

## EFFECTOS DEL TRATAMIENTO CON ÁCIDO FOSFÓRICO Y CALOR SOBRE EL APROVECHAMIENTO RUMINAL E INTESTINAL DEL GUISANTE DE PRIMAVERA<sup>1</sup>

Díaz-Royón, F., González, J<sup>1</sup>., Alvir, M. R., Arroyo, J. M.

<sup>1</sup>Dpto. de Producción Animal. E.T.S.I. Agrónomos. Univ. Politécnica. 28040 Madrid.

Email: javier.gonzalez@upm.es

### INTRODUCCIÓN

La protección de proteínas frente a la degradación ruminal mediante el tratamiento sucesivo con soluciones ácidas y calor se ha demostrado como un método eficaz para aumentar el valor proteico de alimentos muy degradables como la harina de girasol (Arroyo y González, 2009). En este trabajo se ha pretendido comprobar la eficacia de este tratamiento en otro alimento altamente degradable como es el guisante de primavera.

### MATERIAL Y MÉTODOS

Dos fracciones de 12,5 kg de guisante molido se pulverizaron de forma manual y sucesiva en una hormigonera con una solución 4N de ácido ortofosfórico a dosis de 200 g/kg (0,75 equivalentes gramo/kg). Tras tratar la segunda fracción, se mezclaron ambas, se dejó reposar la masa durante una hora y se seco ésta en una estufa, aplicando una temperatura media de 120 °C, durante 1 h, aprovechándose posteriormente el calor residual hasta el enfriamiento de la estufa para completar el secado de la muestra.

Se utilizaron 3 corderos adultos fistulizados en rumen y duodeno, alimentados con una dieta de heno de avena (HA, 45%) y concentrado (55%), distribuida a 45 g/kg P<sup>0,75</sup>, en 6 comidas / día. La dinámica de partículas en el rumen – incluyendo sus tasas de conminución ( $k_c$ ) y salida ( $k_p$ ) - se estudió mediante el ajuste (Dhanoa et al., 1985) de la evolución, durante 96 h, de la concentración de Iterbio (Yb) en 22 muestras de digesta duodenal, tomadas tras una dosis simple de guisante marcado (10 mg de Yb/g de alimento). La degradación ruminal se estudió en 2 incubaciones, a tiempos de 2, 4, 8, 16, 24, 48 y 72 h, utilizando muestras duplicadas (3 g; molidas a 2 mm), contenidas en bolsas de nylon (dimensiones internas: 7 x 11 cm; 46 µm de poro). De forma previa y durante estos estudios se infundió en el rumen una sal de <sup>15</sup>N, aislándose, al final del período experimental, una muestra de bacterias adherentes para corregir la contaminación microbiana de los residuos. Las bolsas, tras ser extraídas del rumen, fueron someramente lavadas con agua corriente y conservadas a - 20 °C. Tras su descongelación, se lavaron en una mini-lavadora de turbina (3 x 5 min.). Este proceso de lavado también se utilizó para establecer el valor a 0 h. Las bolsas se liofilizaron y pesaron inmediatamente para determinar la degradación aparente de la MS, ajustándose su evolución en cada animal a un modelo exponencial (Ørskov y McDonald, 1979). Los valores de degradabilidad ruminal (DE) se determinaron por integración matemática en base a considerar simultáneamente  $k_c$  y  $k_p$  (González *et al.*, 2006). A partir de las cinéticas de degradación y tránsito de la MS, se generó para cada cordero una muestra representativa del flujo post-ruminal de alimento no degradado, mezclando los residuos de incubación obtenidos en los distintos tiempos en proporciones determinadas en base a las funciones que describen este flujo según el método propuesto por González *et al.* (2009). Las muestras así obtenidas fueron analizadas para MS, cenizas, N, <sup>15</sup>N y almidón. Los valores aparentes y reales (corregidos por la contaminación microbiana) de DE para la materia orgánica (MO), PB y almidón se calcularon a partir de sus concentraciones en la muestra compuesta (Y) y en el alimento (X) y del valor de DE de la MS:  $DE = 1 - [Y (1 - DE_{MS})/X]$ . Los valores de digestibilidad intestinal efectiva (DIE) de la PB se determinaron en estas muestras compuestas con la técnica de micro-bolsas móviles (mismo material; Ø = 2,2 cm), utilizándose 12 replicas (200 mg) por cordero. Las bolsas se introdujeron por la cánula duodenal y se recuperaron en las heces, lavándose en la forma ya indicada. Seguidamente, las bolsas se desecaron en estufa a 80 °C durante 48 h y se pesaron para establecer la DIE

