

VALOR NUTRITIVO DE FORRAJES TROPICALES CONSERVADOS COMO ENSILAJES

F. Ojeda

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

El valor nutritivo de un ensilaje será siempre una función del valor nutritivo del forraje que le dio origen y preservar al máximo esa calidad inicial es el objetivo principal de todos los procesos tecnológicos que se aplican durante su fabricación.

Los estudios encaminados a minimizar las pérdidas y los riesgos de fermentación inadecuadas de los forrajes templados han permitido convertir la conservación de los forrajes en una técnica ampliamente difundida y de aplicación corriente en la mayoría de los países de esas latitudes. Sin embargo, esta no ha sido la situación en el trópico, donde la carencia de estudios sistemáticos ha impedido una definición clara de las diferencias nutricionales que se producen entre los forrajes con respecto al producto conservado. Es por ello que resulta de interés individualizar las incidencias que sobre cada uno de los indicadores nutritivos produce la preservación y cómo disminuir los efectos negativos que generalmente implica.

Valor nutritivo de los forrajes vs valor nutritivo de los ensilajes

Una agrupación bibliográfica realizada con 60 ensilajes por Ojeda, Cáceres, Luis, Esperance y Santana (1987) se reproduce en la tabla 1. Estos ensilajes confeccionados en diferentes condiciones de troceado y empleando o no

conservantes, a excepción de la digestibilidad de la fibra bruta (DFB), todos los indicadores nutricionales tendieron a ser inferiores a los de los forrajes verdes.

Estas pérdidas están relacionadas con los procesos de oxidación, fermentación, producción de efluentes y deterioraciones aeróbicas que ocurren durante la conservación y utilización de los ensilajes (Wilkinson, 1980), las cuales son superiores a las encontradas por Jarrige, Demarquilly y Dulphy (1981) para los ensilajes templados. Ello indica que el proceso de preservación tiende a ser más deficiente en el trópico conforme a lo demostrado en una revisión realizada con anterioridad (Ojeda, Esperance y Luis, 1987).

Factores sobre los que actúan los indicadores nutricionales de los ensilajes tropicales

1. Consumo voluntario (CV)

Dulphy (1980) considera el contenido de materia seca, la calidad de la conservación y el troceado del material como los principales factores que inciden sobre la disminución que ocurre en el consumo de los ensilajes con respecto a los forrajes verdes. Además, otros autores han señalado igualmente la presencia de metabolitos, principalmente aminos, capaces de inhibir la motilidad ruminal y con ello el CV (Thomas, Kelly y Chamberlain, 1980).

Cuando se estudian estos aspectos en los ensilajes tropicales (tabla 2), se encuentra que el contenido de materia seca (MS) explica el 61% de las variaciones en el CV, muy superior al señalado por Wilkins, Hutchinson, Wilson y Harris (1971) para especies templadas. Como la correlación es positiva, los

incrementos de este indicador en los ensilajes benefician el CV de los mismos, no así la fibra bruta (FB) y los ácidos acético y butírico donde cada aumento en sus por cientos y concentraciones implica una disminución, lo cual coincide con lo hallado por Wilkins (1981) para los ensilajes de forrajes templados.

Tabla 1. Valor nutritivo de ensilajes tropicales (tomado de Ojeda, Cáceres, Luis, Esperance y Santana, 1987).

Indicador	Mínimo	Media	Máximo	DS
Consumo (g MS/kg P ^{0.75})	36,5	47,61	80,5	11,60
DMO (%)	45,8	56,55	70,0	5,44
DPB (%)	19,8	48,18	65,3	13,67
DFB (%)	58,2	65,37	60,7	6,73
Consumo* (unidades de diferencia)	0	12,27	27,2	8,25
DMO* (unidades de diferencia)	0	5,16	12,1	5,13
DPB* (unidades de diferencia)	1,9	14,41	35,0	12,04
DFB* (unidades de diferencia)	1,9	-4,97	-15,0	8,43

* Diferencias obtenidas al restar el valor del forraje verde del valor del ensilaje

El efecto negativo de la materia orgánica (MO) es menos evidente desde el punto de vista biológico, dada la relación que tiene con la energía de los forrajes, no obstante, si se toma en consideración que durante la conservación se produce un incremento pasivo de este componente, se puede pensar que en aquellos ensilajes donde la MO muestre mayores valores es porque han ocurrido las mayores degradaciones.

Cuando se analiza el efecto del troceado en los ensilajes tropicales (tabla 3) se encuentra que por el solo hecho de disminuir el tamaño de partícula (menos de 4 cm) se logran aumentos en el consumo entre un 10 y un 20%, mientras que cuando se preseca este es entre el 28 y 32%. A su vez cuando se emplean conservantes eficaces como la miel final

y el ácido fórmico, el incremento alcanzado fluctúa entre el 19 y el 48%, lo que corrobora la importancia de una correcta tecnología para alcanzar buenos resultados.

