

EFFECTO DE LA ADICIÓN DE FORRAJE DE *Canavalia ensiformis* SOBRE LA CALIDAD DEL ENSILAJE DE MAÍZ. 1998.

Manuel Humberto Ruiloba¹

RESUMEN

Con un diseño completamente al azar se estudió el efecto de la adición de forraje de *Canavalia ensiformis* (NC) en el ensilaje de maíz, en cuatro proporciones de maíz/*Canavalia*, base fresca: 100/0 (T1), 80/20 (T2), 60/40 (T3) y 40/60 (T4). Ambos forrajes se cosecharon a los 78 días de edad. El ensilaje se realizó en microsilos, a base de bolsas de polietileno, almacenados por 60 días. Con T1, T2 y T3 los ensilajes presentaron buenas características organolépticas; en cambio, con T4 presentaron color verde oscuro, textura pastosa y, en algunas repeticiones, olor no típico a buen ensilaje. El contenido de MS del ensilaje no resultó afectado por el NC ($P>0.15$), con un promedio de 26.6%. La *Canavalia* incrementó en forma lineal la proteína cruda (PC) en el ensilaje (T1= 4.47%; T4= 11.30%). El pH del ensilaje varió en forma curvilínea con el NC, con valores entre 4.43 y 4.52. El N-NH₃ del ensilaje aumentó en forma cuadrática con NC, con un valor máximo de 10.1%, base al N total. La solubilidad del N en buffer de borato/fosfato (SNBF) del ensilaje aumentó linealmente con NC (T1=36.8%; T4=47.0%). La solubilidad del N en pepsina (SNP) del ensilaje también se incrementó linealmente con NC (T1= 51.7%; T4= 63.0%). Al incrementarse NC, los ácidos láctico y acético aumentaron linealmente de 5.8 a 11.0% y de 1.34 a 2.24%, respectivamente. El ácido butírico (AB) varió cuadráticamente entre 0.188 y 0.312%, base seca; en igual forma, los ácidos totales (AL+AA+AB) variaron entre 6.39 y 15.85%. La proporción AL/AA/AB no difirió apreciablemente entre tratamientos, con un promedio de 81.2, 15.6 y 3.2%, respectivamente. Se concluye que la adición de *Canavalia* hasta un 40% no afectó las características fermentativas del ensilaje con maíz, incrementando apreciablemente el contenido de proteína cruda del ensilaje.

PALABRAS CLAVES: *Zea mays*; maíz; *Canavalia ensiformis*; ensilaje; Panamá.

1 Ph. D., Nutrición Animal. Estación Experimental Agropecuaria de Gualaca. Centro de Investigación Agropecuaria Occidental, IDIAP. e-mail: idiap_dav@cwpanama.net

**EFFECT OF DIFFERENT LEVELS OF
Canavalia ensiformis UPON THE QUALITY
OF CORN SILAGE, 1998.**

With a complete random design, the effect of different levels of *Canavalia ensiformis* (NC) on the anaerobic fermentation characteristics of the corn (*Zea mays*) were evaluated using a micro-silo technique with polyethylene bag. Four levels of *Canavalia ensiformis* (0, 20, 40, 60%), on fresh basis, were studied. Both forages were harvested at the same age, 78 days. The silage process was carried out for 60 days. Silages of T1, T2, and T3 presented typical organoleptic characteristics of a good corn silage. At the other hand, T4 presented a dark green color, pasty texture and bad smell. Dry matter content of silages were not affected by NC ($P>0.15$), with an average of 26.6%. NC presented a linear effect on crude protein (T1 = 5.43%, T4 = 11.77%, dry basis) and a quadratic effect on pH of the silage; pH varied between 4.43 and 4.52. Ammonia silage content was affected in a non linear form by NC, with values between 7.72 and 10.2%, basis on total N. There was a linear effect of NC on N solubility of silage in buffer of borate /phosphate (T1= 36.8%; T4= 47.0%) and pepsine (T1= 51.7%; T4= 63.0%). Also, there was a linear effect of NC on lactic acid (T1= 5.8%; T4=11.0%, dry basis) and acetic acid (T1= 1.34%, T4= 2.24%, dry basis). The effect of NC on butyric acid was quadratic with values between 0.188 and 0.312%. The relative proportions of these acids were not different between treatments. It is concluded that silages of corn and *Canavalia ensiformis* presented good fermentative characteristics up to a level of this legume not greater than 40%, fresh basis, with an important increase in crude protein.

KEYWORDS; *Zea mays*; corn; *Canavalia ensiformis*; silage; Panama.

INTRODUCCIÓN

El maíz es un cultivo de alta producción de forraje y un contenido adecuado de energía (Luegas y Pulido, 1990; Hardgraves y González, 1983), que permite un ensilaje con buenas características fermentativas y nutricionales (Chauhan y Dahiya, 1993; Santana Pérez y col., 1987).

