# DEGRADACIÓN RUMINAL DE LAS PULPAS DE CÍTRICOS Y DE MANZANA

María R. Alvir [1], J.C. Pereira [2], J. González [1] y C.A. Rodríguez [1]
(1) Dpto de Producción Animal. E.T.S.I.A. Univ. Politécnica de Madrid. 28040 Madrid
(2) Dpto de Zootecnia. Univ. Federal de Viçosa. 36570.000. Viçosa MG.BRASIL.

## INTRODUCCIÓN

La aplicación de los nuevos sistemas de racionamiento nitrogenado en rumiantes tiene algunos inconvenientes como puede ser la utilización de valores medios de degradabilidad ruminal sin considerar la variación que puede existir dentro de un grupo de alimentos. Este hecho es más acentuado cuando se trata de subproductos ya que su valor nutritivo está condicionado en gran parte por el proceso de obtención.

El objetivo de este trabajo fue caracterizar los aspectos químicos y el aprovechamiento a nivel ruminal de las pulpas de cítricos y de manzana.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Se ensayaron cuatro muestras de pulpas: dos de cítricos (PC) y dos de manzana (PM), para las que se analizaron los parámetros químicos indicados en la tabla 1. La determinación de la degradación ruminal se realizó en tres corderos adultos, fistulizados en rumen y alimentados con una ración constituida por heno de pradera y pienso concentrado comercial en proporción 2:1 en base a MS, distribuida, en dos comidas/día (9:00 y 17:00 h), a un nivel de 40 g MS/Kg $P^{0.75}$. Se utilizaron bolsas de nylon de 6,5 x 10.5 cm, con un tamaño de poro de 46 µm, conteniendo muestras de 3 g, molidas a 2 mm. Un total de 36 (PC) o 42 (PM) bolsas por alimento, repartidas en 2 series de incubación, fueron introducidas en el rumen de los corderos después de la primera comida de la mañana durante tiempos de 2, 4, 8, 16, 24 y 48 horas, más un tiempo adicional de 72 horas para la PM. Tras la incubación, las bolsas fueron lavadas en agua fría en una minilavadora (tres lavados de 5 minutos), secadas en estufa a 80ºC durante 48 horas, pesadas y analizadas para nitrógeno Kjeldahl. La evolución de la desaparición (D) de MS y PB se modelizó individualmente para cada animal. En las muestras de PC se utilizó el modelo exponencial de Ørskov y McDonald (1979), mientras que para las muestras de PM, que presentaron un comportamiento sigmoideo, se utilizó el modelo de crecimiento de France y Thornley (1984): $D=a(a+b)/(a+be^{-ct})$. En este caso la degradabilidad efectiva (DE) se estimó mediante la ecuación: $DE=\int D\ ke^{-kt}dt$, calculándose la integración (entre 0 e $\infty$) por aproximación numérica. El valor asignado a k (tasa ruminal de tránsito) fue de 3,52%/h para la PC y de 2,47%/h para la PM (Pereira, 1992). La comparación entre las muestras de cada subproducto se realizó mediante análisis de varianza, considerando los corderos como bloques. En estos estudios, así como en los de regresión no lineal empleados en las modelizaciones, se utilizó el programa SAS (versión 6.12).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de los diversos parámetros de composición química se indican en la tabla 1. Entre las dos muestras de PC no existieron grandes diferencias, si bien, la muestra PC1 presentó mayores contenidos en PB (8.57 vs 6.54%) y FND

(26.0 vs 22.1%) y menores valores en PB-FAD (5.40 vs 8.11%). Hay que destacar contenidos relativamente altos en PB ligada a la pared celular (media 34%) y bajos en LAD (media 3.56%). Las muestras de PM fueron bastante homogeneas entre si, siendo lo más destacable de este subproducto, el elevado contenido en pared celular (42.9% PM1 y 38.0% PM2), relativamente lignificada (media 11.2%) y el bajo contenido en PB (media 4.9%), la mitad de la cual está además asociada con la pared celular (49.8% PM1 y 53.0%PM2), principalmente con su fracción ligno celulósica.

Tabla 1. Composición química de las pulpas de cítricos (PC) y de manzana (PM).

| | PC 1 | PC 2 | PM1 | PM2 |
|---|---|---|---|---|
| | | % sobre MS | | |
| Cenizas | 6.70 | 7.46 | 1.56 | 1.44 |
| Proteína bruta (PB) | 8.57 | 6.54 | 4.18 | 4.00 |
| Extracto etéreo (EE) | 2.43 | 4.11 | 4.11 | 6.30 |
| Fibra bruta (FB) | 19.7 | 17.7 | 18.8 | 18.9 |
| Fibra neutro detergente (FND) | 26.0 | 22.1 | 42.9 | 38.0 |
| Fibra ácido detergente (FAD) | 18.5 | 16.1 | 26.0 | 23.7 |
| Lignina ácido detergente (LAD) | 3.08 | 4.04 | 10.8 | 11.6 |
| | | % sobre PB | | |
| PB ligada a FND (PB-FND) | 34.1 | 33.9 | 49.8 | 53.0 |
| PB ligada a FAD (PB-FAD) | 5.40 | 8.11 | 37.3 | 36.5 |

Los valores correspondientes a los parámetros de las cinéticas de degradación y degradabilidad efectiva de la MS y PB para las pulpas se encuentran en la tabla 2.

