

## EFFECTO DE LOS ADITIVOS QUIMICOS SOBRE LA CALIDAD DE LOS ENSILAJES DE PANGOLA

**F. Ojeda y G. Varsolomiev**

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

Se estudió el efecto de 13 conservantes químicos sobre la calidad del ensilaje de pangola (*D. decumbens*, Stent.) en silos de laboratorio de 200 g de capacidad. Las dosis utilizadas fueron las encontradas como óptimas en un ensayo previo, cada aditivo fue evaluado, además con el empleo o no de 1 y 2% de miel final para evitar que por falta de carbohidratos solubles estos no pudieran expresar todo su potencial. En esta investigación se concluyó que el preparado AAZ HCl/Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (10,63/1,98 kg/t) debe ser objeto de estudios más detallados por su acción protectora sobre las proteínas. El formol (7 kg/t), nitrito de sodio (0,5 kg/t) y el ácido salicílico (2,0 kg/t) se perfilan como los aditivos con más perspectivas entre los de acción bacteriostáticas. El ácido fórmico (3,33 kg/t) y la mezcla A. propiónico y A. fórmico (3,66 kg/t) presentaron buenos potenciales para mejorar la calidad de los ensilajes.

**Palabras clave:** *Aditivos químicos, ensilaje, pangola*

La hierba pangola (*Digitaria decumbens*, Stent.) desde su introducción en Cuba en 1950 ha sido profusamente difundida hasta alcanzar en 1973 medio millón de hectáreas (Crespo, 1973). Este pasto puede alcanzar entre 20-25 t de MS/ha/año (Machado y Valdés, 1978); sin embargo, las mayores dificultades que se presentan con esta planta son sus bajos rendimientos en época de seca, donde su producción decae representando

solamente entre un 30-33% de la producción total anual (Paretas, Senra y López, 1975; Machado y Oliva, 1976).

Aguilera (1979) en estudios realizados con este forraje en silos de laboratorio sugirió que esta podría ser conservada sin necesidad de añadirle miel, aunque encontró que la fermentación predominante fue de tipo acética, sin embargo, es conocida la importancia que tienen los aditivos químicos para mejorar la calidad de los ensilajes y favorecer las fermentaciones adecuadas (García Trujillo, 1979).

No obstante, en los países tropicales exceptuando la miel no se han realizado estudios sobre la conservación de los pastos utilizando aditivos. Esto conlleva a que existe un desconocimiento total de las perspectivas reales que estos tienen para mejorar la calidad de los ensilajes y que sólo a través de referencias indirectas sobre las dosis empleadas en países templados se pueden injerir las dosis que pudieran ser adecuadas.

### **MATERIALES Y METODOS**

En una parcela con un área de 200 m<sup>2</sup> sembradas de hierba pangola se efectuó un corte el 14 de mayo de 1980 fertilizándose a razón de 60 kg de N/ha/corte, la recolección se efectuó a las 6 semanas de rebrote mediante una segadora frontal, repicándose el pasto en una picadora estacionaria hasta lograr trozos de 2-4 cm.

El llenado de los silos se efectuó inmediatamente utilizándose frascos de aproximadamente 200 g de capacidad, el material fue apisonado con una mano de mortero tratando de eliminar la mayor parte de aire retenido.

Los aditivos sólidos se esparcieron uniformemente por el pasto previamente pesado y los líquidos mediante un nebulizador por capas sucesivas.

Después de llenados los pomos fueron colocados en un lugar con poca intensidad de luz, ventilado y fresco. Cada tratamiento contó de tres réplicas, a las cuales se les realizaron análisis independientes.

Los parámetros estudiados fueron materia seca determinada mediante estufa a 70°C sin corregir las pérdidas, pH mediante potenciómetro con electrodo de vidrio.

Acido láctico, acético y butírico, según Baule y Wiessbach (1963), amoniaco por microdifusión según Conway (1957) y nitrógeno total por Kjeldhal, determinándose en fresco (AOAC, 1960).

El tiempo de abertura de los silos se prefijó a los 60 días de confeccionados.

Las dosis empleadas fueron:

Aditivos	Dosis kg/t de masa verde	Clasificaciones bacteriostáticas	Acidificantes
Acido clorhídrico	2,72		x
Acido sulfúrico	2,72		x
Acido clorhídrico y	<u>2,72</u>		
Acido sulfúrico	2,72		x
Sulfito de sodio	0,4	x	
Acido benzoico	2,5	x	
Prep. AAZ $\frac{\text{HCl}}{\text{Na}_2\text{SO}_4}$	$\frac{10,63}{1,48}$		x
Nitrito de sodio	0,5	x	
Acido salicílico	2,0	x	
Acido fórmico	3,33	x	x
Formol	7	x	
Propiónico y fórmico	<u>3,66</u>	x	x
Acido propiónico	3,0		

Cada aditivo fue evaluado con el empleo o no del 1 y 2% de miel final para evitar que por falta de carbohidratos solubles los mismos no pudieran expresar todo su potencial. No se le realizó análisis estadístico.

## **RESULTADOS**

*Fracciones molares.* En la figura 1 se aprecia que tanto el ácido clorhídrico, el ácido sulfúrico, la mezcla de ambos, el formol, el ácido benzoico y la mezcla propiónico-fórmico mejoran las fermentaciones con respecto a los ensilajes control por reducir las fermentaciones butíricas, mientras que el preparado AAZ, el ácido fórmico, ácido propiónico y el ácido salicílico no mostraron efecto alguno sobre este parámetro, no obstante el sulfito de sodio y el nitrito de sodio tuvieron acción perjudicial, pues los valores de ácido butírico fueron superiores al ensilaje control.

Sin embargo, cuando estos aditivos se combinaron con 1% de miel como se aprecia en la figura 2, se encontró que el nitrito de sodio, el ácido fórmico y el ácido salicílico mejoraron su comportamiento resultando de superior calidad que el ensilaje control, manteniéndose solamente el sulfito de sodio como conservante de mala acción y no difiriendo o manteniéndose superiores al control el resto de los aditivos estudiados.

En la figura 3 encontramos que cuando el porcentaje de miel se elevó a un 2% la mezcla propiónico-fórmico promovió fermentaciones butíricas al igual que el fórmico, mientras que el preparado AAZ para este nivel de miel se introdujo mejoras en las fermentaciones como los casos anteriores la acción del sulfito de sodio fue negativa.

