

DISTRIBUCION DEL NITROGENO EN ENSILAJES DE CAÑUELA DE MAIZ TRATADA CON UREA O AMONIACO LIQUIDO¹

REFUGIO VELASCO MENDEZ.²

MA. TERESA ROBLEDO S.²

GILBERTO ORTIZ O.²

IRMA TEJADA DE HERNANDEZ.²

ARMANDO S. SHIMADA-M.^{2,4}

RESUMEN

Se realizó un experimento tendiente a estudiar el efecto de la adición de tres niveles de urea o amoníaco líquido a ensilajes de cañuela de maíz y analizar la distribución del nitrógeno. Se usó un diseño completamente al azar; cada aditivo se manejó para aumentar el contenido de nitrógeno en 0.48%, 0.96% y 1.44%. Las muestras se ensilaron durante 30 días analizándose al inicio y al final de la fermentación. Respecto al testigo, el tratamiento con urea incrementó significativamente ($P < 0.05$) pH, nitrógeno total, nitrógeno amoniacal, nitrógeno no proteínico y etanol; disminuyó ($P < 0.05$) el nitrógeno de fibra detergente ácido y no hubo variación ($P > 0.05$) en

nitrógeno proteínico, materia seca, fibra detergente ácido, nitrógeno de fibra detergente ácido, ácidos acético y láctico. Respecto al testigo, el tratamiento con amonio incrementó ($P < 0.05$) pH, nitrógeno total, nitrógeno amoniacal, nitrógeno no proteínico, nitrógeno proteínico y ácido acético; no hubo variación ($P > 0.05$) en materia seca, fibra detergente ácido, nitrógeno de fibra detergente ácido, etanol y ácido láctico. Respecto a la urea, el tratamiento con amoníaco incrementó ($P < 0.05$) pH, nitrógeno amoniacal, nitrógeno proteínico y ácido acético; disminuyó ($P < 0.05$) el nitrógeno proteínico y etanol; no hubo variación ($P > 0.05$) en materia seca, nitrógeno total, fibra detergente ácido, nitrógeno de fibra detergente ácido y ácido láctico. No hubo producción de ácidos propiónico y butírico.

1 Este estudio fue efectuado bajo el patrocinio del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, a través del Proyecto IVT AF/NAL/81/1200 "Estudio sobre manipulación de la fermentación en ensilajes de forrajes y subproductos tropicales".

2 Centro de Investigaciones en Alimentación y Nutrición Animal (CIANA), Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias (SARH), Apdo. Postal 41-852 Palo Alto, D. F.

3 Edificio 9-B Depto. 3, Lomas de Sotelo, Z. P. 10.

4 Investigador nacional, Sistema Nacional de Investigadores; Socio numerario, Academia Veterinaria Mexicana.

Téc. Pec. Méx. 49 (1985)

INTRODUCCION

El empleo de la planta de maíz como forraje ensilado para el ganado, ha sido cuestionado, ya que en el proceso de preservación se incluye a la mazorca, lo que disminuye la cantidad de grano disponible para consumo humano. Sin embargo, la mazorca en el ensilaje, al aportar almidón asegura una buena fermentación lácti-

ca del material; el grano también contribuye a elevar el contenido proteínico del ensilaje y con ello su valor nutritivo (Shimada, Wilson y Harpster, 1984). Tradicionalmente, cuando se cosecha el maíz se obtiene el rastrojo, que es un material lignificado de limitado valor alimenticio para los animales (Sánchez, 1976). Si se desea obtener grano y además un buen forraje para ser ensilado, se puede adelantar la cosecha unas semanas para que la cañuela de maíz (planta sin mazorca) obtenida tenga todavía suficiente humedad, además de una composición nutricional más favorable (más celulosa y hemicelulosa en relación con lignina) (Shimada, Wilson y Harpster, 1984). Se ha tratado de sustituir el aporte nutricional del grano incrementando la digestibilidad de la cañuela mediante el empleo de hidróxido de sodio; sin embargo, las limitantes de emplear este álcali son su dificultad para aplicarlo, ya que es muy corrosivo, no aporta nitrógeno y contribuye a elevar el contenido de minerales (Díaz, Shimada y Palacios, 1982).

