

Valoración nutritiva del residuo fibroso resultante del fraccionamiento de la planta desgranada de *Pisum sativum*, L.

C. ALZUETA y G. GONZÁLEZ

Departamento de Agricultura y Economía Agraria.
Facultad de Veterinaria. Universidad Complutense. Madrid.

RESUMEN

La biomasa aérea de la planta de Pisum sativum, L. cultivada con el fin de obtener semillas destinadas a la alimentación humana, una vez desgranada, se ha sometido a un proceso de fraccionamiento para separar la proteína y la fibra, determinándose los rendimientos, composición y valor nutritivo de las fracciones.

El rendimiento de residuo fibroso fue de 1.656 Kg. de s.s. Ha⁻¹ con una composición media de 2,36 % de N total, 4,2 % de extracto etéreo, 55,7 % de FND, 45,2 % de FAD, 31 % de celulosa, 13 % de lignina y 5,7 % de cenizas brutas en la substancia seca. La digestibilidad de la materia seca «in vitro», 65,6 % y el valor D 61,7.

Su valor nutritivo se asemeja al de un heno de alfalfa de calidad media a buena, con una adecuada proporción de P.B. (14 %), siendo preciso únicamente corregir su índice Ca/P (superior a 9). Su utilización supondría un aporte de energía y proteína suficiente para producir unos seis millones de litros de leche/año, en nuestro país.

INTRODUCCIÓN

Una alternativa racional en orden a satisfacer las crecientes demandas de proteína del mercado, consiste en la utilización, con la

máxima eficacia, de aquellos recursos nacionales que actualmente se encuentran insuficientemente aprovechados, como ocurre con determinados subproductos de la industria agroalimentaria, y entre ellos el del guisante.

El guisante (*Pisum sativum*, L.) cultivado para la obtención de grano para la alimentación humana, aunque extendido por toda la geografía nacional, se localiza principalmente en las zonas de concentración de las industrias de conservas vegetales: Levante, en el amplio sentido (toda la costa E-mediterránea), la zona riojana (La Rioja y Navarra) y Toledo. Rinde un volumen anual de subproducto de unas 13.000 Tm., con una cantidad apreciable de proteína bruta (16,48 %) según estimaciones de SÁNCHEZ-VIZCAÍNO y col. (1971), que se utiliza directamente o previo ensilado, para alimentación de rumiantes, cuando no se emplea como abono.

Siguiendo las directrices señaladas para otros muchos subproductos agrarios (hojas, tallos y cubiertas de cacahuet, garbanzo, zanahoria, remolacha y rábano, JOSHI, 1971; peladuras de patatas, PIRIE, 1971, etc.) y las recomendaciones del Programa Biológico Internacional para 1964-74, una alternativa para mejorar dicha utilización sería la de separar —mediante extracción— la proteína de la biomasa aérea de la planta desgranada del guisante que se destinaría a la alimentación humana o de otros monogástricos, mientras que el residuo fibroso, que es el que analizamos y valoramos en el presente trabajo, puede aprovecharse ventajosamente por los herbívoros en general, y por los rumiantes en particular.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizó la variedad de *P. sativum* denominada «Dark Skin Perfection», sembrándose en líneas separadas 60 cm. La duración de su ciclo fue del 16 de marzo al 27 de junio de 1977, efectuándose la recolección cuando sus semillas alcanzaron un grado de madurez adecuado para destinarse a la industria conservera (15,3 % de sólidos insolubles en alcohol). Las muestras se conservaron en cámara frigorífica a -15° , en sacos de malla, para evitar alteraciones significativas, hasta el momento de verificar los doce fraccionamientos que se llevaron a cabo.

La extracción de la proteína se efectuó de acuerdo con el método de NANDA y col. (1975), empleando en nuestro caso una dilución de 90 g. de ss./Kg. de solución y PH natural (figura 1). El residuo fibroso resultante se desecó en estufa de aire forzado durante 22 horas a 85° .