Analizando de forma individual los principios ácidos formados durante las fermentaciones tenemos que las concentraciones de ácido láctico (fig. 4) fueron superiores con el formol, el sulfito de sodio, el ácido benzoico, el nitrito de sodio, el fórmico y el ácido propiónico resultando inferiores para los otros aditivos. Con la adición de 1% de miel se presentó una tendencia a incrementar las concentraciones de ácido láctico excepto para la adición de formol, la mezcla HCl + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, ácido benzoico, ácido fórmico, ácido salicílico y ácido propiónico, mientras que con la acción de 2% esto sucedió con el ácido fórmico, el preparado AAZ, el ácido propiónico y el ácido clorhídrico que no hubo incremento respecto al 1% de miel.

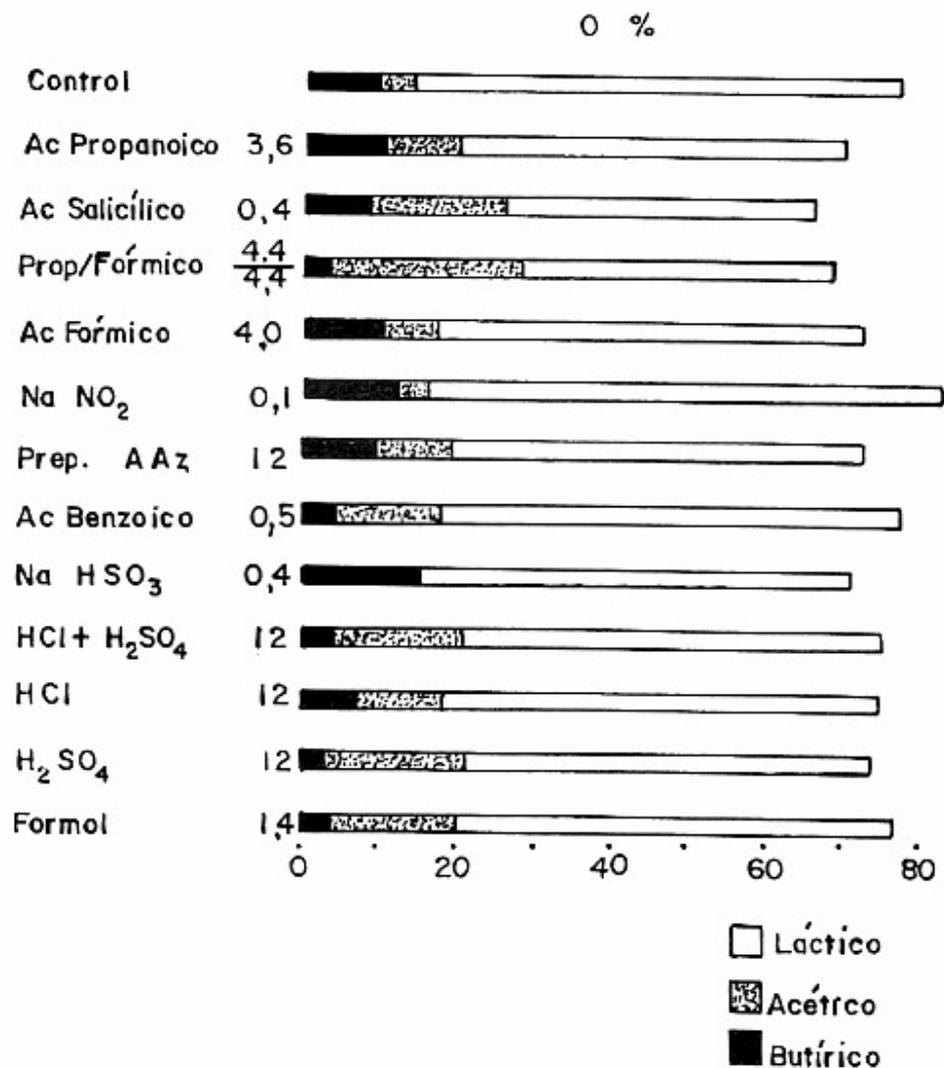


Fig. 1. Proporciones moleculares de los ensilajes de pangola sin adición de miel.

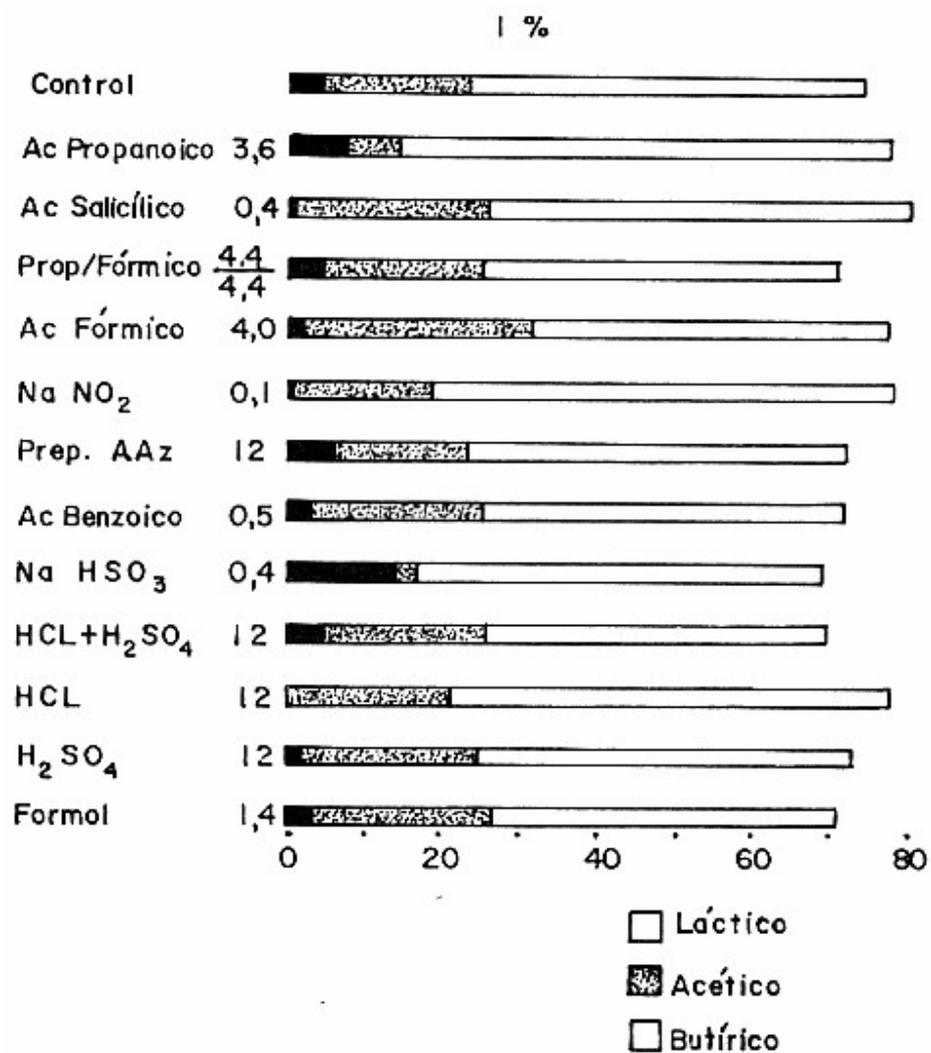


Fig. 2. Proporciones moleculares de los ensilajes de pangola con 1% de miel.

