

## DINAMICA DE LA FERMENTACION DEL ENSILAJE DE PASTOS TROPICALES. II. PANGOLA COMUN (*Digitaria decumbens* Stent.) ENSILADO CON Y SIN EL % DE MELAZA DE CAÑA DE AZUCAR

**G.R. Aguilera\***

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

Se llevó a cabo un experimento para estudiar el marco fermentativo de la hierba pangola ensilada con y sin 4% de miel final de caña de azúcar. La miel influyó significativamente ( $P<0,001$ ) el marco de fermentación de la hierba ensilada. Los ácidos grasos volátiles (AGV) aumentaron progresivamente durante toda la experiencia (12,58%, 11,3% MS para 0 y 4% respectivamente a los 180 días). La producción de ácido láctico fue inestable, 0%; 0,5%; 1,2%; 1,8% y 1,0% para el tratamiento con miel y 0; 0,7; 1,2; 1,3; 1,2 y 1,0% MS para un 4% a los 0, 10, 20, 30, 60, 90 y 180 días respectivamente. No se reportaron pérdidas proteicas altas (30%), El amoníaco se mantuvo siempre en niveles bajos, 0,58 y 1,28% NT a los 180 días para 0 y 4% de miel respectivamente. El pH fue de alrededor de 3,5 luego de los primeros 10 días de prueba. Se sugiere que la hierba pangola posee condiciones para un ensilaje efectivo sin necesidad de MFC, siempre que se observen las normas técnicas del ensilaje.

**Palabras clave:** *Ensilaje, pangola, aditivos*

---

\* Dirección actual: Estación Central de Pastos y Forrajes "Niña Bonita". Cangrejas, La Habana, Cuba

La hierba pangola, bajo un manejo eficiente, es considerada como una de las hierbas más productivas (Hodges, Jones y Kirk, 1958). El forraje es nutritivo y palatable cuando se cosecha antes de que esté demasiado maduro. Kirk, Peacock, Hogdes y McCaleb (1960) la consideran como una de las hierbas más utilizadas para heno o ensilaje en el área de la Florida; también en Cuba la pangola es usada intensamente en la producción de heno y ensilaje. Sin embargo, se conoce muy poco acerca de las características fermentativas y la forma en que éstas se ven alteradas por la adición de aditivos tales como las melazas de caña de azúcar.

El objetivo de esta experiencia fue medir los cambios en los principales parámetros fermentativos al ensilar la hierba pangola durante 180 días con y sin la adición de melazas de caña de azúcar.

### **MATERIALES Y METODOS**

*Tratamientos.* Se empleó en la experiencia una parcela de pangola común (*Digitaria decumbens*) con 50-100-100 kg/ha de NPK cortada con 45 días de crecimiento y troceada hasta aproximadamente 1 cm. Los tratamientos consistieron en la hierba sola o con 4% (en peso de material fresco) de mieles diluidas hasta un 90% (v/v) en agua. Se estudiaron 7 períodos de fermentación (0, 10, 20, 30, 60, 90 y 180 días).

*Diseño.* Se empleó factorial 2 x 7 completamente aleatorizado. Se realizó el análisis de varianza y las medias fueron comparadas por la dócima de Duncan (1955).

*Procedimientos químicos.* Las técnicas analíticas y el modo del ensilaje fueron los mismos descritos anteriormente por Aguilera (1975). Además se realizaron análisis de carbohidratos hidrolizables en ácido sulfúrico 0,25 N. Los carbohidratos se determinaron, luego de la hidrólisis, como azúcares totales (Johnson, Lambert, Johnson y Sunderwirth,

1964) y proteínas solubles por el método Kjeldahl luego de tratar la muestra en agua destilada a 65°C durante 1 hora.