También se han hecho diversos estudios para incrementar el contenido de nitrógeno del ensilaje de maíz; a este respecto el amonio ha logrado incrementar la concentración de nitrógeno insoluble en agua (Huber, Lichtenwalner y Thomas, 1973; Johnson, Huber y Bergen, 1982); Huber, Foldager y Smith (1979) sugieren las siguientes explicaciones: incremento en la síntesis de proteína microbiana del ensilaje, captura del amonio por partículas del ensilaje, disminución de la degradación de la proteína original de la planta o una combinación de estas causas que, como consecuencia, disminuyen el nitrógeno amoniacal y aumentan el nitrógeno proteínico durante el ensilaje.

Trabajos realizados por Johnson, Huber y Bergen (1982), indican que el tratamiento con amonio resulta en una mayor producción de ácido láctico y disminución de la proteólisis. La incorporación directa del amonio a un

alto porcentaje del nitrógeno proteínico parece indicar que la degradación de proteína de la planta de maíz disminuye durante el ensilaje (Huber, Foldager y Smith, 1979).

Shimada, Wilson y Harpster (1984), con diferentes fuertes de nitrógeno adicionado a ensilajes de cañuela de maíz han mostrado la posibilidad de preparar ensilajes de este material adicionado de melaza + urea o de hidróxido de sodio + urea. El valor nutricional del segundo tratamiento es comparable al de un ensilaje de maíz completo en vaquillas Holstein (Garza et al., 1980) o en ovinos (Urrutia, Martínez y Shimada, 1982).

En alimentación de borregos Tabasco con ensilajes de maíz completo, cañuela de maíz + urea y cañuela de maíz + amonio, se encontraron diferencias significativas ($P < 0.01$) en proteína cruda y conversión alimenticia (Partida et al., 1984).

El presente experimento se diseñó con objeto de estudiar los efectos de dos fuentes de nitrógeno no proteínico, urea y amoniaco líquido, sobre la distribución de nitrógeno y las características de la fermentación.

MATERIAL Y METODOS

Cañuela de maíz previamente descrita por Partida et al. (1984), que contenía alrededor de 31% de materia seca, se picó y mezcló con urea o amoniaco líquido para incrementar el contenido de nitrógeno en 0%, 0.48%, 0.96% y 1.44% con base en materia seca, dando un total de siete tratamientos con tres repeticiones cada uno.

Para cada tratamiento se mezclaron porciones de 2 kg. de las cuales una porción se congeló para su posterior análisis y el resto de la mezcla se depositó en microsilos de vidrio de 3 litros de capacidad los cuales se pesaron y pusieron a 25°C en cuarto con temperatura controlada.

Las muestras se analizaron para determinar pH (A.O.A.C., 1980), humedad por arrastre con tolueno (Jacobs, 1965), fibra detergente ácido

(Van Soest y Wine, 1967), nitrógeno de fibra detergente ácido (Goering y Van Soest, 1975), nitrógeno total por Kjeldahl (A.O.A.C., 1980), nitrógeno amoniacal (Pearson, 1970), nitrógeno no proteínico (Jacobs, 1965) y nitrógeno proteínico (diferencia entre nitrógeno total y nitrógeno no proteínico). Las determinaciones a excepción de fibra detergente ácido y nitrógeno de fibra detergente ácido se hicieron en las muestras frescas.

Después de 30 días de fermentación los ensilajes fueron pesados nuevamente y sacados de los silos para congelarse hasta su posterior análisis. Se les practicaron los mismos análisis que a las muestras iniciales y además se les determinó ácidos grasos volátiles, etanol y ácido láctico por cromatografía de gases (Cottyn y Bouque, 1968) en muestra húmeda.