2. Digestibilidad de la materia orgánica (DMO)

Si la conservación de los forrajes se realiza en buenas condiciones, los valores de la DMO de los ensilajes se encuentran muy próximos a los originales del forraje (Demarquilly, 1983), lo que se ratifica por las correlaciones positivas halladas entre este indicador y los tenores de MS y ácido láctico (tabla 2) y las negativas con la FB, como resultado de forrajes de bajos valores nutritivos (Minson, 1985).

Tabla 2. Correlaciones entre los indicadores químicos y bioquímicos de los ensilajes y los indicadores del valor nutritivo de los ensilajes tropicales (tomado de Ojeda, Cáceres, Luis, Esperance y Santana, 1987).

	Consumo	DMO	DPB	DFB
MS	0,78**	0,39*	0,19	0,35*
PB	0,25	0,20	0,45*	-0,07
MO	-0,37*	0,21	0	0,11
FB	-0,60*	-0,30	-0,24	0
pH	-0,09	0,13	-0,40*	0,22
N-NH ₃ /N _t (%)	-0,07	0,02	-0,06	0,01
Ácido láctico	0,21	0,36*	0,40*	-0,06
Ácido acético	-0,32*	-0,17	0,16	0,16
Ácido butírico	-0,41*	-0,06	-0,50*	0,22

* P<0,05

** P<0,01

Estas correlaciones permiten explicar por qué con el uso de conservantes se puede mejorar la DMO de los ensilajes con respecto a la de los ensilajes donde no se emplean (Ojeda, 1986), al igual que con el presecado (Michelena, 1987). Ambas técnicas permiten incrementos muy similares de la DMO, contrastando con lo señalado por Jarrige, Demarquilly y Dulphy (1981) para forrajes templados, donde la tendencia en el caso de los ensilajes presecados es a presentar valores ligeramente inferiores.

3. Digestibilidad de la proteína bruta

La DPB es uno de los factores a los que más atención se les presta cuando se desea conocer el valor nutritivo de un forraje, debido a que esta es un reflejo de aprovechamiento con que se asimila un nutrimento tan importante como el nitrógeno.

Sin embargo, en el caso de los ensilajes su interpretación se hace más

subjetiva, debido a las grandes transformaciones que sufren los compuestos nitrogenados durante la conservación. Es por ello que existe la tendencia a sobrestimar los valores de la proteína en términos de proteína digestible, lo cual ha sido atribuido a una menor eficiencia de la síntesis de proteína microbiana y/o a una mayor degradabilidad del nitrógeno en el rumen (Jarrige *et al.*, 1981).

Por otra parte, el hecho que sus valores estén influenciados por el contenido de PB que presentan los ensilajes (tabla 2) hace que las comparaciones de eficiencia en la conservación solo se puedan realizar de forma relativa entre ensilajes de aproximadamente iguales tenores y donde no se hayan empleado conservantes que tiendan a insolubilizar la proteína, como el formaldehído, ya que los mismos incrementan artificialmente este indicador en las heces fecales alterando el valor real de la DPB (Benata, 1976).

Tabla 3. Efecto del troceado, presecado y uso de conservantes sobre el consumo y la digestibilidad de la materia orgánica de ensilajes tropicales.

Especie	Tratamiento	Consumo g MS/kg P ^{0,75}	Incremento %	DMO %	Incremento %	Referencias
<i>Panicum maximum</i>	15-20 cm	35,2	-	46,7	-	Ojeda y Cáceres (1981)
	4-6 cm	42,7	21	50,4	8	
	4-6 cm + 4% miel	49,3	40	53,2	14	
<i>Digitaria decumbens</i>	15-20 cm	34,1	-	58,9	No se detectó	Ojeda y Cáceres (1982)
	4-6 cm	37,4	10	56,3		
	4-6 cm + 4% miel	50,3	48	56,5		
<i>Pennisetum purpureum</i>	15-20 cm	32,1	-	58,6	-	Silveira <i>et al.</i> (1980)
	4-6 cm	42,5	32	62,9	7	
	4-6 cm + 5% ácido fórmico	38,1	19	62,5	7	
<i>Pennisetum purpureum</i>	15-20 cm	32,6	-	56,8	-	
	4-6 cm	41,8	28	61,6	8	
	4-6 cm + 5% ácido fórmico	39,4	21	61,7	8	

Estas respuestas positivas al contenido de proteína han sido señaladas tanto en ensilajes tropicales (Wilkinson, 1983) como en ensilajes templados (Grenet, Demarquilly, Berenger y Micol, 1985), aunque bien pudiera ser consecuencia de que estos alimentos provengan de forrajes con altos valores nutritivos (Ayala, 1984).