### RESULTADOS Y DISCUSION

*Composición del forraje.* El análisis del material fresco y ensilado se muestra en la tabla 1. La hierba utilizada presentó un nivel de materia seca (MS) de 30 a 34%, aceptable para el ensilaje (Archibald, Kumezki, Russel, 1960; McDonald, Henderson y McGregor, 1960 y Murdoch, 1961). El nivel de (CHS) fue de 12,68% (MS) en el forraje verde al momento de ensilar este nivel está considerado por debajo del nivel reportado como mínimo (13% al 16%) por Wieringa (1967) para producir suficiente ácido láctico en gramíneas de zonas templadas. La adición de un 4% de mieles (en base fresca) incrementó estos contenidos hasta un 33,16% (MS). Los carbohidratos hidrolizables (CHH) tuvieron valores cercanos a 3% MS en ambos tratamientos. El contenido de proteína cruda de la hierba fue de 7,75% y 9,38% (MS) para los tratamientos con y sin 4% de mieles, respectivamente. La proteína soluble fue mayor en el tratamiento sin mieles (3,95% MS) al compararla con el tratamiento con 4% de mieles (1,70 MS  $P<0,001$ ).

Tabla 1. Composición química de la hierba pangola en el momento de ensilar y luego de 180 días de ensilaje.

| Miel                    | Forraje            |                    | Ensilado           |                    | E.S.     |
|-------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|----------|
|                         | 0 %                | 4 %                | 0 %                | 4 %                |          |
| MS (%)                  | 30,60 <sup>a</sup> | 34,12 <sup>b</sup> | 26,55 <sup>c</sup> | 29,51 <sup>d</sup> | ±0,33*** |
| pH                      | 5,18 <sup>a</sup>  | 4,94 <sup>b</sup>  | 3,63 <sup>c</sup>  | 3,48 <sup>d</sup>  | ±0,03*** |
| CHS <sup>1</sup> (% MS) | 12,68 <sup>a</sup> | 33,16 <sup>b</sup> | 8,52 <sup>c</sup>  | 24,42 <sup>d</sup> | ±0,45*** |
| CHH <sup>2</sup> (% MS) | 2,79 <sup>a</sup>  | 2,91 <sup>b</sup>  | 2,78 <sup>a</sup>  | 3,45 <sup>c</sup>  | ±0,32*** |
| PB <sup>3</sup> (% MS)  | 9,50 <sup>a</sup>  | 7,75 <sup>b</sup>  | 8,30 <sup>c</sup>  | 5,99 <sup>d</sup>  | ±0,08*** |
| PS <sup>4</sup> (% MS)  | 3,95 <sup>a</sup>  | 1,70 <sup>b</sup>  | 2,47 <sup>c</sup>  | 1,39 <sup>b</sup>  | ±0,14*** |
| NH <sub>3</sub> (%)     | -                  | -                  | 1,08 <sup>a</sup>  | 0,58 <sup>b</sup>  | ±0,06*** |
| AGV (% MS)              | -                  | -                  | 12,58 <sup>a</sup> | 11,30 <sup>b</sup> | ±0,12*** |
| AL <sup>5</sup> (% MS)  | -                  | -                  | 1,00 <sup>a</sup>  | 1,00 <sup>a</sup>  | ±0,02 NS |

Letras desiguales en las filas difieren significativamente ( $P<0,05$ )

\*\*\* ( $P<0,001$ )

1= carbohidratos solubles; 2= carbohidratos hidrolizables; 3= proteína bruta; 4= proteína soluble; 5= ácido láctico.

*Carbohidratos solubles e hidrolizables.* Las figuras 1 y 2 muestran los cambios experimentados por los CHS y los CHH durante los 180 días de prueba. Los CHS de la pangola fueron eficientemente fermentados hasta los 30 días de prueba.

La importancia básica de un suplemento adecuado de CHS para asegurar la fermentación láctica es bien reconocida por McDonald, Stirling, Henderson y Whitenbury (1964); Catchpoole (1965) sugirió la adición de mieles para lograr este tipo de fermentación en forrajes tropicales pobres en azúcares. Sin embargo, en el presente estudio se observó que el incremento de los CHS o reversión de la hidrólisis fermentativa de los mismos es más pronunciada en el caso que se emplearon las mieles, sin observarse ganancias sustanciales en la producción de ácido láctico o AGV por sobre el tratamiento sin mieles. Según la experiencia de Catchpoole (1966) parece ser que la pangola necesitaría más mieles para asegurarse una fermentación del tipo láctica, pero no obstante que ésta no se produjo, la preservación fue efectiva y ambos tratamientos produjeron una fermentación del tipo acética con buen aspecto, color y una temperatura baja durante la prueba (28°C). Lo que nos ayuda a sugerir que resulta antieconómica la búsqueda de una fermentación láctica a expensas de adiciones grandes de mieles si el material por sí fermenta adecuadamente.