Los resultados se analizaron estadísticamente para un diseño completamente al azar. La diferencia entre tratamientos y el efecto del ensilaje se analizó mediante una prueba de Student-Newman-Keuls, el efecto del

aditivo se vio mediante una prueba de T de Student, todos ellos a una alfa de 0.05 (Steel y Torrie, 1980).

RESULTADOS

Los datos de composición analítica de los tratamientos de cañuela de maíz se muestran en los Cuadros 1 y 2. Los aditivos urea y amoníaco líquido al momento de ensilar generalmente originaron un pH mayor. En el tratamiento con urea el pH se mantuvo constante, no así cuando se adicionó amoníaco, que aumentó según se incrementó el nivel de este aditivo.

Cuando se usó urea, el contenido de nitrógeno se incrementó ($P < 0.05$) de 0.33% a 1.34% sobre el testigo con los diferentes tratamientos; en el caso del amoníaco líquido los incrementos fueron de 0.49% a 0.94%. En todos los tratamientos los incrementos de nitrógeno presentados fueron menores a la cantidad que se adicionó (0.48%, 0.96% y 1.44% en cada uno de los tratamientos).

Los cuadros 3 y 4 presentan la composición analítica de los ensilajes

CUADRO 1

Composición analítica de cañuela de maíz tratada con urea o amoníaco líquido al momento de ensilar

	Testigo	Urea			Amoníaco			EEM
		0.48% N	0.96% N	1.44% N	0.48% N	0.96% N	1.44% N	
pH	4.92 ^a	4.77 ^b	4.75 ^b	4.73 ^b	6.23 ^c	8.75 ^d	9.17 ^e	0.027
Materia seca, %	30.00 ^a	30.00 ^a	29.00 ^a	29.00 ^a	27.50 ^a	30.00 ^a	28.17 ^a	0.750
Nitrógeno total, %	1.57 ^a	1.90 ^{abc}	2.49 ^{def}	2.91 ^f	2.06 ^{bce}	2.28 ^{cde}	2.51 ^e	0.114
Nitrógeno amoniacal, %	0.09 ^a	0.12 ^a	0.11 ^a	0.15 ^a	0.58 ^b	0.88 ^c	1.22 ^d	0.016
Nitrógeno no proteínico, %	1.05 ^a	1.44 ^b	1.73 ^c	2.44 ^d	1.32 ^{ef}	1.36 ^f	1.60 ^g	0.014
Nitrógeno proteínico, %	0.52 ^a	0.46 ^a	0.76 ^b	0.47 ^a	0.74 ^b	0.92 ^c	0.91 ^c	0.036
Fibra detergente ácido, %	40.41 ^a	38.39 ^b	37.80 ^c	36.96 ^d	39.21 ^{eg}	40.77 ^f	39.25 ^g	0.082
Nitrógeno de fibra detergente ácido, %	0.37 ^a	0.36 ^a	0.39 ^a	0.32 ^b	0.37 ^a	0.32 ^b	0.39 ^a	0.009

a,b,c,d,e,f,g) Dentro de cada parámetro, valores con la misma literal son estadísticamente iguales ($P > 0.05$).

EEM.- Error estándar de la media.

CUADRO 2

Composición analítica de cañuela de maíz tratada con urea o amoníaco líquido

	Testigo ¹	Urea ²	Amoniaco ²	E.E.M.
pH	4.92 ^a	4.75 ^b	6.05 ^c	0.03
Materia seca, %	30.00 ^a	29.33 ^a	28.56 ^a	0.60
Nitrógeno total, %	1.57 ^a	2.43 ^a	2.28 ^a	0.11
Nitrógeno amoniacal, %	0.09 ^a	0.13 ^a	0.89 ^b	0.02
Nitrógeno no proteínico, %	1.05 ^a	1.87 ^b	1.43 ^c	0.01
Nitrógeno proteínico, %	0.52 ^a	0.56 ^a	0.86 ^b	0.04
Fibra detergente ácido, %	40.41 ^a	37.72 ^b	39.74 ^a	0.08
Nitrógeno de fibra detergente ácido, %	0.37 ^a	0.36 ^a	0.36 ^a	0.01