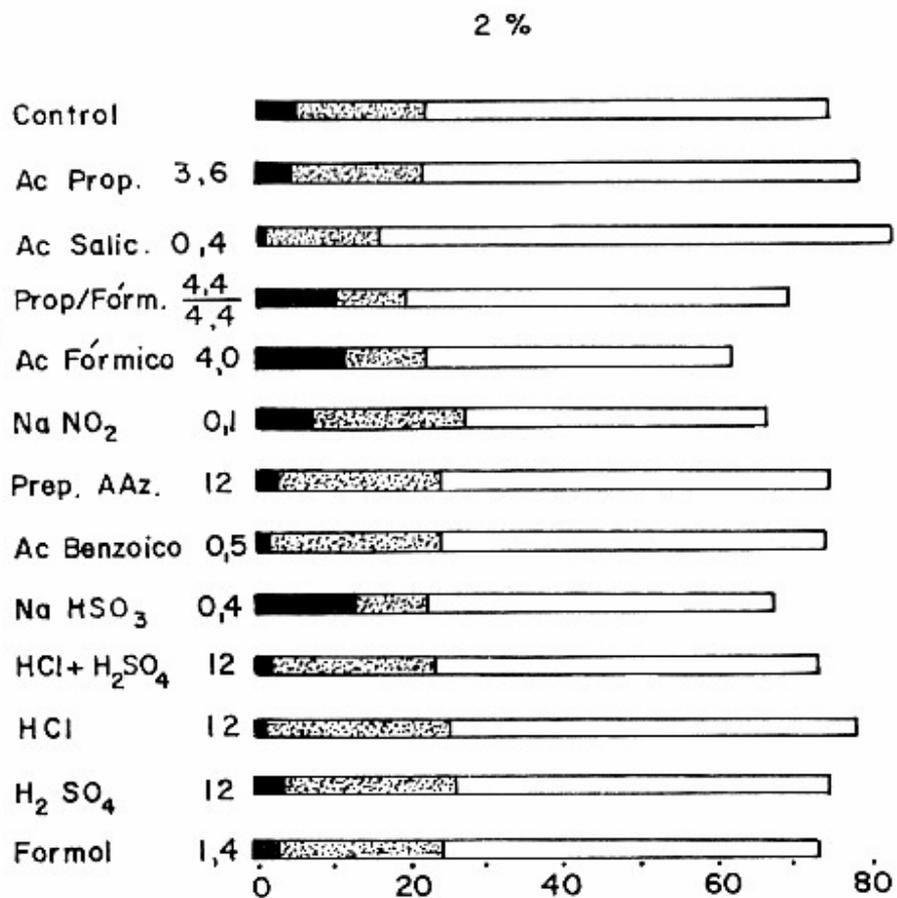


Fig. 3. Proporciones moleculares de los ensilajes de pangola con 2% de miel.

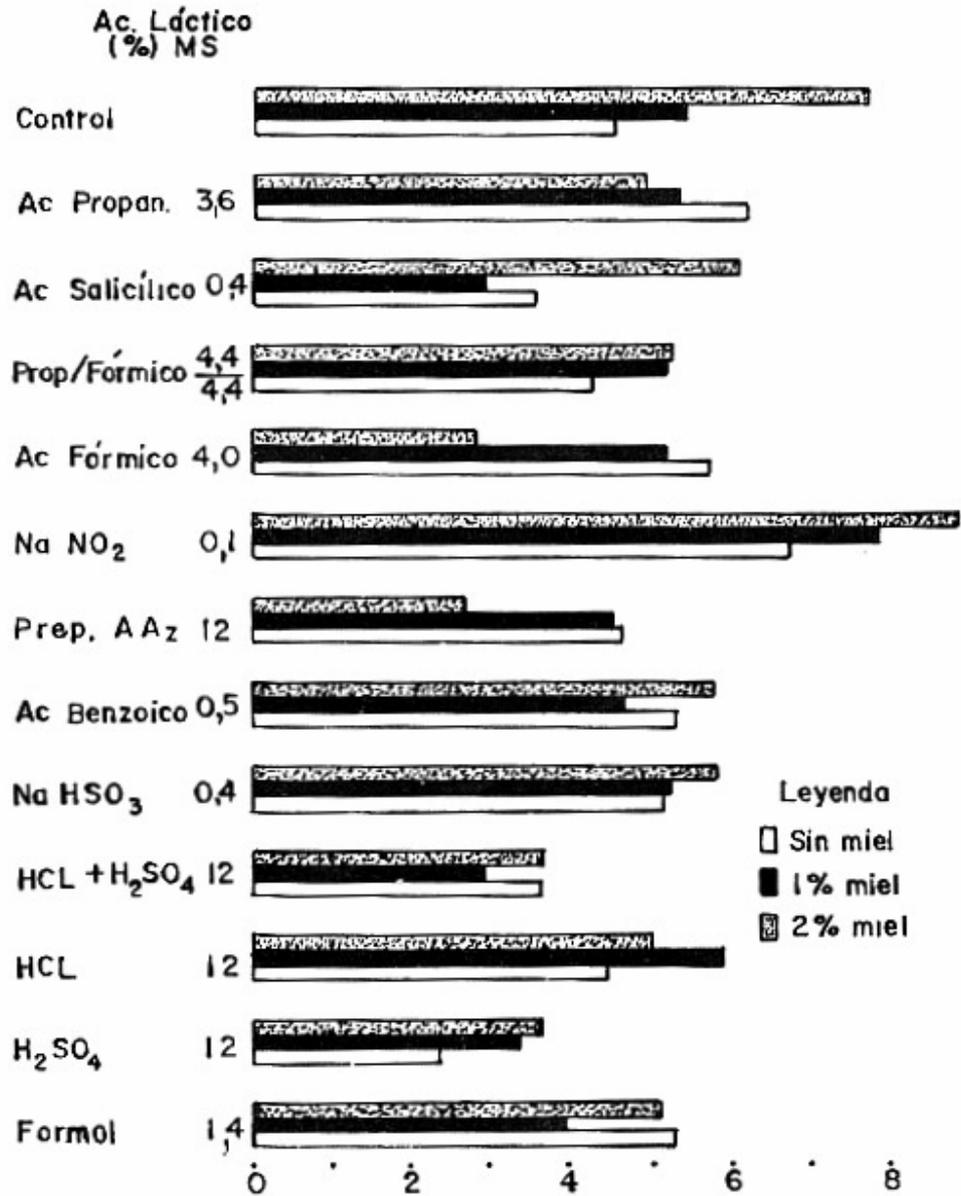


Fig. 4. Concentración de ácido láctico (% MS) en ensilajes de pangola con aditivos químicos.

