Arriola Ibarra.

ASESOR: M.V.Z. Armando S. Shimada.

El presente trabajo se realizó con el fin de observar el efecto del tratamiento con hidróxido de sodio a la planta completa y a la cañuela (planta sin mazorca) de maíz (Zea miz). El primer muestreo se realizó al alcanzar el maíz la semana 21 de edad; los muestreos siguientes se hicieron a las semanas 22, 23, 24 y 25 de edad. Se utilizó el hidróxido de sodio a una concentración de 4% en base a la materia seca estableciéndose 4 tratamientos: 1) Maíz completo sin hidróxido de sodio. 2) Maíz completo con hidróxido de sodio. 3) Cañuela de maíz sin hidróxido de sodio. 4) Cañuela de maíz con hidróxido de sodio. Durante una etapa de 45-55 días los microsilos permanecieron cerrados y posteriormente se realizó su análisis cuyos resultados se trabajaron bajo un factorial 2x2x5, resultando lo siguiente:

Se obtuvo una alta significancia ( $P < 0.01$ ) para el aditivo (NaOH) en los siguientes parámetros: nitrógeno no proteico, cenizas totales, cenizas in solubles y paredes celulares.

Así mismo, se observó una significancia estadística ( $P < 0.01$ ) para período, en los parámetros de: proteína cruda, fibra ácido detergente y celu losa.

El forraje mostró significancia estadística - ( $P < 0.01$ ) en los parámetros siguientes: proteína cruda, cenizas insolubles, paredes celulares, humedad, contenido celular, fibra ácido detergente, celulosa y hemicelulosa.

## I N T R O D U C C I O N

El maíz ha sido una de las plantas más utilizadas en la alimentación tanto del hombre como de los animales. Este cultivo es considerado en México como el más importante, tanto por su producción total de grano como por su amplia distribución en las distintas zonas del país. Sin embargo, se tienen bajos rendimientos por hectárea (2.0 toneladas de grano hay en promedio de 1975-1979, D.G.E.A.\*-SARH), - principalmente debido a que el 90% de la superficie cultivada es de temporal.

Para el hombre se destina el grano maduro o -- terno mientras que para los animales se utilizan - los residuos formados por tallos y hojas, ya sea di -- rectamente o conservados mediante el proceso de en -- silaje.

La forma de explotación integral del maíz para fines pecuarios, ha sido como ensilaje de la planta completa, aunque de esta forma no se utiliza el gra -- no para consumo humano.

Existen aspectos primordiales que nos obligan

\* D.G.E.A.-Dirección General de Economía Agrícola.

a pensar en un mejor aprovechamiento de la planta - en cuestión:

1. En nuestro país el maíz se tiende a utilizar más para la alimentación humana, lo -- cual reduce la cantidad disponible para la alimentación animal.
2. La posible mejora en el aprovechamiento de la celulosa, ya que se puede elevar su valor nutritivo, mediante el uso de trata- - mientos químicos.

Este último aspecto ha ocupado la atención de gran número de investigadores:

Mediante estudios realizados por Gadeen (1920); Archibald (1924); Watson (1941); McAnally (1942); - Sen, Ray y Talpatra (1942); Woodman (1943); Wilson y Pigen (1964); Olalode y Mowat (1969). Se ha demostrado que el tratamiento de pajas con NaOH incrementa la digestibilidad de la materia seca; dichos procedimientos comprendían métodos de enjuague con agua una vez que el material había sido tratado con el álcali, ocasionando con ello la pérdida de glúci dos y proteínas solubles, lo que reducía aún más el

valor nutritivo del forraje.

Investigaciones posteriores conducidas entre otros por Donefer (1968); Feist, Baker y Torkow (1970), simplificaron los procedimientos pioneros reduciendo la cantidad de agua, eliminando el lavado y neutralizando los álcalis con soluciones de un ácido débil.

La combinación de tratamientos con sosa y vapor a presión han sido utilizados para evaluar la composición química e incrementar la digestibilidad de la paja de trigo, Guggloz et al. (1971) lograron un aumento de 50% a este respecto.

Maeng, Mowat y Bilansky (1971) trabajando con paja de cebada, utilizando NaOH al 6% y vapor a presión atmosférica durante 30 minutos, demostrando que tales tratamientos son muy superiores al en silaje de alfalfa en cuanto a la digestibilidad de los componentes de la pared celular, energía digestible, celulosa y retención de nitrógeno.