de la MS. Los residuos de incubación se mezclaron para cada cordero previamente a su análisis de N,  $^{15}\text{N}$  y almidón. Los valores de DIE de la PB y almidón se calcularon a partir de sus concentraciones en el residuo no digerido (Z) y en la muestra compuesta (Y) y del valor de DIE de la MS:  $\text{DIE} = 1 - [\text{Z} (1 - \text{DIEMS}) / \text{X}]$ . Estos valores, al igual que los de DE, fueron corregidos a partir de la contaminación microbiana producida en el rumen.

Los efectos del tratamiento y de la contaminación microbiana se consideraron respectivamente como factores principal (contrastado frente a su interacción con los animales) y secundario de un diseño split-plot de análisis de varianza.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La composición química (g/kg de MS) de la muestra de guisante utilizada – PB: 221, FND: 190, FAD: 81,0 y almidón: 412 - puede considerarse normal excepto por el elevado contenido en FND. Los valores obtenidos de  $k_c$  y  $k_p$  (%/h) fueron  $57,2 \pm 8,93$  y  $5,72 \pm 1,27$  (media  $\pm$  desviación típica), respectivamente. Así, el considerar el atrapamiento de partículas en el rumen incrementa el tiempo medio de permanencia definido por la salida de partículas de éste compartimento en un 10%. Este aumento del tiempo de permanencia debe ser considerado al comparar con los valores indicados en sistemas que únicamente consideren  $k_p$ .

El tratamiento empleado redujo la DE de todas las fracciones estudiadas alcanzándose la máxima reducción para la PB. El tratamiento no afectó, en cambio, a la DIE de las fracciones testadas (Tabla 1). La corrección de la contaminación microbiana aumentó la DE de todas las fracciones, o lo que es lo mismo, redujo la estima de la fracción by-pass, así como su DIE (Tabla 1). Esta corrección fue menor para la DE que para la DIE, correspondiendo, además, las mayores variaciones a la PB. Estas variaciones se justifican al considerar que la contaminación con N de la muestra representativa del flujo ruminal (9.10% y 5.62% del N total, como valor medio para el guisante sin tratar y tratado, respectivamente) fue muy superior a la observada en términos de biomasa seca (3.09% y 2.55%, para estas mismas muestras). Dado que las bacterias adherentes asociadas a estas muestras se digieren en una proporción muy elevada en el intestino, la corrección es más importante a este nivel, especialmente cuanto menor sea la DIE real de la fracción del alimento considerada (González et al., 2009).

El tratamiento ensayado desplaza el sitio de digestión hacia el intestino. Así, la proporción de proteína by-pass digestible se multiplica por 2,5, aunque el aporte absoluto sigue siendo muy limitado (6,60 vs. 15,7 g/kg de MS de alimento). Así mismo, la proporción de almidón digerido en el intestino aumenta en 63,5%. Sin embargo, el tratamiento no resulta de interés, ya que la reducción de la síntesis microbiana asociada a la de MO fermentada en el rumen contrarresta el efecto anterior. Así, utilizando los datos corregidos por la contaminación microbiana y estimando el aporte de proteína microbiana digestible en base a la DE de la MO y los parámetros del sistema PDI (INRA, 2007), el aporte total de proteína digestible en el intestino fue similar (77,8 y 76,1 g/kg MS en el guisante sin tratar y tratado, respectivamente). Esta falta de eficacia contrasta con el elevado aumento en el aporte de proteína metabolizable con la protección de la proteína de la harina de girasol tratada de forma similar (Arroyo y González., 2009) y puede atribuirse, de una parte, al limitado aumento en términos absolutos obtenido para la proteína by-pass, y, de otra a la baja digestibilidad de ésta. Así, el valor aparente obtenido para el guisante sin tratar (35.2%) es marcadamente inferior al 91% propuesto en las tablas INRA (2007). Por el contrario, los valores de DE obtenidos para esta muestra son próximos a los indicados en estas tablas: 80, 86 y 79% para MS, PB y almidón, respectivamente. Consecuentemente, cabe suponer la existencia de importantes diferencias entre muestras en el aprovechamiento intestinal de este alimento. Con independencia de la baja digestibilidad de la proteína, de los resultados parece inferirse que el interés de esta técnica de protección es mayor para alimentos con