En la figura 5 se muestran las concentraciones de ácido butírico encontrados en los ensilajes. La adición de miel tendió a incrementar la presencia de este parámetro en los tratamientos con formol, el ácido clorhídrico, la mezcla ácido clorhídrico-ácido sulfúrico, la mezcla propiónico-fórmico, los ensilajes control y en el caso del nitrito de sodio y el sulfito de sodio cuando se le añadió 1% de miel, mientras que en los otros conservantes la tendencia fue a disminuir. Cuando se analiza la acción de los conservantes sobre las concentraciones de ácido acético (fig. 6) se aprecia una tendencia a incrementar sus concentraciones en la medida que se incremente la miel, excepto para el propiónico-fórmico, el ácido salicílico y el ácido propiónico, donde con la adición de miel este ácido disminuye, además tenemos el caso del sulfito de sodio en que aumenta la concentración de ácido acético solamente con 1% de miel.

El comportamiento de pH (fig. 7) con los aditivos fue mejorado con formol, ácido sulfúrico, ácido clorhídrico, la mezcla de ambos, el preparado AZZ y el ácido propiónico, tanto cuando fueron añadidos solos o combinados con miel, mientras que para el nitrito de sodio sólo fue mejorado cuando este aditivo se añadió sin miel y con 2%, pero cuando se combinó con 1% de miel el pH tuvo valores superiores al igual que para el caso del ácido benzoico, el sulfito de sodio sólo o combinado con miel y el ácido sólo o con 2% de miel también produjeron pH elevados con respecto al control.

Como se aprecia en la figura 8 los aditivos ácido sulfúrico, ácido clorhídrico, sus mezclas, el nitrito de sodio, el sulfito de sodio y la mezcla propiónico-fórmico no fueron capaces de proteger la proteólisis resultando sus valores superiores a los encontrados con el control. Con la adición de 1% de miel se mantuvieron los mismos aditivos como los de peor comportamiento excepto el propiónico-fórmico que mejoró su calidad, no así cuando añadió 2% de miel donde además de los ya señalados presentaron deficiencias en este parámetro el ácido benzoico y el ácido salicílico. Los de mejores comportamientos

en todos los casos fueron el formol, el preparado AAZ, el ácido fórmico y el ácido propiónico.

En la figura 9 se aprecia que los conservantes que promovieron una buena conservación del nitrógeno fueron el formol, el ácido clorhídrico, el preparado AAZ, el ácido salicílico, el ácido propiónico, la mezcla propiónico fórmico, los otros aditivos no tuvieron efecto sobre el nitrógeno excepto el ácido sulfúrico cuyos valores fueron inferiores. Con la adición de 1% de miel el ácido clorhídrico, la mezcla ácido clorhídrico-ácido sulfúrico, el preparado AAZ, el ácido fórmico, la mezcla propiónico-fórmico, ácido salicílico, el ácido propiónico fueron los de mejor comportamiento. Con la adición de 2% de miel todos los aditivos resultaron inferiores al tratamiento control excepto la mezcla ácido clorhídrico-ácido sulfúrico.

### **DISCUSION**

*Acción de los aditivos acidificantes.* El principal efecto que se atribuye a los aditivos acidificantes es el de evitar la proteólisis enzimática por la brusca disminución que provoca en la masa ensilada (Bretgniere y Khatchadurian, 1962), sin embargo, esto no fue logrado en este estudio excepto para el preparado AAZ. Esta concentración no puede ser atribuida a la acción de las bacterias clostrídicas, pues la concentración de ácido butírico en estos ensilajes fue bajos y los valores de pH finales encontrados, estuvieron dentro de los considerados por Barnett (1954) como adecuados para estabilizar los ensilajes.

Los incrementos en el ácido acético pudieran considerarse producto de un incremento en la actividad de las bacterias heterolácticas. Estos ácidos han sido ampliamente utilizados en los países templados (Save y Breirem, 1973), aunque se le han señalado problemas con incrementos en la corrosión de las maquinarias que se empleen en la confección de los ensilajes y desmineralización con los animales que los consumen (Demarquilly, 1975).