Los CHH, también descendieron hasta los 20 días ( $P < 0,001$ ) para luego recuperarse a partir de los 30 días, producto, posiblemente, de la acidez del medio; el posterior decremento de los mismos hasta los 90 días ( $P < 0,001$ ) podría ser resultado de la involucración de estos compuestos como fuente energética de las bacterias.

En el caso del tratamiento sin mieles el incremento relativamente menor pudiera adscribirse como resultado de un aumento mayor en los contenidos de ácido láctico o AGV en este tratamiento cuando se le compara con el uso de las mieles.

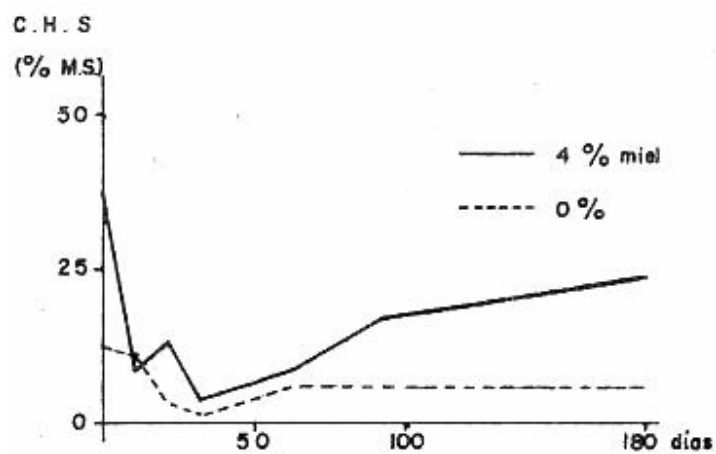


Fig. 1. Variación de los CHS en silos de pangola.

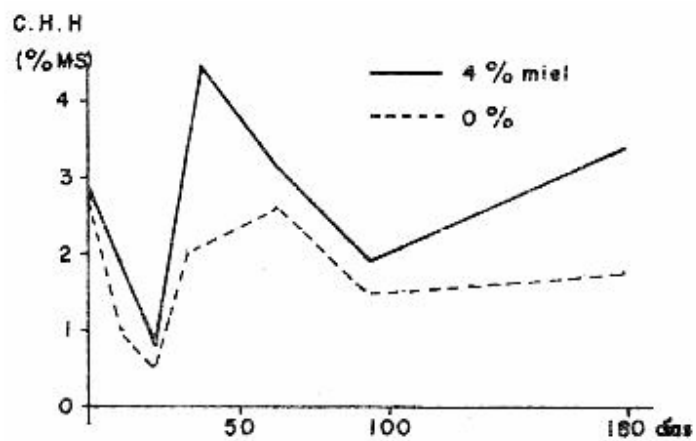


Fig. 2. Variación de los CHH en silos de pangola.

*Materia seca y pH.* Las figuras 3 y 4 ilustran los cambios experimentados por la MS y el pH. Las mieles mantuvieron siempre un nivel de MS superior al tratamiento sin aditivos, pero en general, los contenidos de MS se mantuvieron siempre dentro del rango considerado como de seguridad para inhibir el crecimiento de las bacterias clostrídicas (Wieringa, 1967). La MS de la pangola permite prácticamente el ensilaje satisfactorio de la hierba sin necesidad de recurrir a ningún tipo de presecado; en West Indies, Semple, Grieve y Osbourn (1966) encontraron que la pangola se seca excesivamente si el presecado sobrepasa los 30 minutos, con el consiguiente desarrollo de mohos producto de la dificultad de compactar la hierba excesivamente desecada. Sin embargo, Davis (1963) y Catchpoole y Henzell (1971) consideran que un incremento del contenido de MS de la pangola permite que las mieles controlen más eficientemente la descomposición del ensilado. En este estudio las mieles propiciaron una caída más rápida del pH; sin embargo, no hubo diferencias significativas entre los tratamientos a partir de los 30 días, manteniéndose en ambos casos un nivel de acidez suficientemente bajo para inhibir el crecimiento bacteriano y posiblemente toda actividad lítica enzimática.