1 Promedio de 3 observaciones.

2 Promedio de 9 observaciones.

a,b,c. Dentro de cada parámetro, valores con la misma literal estadísticamente iguales (P<0.05)

E.E.M.- Error estándar de la media

de cañuela de maíz. El pH aumentó en los forrajes tratados, siendo el valor más alto para el nivel de 0.96% de nitrógeno ureico y el nivel de 0.48% de nitrógeno cuando se usó amoníaco.

Respecto al testigo, el tratamiento con urea incrementó (P < 0.05) pH, nitrógeno total, nitrógeno amoniacal, nitrógeno no proteínico y etanol; disminuyó (P < 0.05) el nitrógeno de fibra detergente ácido; no hubo variación (P > 0.05) en nitrógeno proteínico, materia seca, fibra detergente ácido, nitrógeno de fibra detergente ácido, ácidos acético y láctico.

Respecto al testigo, el tratamiento con amoníaco incrementó (P < 0.05) pH, nitrógeno total, proteína cruda, nitrógeno amoniacal, nitrógeno no proteínico, nitrógeno proteínico y ácido acético; no hubo variación (P > 0.05) en materia seca, fibra detergente ácido, nitrógeno de fibra detergente ácido, etanol y ácido láctico.

Respecto a la urea, el tratamiento con amoníaco incrementó (P < 0.05) nitrógeno amoniacal y ácido acético; disminuyó (P < 0.05) el nitrógeno no proteínico y etanol; no hubo variación (P > 0.05) en materia seca, nitrógeno total, fibra detergente ácido, nitrógeno de fibra detergente ácido y ácido láctico.

No se detectó producción de ácidos propiónico y butírico.

En los Cuadros 5 y 6 puede verse el efecto del proceso de ensilaje sobre los parámetros estudiados a excepción de los ácidos grasos volátiles. Estos cuadros muestran las diferencias entre los valores obtenidos al inicio y al final de la fermentación, por lo que los resultados negativos indican pérdidas. En el Cuadro 5 se observa que no hubo diferencias significativas (P > 0.05) en materia seca, nitrógeno total, proteína cruda, nitrógeno proteínico. En el cuadro 6, cuando se analizan los aditivos, sola-

CUADRO 3

Composición analítica de ensilajes de cañuela de maíz tratados con urea o amoniaco líquido

	Testigo	Urea			Amoniaco			EEM
		0.48% N	0.96% N	1.44% N	0.48% N	0.96% N	1.44% N	
pH	4.02 ^a	4.63 ^{ab}	5.57 ^b	4.60 ^{ab}	5.07 ^{ab}	4.53 ^{ab}	4.47 ^{ab}	0.262
Materia seca, %	30.50 ^{ab}	28.00 ^a	29.50 ^{ab}	33.83 ^b	30.33 ^{ab}	32.00 ^{ab}	32.17 ^{ab}	0.964
Nitrógeno total, %	1.10 ^a	1.88 ^{bc}	2.37 ^{dg}	2.63 ^e	1.94 ^c	2.10 ^f	2.45 ^g	0.051
Nitrógeno amoniacal, %	0.11 ^a	0.21 ^a	0.26 ^a	0.21 ^a	0.78 ^{bc}	0.90 ^c	1.03 ^d	0.038
Nitrógeno no proteínico,	1.19 ^a	1.65 ^a	2.07 ^a	2.51 ^a	1.29 ^a	1.82 ^a	2.19 ^a	0.363
Nitrógeno proteínico, %	0.24 ^a	0.23 ^a	0.30 ^a	0.12 ^a	0.66 ^b	0.27 ^a	0.26 ^a	0.057
Fibra detergente ácido, %	46.44 ^a	46.42 ^a	45.27 ^a	46.57 ^a	47.03 ^a	43.43 ^a	42.54 ^a	1.040
Nitrógeno de fibra detergente ácido, %	0.33 ^a	0.38 ^b	0.34 ^{ab}	0.33 ^{ab}	0.33 ^{ab}	0.33 ^a	0.32 ^a	0.009
Etanol	2.59 ^a	3.58 ^a	3.07 ^a	3.39 ^a	2.66 ^a	2.53 ^a	2.49 ^a	0.348
Acido acético	3.50 ^a	5.01 ^{ab}	5.29 ^{ab}	4.49 ^{ab}	10.30 ^c	5.89 ^{ab}	7.01 ^b	0.755
Acido láctico	1.12 ^a	1.06 ^a	1.00 ^a	2.00 ^b	0.82 ^a	1.34 ^a	1.60 ^{ab}	0.200