Calderón et al. (1975) probaron el rastrojo de maíz tratado con 4% de NaOH contra el rastrojo sin tratar sobre el crecimiento de becerras para pro--

ducción de carne, sus observaciones no demostraron una mejoría en la ganancia de peso, pero sí en la conversión alimenticia.

Gran parte del valor energético del ensilaje de maíz se debe al grano, por lo que al quitar éste, se reduciría su valor y también podrá variar el tipo de fermentación del ensilaje que con maíz completo (hojas, tallos y mazorcas) es el óptimo (fermentación láctica) (De Alba, 1971).

Se ha demostrado, que los forrajes fibrosos de baja digestibilidad reducen el consumo voluntario (Calderón, 1975), efecto que puede mejorarse a través del tratamiento con álcali (Sánchez, 1976).

Los tratamientos con álcalis incrementan el valor nutritivo de los forrajes de baja calidad, debido al aumento significativo en la digestibilidad de la materia seca (Sánchez, 1976); esto último es aparentemente debido a la solubilización de la celulosa y la hemicelulosa presentes en las paredes celulares, sin cambios aparentes en el contenido de lignina (Klopfenstein et al., 1978).

Klopfenstein, Krause, Jones y Woods (1972) re-

portaron un aumento en la digestibilidad in vitro - del ensilaje de la planta completa de maíz, al tratarlo con NaOH al 4%; utilizando el mismo tratamiento sobre tallos de alfalfa y mazorcas de maíz observaron que la composición química de los tallos de alfalfa no fue afectada. No así en las mazorcas -- donde el contenido de lignina y de paredes celulares se vieron disminuidas, lo cual parece ser debido a una delignificación.

Reveron y Topps (1973), observaron que la digestibilidad de la materia orgánica aumentaba en pajas de trigo y de cebada tratadas con 8 y 10% de álcali; estos autores explican este cambio por la disminución del contenido de fibra (ácido detergente).

Trabajando con borregos y olote de maíz Klopfenstein et al. (1974), observaron que tanto el crecimiento de estos animales como la digestibilidad de la materia seca del olote no se mejora después del tratamiento de éste con NaOH al 3%; más tarde Rounds y Klopfenstein (1974) señalan lo contrario con diversas combinaciones de álcalis adicionados al olote de maíz, lo que conduce a pensar que la destrucción de la celulosa no es igual para un mismo alimento con el uso de diferentes álcalis.

Crampton y Maynard (1938) señalaron que el valor de los alimentos para el rumiante depende fundamentalmente de la relación lignina / celulosa presente en ellos. Klopfenstein et al. (1972) señalaron, asimismo, que el tratamiento con NaOH al 5% sobre diferentes alimentos celulósicos, aumenta la digestibilidad de la materia seca y el consumo en pequeños rumiantes. Estos resultados fueron repetidos por Fernández, Carmona y Greenhalgh (1972) quienes utilizaron concentraciones de hasta 18% de álcali.

Waller (1976) al usar tratamientos químicos a base de NaOH en forrajes observó que dicho tratamiento - solubiliza algo de la hemicelulosa y que la digestión in vitro es incrementada tanto para hemicelulosa como para la celulosa.

Se ha encontrado también que los niveles de lignina no se reducen por el tratamiento químico -- (Klopfenstein, 1972; Rexen y Thompen, 1976; Olalode, 1970) de este modo el incremento en el grado de digestión es probablemente debido a la ruptura de los enlaces entre la lignina y la hemicelulosa o la celulosa sin la supresión de lignina (Klopfenstein, 1978).

### MATERIAL Y METODO

El presente trabajo se realizó en el Centro Experimental Pecuario de Tulancingo, Hgo., (I.N.I.P.-S.A.R.H.), empleándose un cultivo de maíz variedad H 125 con 147 días de edad al primer corte.

Se utilizaron cubetas con capacidad para 20 l. las cuales fueron provistas de orificios en el fondo para facilitar el drenaje, además cada cubeta -- contó con su respectiva tapadera. Se hizo uso también de un molino Chetumal para lograr el picado de la planta. El hidróxido de sodio (NaOH), se utilizó al 4% base seca.