El estado más adecuado del maíz para ensilaje es cuando el grano está dentado, pero antes de que hayan caído muchas hojas, cuando la planta entera tiene un contenido de materia seca entre 25.0 - 30.0% (Soto y Jahn, 1983; Watson y Smith, 1981; Guzmán, 1989). Con este tipo de material se obtiene un ensilaje con un pH de aproximadamente 4.0, contenido de materia seca de 30.0% y contenido, en base seca, de ácido láctico entre 6.0 - 7.0%; ácido acético menor de 1.0%; ácido butírico menor de 0.5% y N-amoniaco, en base al N total, de alrededor de 10.0% (Chauhan y Dahiya, 1993; Jorgensen y Crowley, 1970).

En cuanto al aspecto nutricional, el ensilaje de maíz es considera-

do un recurso alimenticio con un contenido adecuado de energía, pero bajo en proteína, calcio, fósforo y azufre (Hargraves y González, 1983; Owens y col., 1970). El ensilaje de maíz presenta valores de proteína cruda entre 6.0 - 10.0%; digestibilidad aparente de la MS entre 60.0 - 70.0%; digestibilidad aparente de la proteína entre 50.0 - 75.0%; contenido de energía metabolizable entre 2.2 - 2.5 Mcal/kg MS y un consumo animal entre 1.80 - 2.2 kg/100 kg de peso vivo/día (Santana Pérez y col., 1987; Chauhan y Dahiya, 1993; Jorgensen y Crowley, 1970).

Una de las formas de corregir la deficiencia de proteína del maíz es ensilándolo con una leguminosa (Murphy y col., 1984; Iglesias y col., 1992; Obeid y col., 1992), lo cual incrementa el contenido de proteína y mejora otros parámetros nutricionales. Con otras gramíneas también se han reportado resultados positivos al adicionar una leguminosa, obteniéndose buenas características fermentativas y un mejora-

miento nutricional al mezclar 80 partes de gramíneas y 20 partes de leguminosa (Santana Pérez y col., 1991; Ojeda y col., 1991).

La *Canavalia ensiformis* es una leguminosa que requiere poco cuidado agronómico, resistente a la sequía, poco atacada por plagas y enfermedades y tiene un amplio rango edafoclimático de adaptación (Bernal y Jiménez, 1990). Esta planta presenta buenos rendimientos de grano y forraje, 2,000-3,000 kg de grano/ha (Bernal y Jiménez, 1990) y de 10,000 – 12,000 kg de forraje seco/ha (Jaramillo, 1987; Mora, 1983). El contenido de proteína cruda y digestibilidad de la MS del forraje es de 19.0 y 60.0%, respectivamente (Bernal y Jaramillo, 1990).

En base a estas características, la *Canavalia ensiformis* puede ser una planta apta para corregir la calidad del ensilaje de maíz, por lo que se llevó a cabo un experimento con el propósito de evaluar el efecto del nivel de forraje de *Canavalia ensiformis* sobre la calidad del ensilaje de maíz.

MATERIALES Y MÉTODOS

Con un diseño completamente al azar se estudiaron cuatro niveles de forraje de *Canavalia* (NC) con forraje de maíz para ensilaje, los que constituyeron los siguientes tratamientos o proporciones de maíz/leguminosa: 100/0 (T1), 80/20 (T2), 60/40 (T3) y 40/60 (T4), en base fresca, con cuatro repeticiones por tratamiento. Se utilizó la planta de maíz (variedad Guararé) con la mazorca, cosechada en estado lechoso, a los 78 días de edad y *Canavalia* cosechada a esta misma edad. Estos forrajes se produjeron en la Estación Experimental Agropecuaria de Gualaca (IDIAP), ubicada a 45 msnm, con temperatura anual promedio de 26 °C, precipitación anual promedio de 4,000 mm y suelos inceptisoles con pH entre 4.5 a 5.5.

Ambos materiales se picaron mecánicamente y se mezclaron uniformemente de acuerdo a las proporciones definidas en los tratamientos experimentales. Las mezclas se ensilaron en microsilos de acuerdo a la técnica utilizada por

Ruiloba y col. (1980). Cada microsilo consistió en bolsas dobles de polietileno, de color negro, en las que se colocaron 10.0 kg del material, en base fresca. El aire se extrajo de las bolsas en forma manual, por compactación y éstas se cerraron herméticamente mediante ataduras con un cordel. Cada bolsa se introdujo en un saco de material sintético de 100 libras de capacidad, que también se cerró con un cordel. Los microensilajes se almacenaron en un cuarto abierto a temperatura ambiente por 60 días.

Al abrir las bolsas, se hizo una evaluación individual subjetiva del material ensilado en cuanto a olor, color, apariencia y daño microbiano. Además, se tomó muestra de la parte central de cada microsilo para la evaluación química, que incluyó pH, materia seca, proteína cruda, N-NH₃, y ácido láctico, acético y butírico. La materia seca se determinó por el procedimiento del tolueno (Baterman, 1970), pero para la determinación de la proteína cruda el material se secó en un horno a 60 °C por 48 horas. Para determinar el pH, N-NH₃ y ácido láctico, acético y butírico, se extrajo la parte

acuosa o líquida del material por presión mecánica en un sistema diseñado para este propósito, a base de un cilindro metálico, perforado en la parte inferior para la salida del líquido. El pH se determinó inmediatamente después de la extracción de la parte líquida; luego ésta se filtró con material gaza ("chessecloth") y se le adicionó tolueno para su estabilización y análisis de N-NH₃ y ácidos. El N-NH₃ se determinó por el método de destilación del micro-Kjeldahl y los ácidos acético y butírico por cromatografía de gases. La solubilidad del N en borato-fosfato (SNBF) y en pepsina (SNP) se determinó en el material secado a 60 °C por 48 horas, de acuerdo a procedimientos de Krishnamorthy y col. (1982) y Pichard y Van Soest (1977), respectivamente.