*Proteína total y soluble.* Las fluctuaciones de la proteína total y soluble se muestra en las figuras 5 y 6. La proteína total (fig. 5) sufrió pérdidas en el orden del 30% de la proteína presente en el forraje al momento del ensilado en ambos casos. La magnitud de las pérdidas proteicas podrían achacarse a los enzimas protolíticos de la planta y no a una actividad clostrídica; ya que estas bacterias se vieron muy limitadas por el pH (3,5) y la MS (30-34%). McDonald, Watson y Whitenbury (1966) y Woford (1972) plantearon que la proteólisis en el material ensilado es debida en gran parte a los enzimas lácticos de la planta. Mabitt (1951) apuntó que si los cambios llevados a cabo por los enzimas de las plantas durante el proceso de ensilaje fueron entendidos en detalle, la interpretación de

los cambios microbiológicos podría ser simplificada. El logro de estos objetivos en la hierba pangola podría arrojar mucha luz en el ensilaje de esta hierba.

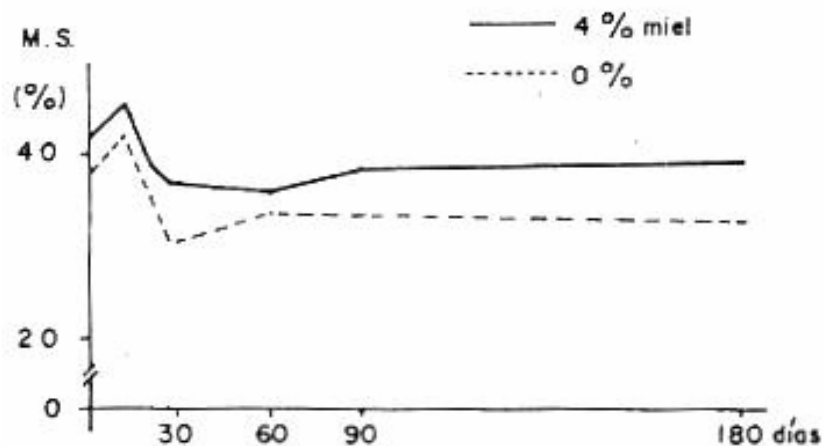


Fig. 3. Variación de la MS en silos de pangola.

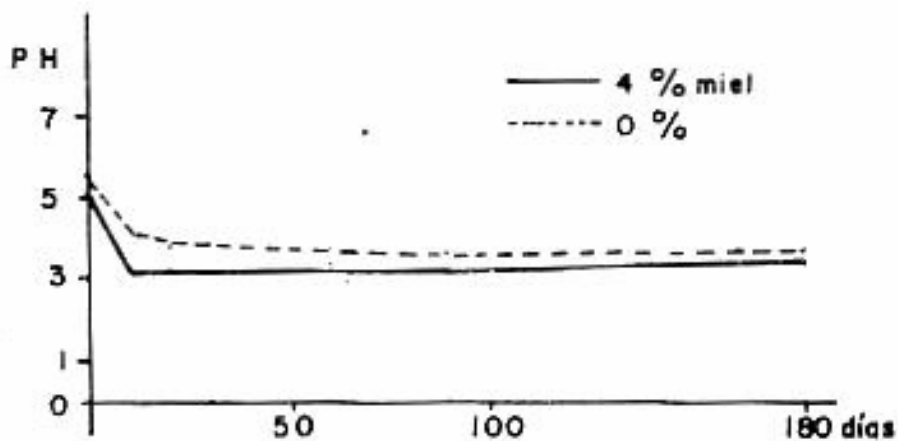


Fig. 4. Variación del pH en silos de pangola.