La manipulación se hizo de la siguiente manera:

1. Obtenida la planta de maíz completa, se -- procedió a picarla para hacer 2 microsilos y al restante de la planta completa picada se le añadió el hidróxido de sodio (NaOH) en la concentración arriba señalada, para de nuevo elaborar 2 microsilos.
2. Seguidamente se picaron las plantas de -- maíz sin elote (cañuela), se hicieron 2 -

microsilos y a la cañuela picada restante se añadió el hidróxido de sodio (NaOH) al 4% base seca y así de nuevo hacer 2 microsilos.

Todos los microsilos fueron apisonados para lograr la expulsión de aire al máximo, asimismo, fueron cubiertos para evitar la entrada de aire y la pérdida de humedad.

Los procedimientos anteriores (1 y 2) se llevaron a cabo durante las semanas 21, 22, 23, 24 y 25 de edad del maíz, obteniéndose cada semana 8 microsilos, de tal forma que al final del quinto período, se contó con un total de 40 microsilos -- distribuidos de la siguiente manera:

Para el primer tratamiento= 10 microsilos a base -  
de planta completa sin  
NaOH.

Para el segundo tratamiento=10 microsilos a base -  
de planta completa con  
NaOH.

Para el tercer tratamiento= 10 microsilos a base -

de cañuela sin NaOH.

Para el cuarto tratamiento= 10 microsilos a base -  
de cañuela con NaOH.

El diseño utilizado fue completamente al azar en un arreglo factorial  $2 \times 2 \times 5$  con 2 repeticiones.

Después de permanecer cerrados los microsilos por un período de 45-55 días, se procedió a abrirlos para muestrear cada uno de ellos y efectuar el análisis químico proximal (1), fracciones de fibra (22) y pH, realizándose 2 repeticiones para cada análisis.

Los datos generados por los análisis ya mencionados, se procesaron bajo el sistema de análisis estadístico versión 76.5 en la computadora de la Universidad Autónoma Chapingo. Asimismo, de acuerdo a los lineamientos establecidos por Snedecor y Cochran (20), Steel y Torrie (21).

## R E S U L T A D O S

Los resultados de los análisis químicos efectuados a los ensilajes, se muestran en los cuadros 1 a 11. El contenido de proteína ( $N \times 6.25$ ), se encuentra disminuído en los ensilajes de forraje de maíz des pencado con y sin hidróxido de sodio, comparativamente con el ensilaje de maíz completo, debido a que éste es más rico en proteína por la presencia del grano (cuadro 1). Asimismo, se observa una alta significancia ( $P < 0.01$ ) para el forraje -- utilizado y para el período; dichas observaciones eran esperadas, ya que sabemos que las plantas antes de alcanzar su madurez, contienen el nivel más alto de proteínas y, por lo tanto, conforme avanzó el número de períodos y la planta alcanzó y rebazó su madurez, la proteína decreció.

Los valores para nitrógeno no proteico, se -- ven disminuídos en los ensilajes tratados con hidróxido de sodio, comparativamente con los ensilajes sin aditivo, debido a que la fermentación es -- más eficiente y a que las bacterias aprovechan mejor el nitrógeno no proteico (Cuadro 2).

El contenido de cenizas totales se ve incremta do para los ensilajes tratados con NaOH, resulta-- dos esperados ya que al añadirse el aditivo se ele va el contenido de minerales (Cuadro 3). Asimismo, se observa una alta significancia ( $P < 0.01$ ) para el tipo de forraje utilizado siendo los ensilajes a base de cañuela, los que muestran niveles de cenizas más elevados. Se observa también, una significancia estadística ( $P < 0.05$ ) para período, esto - debido a que al aumentar la edad de la planta au-menta también la concentración de minerales en la misma.

En cuanto a cenizas insolubles, se observan - disminuidas en los ensilajes adicionados con NaOH ( $P < 0.01$ ) en comparación con los ensilajes no tratados, lo cual puede deberse a la solubilización - de alguno de los elementos insolubles en ácido - - (Cuadro 4).

En los valores para paredes celulares (Cuadro 5), se observa una significativa ( $P < 0.01$ ) disminu ción en los ensilajes con aditivo comparados con - los no tratados, lo que parece ser debido a una de lignificación, ya que se ha informado una disminu ción en cuanto a lignina en forrajes tratados con

hidróxido de sodio.