Los resultados se analizaron por regresión utilizando funciones lineales y cuadráticas para establecer el comportamiento de las variables independientes en función del nivel de Canavalia.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los ensilajes con un nivel de Canavalia de 0, 20 y 40% presentaron un color verde-chocolate claro y un olor típico a ensilaje de buena calidad; en cambio, con 60%, el color fue verde oscuro, textura pastosa y, en general, olor a ensilaje de mala calidad. En todos los tratamientos, excepto con T1, se observó la presencia de moho a nivel de la superficie de contacto entre el ensilaje y la bolsa plástica, pero en áreas específicas.

El contenido de materia seca (MS) del forraje de maíz y de Canavalia a la cosecha fue de 29.5 a 24.5%, respectivamente. La MS inicial (MSi) presentó un comportamiento lineal ($MSi = 28.00 - 0.078NC$, $R^2 = 0.96$), disminuyendo de 29.5 a 26.5% con 0 y 60% de Canavalia, respectivamente. La MS final (MSf) disminuyó en forma cuadrática con el NC, con un mínimo a 49% de Canavalia ($MSf = 28.13 - 0.185NC + 0.0011NC^2$, $R^2 = 0.79$). En ambas funciones, los coeficientes de regresión fueron significativos ($P < 0.10$). En promedio, la MSf disminuyó en

5.6% con respecto a la MSi, lo que se debe a la materia orgánica que se consume durante los procesos de oxidación aeróbica y anaeróbica que ocurren durante el ensilaje y a las pérdidas que ocurren en los efluentes del ensilaje.

El pH varió en forma cuadrática al aumentar el NC (Figura 1), con un valor mínimo a 29% de Canavalia; los coeficientes de la regresión resultaron significativos ($P < 0.10$). Un comportamiento similar en el pH se obtuvo en mezclas de guinea con dolichos (*Lablab purpureum*) y Taiwán A-144 con dolichos (Ojeda y col., 1992). En cambio, Santana Pérez y col. (1991), al ensilar sorgo con "glycine" (*Neonotonia wightii*), encontraron que el pH aumentaba al incrementarse el nivel de leguminosa. Se ha indicado (Bernal Partida, 1993) que las leguminosas tienen una mayor capacidad buffer que las gramíneas, debido a su mayor contenido de proteína y ácidos orgánicos como el málico, cítrico y glicérico, lo que explica el aumento en el pH al incrementarse el nivel de leguminosa. Sin embargo, parece que la ca-