a,b,c) Dentro de cada parámetro, valores con la misma letra son estadísticamente iguales (P>0.05)

EEM Error estándar de la media.

mente hay diferencia entre tratamiento en el caso del pH y de la fibra detergente ácido.

DISCUSION

Todos los ensilajes tuvieron el pH ácido característico de una buena fermentación, sin embargo, el pH se abatió más en el tratamiento con amoniaco, lo que señala a esta fuente de nitrógeno como contribuyente adecuado al proceso fermentativo, observación consistente con la de otros estudios (Britt y Huber, 1975; Huber, Lichtenwalner y Thomas, 1973; Huber, Foldager y Smith 1979; Johnson, Huber y Bergen 1982; Partida et al., 1984; Lomas y Fox, 1982).

Al momento de ensilar, en los tratamientos con amonio el pH fue mayor debido a que éste es más agresivo que la urea. El efecto del pH más elevado en el ensilaje de cañuela-urea puede deberse a un menor nivel

de fermentación y a un efecto amortiguador del amonio libre (Glewn y Young, 1982).

Los resultados de materia seca en los ensilajes están de acuerdo con Johnson et al., (1982). Pequeñas disminuciones en los ensilajes tratados con amonio sugieren una menor pérdida de la energía durante el ensilaje y mayor preservación de la energía original en la planta de maíz picada.

El contenido de nitrógeno total y proteína cruda se incrementó (P<0.05) en los ensilajes con tratamiento alcalino. Resultados similares obtienen Lomas y Fox (1982); Oji, Mowat y Winch (1977), aunque los tratamientos con amoniaco fueron menores debido a la alta volatilidad del aditivo (Shimada, Wilson y Harpster, 1983).

El nitrógeno total disminuyó durante el ensilaje en todos los tratamientos, aunque estadísticamente estas

coincide con Huber, Foldager y Smith (1979); Huber, Smith y Stiles (1980); Everson, Jorgensen y Barrington (1971); Bergen, Cash y Henderson (1974); Mowat et al., (1976).

El nitrógeno proteínico disminuyó por efecto del ensilaje (Cuadro 5), sin embargo la disminución observada en todos los tratamientos fue no significativa ($P > 0.05$) entre sí.

Por otra parte, la mayor producción de etanol en el tratamiento con urea difiere de lo encontrado por Oji, Mowat y Winch (1977).

Además, la producción de ácido acético en el ensilaje adicionado con amoníaco, es similar a las observaciones de Oji, Mowat y Winch (1977), Tarkow y Feist (1969); este comportamiento se puede explicar porque las unidades de polisacáridos que forman las fibras del forraje contienen cadenas de xilano, las cuales están ligadas con grupos acetilo, al ocurrir la amonólisis el acetilo se libera fácilmente en forma de ácido acético.

El ácido láctico producido en ensilajes tratados con amonio tuvo un comportamiento similar al observado por Oji, Mowat y Winch (1977); sin embargo, difiere de los informes de Johnson, Huber y Bergen (1982); Huber, Foldager y Smith (1979).

