

ESTUDIO DE DIFERENTES PROPORCIONES DE SORGO Y DOLICHOS ENSILADOS CON Y SIN PRESERVANTES

F. Ojeda y D. Díaz

**Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey"
Matanzas, Cuba**

Con el objetivo de estudiar si la inclusión de dolichos (*Lablab purpureus* cv. Rongai) en los ensilajes de sorgo (*Sorghum bicolor* cv. V-6), además de incrementar los contenidos de PB, produce afectaciones en su calidad fermentativa, se evaluaron los tratamientos siguientes; a) sorgo, b) dolichos, c) sorgo + dolichos 80:20% y d) sorgo + dolichos 70:30%. Para precisar si los conservantes podían influenciar en las respuestas, ellos también se investigaron utilizando dos niveles de miel final (40 y 80 kg/t) y ácido fórmico (5 l/t). Como unidades experimentales se utilizaron microsilos de 400 g MV, con tres réplicas por tratamiento y tiempo de apertura prefijado a los 60 días. Los indicadores medidos fueron: MS, PB, FB, MO, pH, N-NH₃/Nt % y AGV, y se emplearon modelos matemáticos polinomiales en los análisis de los resultados. En esta investigación se concluye que las proporciones estudiadas son adecuadas para la confección de los ensilajes sin que se produzcan dificultades en la conservación, y se considera que el empleo de conservantes solo tiene un efecto de seguridad adicional para el proceso fermentativo.

Palabras claves: *Ensilajes, mezclas, sorgo, dolichos, preservantes*

Four treatments (A: Sorghum, B: Dolichos, C: Sorghum + Dolichos 80:20% and D: Sorghum + Dolichos 70:30%) were used in order to study if *Lablab purpureus* cv. Rongai included in silages from *Sorghum bicolor* cv. V-6 besides enhancing CP contents, could affect fermentative quality. Conservants were analyzed using two levels of final molasses (40 and 80 kg/t) and formic acid (5 l/t) in order to determine their possible influence in the response. 400 g GM microsilos were used as experimental unit with three replications per treatment and a pre fixed opening time of 60 days. DM, CP, CF, OM, pH, N-NH₃/Nt % and VFA were measured and polynomial mathematical models were used for results analysis. The studied proportions were considered to be suitable for silage making procedures without difficulties for conservation and the use of conservants is considered to have only an additional security in the fermentative process.

Additional index words: *Silages, mixtures, sorgo, dolichos, conservants*

A pesar de los esfuerzos que se realizan por mejorar la eficiencia tecnológica en la fabricación de los ensilajes tropicales, ellos presentan, en general, deficientes valores nutritivos, debido a sus bajos contenidos de proteína bruta (menos de 7%) (Esperance, 1982).

Ojeda, Esperance y Díaz (1990) hallaron resultados alentadores cuando preservaron de forma combinada tres gramíneas con dolichos; este tipo de ensilaje puede constituir una solución para suplir los déficit nutricionales que presentan las dietas a base de ensilajes.

Es por ello que el objetivo de este trabajo fue estudiar el comportamiento fermentativo de los ensilajes obtenidos cuando se mezclan diferentes proporciones de sorgo y dolichos y qué influencia puede ejercer el empleo de conservantes en los resultados finales.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los forrajes utilizados fueron el sorgo de grano (*Sorghum bicolor*) cv. V-6 y el dolichos (*Lablab purpureus*) cv. Rongai.

La siembra de los mismos se efectuó en dos parcelas contiguas de 200 m² en el mes de junio, por el método de surcos alternos, a una distancia de 70 cm. En una de ellas se utilizó una densidad de 10 y 15 kg de sorgo y dolichos/ha, mientras que en la otra se empleó 20 y 30 kg/ha.

Las parcelas fueron fertilizadas a razón de 60 kg N/ha en el momento de la siembra y la edad de corte se prefijó a las 11 semanas.

Al realizarse la cosecha para la conservación, se halló una diferencia en las proporciones de ambos forrajes entre sí, que para la densidad más baja resultó de 70-30% y en la mayor de 80-20% para sorgo y dolichos respectivamente. Aunque la finalidad principal de esta investigación fue la evaluación fermentativa de las proporciones obtenidas, se

entendió necesario incluir a ambos forrajes por separado como controles, por lo que los tratamientos quedaron de la siguiente forma:

- a) sorgo 100%
- b) dolichos 100%
- c) sorgo + dolichos 70-30%
- d) sorgo + dolichos 80-20%

Todos estos tratamientos se estudiaron empleando dos niveles de miel final (40 y 80 kg/t) y ácido fórmico (5 l/t).

Las unidades experimentales consistieron en microsilos de 400 g de capacidad según la técnica descrita por Ojeda (1986).

Cada tratamiento contó con tres réplicas; los forrajes se introdujeron en los pomos después de ser convenientemente troceados (2 cm) y homogeneizados según el tratamiento en cuestión.