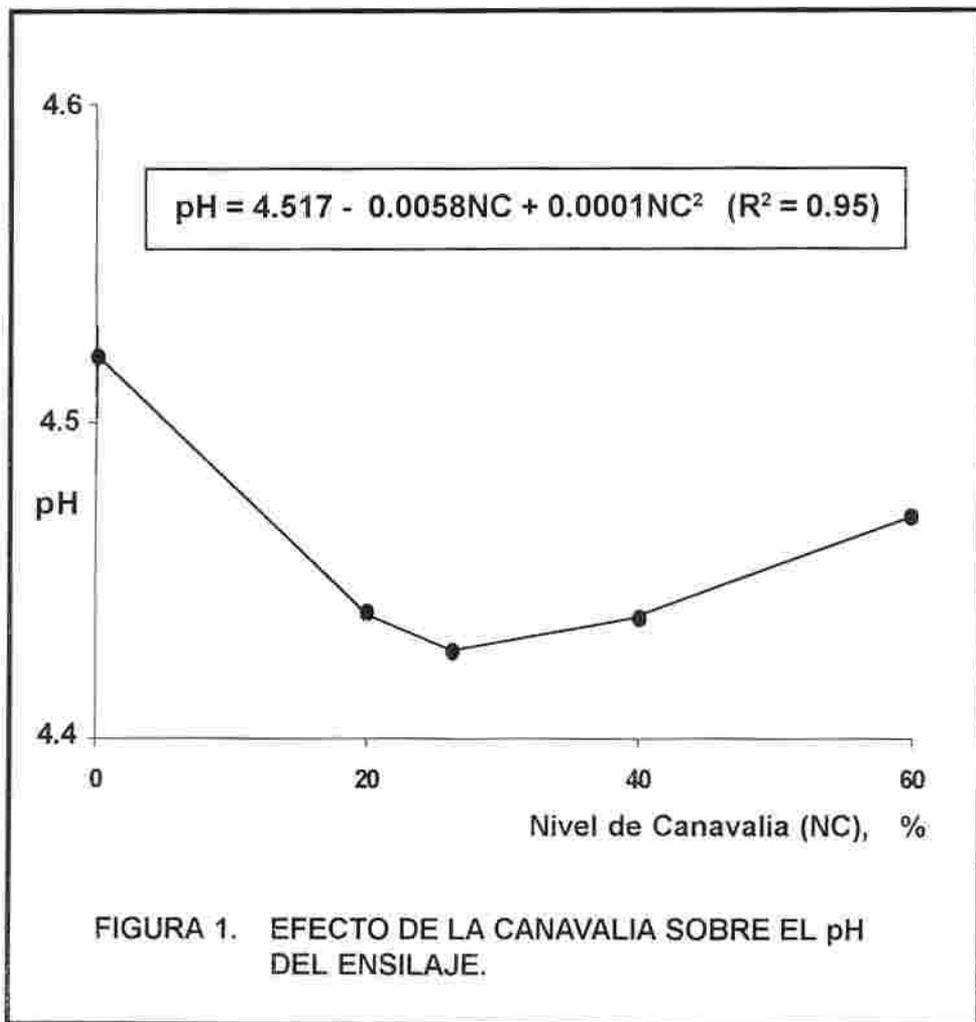


FIGURA 1. EFECTO DE LA CANAVALIA SOBRE EL pH DEL ENSILAJE.

pacidad buffer de las leguminosas no es igual.

Los forrajes de maíz y Canavalia presentaron un contenido de proteína cruda (PC) de 6.40 y 16.62%, respectivamente. La PC inicial (PCi) de las mezclas de maíz-Canavalia aumentó en forma lineal con el NC (Figura 2), a una tasa de 0.056 ($P < 0.068$). Al final del período de ensilaje, el contenido de PC (PCf) también varió en forma lineal con el NC (Figura 2), a una tasa de 0.097 ($P < 0.026$).

El contenido de $N-NH_3$ en el ensilaje, en base al N total (NA), varió en forma cuadrática (Figura 3), con un máximo al nivel de 44% de Canavalia; los coeficientes de la regresión resultaron significativos ($P < 0.02$). En base a la materia seca, el contenido de $N-NH_3$ (NAS) no resultó afectado por NC ($P > 0.12$). La producción de $N-NH_3$ en un ensilaje indica actividad proteolítica, básicamente de *Clostridium*, considerando normal niveles entre 9 a 11%, en base al N total (McDonald y Edwards, 1976). Iglesias y col. (1992), en ensilaje de maíz con dolichos, obtuvieron un

valor de NA de 10.8%. La producción de $N-NH_3$ ocurre al inicio del proceso de fermentación, cuando el pH aún no ha bajado. Como la leguminosa ejerce una función buffer, ésta mantiene el pH alto, favoreciendo la producción de $N-NH_3$.

La solubilidad del N en buffer de borato-fosfato (SNBF) del forraje de maíz y de Canavalia fue de 40.15 y 35.32%, respectivamente. La SNBF inicial (SNBFi) de las mezclas de maíz-Canavalia disminuyeron linealmente al incrementarse el NC, producto de una menor SNBF de la Canavalia. En cambio, la SNBF de estas mezclas al final del ensilaje (SNBFf) aumentaron linealmente al incrementarse el NC (Figura 4), lo que indica que el proceso de fermentación produjo cambios en la composición nitrogenada. Los coeficientes de ambas regresiones resultaron significativos ($P < 0.01$). Esta fracción (SNBF) incluye el N no protéico y N protéico soluble. En ensilaje, cambios en esta fracción se producen básicamente al principio del proceso fermentativo por actividad proteolítica, tal como se indicó para la producción de $N-NH_3$.