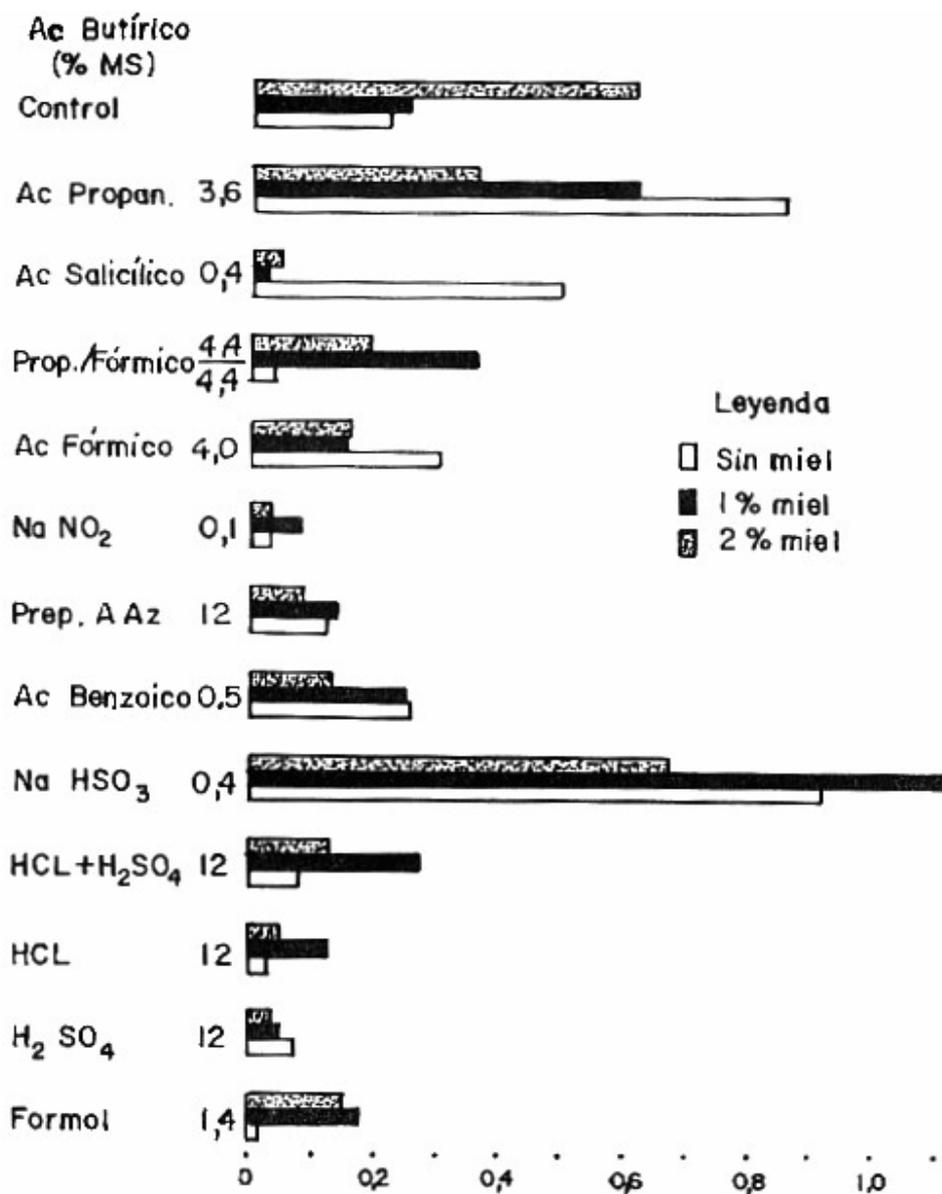


Fig. 5. Concentraciones de ácido butírico (% MS) en ensilajes de pangola con aditivos químicos.

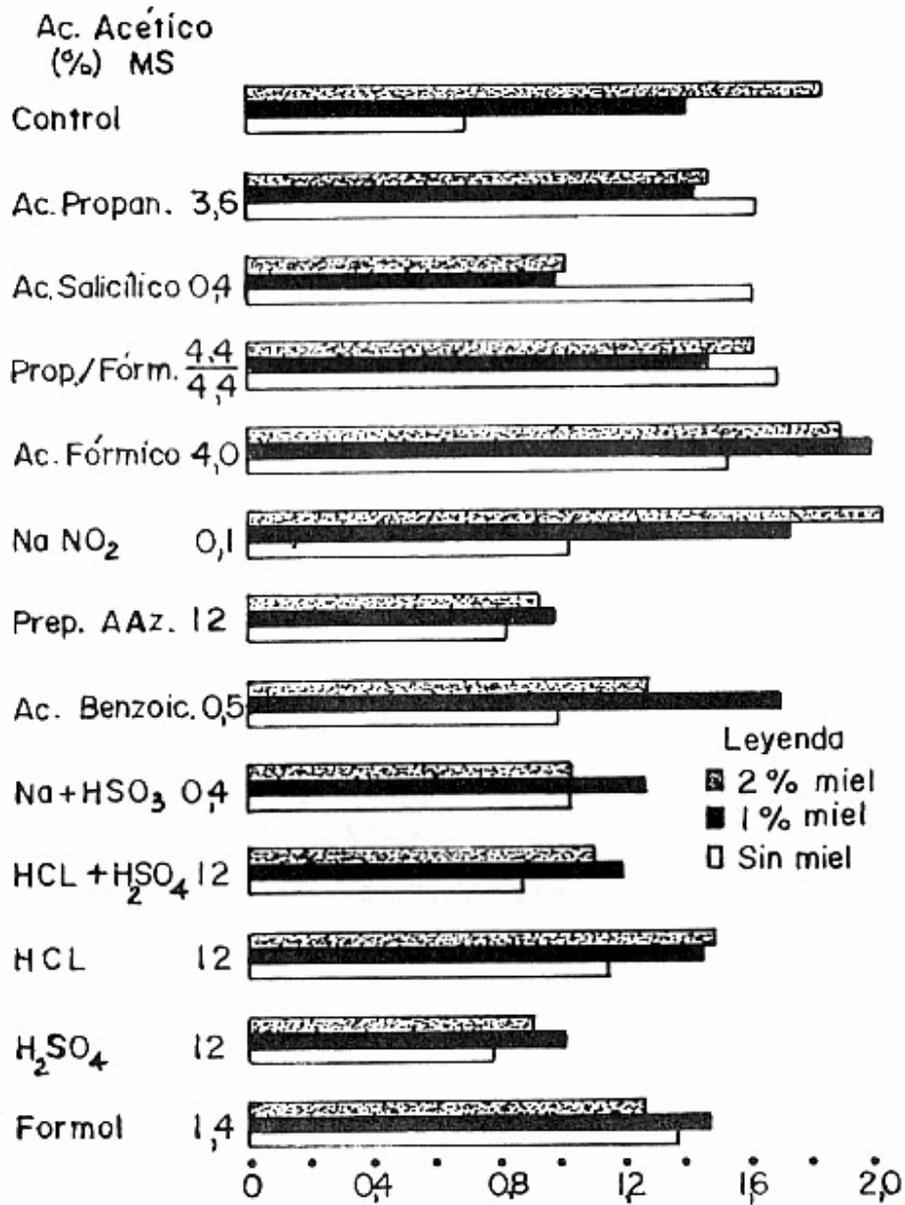


Fig. 6. Concentración de ácido acético (% MS) en ensilajes de pangola con aditivos químicos.