Los indicadores medidos fueron: materia seca (MS) mediante secado en estufa a 70°C y corrigiendo las pérdidas según Dulphy y Demarquilly (1981); fibra bruta (FB) por hidrólisis sucesivas de ácido y base; materia orgánica (MO) por incineración en mufla a 550°C según AOAC (1965); proteína bruta (PB) en fresco; nitrógeno soluble como por ciento del nitrógeno total por extracción con presión, según Dulphy y Demarquilly (1981); nitrógeno amoniacal como por ciento del total (N-NH₃/Nt %) por la técnica de Conway (1957) y los ácidos grasos volátiles por cromatografía gaseosa (Jouany, 1981). Las determinaciones de pH se realizaron mediante un potenciómetro provisto de un electrodo de vidrio.

Todos los resultados fueron analizados con el auxilio de polinomios de primero, segundo y tercer orden.

El tiempo de apertura de los tratamientos se prefijó a los 60 días de conservación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los últimos años se ha incrementado el uso de modelaciones matemáticas para explicar el comportamiento de diferentes procesos fermentativos y microbiológicos de los ensilajes, con la finalidad no solo de comprender de una manera más universal la dinámica implícita que conlleva la conservación, sino también en aras de simplificar los trabajos experimentales, ya que estas modelaciones permiten hacer extrapolaciones sobre tratamientos no directamente evaluados pero inferibles, al estar comprendidos dentro del intervalo estudiado (Leibensperger y Pitt, 1987).

Ojeda, Martínez y Jácome (1989) probaron la factibilidad de utilizar ecuaciones polinomiales para estimar

proporciones óptimas de conservantes en ensilajes de gramíneas tropicales y bajo este mismo principio fueron analizados los resultados del presente trabajo.

El contenido de materia seca de los ensilajes estuvo relacionado con los porcentos de sorgo incluidos en las proporciones y aumentó en la medida que se incrementó su presencia en los mismos (fig. 1). A partir del 70% de sorgo los valores hallados fueron superiores al 25%, acción que ayudó a garantizar un mejor desarrollo de las fermentaciones. Con la utilización de los preservantes se mejoró la conservación de la materia seca, aunque en el caso de los incrementos hallados en los tratamientos con miel final se debe tener en cuenta el aporte que hace a este indicador por su composición específica.

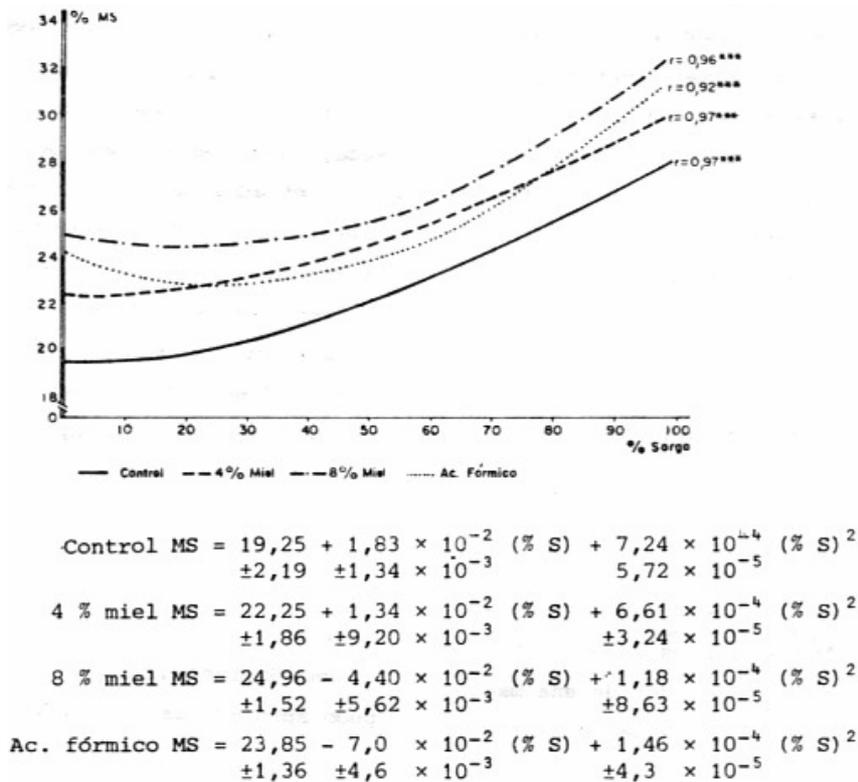


Fig. 1. Ensilado de sorgo + dolichos. Materia seca.

La proteína bruta, por el contrario, disminuyó de forma lineal (fig. 2) ; sin embargo, aun con la proporción 80:20 sus tenores fueron de 10,4%, contenido superior al rango de 6-8% considerado por Minson (1981) como imprescindible para que este nutrimento no constituya una limitante en el consumo de los forrajes.

Uno de los indicadores donde mejor se pudo apreciar las acciones individuales de los conservantes fue la fibra bruta (fig. 3). En los ensilajes donde no se utilizaron, sus incrementos estuvieron determinados en lo fundamental, por las proporciones de sorgo en las mezclas, pero en los tratamientos con

miel final la tendencia fue a presentar valores más bajos; mientras que con el empleo de ácido fórmico, si bien en un inicio esta resultó elevada, posteriormente fue decreciendo linealmente. Los resultados indican que existió una hidrólisis de los componentes estructurales, acción que ha sido señalada por diversos autores como un resultado de las hemicelulasas en las primeras fases de la conservación o de la acidez del medio (Beck, 1978), lo cual se traduce en un aumento de la fibra bruta al desaparecer las partes más solubilizables, que a su vez son utilizadas por las bacterias en sus metabolismos (Zimmer, 1979).