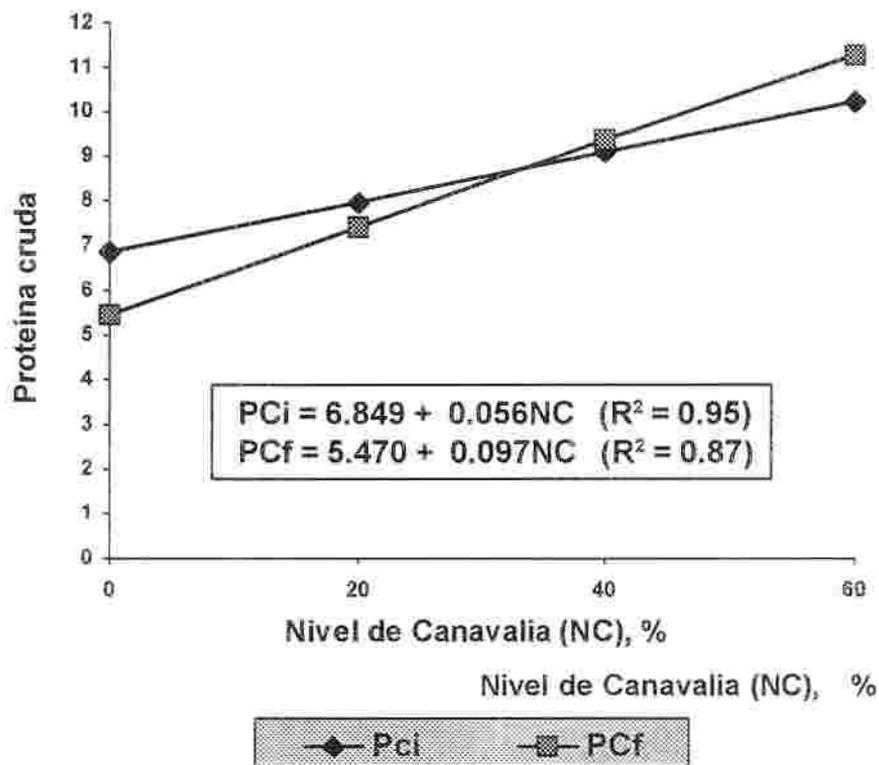
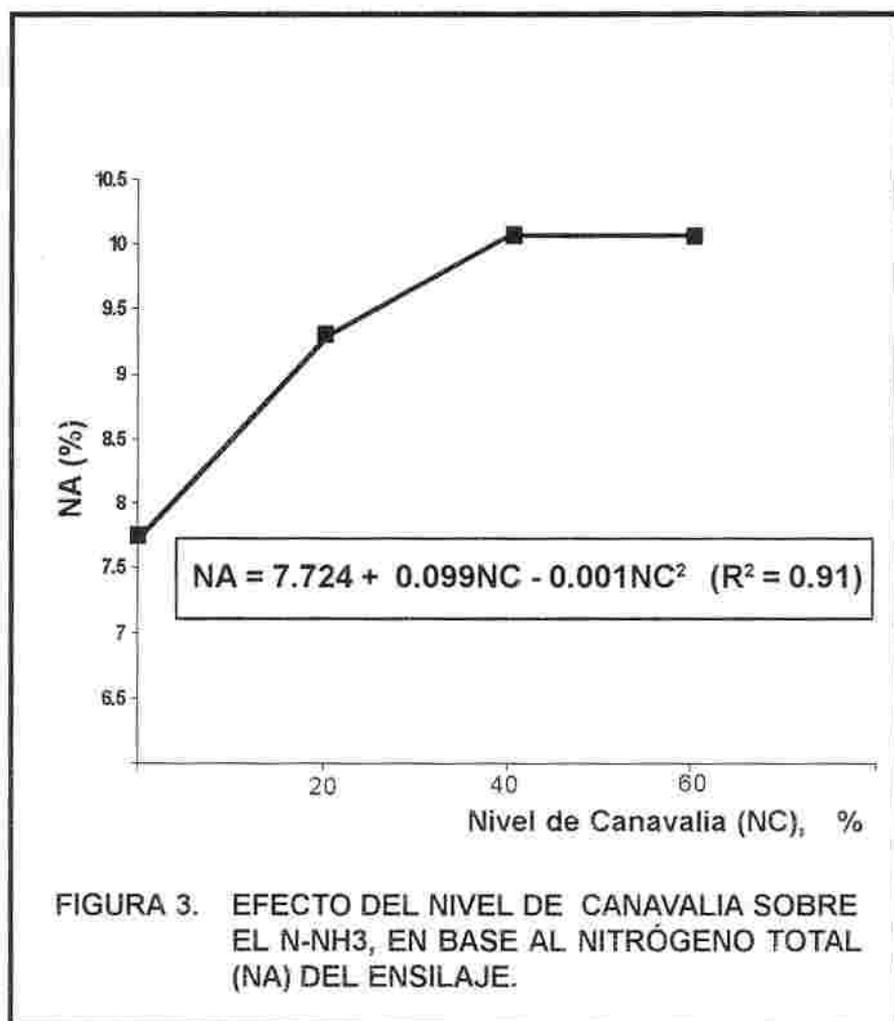
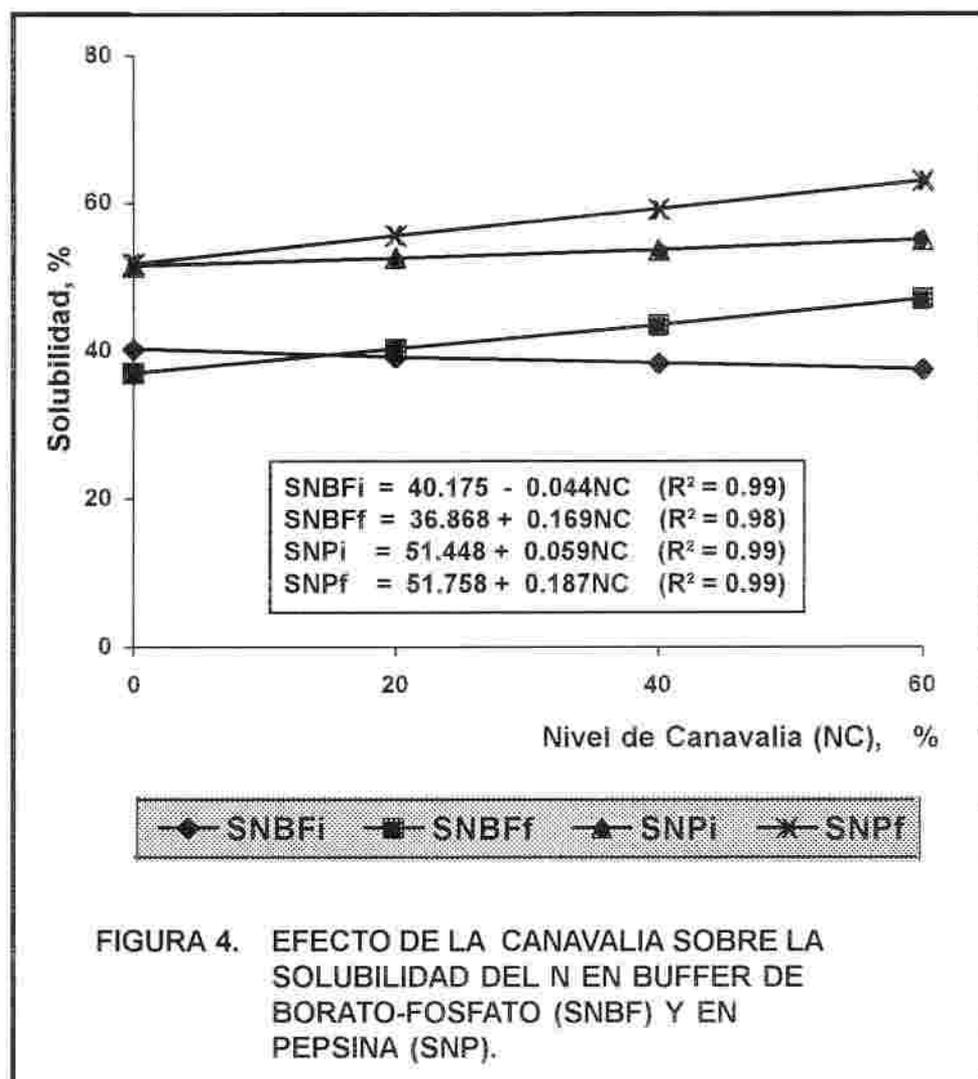