Para humedad (Cuadro 6) y pH (Cuadro 7), los resultados obtenidos se encuentran dentro de los límites normales, notándose para el segundo, una tendencia a ser superior en los ensilajes tratados con NaOH.

En el cuadro 8, se observa para los ensilajes tratados con NaOH, un aumento en los valores para contenido celular, resultados debidos a que se obtuvo un buen rompimiento de paredes celulares en los mismos ensilajes.

Para fibra ácido detergente (Cuadro 9), se obtuvo una alta significancia ( $P < 0.01$ ) para forraje, período y forraje período, debido a que conforme la planta aumenta en edad, también lo hacen directamente la celulosa, la hemicelulosa, la lignina y los minerales insolubles que forman parte de esta fracción.

De igual forma para celulosa (Cuadro 10), se tiene una alta significancia ( $P < 0.01$ ) para forraje y período lo cual se debe a las mismas condiciones ya explicadas para fibra ácido detergente.

En cuanto a hemicelulosa no se observan diferencias significativas, ya que la variación de ésta, de un período a otro, fue baja (Cuadro 11).

## CUADRO 1

CAMBIOS COMPOSICIONALES DE ENSILAJES DE PLANTA COMPLETA  
Y DE CAÑUELA DE MAIZ AMBOS DE 5 EDADES AL CORTE.  
PROTEINA CRUDA % B.S.

Período	Forraje aditivo	Planta completa		Cañuela		$\bar{x}$
		sin	con	sin	con	
1		7.59	7.69	7.11	7.13	7.38
2		8.28	8.18	7.22	6.70	7.59
3		7.14	8.12	6.61	6.66	7.13
4		6.93	6.93	6.69	6.99	6.88
5		7.37	6.60	6.50	5.62	6.52

## Promedio

Tratamientos	7.46	7.50	6.82	6.61
Forraje	completa	7.48	cañuela	6.71
Aditivos	sin	7.14	con	7.05

## significancia estadística

Forraje	**
Aditivo	N.S.
Período	**
Forraje-Aditivo	N.S.
Forraje-Período	N.S.
Aditivo-Período	N.S.
Forraje-Aditivo-Período	N.S.
C.M.E.	0.198

N.S. - No significativo

\* -  $P < 0.05$

\*\* -  $P < 0.01$

## CUADRO 2

CAMBIOS COMPOSICIONALES DE ENSILAJE DE PLANTA COMPLETA  
Y DE CAÑUELA DE MAIZ AMBOS DE 5 EDADES AL CORTE.  
NITROGENO NO PROTEICO % B.S.

Periodo	Forraje	Planta completa		Cañuela		$\bar{x}$
	Aditivo	sin	con	sin	con	
1		3.62	1.82	3.77	1.45	2.66
2		2.57	1.90	3.62	1.67	2.44
3		3.25	1.97	3.55	1.97	2.68
4		3.46	2.55	2.47	2.77	2.81
5		2.02	1.80	2.77	1.87	2.11

## Promedios

Tratamiento	2.98	2.00	3.23	1.94
Forraje	completo	2.49	Cañuela	2.60
Aditivo	sin	3.10	con	1.97

## Significancia estadística

Forraje	N.S.
Aditivo	**
Período	*
Forraje-Aditivo	N.S.
Forraje-Período	N.S.
Aditivo-Período	**
Forraje-Aditivo-Período	*
C.M.E.	0.138

N.S. - No significativo.

\* -  $P < 0.05$

\*\* -  $P < 0.01$

CUADRO 3

CAMBIOS COMPOSICIONALES DE ENSILAJE DE PLANTA COMPLETA  
Y DE CAÑUELA DE MAIZ AMBAS DE 5 EDADES AL CORTE.  
CENIZAS % B.S.