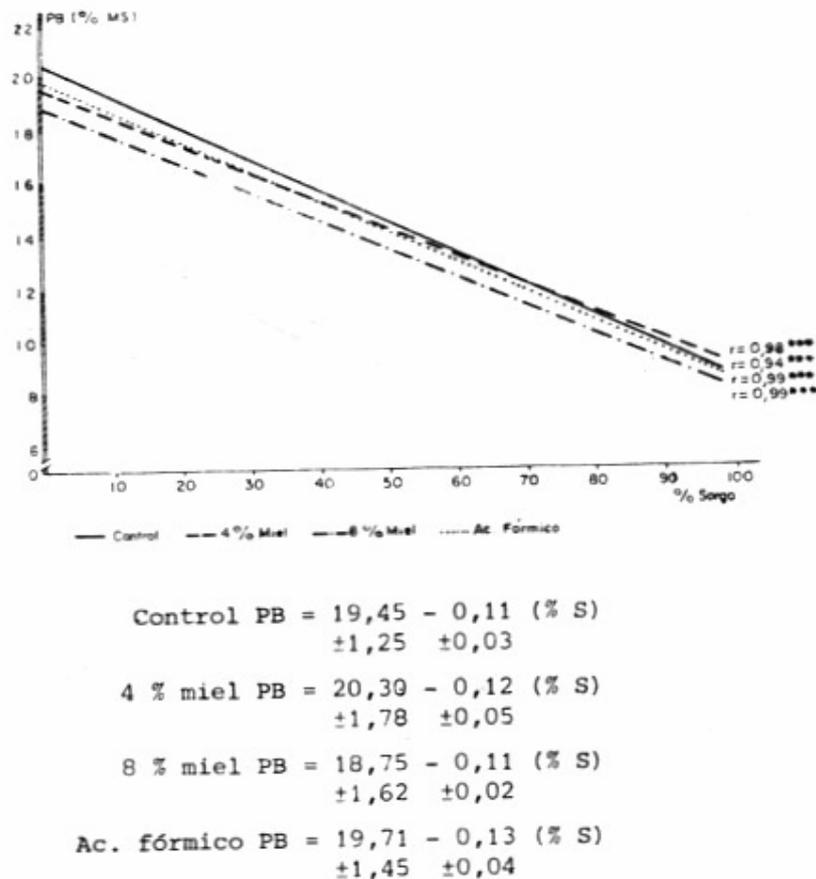
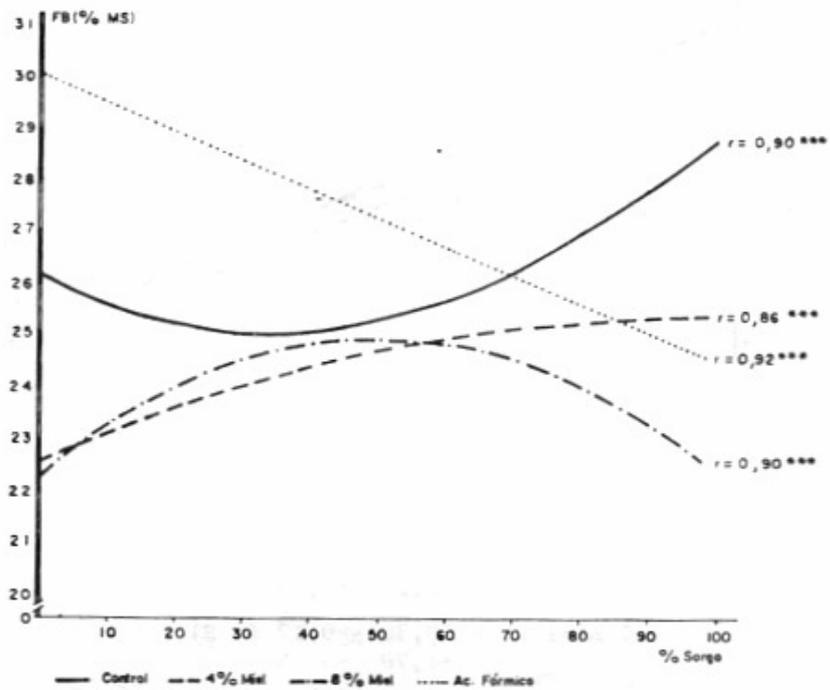


Fig. 2. Ensilado de sorgo + dolichos. Proteína bruta.



$$\begin{aligned}
 \text{Control FB} &= 26,03 - 5,78 \times 10^{-2} (\% S) + 8,9 \times 10^{-4} (\% S)^2 \\
 &\quad \pm 2,45 \quad \pm 3,63 \times 10^{-3} \quad \pm 4,6 \times 10^{-5} \\
 4 \% \text{ miel FB} &= 22,53 + 5,77 \times 10^{-2} (\% S) - 2,94 \times 10^{-4} (\% S)^2 \\
 &\quad \pm 3,89 \quad \pm 1,24 \times 10^{-3} \quad \pm 7,91 \times 10^{-5} \\
 8 \% \text{ miel FB} &= 22,34 + 9,9 \times 10^{-2} (\% S) - 9,57 \times 10^{-4} (\% S)^2 \\
 &\quad \pm 3,61 \quad \pm 1,3 \times 10^{-2} \quad \pm 6,84 \times 10^{-5} \\
 \text{Ac. fórmico FB} &= 30,01 - 5,4 \times 10^{-2} (\% S) + 3,89 \times 10^{-6} (\% S)^2 \\
 &\quad \pm 2,79 \quad \pm 2,6 \times 10^{-3} \quad \pm 4,7 \times 10^{-7}
 \end{aligned}$$

Fig. 3. Comportamiento de la FB.