4. Retención de Nitrógeno (RN)

Cuando está estimación se realiza con animales jóvenes y en crecimiento, permite obtener una información más precisa del éxito o no de la conservación de los compuestos nitrogenados.

En un análisis de como influyen los principales indicadores químicos, bioquímicos y nutricionales sobre la RN (tabla 4), encontramos que la MS, la PB, la MO, el ácido láctico, el consumo de nitrógeno, de MS y la DMO, lo hacen positivamente; mientras que el resto interactúa negativamente. Ello permite afirmar que es la calidad del forraje y de la conservación la que determina potencialmente los valores de este indicador, coincidiendo con lo señalado por Grenet (1983) para ensilajes templados.

El uso de conservantes también favorece una mejor respuesta de los ensilajes en la RN. Así, Esperance, Ojeda y Cáceres (1983) encontraron que en los ensilajes directos este indicador resultó negativo y que cuando se empleaba miel final el mismo era de un 6,9%; mientras que en el caso de los ensilajes con ácido fórmico se logró hasta un 13%.

Michelena (1987) encontró que en ensilajes de king grass la respuesta de la RN en orden ascendente fue: Control < ácido propiónico < ácido fórmico < presecado, lo cual ratifica los aspectos antes señalados.

Tabla 4. Efecto de los indicadores químicos y bioquímicos sobre la retención de nitrógeno en ensilajes tropicales (tomado de Ojeda, Cáceres, Luis, Esperance y Santana, 1987).

Indicador	r
MS	+0,25
PB	+0,45
FB	-0,24
MO	+0,11
pH	-0,35
Ácido láctico	+0,43
Ácidos grasos volátiles	-0,54
N-NH ₃ /N _t (%)	-0,18
Consumo de MS (g MS/kg P ^{0,75})	+0,20
Consumo de N (g N/kg P ^{0,75})	+0,67*
DMO (%)	+0,70*

* P<0,05

5. Digestibilidad de la fibra bruta (DFB)

De acuerdo con los resultados mostrados en la tabla 2, la DFB tuvo tendencia a incrementarse con respecto a la de los forrajes que le dieron origen (tabla 2), lo cual coincide con lo hallado para los ensilajes templados (Demarquilly, 1973).

Sin embargo, cuando se analiza esta respuesta desde el punto de vista nutricional lo que se debería esperar es una disminución de la digestibilidad, si se tiene en cuenta que durante las fermentaciones que ocurren en los ensilajes desaparece una buena parte de los componentes celulares y que los carbohidratos estructurales más fácilmente hidrolizables también participan como aportadores de pentosas (Ojeda *et al.*, 1987), provocando un incremento de los componentes más indigestibles.

Los estudios realizados por Dulphy, Bechet y Thomson (1975) sobre la actividad celulolítica de las bacterias ruminales, no indican cambios apreciables entre los ensilajes y los forrajes que les dieron origen; y aunque Deswysen (1980) señala en los ensilajes con tamaño de partícula grande (mayores de 10 cm) un ligero incremento con respecto a aquellos ensilajes con menor troceado, estas diferencias no pueden explicar los cambios ocurridos.

Demarquilly (1973) ha sugerido tres hipótesis sobre las razones que pueden incidir en este incremento: 1) que la fibra bruta se haga más digestible para los microorganismos debido a los ácidos orgánicos de los ensilajes; 2) que conservando la misma digestibilidad intrínseca la proporción que se digiera sea mayor debido a un tiempo de permanencia mayor de los ensilajes en el rumen y 3) que no sea la misma fibra bruta la que se determina en los forrajes y en los ensilajes producto de las transformaciones químicas sufridas durante la conservación.

En la práctica se debe esperar una combinación de las tres hipótesis, ya que los efectos de cada una de ellas son igualmente posibles, aunque es evidente que se necesitan estudios más profundos al respecto.

Conclusiones

Los resultados aquí discutidos confirman la necesidad de emplear tecnologías de fabricación que permitan un alimento estabilizado y así lograr que el valor nutritivo del ensilaje se halle lo más próximo posible al que poseía el forraje original.

Todo parece indicar que el consumo y la retención de nitrógeno son los indicadores más críticos, los cuales solo presentan valores aceptables en la medida que se garantiza un forraje conservado a la edad óptima y con el

empleo de un conservante eficaz o, en su defecto, presecando el forraje antes de su preservación.