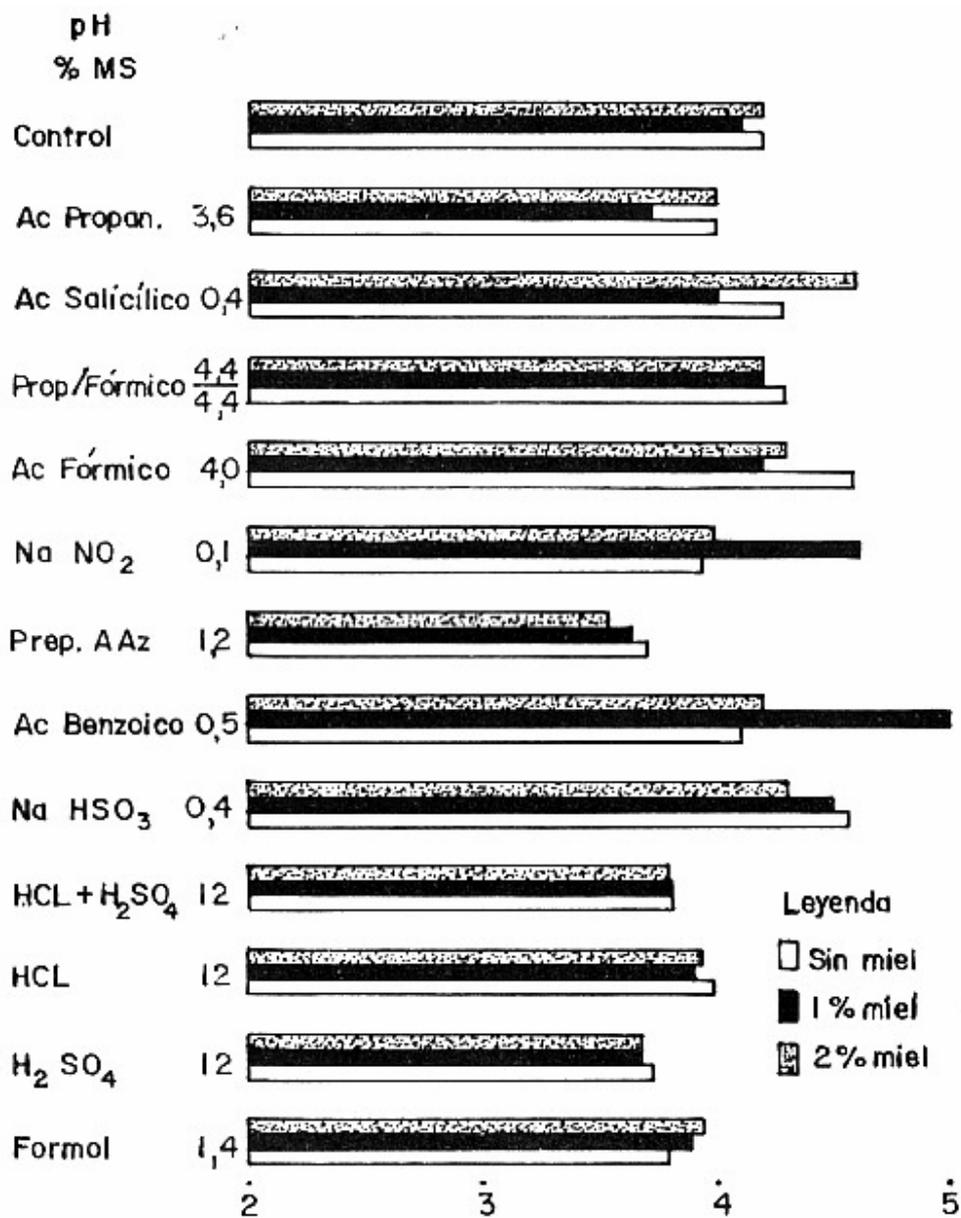


Fig. 7. pH de los ensilajes

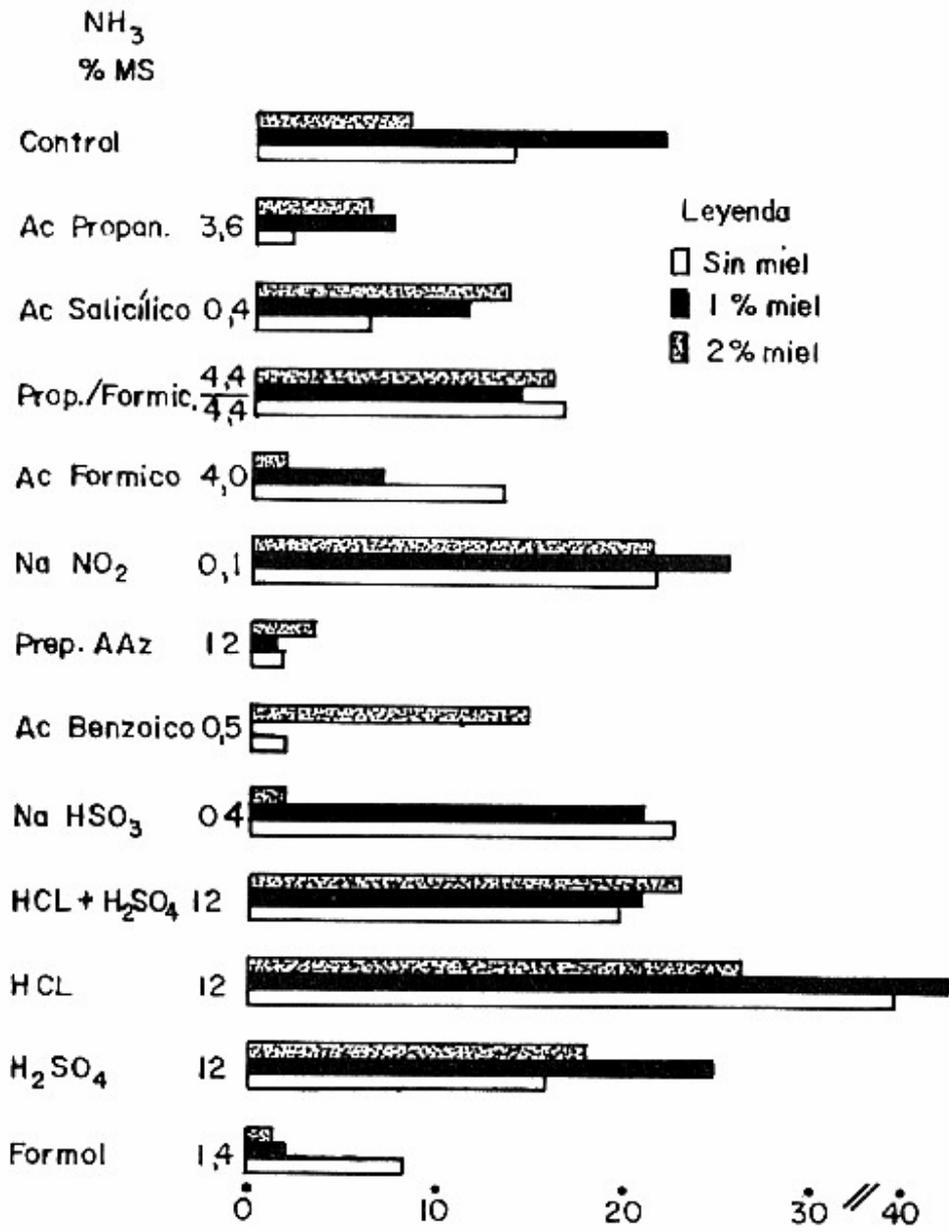


Fig. 8. NH<sub>3</sub>/Nt de los ensilajes.