Bajo esta óptica, es posible afirmar que el dolicho presenta un potencial elevado de carbohidratos estructurales capaces de intervenir en las fermentaciones cuando no existen fuentes externas de carbohidratos solubles, al igual que el sorgo, aunque este efecto se apreció mejor en los ensilajes sin preservantes.

Los tenores de MO resultaron más influenciados por los por cientos de leguminosas en las mezclas que por el proceso de fermentación propiamente dicho (fig. 4), sin que el empleo de los conservantes haya modificado, en general, su comportamiento de manera apreciable, lo que hace suponer un balance similar en todos los ensilajes con

respecto a las pérdidas de compuestos orgánicos que normalmente se producen en este tipo de conservación (Wilkins, 1978).

Desde el punto de vista del pH, todos los tratamientos alcanzaron valores menores de 4, capaces de garantizar una estabilización adecuada en los ensilajes (fig. 5). No obstante, los conservantes demostraron que inducen mejores fermentaciones cuando se emplean en los ensilajes de leguminosa pura, efecto

señalado también para las especies templadas (Arnould, 1981). Ello igualmente pudo ser corroborado por los menores por cientos de $N-NH_3/Nt$ (fig. 6) y Ns/Nt (fig. 7) encontrados en los mismos.

Estos tres indicadores se interrelacionan entre sí, como será explicado más adelante, aunque solo los dos últimos tienen un origen común: las proteínas del forraje.

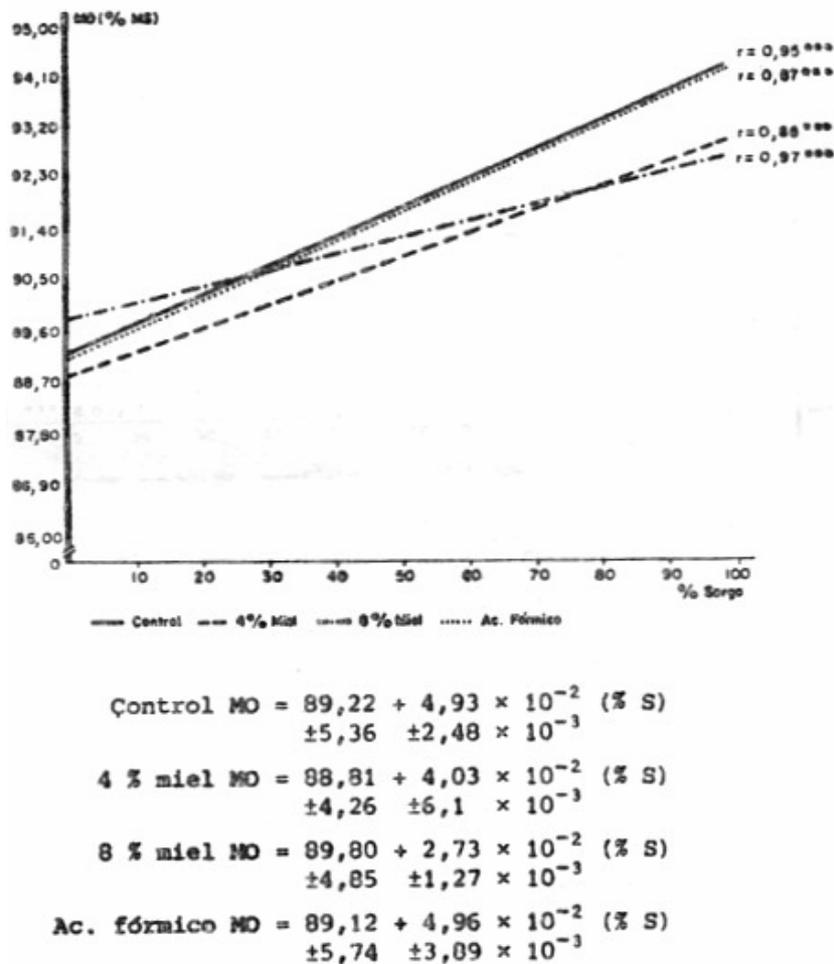


Fig. 4. Ensilado de sorgo + dolichos. MO.