Período	Forraje	Planta completa		Cañuela		$\bar{x}$
	Aditivo	sin	con	sin	con	
1		7.21	11.79	9.23	14.49	10.68
2		7.37	11.90	11.74	13.80	11.20
3		7.47	12.19	9.69	12.86	10.55
4		6.22	8.40	9.49	11.08	8.74
5		6.07	10.80	12.13	13.13	10.53

## Promedios

Tratamiento	6.86	11.01	10.45	13.07
Forraje	completo	8.94	Cañuela	12.71
Aditivo	sin	8.66	con	12.04

## significancia estadística

Forraje	**
Aditivo	**
Período	*
Forraje-Aditivo	N.S.
Forraje-Período	N.S.
Aditivo-Período	N.S.
Forraje-Aditivo-Período	N.S.
C.M.E.	1.85

N.S. - No significativo

\* -  $P < 0.05$ \*\* -  $P < 0.01$

## CUADRO 4

CAMBIOS COMPOSICIONALES DE ENSILAJE DE PLANTA COMPLETA  
Y DE CAÑUELA DE MAIZ AMBOS DE 5 EDADES AL CORTE  
CENIZAS INSOLUBLES % B.S.

Periodo	Forraje	Planta completa		Cañuela		$\bar{x}$
	aditivo	sin	con	sin	con	
1		2.54	1.24	3.25	2.01	2.26
2		2.77	1.58	3.79	2.33	2.61
3		2.86	1.96	4.30	2.47	2.89
4		2.22	1.81	3.02	3.48	2.63
5		2.17	2.01	3.73	2.43	2.58

## Promedios

Tratamiento	2.51	1.72	3.61	2.54
Forraje	completo	4.11	Cañuela	3.08
Aditivo	sin	3.06	con	2.12

## significancia estadística

Forraje	**
Aditivo	**
Período	N.S.
Forraje-Aditivo	N.S.
Forraje-Período	N.S.
Aditivo-Período	N.S.
Forraje-Aditivo-Período	N.S.
C.M.E.	0.712

N.S. - No significativo.

\* -  $P < 0.05$

\*\* -  $P < 0.01$

## CUADRO 5

CAMBIOS COMPOSICIONALES DE ENSILAJE DE PLANTA COMPLETA  
Y DE CAÑUELA DE MAIZ AMBAS DE 5 EDADES AL CORTE  
PAREDES CELULARES % D.S.

Período	Forraje	Planta completa		Cañuela		x
	aditivo	sin	con	sin	con	
1		53.61	47.51	57.40	55.30	53.45
2		49.01	45.79	58.52	55.57	52.22
3		52.06	44.13	60.19	56.12	53.12
4		48.01	48.62	65.52	61.92	56.01
5		48.19	47.06	68.40	59.47	55.78

## Promedios

Tratamiento	50.17	46.52	62.00	57.67
Forraje completo		48.39	cañuela	59.83
Aditivo sin		56.08	con	52.16

## significancia estadística

Forraje	**
Aditivo	**
Período	N.S.
Forraje-Aditivo	N.S.
Forraje-Período	*
Aditivo-Período	N.S.
Forraje-Aditivo-Período	N.S.
C.M.E.	7.93

N.S. - No significativo

\* -  $P < 0.05$

\*\* -  $P < 0.01$

## CUADRO 6

CAMBIOS COMPOSICIONALES DE ENSILAJE DE PLANTA COMPLETA  
Y DE CAÑUELA DE MAIZ DE 5 EDADES AL CORTE.  
% HUMEDAD

Período	Forraje	Planta completa		Cañuela		x
	aditivo	sin	con	sin	con	
1		75	76.5	80	78.50	77.50
2		75.50	76.25	78	78.25	77
3		74.75	77.50	79.25	81.50	78.25
4		74.50	72.75	81.50	77.75	76.62
5		71.25	68.50	76.75	74.50	72.75

## Promedios

Tratamiento	74.20	74.30	79.10	78.10
Forraje completo		74.24	cañuela	78.54
Aditivo sin		76.25	con	86.20

## significancia estadística

Forraje	**
Aditivo	N.S.
Período	*
Forraje-Aditivo	N.S.
Forraje-Período	N.S.
Aditivo-Período	N.S.
Forraje-Aditivo-Período	N.S.
C.M.E.	8.50