La ventaja de usar amoníaco líquido sobre los hidróxidos minerales es que el exceso se evapora, no contribuye con residuos minerales en los animales por lo que se elimina el desequilibrio mineral y además aporta nitrógeno (Rounds y Klopfenstein, 1974; Jackson, 1977; Klopfenstein, 1978). El beneficio de ensilar forrajes tratados con amonio es que se incorpora nitrógeno al medio y el pH inicialmente elevado disminuye a niveles adecuados durante el proceso de ensilaje.

SUMMARY

An experiment was conducted to study the effect of the addition of three levels of urea or liquid ammonia to corn stalkages on the distribution of nitrogen. A completely randomized

design was used. Each additive was used in order to increase the nitrogen content in 0.48%, 0.96% and 1.44%. The forage was ensiled for thirty days, analyzing it before and after the fermentation occurred.

Compared to the control, the treatment with urea significantly increased pH, total nitrogen, ammonia nitrogen, non protein nitrogen and ethanol ($P < 0.05$); the nitrogen of acid detergent fiber decreased ($P < 0.05$) and there was no variation in protein nitrogen, dry matter, acid detergent fiber, acid detergent fiber nitrogen, acetic and lactic acid. When compared to the control, the treatment with ammonia increased pH, total nitrogen, ammonia nitrogen, non protein nitrogen, protein nitrogen and acetic acid ($P < 0.05$); there was no variation ($P < 0.05$) in dry matter, acid detergent fiber, acid detergent fiber nitrogen, ethanol and lactic acid. When compared with urea, the treatment with ammonia increased pH, ammonia nitrogen, protein nitrogen and acetic acid ($P < 0.05$); non-protein nitrogen and ethanol decreased ($P > 0.05$); and there was no variation ($P > 0.05$) in dry matter, total nitrogen, acid detergent fiber, acid detergent fiber nitrogen, and lactic acid. There was no production of butyric and propionic acids.

LITERATURA CITADA

- A.O.A.C., 1980, Official Methods of Analysis, 13th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington, D. C. USA.
- BERGEN, W. G., E. H. CASH and H. E. HENDERSON, 1974, Changes in nitrogenous compounds of the whole corn plant during ensiling and subsequent effects on dry matter intake by sheep. *J. Anim. Sci.*, 39:629.
- BRITT, D. G. and J. T. HUBER, 1975, Fungal growth during fermentation and re-fermentation of non-protein nitrogen treated corn silage. *J. Dairy Sci.* 58:1666.
- COTTYN, B.G., and C.U. Bouque, 1968, Rapid method for the gas chromatographic determination of VFA in rumen fluid. *J. Agric. Food. Chem.*, 16:105.
- EVERSON, R. A., N. A. JORGENSEN and G. P. BARRINGTON, 1971, Effect of bentonite,