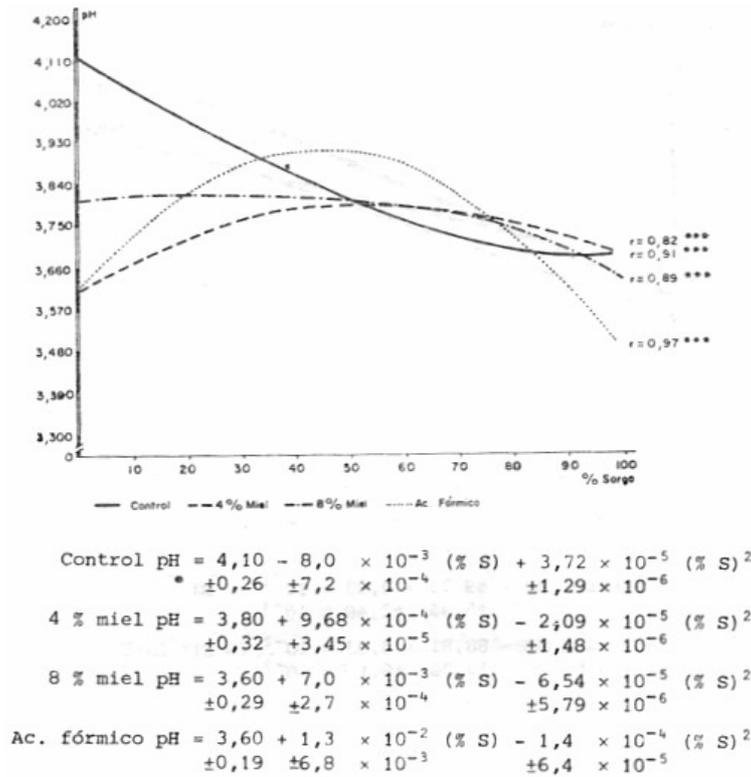


Fig. 5. Comportamiento del pH.

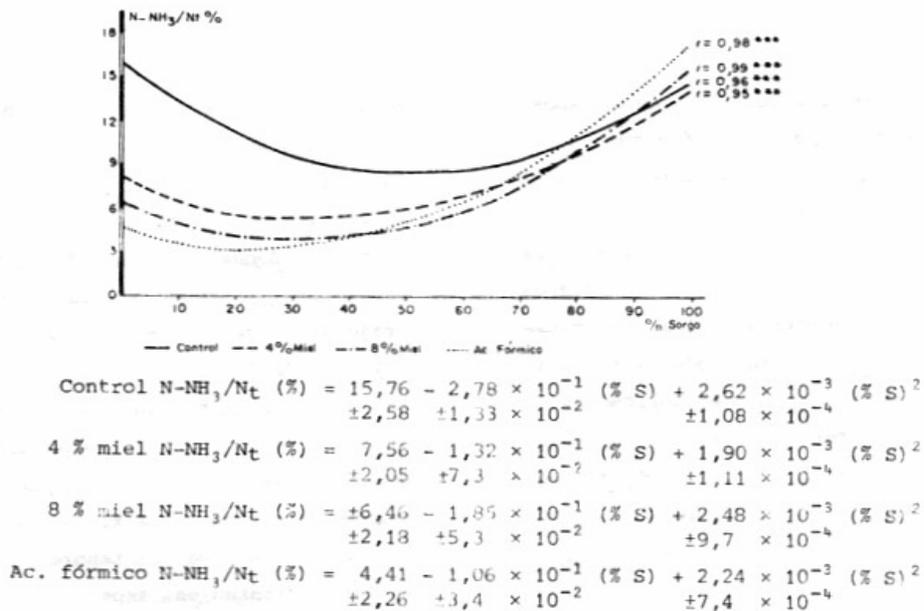


Fig. 6. Ensilado de sorgo + dolichos. N-NH₃/N_t (%).