N.S. - No significativo

\* -  $P < 0.05$

\*\* -  $P < 0.01$

CUADRO 7

CAMBIOS COMPOSICIONALES DE ENSILAJE DE PLANTA COMPLETA  
Y DE CAÑUELA DE MAIZ AMBAS DE 5 EDADES AL CORTE  
pH

Período	Forraje	Planta completa		Cañuela		$\bar{x}$
	Aditivo	sin	con	sin	con	
1		3.98	4.30	4.08	4.55	4.22
2		3.70	4.40	3.87	3.75	3.93
3		4.42	3.72	4.22	4.45	4.20
4		3.67	3.95	3.90	4.15	3.91
5		3.90	4.35	4.41	4.90	4.39
<b>Promedio</b>						
Tratamiento		3.93	4.14	4.09	4.36	
Forraje		completo	4.03	Cañuela	4.23	
Aditivo		sin	4.01	con	4.24	

significancia estadística

Forraje	N.S.
Aditivo	*
Período	*
Forraje-Aditivo	N.S.
Forraje-Período	N.S.
Aditivo-Período	N.S.
Forraje-Aditivo-Período	N.S.
C.M.E.	0.09

N.S. - No significativo

\* -  $P < 0.05$

\*\* -  $P < 0.01$

CUADRO 8

CAMBIOS COMPOSICIONALES DE ENSILAJE DE PLANTA COMPLETA  
Y DE CAÑUELA DE MAIZ AMBAS DE 5 EDADES AL CORTE  
CONTENIDO CELULAR % B.S.

Período	Forraje	Planta completa		cañuela		$\bar{x}$
	aditivo	sin	con	sin	con	
1		46.07	52.48	42.06	44.69	46.32
2		50.99	53.70	41.56	44.43	47.67
3		45.43	55.86	39.80	43.80	46.22
4		51.99	51.37	34.47	38.89	44.18
5		51.81	52.94	31.60	40.82	44.29
<b>Promedio</b>						
Tratamiento		49.25	53.27	37.89	42.52	
Forraje		completo	52.26	cañuela	40.20	
Aditivo		sin	43.57	con	47.89	
<b>Significancia estadística</b>						
Forraje		**				
Aditivo		*				
Período.		N.S.				
Forraje-Aditivo		N.S.				
Forraje-Período		*				
Aditivo-Período.		N.S.				
Forraje-Aditivo-Período		N.S.				
C.M.E.		8.06				

N.S. - No significativo.

\* -  $P < 0.05$

\*\* -  $P < 0.01$

CUADRO 9

CAMBIOS COMPOSICIONALES DE ENSILAJE DE PLANTA COMPLETA  
Y DE CAÑUELA DE MAIZ AMBAS DE 5 EDADES AL CORTE  
FIBRA ACIDO DETERGENTE % D.S.

Período	Forraje	Planta completa		cañuela		$\bar{x}$
	aditivo	sin	con	sin	con	
1		34.32	32.68	38.69	39.79	36.37
2		30.43	31.06	40.06	40.53	36.52
3		35.15	32.11	40.92	40.00	37.04
4		29.18	30.28	41.18	40.57	35.30
5		26.92	29.98	41.65	40.75	34.82

Promedio

Tratamiento		31.20	32.22	40.50	40.31
Forraje	completo	31.22		cañuela	40.41
Aditivo	sin	35.84		con	35.77

significancia estadística

Forraje	**
Aditivo	N.S.
Período	**
Forraje-Aditivo	N.S.
Forraje-Período	**
Aditivo-Período	N.S.
Forraje-Aditivo-Período	N.S.
C.M.E..	2.20

N.S.- No significativo

\* -  $P < 0.05$

\*\* -  $P < 0.01$

## CUADRO 10

CAMBIOS COMPOSICIONALES DE ENSILAJE DE PLANTA COMPLETA  
Y DE CAÑUELA DE MAIZ AMBAS DE 5 EDADES AL CORTE  
CELULOSA % B.S.

Período	Forraje	Planta completa		Cañuela		$\bar{x}$
	aditivo	sin	con	sin	con	
1		27.47	25.06	30.52	31.93	28.74
2		22.88	23.65	29.29	31.35	26.79
3		26.08	23.88	30.35	30.38	27.67
4		22.28	22.65	31.45	30.43	26.85
5		21.55	22.18	29.82	31.23	26.19
Promedio						
Tratamiento		24.05	23.48	30.28	31.06	
Forraje		completo	23.76	cañuela	30.67	
Aditivo		sin	27.16	con	27.27	

## significancia estadística

Forraje	**
Aditivo	N.S.
Período	**
Forraje-Aditivo	N.S.
Forraje-Período	*
Aditivo-Período	N.S.
Forraje-Aditivo-Período	N.S.
C.M.E.	0.09

N.S. - No significativo

\* -  $P < 0.05$

\*\* -  $P < 0.01$

CUADRO 11

CAMBIOS COMPOSICIONALES DE ENSILAJE DE PLANTA COMPLETA  
Y DE CAÑUELA DE MAIZ AMBAS DE 5 EAOES AL CORTE  
HEMICELULOSA % B.S.