FIGURA 2. EFECTO DE LA CANAVALIA SOBRE EL CONTENIDO DE PROTEÍNA CRUDA INICIAL (Pci) Y FINAL (PCf) DEL ENSILAJE.





La solubilidad del N en pepsina (SNP), la cual mide la degradabilidad potencial de la proteína, correspondiente al forraje de maíz y Canavalia fue de 51.49 y 57.90%, respectivamente. Tanto la SNP inicial (SNPi) como la final (SNPf) aumentaron en forma lineal al incrementarse el NC (Figura 4); los coeficientes de ambas regresiones fueron significativos ($P < 0.003$). Al igual que con SNBF, el proceso de fermentación aumentó la fracción SNP, convirtiendo en potencialmente degradables proteínas no degradables.

La Canavalia incrementó en forma lineal el contenido de ácido láctico (AL) y acético (AA) y en forma cuadrática el contenido de ácido butírico (AB) del ensilaje (Figura 5); todos los coeficientes de regresión resultaron significativos ($P < 0.05$). El promedio general para AL, AA y AB fue de 9.92, 1.79 y 0.38%, en base a materia seca, respectivamente; estos valores son superiores a índices reportados en la literatura como adecuados para un buen ensilaje, como los estándares establecidos por McCullough (1978) (AL= 1.5-2.0; AA=0.5-0.8; AB \leq 0.1%). Sin embargo, el ensilaje

de maíz sin Canavalia presentó contenidos de AL, AA y AB similares a los reportados por otros autores para este ensilaje (Owens y col., 1970; Ruiz y col., 1992; Chauhan y Dahiya, 1993). Aunque la producción de estos ácidos implica un costo energético, se ha reportado una correlación positiva entre el consumo de ensilaje y AL, pero negativa con AA y AB.

Por otro lado, la respuesta obtenida con AL es contraria a la obtenida por Santana Pérez y col. (1991) al ensilar forraje de sorgo con diferentes niveles de la leguminosa Glycine. Sin embargo, Owens y col. (1970) obtuvieron un incremento en el contenido de AL del ensilaje de maíz al adicionar diferentes fuentes de nitrógeno. Klosterman y col. (1963) han planteado un mecanismo que puede explicar los resultados de Owens y col. (1970) y los obtenidos en el presente trabajo, en el sentido de que si en una fermentación se adiciona un material con capacidad amortiguadora, la fermentación continúa por más tiempo, produciéndose mayores cantidades de ácidos. Esto puede explicar el aumento en la producción de ácidos