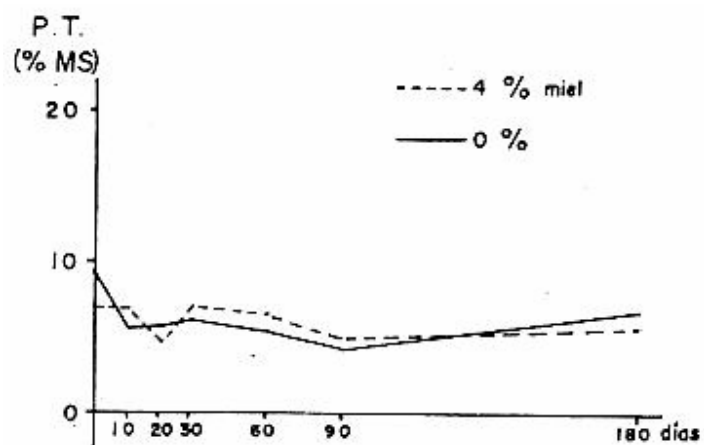


Fig. 5. Variación de la proteína total en silos de pangola.

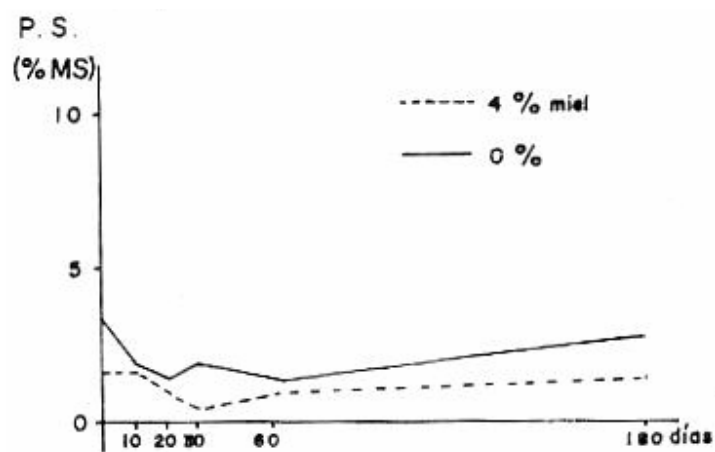


Fig. 6. Variación de la proteína soluble en silos de pangola.



La proteína soluble (fig. 6) mantuvo un marco fermentativo beneficioso, pues no se reportaron incrementos de la misma hasta los 60 días de prueba, los cuales fueron muy ligeros y nunca sobrepasaron los niveles iniciales (3,9 y 1,70% MS) ( $P < 0,001$ ) para ambos tratamientos. Estos resultados contrastan con los reportados por Gouet, Fatianoff y Bousset (1968) los que indicaron que la acción de las proteasas vegetales entraña una solubilización rápida de la PC sin que las bacterias proteolíticas intervengan en esta acción; estas bacterias según opinión de estos autores son más activas en los fenómenos posteriores de desaminación que conllevan a la formación del amoníaco. Esta característica del ensilaje de la pangola sugiere que los enzimas líticos presentes en esta planta presentan peculiaridades en su modo de acción que los diferencian de los estudios en las hierbas de las latitudes templadas.

*Ácido láctico y amoníaco.* Las figuras 7 y 8 reflejan las alteraciones producidas por el ácido láctico y el  $\text{NH}_3$  durante el ensilaje.

La producción de ácido láctico se presentó más estable y sostenida en el tratamiento sin miel. Sin embargo, en ambos tratamientos el pH final (3,5 y 3,7 para 4 y 0% respectivamente) no puede ser adscrito totalmente a la acción del ácido láctico, ya que según DeVuyst y Vanbelle (1964) un silo de gramíneas para obtener un pH de 3,5 a 4,2 requiere como mínimo de un 1,5 a 2% de ácido láctico. Se debe hacer notar que a partir de los 90 días los niveles de ácido láctico empiezan a caer con relativa rapidez en ambos tratamientos, para terminar en niveles iguales de 1% (MS) a los 180 días, lo que sugiere que el nivel de miel empleado no garantizó una fermentación láctica "clásica".