Período	Forraje aditivo	Planta completa		Cañuela		$\bar{x}$
		sin	con	sin	con	
1		19.28	14.73	19.27	23.13	19.10
2		14.83	18.46	16.16	21.26	17.78
3		18.70	15.03	18.82	17.08	17.40
4		15.51	16.91	18.34	21.68	18.11
5		15.58	12.02	24.34	18.72	17.66

Promedio

Tratamiento	16.78	15.43	19.38	20.37
Forraje	completo	16.40	cañuela	19.88
Aditivo	sin	18.38	con	17.90

significancia estadística

Forraje	**
Aditivo	N.S.
Período	N.S.
Forraje-Aditivo	N.S.
Forraje-Período	N.S.
Aditivo-Período	N.S.
Forraje-Aditivo-Período	N.S.
C.M.E.	7.77

N.S. - No significativo

\* -  $P < 0.05$

\*\* -  $P < 0.01$

D I S C U S I O N

Klopfenstein et al. (1976), demostraron un aumento en la digestibilidad in vitro, cuando la planta completa de maíz fue tratada con hidróxido de sodio, al 4% en base a la materia seca.

Así en el presente trabajo, observamos una disminución de paredes celulares en los ensilajes tratados con el hidróxido de sodio, para lo que experimentos anteriores han demostrado que el mejor rendimiento del rastrojo se debe a que el tratamiento alcalino afecta las paredes celulares, rompiendo los enlaces existentes entre los carbonos de celulosa y hemicelulosa, disminuyéndolas hasta en un 13%, permitiendo así que sean más digeribles por los animales para obtener mayores ganancias diarias de peso (Klopfenstein, 1978).

Asimismo, encontramos que los valores para el contenido celular, se ven elevados para los ensilajes tratados en comparación con los no tratados, - debido esto a que las paredes celulares de los mismos ensilajes fueron afectadas.

Los valores encontrados para nitrógeno no proteico, se ven disminuidos en los ensilajes tratados, comparativamente con los no tratados debido esto a que la fermentación fue más eficiente.

Para proteína cruda, nuestros resultados no -- fueron afectados por el aditivo ya que las diferencias existentes entre los ensilajes, es debido a la presencia o ausencia del grano. Por lo anterior, - creemos que la baja que sufre el ensilaje en cuanto a proteína al utilizar solamente la cañuela de maíz, puede ser suplida mediante el uso de fuentes de pro teína y lograr así un doble beneficio: primero, forraje de buena calidad para el ganado y, segundo, - la utilización del elote para el consumo humano, lo cual económicamente reditua un beneficio, según un estudio realizado por González Rubio-Shimada (1979).

## C O N C L U S I O N E S

Por los resultados obtenidos al añadir el -- NaOH a la planta completa y a la cañuela de maíz, - sugerimos que el tratamiento a base de NaOH sobre los forrajes, especialmente al utilizarlo sobre la cañuela de maíz, puede tener aplicaciones prácticas.

Se observó que el aditivo usado produjo los -- mismos resultados al ser añadido a la planta completa y a la cañuela de maíz a pesar de ser esta de menor calidad.

Sugerimos asimismo, esperar a que el grano presente un estado masoso para poder cosechar la mazorca y darle así utilidad para el consumo humano y al forraje ensilarlo adicionándole previamente con 4% de NaOH, mejorando así su valor nutritivo para el - ganado.

Debido a que los residuos agrícolas suman cada año cantidades considerables, el uso del NaOH mejoraría el valor nutritivo de estos, lo cual se traduciría en un mejor aprovechamiento por parte del ga-

nado, debido esto a que dichos residuos se encuentran constituidos por tres cuartas partes de celulosa y hemicelulosa que aún son fuente de energía para los rumiantes.