- nitrogen source and stage of maturity on nitrogen redistribution in corn silage. *J. Dairy Sci.*, 54:1482.
- DIAZ, N. T., A. S. SHIMADA, J. TRINIDAD P., 1982, Manipulación de la fermentación de ensilaje de caña de azúcar y valor alimenticio para borregos. 3, Digestibilidad aparente. *Vet. Méx.*, 13:23:26.
- GARZA, F., J. D., M. G. BERNAL, F. GONZALEZ-RUBIO y A. S. SHIMADA, 1980, Ensilajes de planta completa o de cañuela de maíz como fuentes de forraje para vaquillas Holstein. *Téc. Pec. Méx.* 39:7.
- GLEWEN, M. J. and A. W. YOUNG, 1982, Effect of ammoniation on the fermentation of corn silage. *J. Anim. Sci.*, 54:713-718.
- GOERING, H. K. and P. J. VAN SOEST, 1975, Forage fiber analysis Agric. Handbook No. 379, Agriculture Research Service, U. S. Department of Agriculture.
- HENDERSON, H. E., D. R. BEATTLE, M. R., GEASLER and W. G. BERGEN, 1971, Molasses, minerals, ammonia and pro-sil additions to corn silage for feedlot cattle. *Mich. State Univ. Res. Rep.*, 136.
- HUBER, J. T., R. E. LICHTENWALNER and J. W. THOMAS, 1973; Factors affecting response of lactating cow to ammonia-treated corn silages. *J. Dairy Sci.*, 56:1283.
- HUBER J. T., N. E. SMITH and J. STILES, 1976, Distribution of N in 15 H 3 treated and control corn silages. *J. Anim. Sci.*, 43-325 (Abstr.)
- HUBER J. T., J. FOLDAGER and N. E. SMITH, 1979, Nitrogen distribution in corn silage treated with varying levels of ammonia. *J. Anim. Sci.*, 48:1509.
- HUBER, J. T., N. E. SMITH and J. STILES, 1980, Influence of time after ensiling on distribution of nitrogen in corn silage treated with ammonia. *J. Anim. Sci.*, 51:1387.
- JACOBS, M., 1965, The chemical analysis of foods and food products. D. Van Nostrand, Co., Toronto, 970 pp.
- JACKSON, M. G., 1977, Review article: The alkali treatment of straw. *Anim. Feed. Sci., Technol.* 2:105-130.
- JOHNSON, C. O. L. E., J. T. HUBER and W. G. BERGEN, 1982, Influence of ammonia treatment and time of ensiling on proteolysis in corn silage. *J. Dairy Sci.*, 65:1740.
- KLOPFENSTEIN, T. J. 1978, Chemical Treatment of crop residues. *J. Anim. Sci.*, 46:841-848.
- LOMAS, L. W. and D. G. FOX, 1982, Ammonia treatment of corn silage. II. Net energy evaluation and silage characterization. *J. Anim. Sci.*, 55:924.
- MOWAT, D. N., J. E. CORE, J. G. BUCHANAN SMITH and G. K. MACLEOD. 1976, Nitrogen additives to corn silage fed to growth calves. *Can. J. Anim. Sci.*, 56:285-290.
- OJI, U. I., D. N. MOWAT and J. E. WINCH, 1977, Alkali treatments of corn stover to increase nutritive value. *J. Anim. Sci.*, 44:798.
- PARTIDA, B. E., A. JIMENEZ D., L. MARTINEZ R., y A., S. SHIMADA, 1984, Mejoramiento del valor nutritivo de ensilajes de cañuela de maíz para el borrego, mediante la adición de hidróxido de amonio o de urea. *Téc. Pec. Méx.* 47:33:
- PEARSON, D., 1970, The chemical analysis of foods. *Chemical Publishing Company Inc.*, New York, U.S.A.
- ROUNDS, WITNEY and TERRY KLOPFENSTEIN, 1974, Chemical for treating crop residues. *J. Anim. Sci.*, 39:251 (Abstr.)
- SANCHEZ, E. J., 1976, Cambios en la composición química y digestibilidad de forrajes de baja calidad nutritiva, mediante el uso de diversos compuestos químicos. *Téc. Pec. Méx.* 31:68.
- SHIMADA, A. S., L. L. WILSON, y H.W. HARPSTER, 1984, Digestibilidad de ensilajes de cañuela de maíz para carneros. *Rev. Cubana Cienc. Agríc.* 18:149.
- STEEL, R. G. D. and J. H. TORRIE, 1980, 2nd. Ed. Principles and procedures of statistics. A biometrical approach, International Student. Ed. McGraw-Hill Book, Co., New York.
- TARKOW, H. and W. C. FEIST, 1969, A mechanism for improving the digestibility of lignocellulosic materials with dilute alkali and liquid ammonia. p. 197 In Robert F. Gould (Ed.) Celluloses and their applications. *Advan. Chem. Ser.* No. 95, Amer. Chem. Soc., Washington D. C.