La producción de  $\text{NH}_3$  (fig. 8) fue baja cuando se compara con la degradación experimentada por la proteína. No se observó influencias significativas debidas a la adición de la miel sobre la producción de amoníaco; si bien el tratamiento con un 4% de miel inhibió ligeramente la producción de amoníaco (sin afectar el marco fermentativo del

mismo), a los 180 días el tratamiento sin mieles arrojó una menor cantidad de amoníaco (0,58 % NT) que el tratamiento en mieles (1,2 % NT). Estos resultados contrastan con los de Catchpoole (1965) en *C. gayana*, donde la adición de un 2% de sacarosa disminuyó los niveles de  $\text{NH}_3$  desde 45,2 hasta 16,5% NT.

*Acido acético y ácido butírico.* Las variaciones del ácido acético y el ácido butírico se muestran en las figuras 9 y 10. Se reportó un aumento fuerte en el ácido acético hasta los 60 días para luego disminuir rápidamente en el tratamiento con mieles hasta los 90 días. Esta disminución en el caso del tratamiento sin mieles fue menos pronunciada, lo que coincide con los resultados de Catchpoole (1965, 69, 70) y Aguilera (1975) en ensilaje de otras especies tropicales donde el modelo fermentativo es eminentemente acético.

El ácido butírico se mantuvo bajo en ambos tratamientos, aunque se observó que las mieles limitaron su producción sensiblemente ( $P < 0,001$ ). Los discretos niveles de ácido butírico son un aspecto ventajoso, ya que este ácido se encuentra asociado generalmente con ensilados de mala calidad (Wolford, 1972). El ácido butírico se halla en ocasiones estrechamente relacionado con el contenido de azúcares de la planta, (Jones, 1970), pero las pérdidas proteicas nos hacen sugerir que este ácido provenga principalmente de la hidrólisis de la proteína.

Se observó en todos los casos una eficiente conservación material. El incremento de los azúcares por medio de la adición de mieles, alertó la magnitud pero no el marco de la mayoría de los cambios bioquímicos en el material ensilado. Wilson y Webbs (1937) reconocieron la importancia del contenido de azúcares para la fabricación del ensilaje pero en el caso de la hierba pangola, los contenidos relativamente altos de MS (30 a 34%) podrían haber jugado un rol muy importante en la preservación.

Se requieren estudios posteriores que revelen los factores intrínsecos del vegetal, responsables de la degradación proteica y de la preservación del material ensilado.

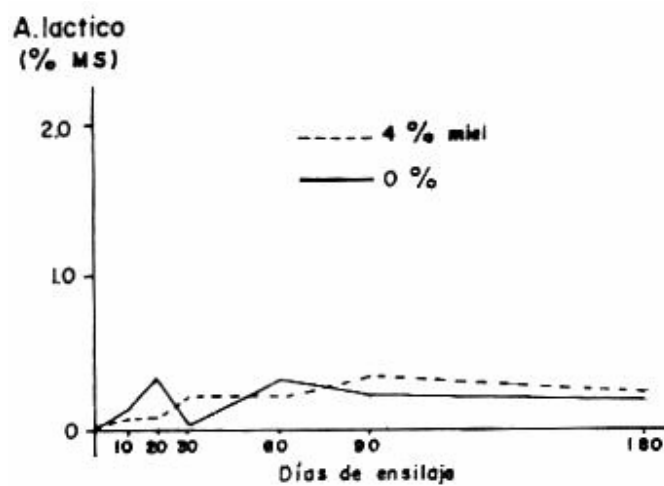


Fig. 7. Variación del ácido láctico en silos de pangola.