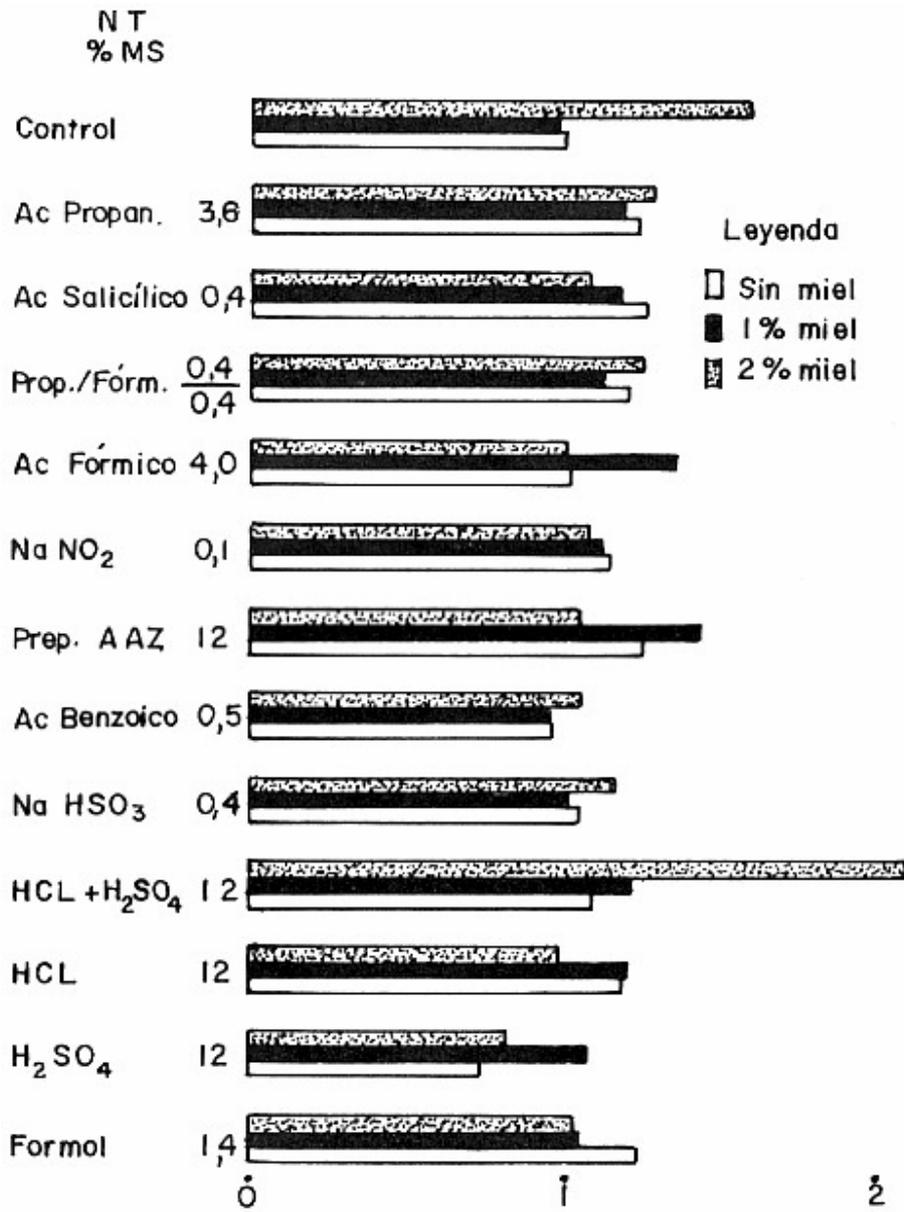


Fig. 9. Nitrógeno de los ensilajes.

Un aditivo que debe ser objeto de un estudio más detallado es el preparado AAZ debido a la inhibición que ejerció sobre la proteólisis; su uso está recomendado en las normas técnicas para la conservación en la Unión Soviética (Teranov, 1976) y sus componentes son de fácil adquisición en el país.

Los incrementos de  $\text{NH}_3/\text{Nt}$  encontrados con la adición de miel, reafirman la importancia que presentaron en las fermentaciones las bacterias heterolácticas, pues igualmente se incrementaron las concentraciones de ácido acético y ácido láctico.

*Acción de los aditivos bacteriostáticos.* Estos conservantes se presentaron como específicos para actuar sobre las bacterias clostrídicas esporuladas, como es el caso del nitrito de sodio y el sulfito de sodio, o de acciones generales sobre todo tipo de bacterias como el formol, el ácido benzóico y el ácido salicílico (Woolford, 1978).

En nitrito de sodio se manifestó como magnífico aditivo, proporcionando ensilajes de calidad. Estudios desarrollados por Wieringa (1966) señalan que las bacterias presentes en el pasto lo oxidan a amoníaco dentro de los primeros días, aspecto que explica las altas concentraciones encontradas de  $\text{NH}_3/\text{Nt}$ .

Los incrementos de ácidos láctico y acético encontrados con la adición de miel sugieren un incremento en la actividad de las bacterias heterolácticas (Wilkins, 1972).

El sulfito de sodio no demostró ser un aditivo eficaz en la promoción de ensilajes de calidad, a pesar de estar reportado como conservante que promueve las fermentaciones lácticas (Owens, Meiske, Goodrich, 1970). Quizás su mejor perspectiva pudiera ser combinarlo con otros aditivos que inhiban la fermentación butírica y detengan la proteólisis.

De los conservantes bacteriostáticos con acción general, el más efectivo resultó ser el formol, tanto por la reducida concentración de  $\text{NH}_3/\text{Nt}$  que provoca, como por la estabilidad que confiere a los ensilajes, aspectos ya reportados por García-Trujillo y

Esperance (1979). Los incrementos en ácido butírico encontrados con la adición de miel pueden ser atribuidos a los incrementos en carbohidratos solubles aportados por este aditivo y no a la degradación proteica, ya que los contenidos de  $\text{NH}_3/\text{Nt}$  disminuyeron (Jones, 1970). La explicación de estos resultados sería necesario buscarla en la flora que se establece con este aditivo.