una elevada concentración proteica, de forma que el incremento de proteína by-pass compense ampliamente la reducción de la síntesis microbiana atribuible al alimento.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

• Arroyo, J.A., González, J. 2009. *Ruminant physiology. Digestion, metabolism, and effects of nutrition on reproduction and welfare*. 116-117. Wageningen Academic Publishers, Wageningen, The Netherlands. • Dhanoa, M.S., Siddons, R.C., France, J. Gale, L., 1985. *Brit. J. Nutr.* 53, 663-671. • González, J., Ouarti, M., Rodríguez, C.A., M.R. Alvir. 2006. *Anim Feed Sci Technol.* 125, 89-98. • González J., Ouarti, M., Rodríguez, C.A., Centeno, C. 2009. *Arch Anim Nutr.* 63, 304-320. • INRA, 2007. *Alimentation des bovins, ovins et caprins* Tables INRA. Éditions Quae, Francia • Ørskov, E.R., McDonald, I. 1979. *J Agric Sci Camb.* 92, 499-503.

**Agradecimientos:** Trabajo financiado por la CICYT (n° AGL 2006-08300)

**Tabla 1.** Efecto del tratamiento con ácido fosfórico y calor sobre la utilización ruminal e intestinal del guisante

	ST		TF		ESM y efectos <sup>1</sup>	
	NC	C	NC	C	Corrección	Tratamiento
<u>Degradabilidad efectiva</u>						
Materia Seca	79,4	80,0	69,8	70,6	0,11*	1,23*
Materia Orgánica	79,0	79,4	68,6	69,2	0,08**	1,21*
Proteína bruta	87,0	88,1	73,9	75,3	0,19**	1,39*
Almidón	84,6	84,6	74,1	74,2	0,01*	1,53*
<u>Digestibilidad intestinal</u>						
Materia Seca	32,1	30,8	35,9	34,7	0,31*	1,94
Proteína bruta	35,2	24,8	38,6	29,8	2,35*	0,76
Almidón	64,7	64,2	62,7	62,1	0,15	2,95

ST: sin tratar: TF: tratado con fosfórico y calor.

NC: no corregido por la contaminación microbiana. C: corregido.

<sup>1</sup> Las interacciones no fueron significativas

\*  $P < 0.05$ ; \*\*  $P < 0.01$

### EFFECTS OF THE COMBINED USE OF PHOSPHORIC ACID AND HEAT ON THE RUMINAL AND INTESTINAL USE OF FIELD SPRING PEA

**ABSTRACT:** The interest of an acid-heat treatment to improve the digestive use of the field pea was studied on 3 rumen and duodenum cannulated wethers feed a mixed diet using transit, in situ and <sup>15</sup>N infusion techniques. The grounded pea was sprayed by hand in a mixer with a 4N solution of phosphoric acid at a dose of 200 g / kg. After a 1 h resting period, the treated mass was dried in an oven, applying a mean temperature of 120 °C during 1 h. Then, the residual heat of the oven was used to finish the drying procedure. The treatment reduced the ruminal degradability of all tested fractions (dry matter, crude protein and starch) and did not alter their intestinal digestibility. The treatment moves the digestion site to the intestine, increasing the digestible by-pass protein by 2.5. However, this fraction is still scarce and, therefore, it has not interest, because the lower microbial synthesis associated with the reduced feed fermentation counteracts the above effect. This lack of interest may be associated with the low intestinal digestibility of the crude protein of this sample (35.2% as apparent value), which was too much lower than usual recommended values.

**Keywords:** Protein protection, ruminal effective degradability, intestinal effective digestibility, field pea