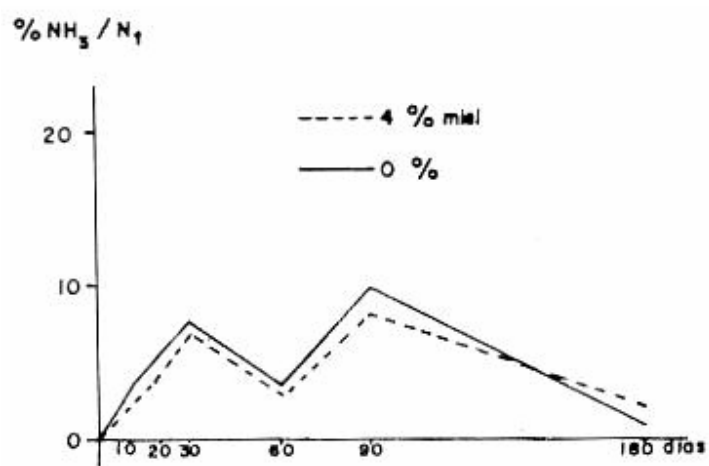


Fig. 8. Variación del amoníaco en silos de pangola.

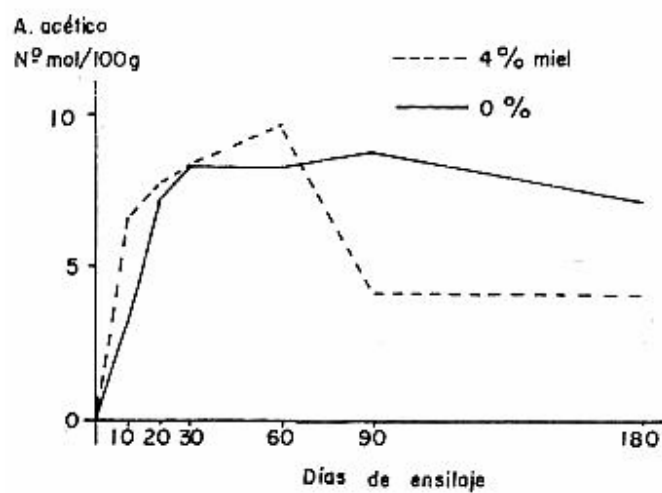


Fig. 9. Variación del ácido acético en silos de pangola.

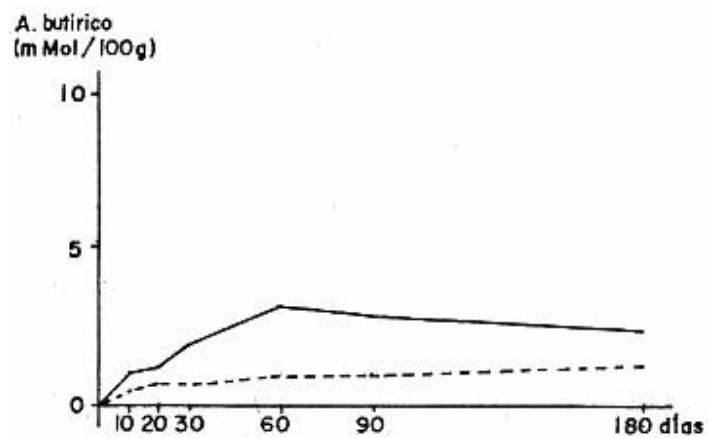


Fig. 10. Variación del ácido butírico en silos de pangola.

### **SUMMARY**

An experiment was carried out in order to study the fermentative pattern of pangola grass ensiled with and without 4% sugar cane molasses. Fermentation was influenced ( $P < 0,001$ ) by molasses; VFA production increased progressively during the experiment (12,58; 11,3% referred to 0 and 4% molasses respectively at 180 days of ensiling). Lactic acid production was rather instable: 0; 0,5; 1,2; 1,8 and 1,0% in the treatment that did not include molasses and 0; 0,7; 1,2; 1,3; 1,2 and 1,0% in treatment that included 4% molasses at 0, 10, 20, 30, 60, 90 and 180 days of ensiling respectively. Protein losses were not so high (30%). Ammonia kept low levels (0,58 and 1,28% NT at 180 days for 0 and 4% molasses respectively). PF averaged 3,5 after the first 10 days of the experiment. It is suggested that pangola grass is suitable to ensiling without molasses if a good ensiling technique is regarded.