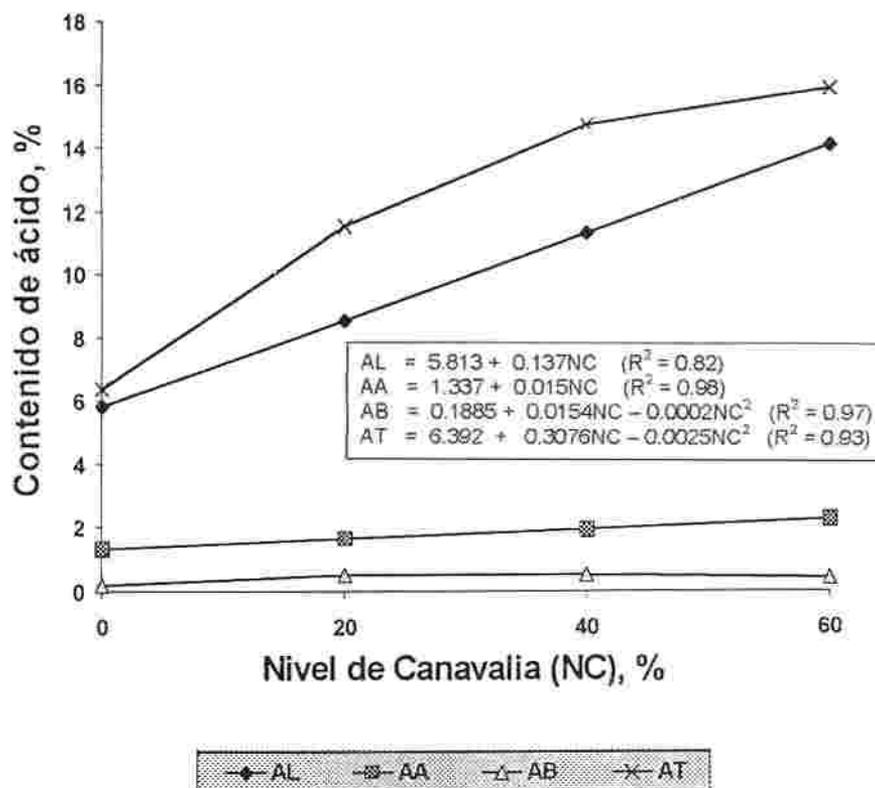


FIGURA 5. EFECTO DE LA CANAVALIA SOBRE EL CONTENIDO DE ÁCIDO LÁCTICO (AL), ÁCIDO ACÉTICO (AA), BUTÍRICO (AB) Y ÁCIDOS TOTALES (AT).

que se logró en el presente trabajo al incrementarse el nivel de Canavalia, ya que la leguminosa presenta una alta capacidad amortiguadora.

La producción total de ácidos (láctico + acético + butirico=AT) aumentó en forma cuadrática con el NC (Figura 5), con coeficiente de regresión significativo ($P < 0.01$) y un valor máximo a un nivel de Canavalia de 61.5%. De acuerdo a esta función, los valores de AT variaron entre 6.39 15.85%, base a materia seca. Harrison y col. (1994) han indicado que el total de ácidos en un ensilaje puede representar hasta el 15% de la MS. Sin embargo, entre más alto es este parámetro, mayor es el costo energético del proceso.

La proporción relativa de ácido láctico, acético y butírico no difirió apreciablemente entre tratamientos, con un promedio de 81.2, 15.6 y 3.2%, respectivamente. De acuerdo a Santana Pérez y col. (1991) y Harrison y col. (1994), los ensilajes con estas proporciones se conservan adecuadamente.

En general, las leguminosas son bajas en energía útil al animal (Minson, 1984); esto implica que al mezclarse el forraje de Canavalia con el de maíz, la mezcla resultante puede presentar una calidad energética inferior a la del maíz. Adicionalmente, con la actividad fermentativa que se da en los ensilajes de estas mezclas, lo cual implica un costo energético, la calidad energética de estos ensilajes podría disminuir aún más, aunque su calidad proteica aumenta, lo que amerita comprobación.

CONCLUSIONES

- ✱ En base a las características físicas y químicas que presentaron los ensilajes, se concluye que la adición de Canavalia al forraje de maíz hasta un nivel de 40% no afectó las características fermentativas del ensilaje, incrementando hasta en un 50% su contenido de proteína cruda; niveles mayores de Canavalia afectan ne-

gativamente la calidad fermentativa del ensilaje.

BIBLIOGRAFÍA

- BATERMAN, J.V. 1970. Nutrición Animal. Manual de Métodos Analíticos. Herrero Hermanos, Sucesores, S.A. México. 468 p.
- BERNAL H. Y.; JIMÉNEZ, L.C. 1990. Haba criolla. *Canavalia ensiformis* (L) DC. (*Fabaceae-Faboideae*). Secretaría del Convenio Andrés Bello (SECAB) y Ministerio de Educación y Ciencias de España. Monografía 2. Bogotá, Colombia. 533 p.
- BERNAL PARTIDA, R. 1993. Efecto de la época de corte sobre el rendimiento y calidad del forraje de maíz (*Zea mays*). Tesis para optar al grado de M.Sc. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México. 108 p.
- CHAUHAN, T.R.; DAHIYA, S.S. 1993. Comparative nutritive value of urea enriched maize silage to adult buffaloes. Indian J. of Anim. Science 63 (11): 1216.
- GUZMÁN, P. 1989. Calidad del ensilaje producido por cuatro variedades de maíz (*Zea mays* L.). Informe Anual 87. IPA. Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela. pp. 91-92.
- HARGREAVES J. H.; BLAUWIEKEL, R.; STOKES, M.R. 1994. Symposium: Utilization of grass silage. Fermentation and utilization of grass silage. J. Dairy Science 77: 3209.
- HARRISON, J.H.; BLAUWIEKEL, R. 1994. Symposium: Utilization of grass silage. Fermentation and utilization of grass silage. J. Dairy Science 77 (10): 3209.
- IGLESIAS, J.; REYES, F.; OJEDA, F.; DELGADO, R.; RIVERO, L. 1992. Valor nutritivo de un ensilaje mixto de maíz y dolichos. Pastos y Forrajes 15: 71.
- JARAMILLO, J.G. 1987. "Canavalia". El cultivo del futuro. Agricultura de la Américas. pp. 37-39.