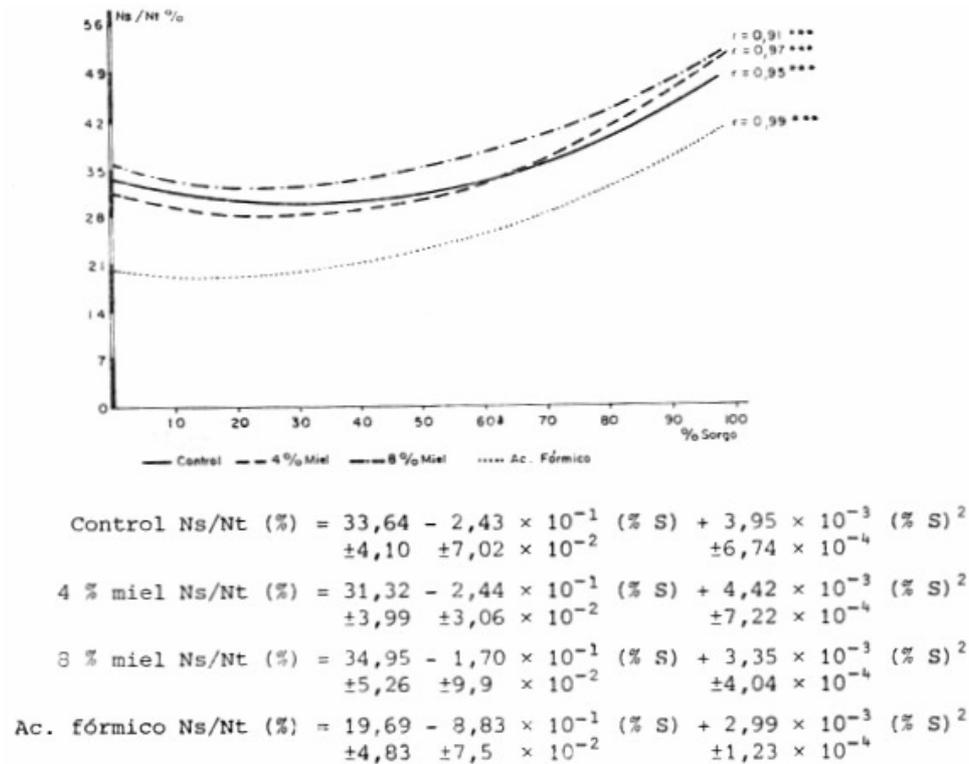


Fig. 7. Ensilado de sorgo + dolichos. Ns/Nt (%).

Por los objetivos de la presente investigación, es necesario prestar debida atención a la evolución que puedan tener los compuestos nitrogenados dentro de los ensilajes, ya que de poco serviría incrementar los contenidos proteicos como un todo si los mismos se encuentran al final, de la conservación en forma soluble, y por ende, son utilizados de manera poco eficiente por los rumiantes (Harris, 1991).

Las normas de evaluación vigentes para los ensilajes en Cuba (MINAGRI, 1990), consideran como óptimos los valores inferiores a 7% de N-NH₃/Nt, lo cual solo se logró en las proporciones mayores de leguminosa por el empleo de conservantes, pues en los ensilajes control nunca se obtuvieron por cientos más bajos. Sin embargo, las fermentaciones generadoras de ácidos orgánicos fueron lo suficientemente intensas como

para que no se presentaran dificultades en los valores de pH, como se pudo apreciar anteriormente.

A su vez, la fracción soluble del nitrógeno total presente no sobrepasó el 50% en ninguno de los tratamientos, donde se destacó el ácido fórmico como el mejor controlador de dicho indicador. Estos resultados, de acuerdo con los criterios evaluativos del INRA (Dulphy y Demarquilly, 1981), corresponden a ensilajes de excelente calidad, lo que significa que la conservación se realizó adecuadamente. Esta aparente contradicción requiere un análisis detallado de los factores que inciden sobre ambos indicadores.

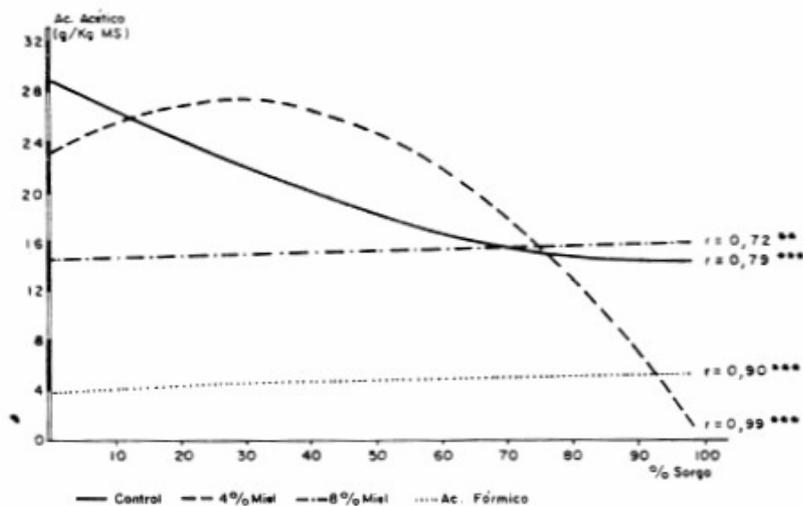
Así tenemos que la presencia de NH₃ en los ensilajes es el resultado de acciones microbianas; mientras que el nitrógeno soluble es producto de una actividad enzimática (Gouet, 1979).

Ambos procesos están controlados por el pH del medio, pero con una diferencia importante: las proteasas detienen su actividad degradativa cuando la acidez disminuye por debajo de 4; sin embargo, en los ensilajes tropicales las bacterias entéricas y las levaduras, productoras de NH₃ en sus metabolismos, pueden continuar activas por más tiempo en rangos de pH inferiores (Luis y Ramírez, 1988).

Bajo estas hipótesis, es posible llegar a la conclusión que la acidificación en los tratamientos evaluados se realizó durante un período de tiempo lo suficientemente rápido como para evitar

elevadas solubilizaciones de las proteínas, pero con menores incidencias en la parte que corresponde a los microorganismos, aunque lo más importante fue que la inclusión de la leguminosa no perjudicó el proceso fermentativo.