### **REFERENCIAS**

- Aguilera, G.R. 1975. Dinámica de la fermentación del ensilaje de Pastos Tropicales. I. Elefante Candelaria (*Pennisetum purpureum*). Sin aditivos. **Rev. cubana Cienc. agríc.** 9:227
- Archibald, J.G.; Kumezki, J.W. & Russel, S. 1960. Grass- silage quality as affected by crop composition and additives. **J. Dairy Sc.** 43:1648
- Catchpoole, V.R. 1965. Laboratory ensilage of *Setaria sphacelata* cv. Nandi and *Chloris gayana* (CPI 16144). **Austr. J. Agric. Res.** 16:391
- Catchpoole, V.R. 1966. Laboratory ensilage of *Setaria sphacelata* cv. Nandi with molasses. **Austr. J. of Experimental Agric. and Animal Husb.** 6:76
- Catchpoole, V.R. & Williams, W.T. 1969. The general pattern in silage fermentation in two subtropical grasses. **J. Brit. Grassld. Soc.** 23:317

- Catchpoole, V.R. 1970. The silage fermentation of some tropical grasses. Proc. XI<sup>th</sup>. Int. Grassl. Cong. pp 891
- Catchpoole, V.R. & Henzell, E.J. 1971. Silage and silage making from tropical species, **Herb. Abstr.** 41: 213
- Davies, T. 1963. Fodder conservation in Northern Rhodesia. **J. Agric. Sci. Camb.** 61:319
- De Vuyst, A. et Vanbelle, M. 1964. Les bases scientifiques de l'ensilage. **Agricultura.** 12:225
- Duncan, D.B. 1955. Multiple range and multiple F test. **Biometrics.** 11:1
- Gouet, Ph.; Fatianoff Nathalie & Bousset, J. 1968. La conservation des fourrages par voie humide. Bull. Tech. d'information No. 226 Laboratoire de Rech. sur la conservation et l'efficacité des aliments CNRZ. INRA.
- Hodges Elver, M.; Jones, D.W. & Kirk, W.G. 1958. Grass Pasture in Central Florida. Fla. Agric. Exp. Sta. Bull. 484 A
- Johnson, G.; Lambert, C.; Johnson, D.J. & Sunderwith, S. G. 1964. Colorimetric determination of glucose, fructose and sucrose in plant material using a combination of enzymatic and chemical method. **J. Agricultural and Food Chem.** 12:216
- Jones, D.I.J. 1970, The ensiling characteristics of different herbage species and varieties. **J. Agric. Sci. Camb.** 72:293
- Kirk, W.G.; Peacock, F.M.; Hodges, E.M. & McCaleb, J.E. 1960. Value of pangola hay and silage in Steers fattening rations. Fla. Agric. Exp. Sta. Bull. 654
- Kirk, W.G.; Peacock, F.M. & Hodges, E.M, 1963. Pangola grass hay and silage with cotton seed meal and urea in fattening rations. Fla. Agric. Exp. Sta. Bull. 654
- Mabitt, L.A. 1951. The role of plant cells in the ensilage process and approach to this problem. Proc. Soc. Appl. Bact. 14:142

- McDonald, P.; Henderson, A.R. & Mac Gregor A.W. 1960. Chemical changes and losses during ensilage of wilted grass. **J. Sci. Fodder Agric.** 19:126
- McDonald, P.; Stirling, A.C.; Henderson, A.R. & Whitenbury, R. 1964. Fermentation studies on inoculate herbages. **J. Agric. Sci.** 15:249
- McDonald, P.; Watson, S.J. & Whitenbury, R. 1966. The principles of ensilage. Edinburgh School of Agriculture. Miscellaneous Publ. No. 357
- Murdoch, J.C. 1961. A review of silage making techniques. **Brit. Grassl. Soc.** 16:253
- Paterson, J.A.; Grieve, C.M. & Osbourn, D.F. 1966. The preservation and feeding value of pangola grass silage. **Trop. Agric.** Trin. 43:251
- Wilson, J.K. & Webbs, H.J. 1937. Water soluble carbohydrates in forage crop and their relation to the production of silage. **J. Dairy Sci.** 20:247
- Wieringa, G.W. 1967. Effect of chemical composition of grass on suitability for ensiling. Lond. Tijdschr. 74:26
- Wolford, M.K. 1972. Some aspects of microbiology of silage making. **Herbage Abstr.** 42:213