El ácido benzoico y el ácido salicílico necesitaron la adición de miel para expresar su potencial, estos aditivos han sido reportados como efectivos por diversos autores (Woolford, 1978; Taranov, 1976), aspecto que coincide con nuestras conclusiones, aunque el ácido benzoico no resulta económico por su alto costo (Woolford, 1978).

*Aditivos de acción múltiple.* De los conservantes comprendidos en este grupo la mezcla propiónico-fórmico presentó los mejores comportamientos, resultando superior a los componentes por separado.

El ácido propiónico está considerado como un conservante específico sobre las bacterias esporuladas (Waldo, 1973), sin embargo, esta acción no pudo ser evidenciada en este estudio. La acción de la miel mejoró su comportamiento sin llegar a ser totalmente efectiva.

*Consideraciones generales.* De acuerdo a los resultados obtenidos, la concentración absoluta de los distintos ácidos no permite apreciar adecuadamente la calidad de los ensilajes como en el caso del sulfito de sodio, que a pesar de tener una elevada concentración de ácido láctico, este aditivo no puede ser recomendado para su utilización. Dulphy y Demarquilly (1979) han señalado que la estabilidad de los ensilajes no es posible explicarlos por las concentraciones de los ácidos, pues el poder buferante de los pastos juega un papel importante en ello. No así las concentraciones de ácido láctico que presentan una acción sobre el consumo.

Se ha considerado que cuando los ensilajes tienen valores inferiores a 0,2% de ácido butírico presentan buena calidad (Catchpoole y Henzel, 1971) esto fue logrado en la pangola con los ensilajes control sin miel y con la mayoría de los aditivos, exceptuando la mezcla propiónico-fórmico, el ácido salicílico, el sulfito de sodio y el ácido propiónico, lo que indica dos cosas: primero las magníficas características que tiene la pangola para su conservación y segundo la acción que realizan los aditivos sobre las bacterias clostrídicas.

Con este trabajo hemos querido sentar las bases para iniciar el estudio y utilización de los conservantes químicos en los pastos tropicales.

Consideraciones, como los efectos de los aditivos sobre el consumo y la producción de leche, la tecnología para su aplicación y la facilidad para su adquisiciones debe ser objeto de investigación y aunque no fueron tenidos en cuenta en este trabajo pueden tener una importancia decisiva en muchos casos.

El preparado AAZ debe ser objeto de estudio más detallado por su acción protectora sobre las proteínas. El formol, nitrito de sodio y ácido salicílico se perfilan como los aditivos más interesantes, entre los de acción bacteriostática. El ácido fórmico y la mezcla propiónico fórmico presentaron buenos potenciales para mejorar la calidad de los ensilajes.

Por estas razones consideramos que los aditivos que indujeron buenos parámetros fermentativos deben ser corroborados en pruebas de digestibilidad y metabolismo, para determinar su efecto sobre el valor nutritivo de los ensilajes y se debe realizar un estudio sobre las posibilidades de adquisición de los aditivos, además se deben realizar estudios sobre la dinámica de fermentación de los ensilajes con los aditivos más promisorios, para profundizar en los fundamentos teóricos de su acción.

### **SUMMARY**

In silo of laboratory with 200 g capacity, studies on the silage fermentation were made with 13 chemical additives. The effectiveness of the additives as an aid to the preservation of pangola grass was tested alone or combined with one or two percent of added molasses. In this experiment it was concluded that AAZ HCl/Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (10,63/1,98 kg/t) had a good perspective of use, because it aids protein protection and another studies can be made. The formaldehyde (7 kg/t) sodium nitrite (0,5 kg/t) and salicylic acid (2,0 kg/t) were chemical bacteriostatic additives with more perspective. The formic acid (3,33 kg/t) and propionic acid plus formic acid combination (3,66/3,66 kg/t) showed good potential of utilization because it increases quality of silages. Many aspects of silage fermentation of tropical pastures plants remain to be studied with chemical additives but this experimental is an approach for their use.

### **AGRADECIMIENTOS**

Los autores agradecen a las compañeras Isabel Jácome, Guadalupe Pérez y Marisol Ramírez su valiosa cooperación en la ejecución de los análisis bioquímicos de este trabajo y al Ing. José Martínez por su ayuda en el procesamiento y ordenamiento de los datos.

### **REFERENCIAS**

- AOAC. 1960. Official Methods of Analysis (9<sup>th</sup> Ed.). Washington D.C. Association of Official Agricultural chemists
- Aguilera, G.R. 1979. **Pastos y Forrajes**. Revista de la EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. 2:489
- Barnett, A.J. 1954. Silage fermentation. Academic Press. Inc. New York
- Baule, A. & Wiessbach, F. 1963. Zeitschrift für landwirtschaftliche Versuchs- und Untersuchungsweesen 9. Bund Heft 6

- Bretigniere, L. & Khatchadurian, L. 1962. Ensilada de los forrajes verdes (Ed. Aguilar, Madrid, España)
- Conway, E.J. 1957. Microdifusión Analysis and volumetric error. Crosby Lockwood. London
- Crespo, G. 1973. **Rev. Div. Agrop.** 3:19
- Dulphy, J.P. & Demarquilly, C. 1979. Problems particuliers aux ensilages. Journees du Grenier de Theix
- García-Trujillo, R. & Esperance, M. 1979. **Pastos y Forrajes**. Revista de la EEPF "Indio Hatuey. Matanzas, Cuba. 2:273
- Jones, D.I.H. 1970. **Agric. Sci.** Camb. 72:293
- Machado, R. & Olivera, O. 1976. Series Técnico Científicas. A-13. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba
- Machado, R. & Valdés, L.R. 1978. **Pastos y Forrajes**. Revista de la EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. 1:1 79
- Owens, F.; Meiske, J.C. & Goodrich, R.D. 1970. **Journal of Animal Science**. 30:210
- Paretas, J.J.; Senra, A. & López, Mirtha. 1975. Series Técnico Científicas. A-6. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba
- Save, D. & Breirem, K. 1973. Institute of animal Nutrition. Agricultural Collage of Norway. Formic acid as a silage additive
- Taranov, N.T. 1976. Chemical conservation of fodder. Zhivotnovodstvo. No. 9. Pág. 45-47
- Waldo, D.R. 1977. **J. of Dairy Science**. 60:306
- Wieringa, G.W. 1966. 10<sup>th</sup> Int. Grassld. Congr. 191
- Wilkins, R.J. 1972. Conservation de Forrajes. Instituto Cubano del Libro. La Habana. 1972. Editorial Acribia. Zaragoza, España
- Woolford, M. 1978. **Journal of Brit. Grassld. Soc.** 33:131