Por otra parte, si se analizan las concentraciones de los ácidos grasos volátiles se aprecia que el ácido acético (fig. 8) mantuvo en todos los tratamientos, excepto para el dolichos conservado sin preservantes, valores inferiores a los 25 g/kg MS, considerado como el límite máximo para que no se produzcan afectaciones en el consumo (Demarquilly, 1973).



$$\begin{aligned} \text{Control Ac. acético} &= 28,35 - 2,46 \times 10^{-1} (\% S) + 1,02 \times 10^{-3} (\% S)^2 \\ &\quad \pm 1,49 \quad \pm 3,72 \times 10^{-2} \quad \pm 8,21 \times 10^{-4} \\ 4 \% \text{ miel Ac. acético} &= 23,12 + 2,84 \times 10^{-1} (\% S) - 5,0 \times 10^{-3} (\% S)^2 \\ &\quad \pm 2,15 \quad \pm 1,85 \times 10^{-2} \quad \pm 7,1 \times 10^{-4} \\ 8 \% \text{ miel Ac. acético} &= 14,25 + 2,04 \times 10^{-2} (\% S) \\ &\quad \pm 2,50 \quad \pm 1,34 \times 10^{-3} \\ \text{Ac. fórmico Ac. acético} &= 3,47 + 3,1 \times 10^{-2} (\% S) - 1,67 \times 10^{-4} (\% S)^2 \\ &\quad \pm 1,81 \quad \pm 1,6 \times 10^{-3} \quad \pm 1,05 \times 10^{-5} \end{aligned}$$

Fig. 8. Ensilado de sorgo + dolichos. Ácido acético.

Los tratamientos con ácido fórmico y miel final 8% indujeron respuestas lineales, con poca variación en los

contenidos de ácido acético independientemente de la proporción de sorgo presente en la mezcla, no así el resto de

los tratamientos, donde en la medida que se incrementaron los por cientos de este forraje disminuyeron sus concentraciones. A la luz de los conocimientos actuales, las respuestas halladas solo se pueden explicar sobre una hipótesis microbiológica, donde todo parece indicar que cuando se favorece una flora homoláctica rápida y efectiva los tenores de ácido acético disminuyen, aspecto demostrado por Celanie (1982) en sus investigaciones con sorgo en medio tropical y por Leibensperger y Pitt (1988) en medio templado con ensilajes de gramíneas y leguminosas.

La presencia de los otros ácidos orgánicos detectados, tales como el ácido propiónico (fig. 9) y el ácido butírico (fig. 10), debe considerarse desde el punto de vista fermentativo como un resultado negativo, ya que los mismos solo se producen por la acción de las bacterias clostrídicas sobre los aminoácidos (McDonald, 1981), si bien en todos los tratamientos sus concentraciones fueron pequeñas sin llegar a sobrepasar los 5 g/kg MS, límite permisible para considerar a un ensilaje de buena calidad (Dulphy, 1984).

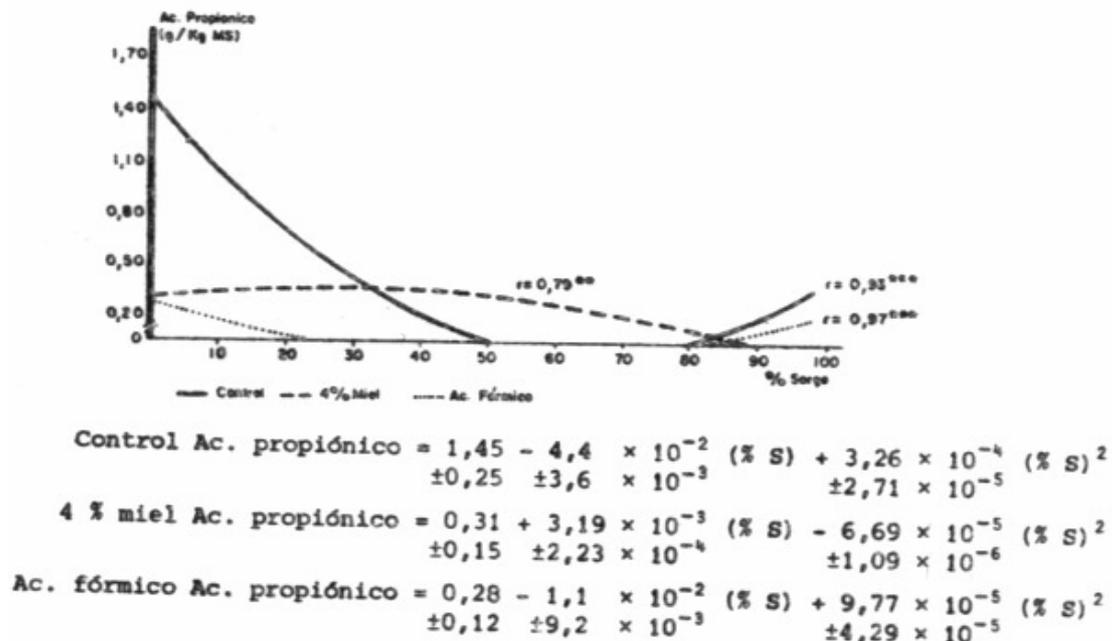


Fig. 9. Ensilado de sorgo + dolichos. Ácido propiónico.

Conjugando los resultados obtenidos, se puede concluir que la confección de ensilajes mixtos de sorgo y dolichos resulta factible, sin que se produzcan dificultades en la conservación desde el punto de vista fermentativo, donde el empleo de conservantes tiene más bien un efecto de seguridad para garantizar un desarrollo adecuado del proceso fermentativo.

Por otra parte, si se analizan de manera perspectiva las posibilidades de extender los resultados obtenidos, no parece imprescindible buscar mayores por cientos de leguminosas para confeccionar ensilajes, teniendo en cuenta que los incrementos proteicos alcanzados son satisfactorios para las proporciones estudiadas.