- JORGENSEN, N.A.; CROWLEY, J.W. 1970. Ensilaje de maíz para el ganado. Editorial Hemisférico Sur. Luis Helguera (tr.). Montevideo, Uruguay. 51 p.
- KLOSTERMAN, E.W.; JOHNSON, R.R.; MOXON, A.L.; SCOTT, H.W. 1963. Feeding value of limestone-treated corn silages for fattening cattle. Ohio Agr. Exp. Sta. Res. Bull. 934.
- KRISHNAMMORTHY, U.; MUSCATO, T.V.; SNIFFEN, C.J.; VAN SOEST, P.J. 1982. Nitrogen fractions in selected feedstuffs. J. Dairy Science 65: 217.
- LUEGAS, A.A.; PULIDO, J.I. 1990. El ensilaje de maíz en alimentación de bovinos. ICA-Infoma (abril-junio): 13.
- MCCULLOUGH, M.E. 1978. Silage, some general considerations. In Literature Review on Fermentation of Silage- A Review. M.E. McCullough (ed). National Feed Ingredients Association (NFIA). Iowa, USA. pp. 1-25.
- MCDONALD, O.; EDWARDS, R.A.. 1976. The influence of conservation methods on digestion and utilization of forages by ruminant. Proc. Nutr. Soc. 35: 201.
- MINSON, D.J. 1984. Nutritional value of tropical legumes in grazing and feeding systems. In Forage Legumes for Energy Efficiency Animal Production. Proceeding of a trilateral workshop held in Palmerston North, New Zeland. April 30-May 4, 1984. R.F. Barnes, P.R. Boll, R.N. Brougham, TG.C. Macten and D.J. Minson. US Department of Agriculture, USA. pp. 192-203.
- MORA, A.M. 1983. *Canavalia ensiformis*: Uso en rumiantes. Tesis de postgrado. Facultad de Agronomía y Ciencias Veterinarias. Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela. 182 p.

- MURPHY, W.; WELCH, J.; PALMER, R.; GILMAN, G.; ALBERS C.; DUGDALE, R. 1984. Digestibility of silage made from corn interplanted with soybean or fadabean. *J. Dairy Science* 7: 1532.
- OBEID, J.A.; GOMIDE J.A.; CRUZ, M.E. 1992. Silagen de milho (*Zea mays* L.) consorciado con leguminosas na alimentacao de novilhos de corte em confinamento. *Rev. Soc. Bras. Zoot.* 21(1): 39.
- OJEDA, F.; JÁCOME, ISABEL; DÍAZ, D. 1992. Efecto de diferentes proporciones de Dolichos (*Lablab purpureus* cv. Rongai) sobre la calidad fermentativa de tres gramíneas tropicales. I. Evaluación sin conservantes. *Pastos y Forrajes* 15: 261.
- OWENS, F.W.; MEISKE, J.C.; GOODRICH, R.D. 1970. Corn silage fermentation. I. Effects of crude protein sources and sodium bisulfite on energy constituents. *J. Anim. Science* 30: 455.
- PICHARD, G.; VAN SOEST, P.J. 1977. Protein solubility of ruminant feeds. *In* Proceeding of the Cornell Nutrition Conference for Feed Manufacturers. Ithaca, NY, USA. pp. 91-98.
- RUILOBA, ELIZABETH DE F.; RUIZ, M.E.; RUILOBA, M.H. 1980. Adiciones de melaza y urea en ensilajes de pasto elefante Panamá (*Pennisetum purpureum* PI 300-086). *Ciencia Agropecuaria* (Panamá) (3): 95.
- RUIZ, J.M.; SÁNCHEZ, W.K.; STAPLES, C.R.; SOLLENBERGER, L.E. 1992. Comparison of Mott Dwarf Elephantgrass silage and corn silage for lactating dairy cows. *J. Dairy Science* 75: 533.
- SANTANA PÉREZ, A.; ROMERO CRUZ, O.; CISNEROS LÓPEZ, M.; CONSUEGRA LABRADA, P. 1991. Caracterización química de ensilajes elaborados con di-

ferentes mezclas de Millo (*Sorghum bicolor*) y Glycine (*Neonotonia wigthil*). Rev. Prod. Animal 6 (2): 135.

SOTO, P.; JAHN, E. 1983. Época de cosecha y acumulación de materia seca en maíz para ensilaje. Rev. Agricultura Técnica (Chile) 43 (2): 133.

TAMMINGA, S.; KETELAAR, R.; VAN VUUREN, A.M. 1991. Degradation of nitrogenous compounds in conserved forages in the rumen of dairy cows. Grass Forage Science 46: 427.

WATSON, S.J.; SMITH, A.M. 1981. El Ensilaje (Tr. de la 2ª ed. en inglés). Compañía Editorial Continental, S.A., México. 49 p.