Se propone que este método sea aprovechado para no hacer competitiva la alimentación del hombre y de los animales, ya que en el futuro de nuestro país, el maíz se utilizará principalmente para la alimentación humana, lo que forzosamente debe de reducir la cantidad disponible para alimentar animales.

LITERATURA CITADA

1. Association of official Agricultural Chemists: Oficial Methods of Analysis. 10 th. ed. Washington, D.C. (1965)
2. Archivald, J.G.: The effect of sodium hydroxide or the composition, digestibility and feeding - value of grain hulls and other fibrous material. J. Agr. Res. 27: 245 (1974)
3. Calderon, F., Rojas, R., Shimada, A. y Peraza, C.: Alimentacion de becerros con rastrojo de - maíz tratado con alcali. Vet. Mex. 6: 91-94 (1975)
4. De Alba, J.: Alimentacion del ganado en América Latina. Prensa Médica Mexicana. 2a. ed. -- 1971.

5. Resumen de los boletines mensuales de la Dirección General de Economía Agrícola. SAG (1974).
  
6. Donefer, E.: The effect of sodium hydroxide treatment on the digestibility and voluntary intake of straw. Pro. of 2nd World Conf. On Ani. Prod. 446-449 (1968)
  
7. Feist, W.C.; A.J. Baker and H. Torkow: Alkali requeriments for improving digestibility of hard woods by rumen microorganisms. J. Anim. Sci. 30: 833-836 (1970).
  
8. Gaden, W.: The digestibility of straw after treatment with soda. J. Agr. Sci. 10: 451-452
  
9. Klopfenstein, T.J., Krause, V.E., Jones M.J. and Woods, W.: Chemical treatment of low quality Roughages. J. Anim. Sci. 35 (2): 418-422 (1972).

10. Klopfenstein, T.J.: Chemical treatment of crop residues. J. Anim. Sci. 43 (2): 841-848
  
11. Koers, W., Woods, W. and Klopfenstein, T.J.: Sodium hydroxide treatment of corn stover and cobs. J. Anim. Sci. 35: 1030-1032 (1970).
  
12. Koers, W.; Prokop, M. and Klopfenstein, T.J.: Sodium hydroxide treatment of crop residues. J. Anim. Sci. 35: 1131-1132 (1972)
  
13. Koers, W., Klopfenstein, T.J. and Woods, W.: Sodium hydroxide treatment of corn cobs. - - J. Anim. Sci. 29: 163 (Abstr.) (1969)
  
14. Olalode, B.G. and Mowat D.N.: In vitro digestibility of NaOH treated straw. J. Anim. Sci. 50: 657-662 (1969)
  
15. Rounds, W. and Klopfenstein, T.J.: Chemical for treating crop residues. J. Anim. Sci. 36: (1): 251 (abstr) (1974).

16. Roonds, W.; Klopfenstein, T.J.; Walter, J. and Messerm, T.: Influence of alkali treatments of cor cobs on in vitro dry matter disappearance and lamb performance. J. Anim. Sci. 43 (2): 478-482 (1976)
  
17. Sánchez J. E.: Cambios en la composición química y digestibilidad de forrajes de baja calidad nutritiva, mediante el uso de diversos compuestos químicos. Tec. Pec. en Mex. INIP-SAG 31: 68-74 (1976)
  
18. Sen, K.C.; Ray, S.C. and Talpatra S.K.: The nutritive value of alkali-treated cereal straus. Indian J. Vet. Sci. (Anim. Husb.) 12: 263-265 (1942)
  
19. Sánchez, R.R.: Producción de Granos y Forrajes. Ed. Limusa Wiley México D.F. 1976.
  
20. Snedecor, G.W. Cochran, W.G.: Métodos Estadísticos. Cía. Ed. Continental México, D.F. 1974.

21. Steel, G. and Torrie, J. H.: Principles and --  
Procedures of Statistics. Mc Graw-Hill New York  
1960
  
22. Van Soest, P.J.: Development of a comprehensive  
system of feed analysis and its application to  
forages. J. Anim. Sci. 26: 119-128 (1967)
  
23. Waller, J. C.; Klopfenstein, T.J.: Hydroxides  
for treating crop residues. J. Anim. Sci. 41-  
(1): 127-132 (1975).

1941



Diagram of a window or doorway

Diagram of a window or doorway

Diagram of a window or doorway