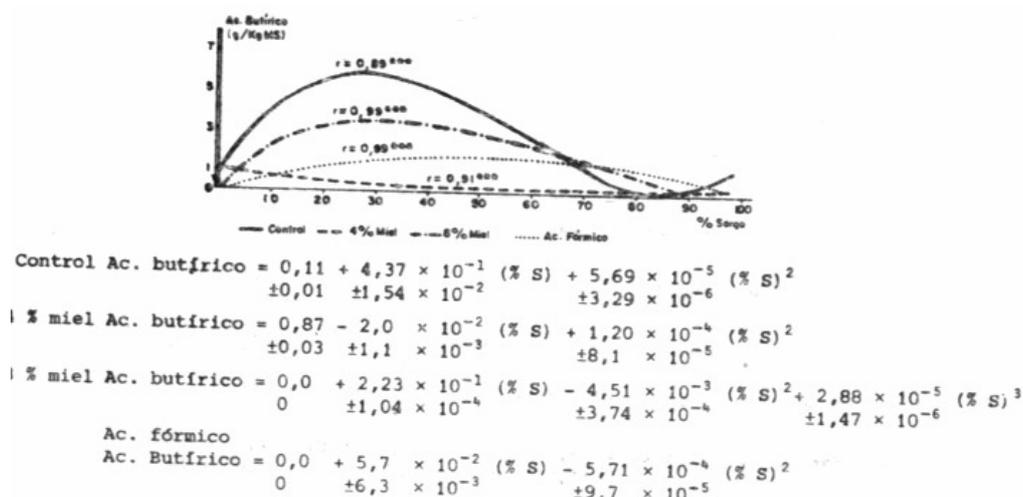


Fig. 10. Ensilado de sorgo + dolichos. Ácido butírico.

REFERENCIAS

- AOAC. 1965. Official methods of analysis. (9th ed.) Washington, D.C.
- ARNOULD, E. 1981. *Revue de l'Agriculture*. 34:736
- BECK, Th. 1978. The microbiology of silage fermentation. In: Fermentation of silage - A review (McCullough, M.E., ed.). National Feed Ingredients Assoc. Iowa. p. 62
- CELANIE, E. 1982. Etude de l'évolution microbiologique et des caractéristiques fermentaires des ensilages de canne a sucre, de sorgo et de pangola en climat tropical humide. These présentée pour l'obtention du Diplome de Docteur de 3me Cycle. Univ. Pierre et Marie Curie. Paris
- CONWAY, E.J. 1957. Microdiffusion analysis and volumetric error. Crosby Lockwood, London
- DULPHY, J.P. 1984. *Plasticulture*. 63:2
- DULPHY, J.P. & DEMARQUILLY, C. 1981. Problèmes particuliers aux ensilages. En: Prévision de la valeur nutritive des aliments des ruminants. INRA, Francia, p. 81
- ESPERANCE, M. 1982. Estudios para mejorar la utilización del ensilaje en vacas lecheras. Tesis presentada en opción al grado de C.Dr. en Ciencias. CUM-EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. 147 p.
- GOUET, Ph. 1979. Les bacteries des ensilages. In: La conservation des ensilages. Journée CAAA. INA-Paris Grignon. p. 18
- HARRIS, B. 1991. Use of animal by-products for feeding dairy cattle. Proc. of Twenty-eight Annual Production Conference. University of Florida, Gainesville. p. 89
- JOUANY, J.P. 1981. C.R.Z.V. Bull. Tech. Theix. 46:63
- LEIBENSPERGER, R. & PITT, R.E. 1987. *Grass and Forage Science*. 42:297
- LEIBENSPERGER, R. & PITT, R.E. 1988. *J. Dairy Sci*. 71:1220
- LUIS, LISSETTE & RAMÍREZ, MARISOL. 1988. *Pastos y Forrajes*. 11:249
- McDONALD, P. 1981. The biochemistry of silage. John Wiley & Sons. New York. 226 p.
- MINAGRI. 1990. Norma ramal. Alimento del ganado. Ensilado fresco y presecado. Evaluación de la calidad. (Mimeo)
- MINSON, D.J. 1981. Effects of chemical and physical composition of herbage eaten upon intake. In: Nutritional limits to animal production from pastures (J.B. Hacker, ed.). CAB, UK. p. 167
- OJEDA, F. 1986. Estudio de los aditivos químicos para la conservación como ensilaje de cuatro gramíneas tropicales. Tesis presentada en opción al grado de C.Dr. en Ciencias. ISCAH. La Habana
- OJEDA, F.; ESPERANCE, M. & DÍAZ, D. 1990. *Pastos y Forrajes*. 13:189
- OJEDA, F.; MARTÍNEZ, J. & JÁCOME, ISABEL. 1989. *Pastos y Forrajes*. 12:263
- WILKINS, R.J. 1978. Ensiled forages and their utilization by ruminants. Proc. 3rd World Cong. on Animal Feeding, Madrid, p. 403
- ZIMMER, E. 1979. Efficient silage system. In: Forage conservation in the 80's. Occasional Symp. British Grassland Soc., Brighton. Vol. 11, p. 186

Recibido el 12 de julio de 1990