En la utilización ruminal de la materia seca de las pulpas de cítricos se observa que las fracciones soluble y potencialmente degradable presentaron valores elevados (media 44.6% y 53.5%, respectivamente), hecho esperable teniendo en cuenta la alta proporción de contenidos celulares y el bajo contenido en lignina. La fracción indegradable fue bastante reducida (media 1.81%), con valores incluso inferiores al contenido en LAD. Entre las dos muestras se observaron diferencias significativas ($P<0.05$) para la tasa fraccional de degradación (PC1: 6.40%/h; PC2: 7.43%/h) que implicaron diferencias significativas ($P<0.05$) en la degradabilidad efectiva de la MS (PC1: 79.6%; PC2: 82.4%). Estos elevados valores son concordantes con la degradación practicamente total de los azúcares y pectinas de la pulpa, e indicativos de la alta digestibilidad de su fibra. Los valores de las cinéticas de degradación siguen la misma tendencia que la obtenida por Sauvant et al. (1985), que mencionan valores de 44 y 51.8% para las fracciones a y b, respectivamente, si bien la tasa fraccional de degradación fue más elevada (12.8%/h). En la degradación de la PB de las PC se observaron diferencias significativas ($P<0.01$) entre muestras para las fracciones soluble y potencialmente degradable. Sin embargo, estas diferencias se compensan no implicando cambios significativos en la degradabilidad efectiva (73.7% vs 74.8%). Los bajos y similares valores de la fracción indegradable (media 5.47%) demuestran que la mayor parte de la PB contenida en la fibra es degradable. Los resultados de DE son superiores al valor de 66% indicado por Verité et al. 1987, si bien estos autores asignaron una tasa de tránsito de 6.0%/h.

Las pulpas de manzana presentaron curvas de desaparición de la MS y PB correspondientes a un modelo logístico, en el cual, el parámetro c, aunque

caracteriza la velocidad de degradación, no puede considerarse como una tasa fraccional. Con referencia a la materia seca se detectaron diferencias significativas en todos los parámetros de degradación excepto para el valor c y la fracción indegradable. Esta fracción presentó valores bastante reducidos, e incluso ligeramente inferiores a los de la lignina, indicando este hecho un alto aprovechamiento potencial de la pared celular. La muestra PM2 presentó un valor superior ($P<0.01$) de la fracción soluble (47.5% vs 36.3%), compensado parcialmente por una menor ($P<0.05$) fracción potencialmente degradable (45.4% vs 53.5%), traduciéndose estas diferencias en una superior ($P<0.05$) degradación efectiva (74.9% PM2 frente a 70.7% PM1). Estos valores son inferiores al valor de 89.5% obtenido por Gasa et al. 1988 en una muestra fresca. Referente a la proteína bruta no se detectaron diferencias significativas entre las muestras para los parámetros de las cinéticas de degradación ni para la degradabilidad efectiva. Lo más destacable de estos resultados fueron los elevados valores de la fracción potencialmente degradable (71.6% PM1 y 69.6%PM2) y los bajos valores de la proteina indegradable (7.88% PM1 y 11.9% PM2), indicándonos que gran parte de las materias nitrogenadas asociadas a la pared celular son degradables. Pese a ello, los valores de degradabilidad efectiva pueden considerarse bajos (media 54.4%), ya que solo aproximadamente la mitad de la fracción b llega a degradarse, debido a la baja velocidad de degradación.

Tabla 2. Cinéticas de degradación y degradabilidad efectiva (DE) de las pulpas de cítricos (PC) y manzana (PM).

| | Materia seca | | | | | Proteína bruta | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | a | b | c | ind | DE | a | b | c | ind | DE |
| PC 1 | 43.6 | 54.2 | 6.40 | 2.17 | 79.6 | 47.9 | 46.5 | 4.10 | 5.52 | 73.7 |
| PC 2 | 45.7 | 52.8 | 7.43 | 1.45 | 82.4 | 39.1 | 55.5 | 5.93 | 5.41 | 74.8 |
| ESM | 1.29 | 1.02 | 0.12* | 0.38 | 0.42* | 0.52** | 0.52** | 0.33 | 0.13 | 1.02 |
| PM1 | 36.3 | 53.5 | 7.33 | 10.3 | 70.7 | 20.5 | 71.6 | 5.43 | 7.88 | 55.2 |
| PM2 | 47.5 | 45.4 | 5.53 | 7.06 | 74.9 | 18.6 | 69.6 | 6.10 | 11.9 | 53.6 |
| ESM | 0.62** | 1.04* | 0.32 | 0.82 | 0.40* | 1.19 | 1.01 | 0.66 | 0.97 | 0.79 |

ESM: Error estándar de la media; *P<0.05; **P<0.01; ***P<0.001
a= fracción soluble,%; b= fracción potencialmente degradable, %
c= tasa fraccional de degradación, %/h; ind= fracción indegradable, %

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FRANCE, J. y THORNLEY, J.H.M. 1984. Mathematical models in agriculture. Butherworths, London.

GASA, J.; CASTRILLO, C.; BAUCELLS, J.D.; GUADA, J.A. 1988. Anim. Feed Sci. Tech., 25: 67-77.

ØRSKOV, E. R. y McDONALD, I. 1979. J. Agric. Sci., 92:499-503.

PEREIRA, J. C. 1992. Tesis Doctoral. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. Universidad Politecnica de Madrid. 223, pp.

SAUVANT, D.; BERTRAND, D. y GIGER, S. 1985. Anim. Feed Sci. Tech., 17: 7-23.

VERITÉ, R.; MICHALET-DOREAU, B.; CHAPOUTOT, P.; PEYRAUD, J.L. y PONCET, C. (1987). Bull. Tech., C.R.Z.V., Theix, I.N.R.A., 70: 19-74.

Trabajo financiado por la CICYT, GAN 89 / 0126