Conclusions

The results obtained in this study confirm the necessity to use manufacturing technologies that permit an stabilized feeding and in this way we would procure that the nutritive value of silage reaches the nearest condition as that of the original forage.

Intake and nitrogen retention seem to be the most critical indicators. They present only the acceptable values when the forage is conserved at the optimum age, and with the use of an efficient conservant or if it is not possible, it is advisable drying the forage before its preservation.

REFERENCIAS

- AYALA, R. 1984. Influencia del contenido limitante de nitrógeno en la digestión y utilización por carneros del pasto ensilado. Tesis presentada en opción al grado de C.Dr. en Ciencias. ICA- ISCAH. La Habana
- BENATA, M. 1976. Influence de l'addition d'acide formique, associe ou non a du formol, sur la qualite de conservation, la digestibilite, la valeur nutritive des ensilages d'herbe, le bilan azote et les caracteristique fermentaire du jus de rumen. Rapport de la 3eme INA. Paris-Grignon
- DEMARQUILLY, C. 1973. *Ann. Zootch.* 22:1
- DEMARQUILLY, C. 1983. III. Conservation et utilization des fourrages: Incidences pathologiques. Academie d'Agriculture de France. pp. 993
- DESWYSEN, A. 1980. Influence de la longueur des brins et de la concentration de acide organiques des silages sur l'ingestion volontaire chez les ovins et bovins. These presente pour l'obtention du grade de Docteur en Sciences Agronomiques. Univ. Catholique de Louvain

- DULPHY, J.P. 1980. The intake of conserved forrages. In: Forage conservation in the 80's. Ed. C. Thomas. Occasional Symposium No. 11. Brit. Grassld. Soc. U.K. pp. 107
- DULPHY, J.P.; BECHET, G. & THOMSON, E. 1975. *Ann. Zootch.* 24:81
- ESPERANCE, M.; OJEDA, F. & CACERES, O. 1983. *Pastos y Forrajes.* 6:137
- GRENET, E. 1983. *J. Agric. Sci.*, Camb. 180:43
- GRENET, E.; DEMARQUILLY, C.; BERENGER, C. & MICOL, D. 1985. Comparison of nitrogen utilization from wilted and direct cut silages by growing sheep. XV Int. Grassld. Congr. Kyoto, Japan. pp. 1044
- JARRIGE, R.; DEMARQUILLY, C. & DULPHY, J.P. 1981. Forage conservation. In: Nutritional Limits to Animal Production from Pastures. Ed. J.B. Hacker. Proc. Int. Symp. St. Lucia. Queensland, Australia
- MICHELENA, J.B. 1987. Aplicaciones de diferentes aditivos químicos y presecado en la fabricación de ensilajes de king grass (*Pennisetum purpureum* x *Pennisetum thyphoides*). Tesis presentada en opción al grado de C.Dr. en Ciencias. ICA-ISCAH. La Habana
- MINSON, D.J. 1985. Fibre as a limit to tropical animal production. Proc. 3rd Animal Science Congress of the Asian-Australian. pp. 108
- OJEDA, F. 1986. Estudio de los aditivos químicos para la conservación como ensilajes de cuatro gramíneas tropicales. Tesis presentada en opción al grado de C.Dr. en Ciencias. ICA-ISCAH. La Habana
- OJEDA, F. & CACERES, O. 1981. *Pastos y Forrajes.* 4:373
- OJEDA, F. & CACERES, O. 1982. *Pastos y Forrajes.* 5:87
- OJEDA, F.; CACERES, O.; LUIS, LISSETTE; ESPERANCE, M. & SANTANA, H. 1987. Ensilajes de forrajes tropicales. Symp. Int. Sur l'Alimentation des Ruminants en Melieu Tropical Humide
- OJEDA, F.; ESPERANCE, M. & LUIS, LISSETTE. 1987. *Pastos y Forrajes.* 10:189
- SILVEIRA, A.C.; LAVEZZO, W.; SILVEIRA, S.; PEZZATO, A.C. & TOSI, H. 1980. *Rev. Soc. Bras. Zoot.* 9:125
- THOMAS, P.C.; KELLY, N.C. & CHAMBERLAIN, D.G. 1980. Silage Proc. Nut. Soc. 39:257
- WILKINS, R.J. 1981. Progress in silage production and utilization. Ann. Rep. Grassld. Res. Inst. 1980. Essay Paper. pp. 112
- WILKINS, R.J.; HUTCHINSON, K.J.; WILSON, R.F. & HARRIS, C.E. 1971. *J. Agric. Sci.* Camb. 77:531
- WILKINSON, J.M. 1980. *Annals of Applied Biology.* 87:78
- WILKINSON, J.M. 1983. *World Animal Review.* 45:36