METODO DE EXTRACCION DE LA PROTEINA

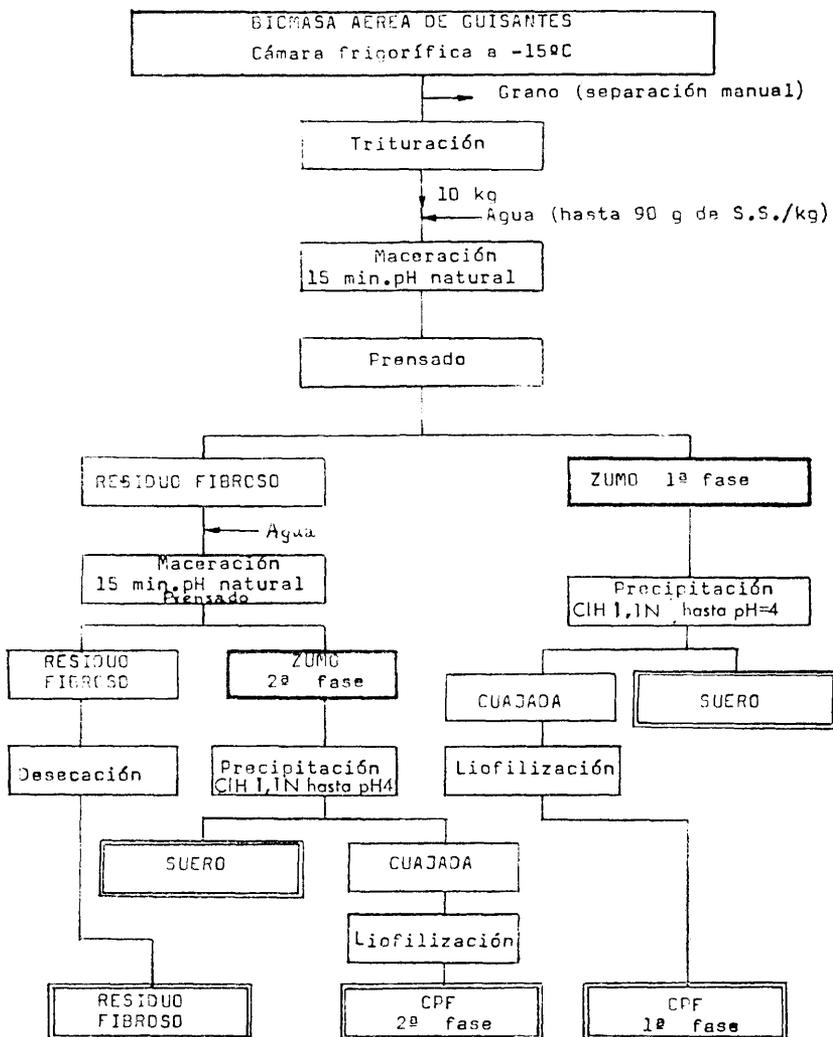


Figura 4.

Se verificó la partición del nitrógeno, determinándose: Nitrógeno total, por el método de la A.O.A.C. (1965); Nitrógeno extraíble con alcohol y Nitrógeno de péptidos, según las técnicas de GOSWAMI y WILLCOX (1969); considerándose Nitrógeno no-proteico la suma de los dos últimos y, obteniendo por diferencia con el N total el Nitrógeno proteico.

Asimismo, se efectuó la partición de la sustancia seca, determinándose: extracto etéreo (A.O.A.C. (1965)); fibra neutrodetergente, fibra ácido-detergente, lignina y celulosa, analizadas según las técnicas de GOERING y VAN SOEST (1970); las hemicelulares se estimaron de acuerdo con COLBURN y EVANS (1967); las cenizas mediante método de la A.O.A.C. (1965).

Los bioelementos: Ca, Mg, Fe, Cu y Mn fueron analizados según la técnica de DUQUE (1971) y posterior lectura en un espectrofotómetro de absorción atómica modelo Perkin-Elmer 303. El P se determinó por colorimetría mediante el método del vanadomolibdo-fosfórico y lectura de absorbancia en un espectrofotómetro Beckman DB-G.

La digestibilidad de la materia seca se analizó «in vitro» por la técnica de doble etapa de TILLEY y TERRY (1963) y también se estimó mediante la ecuación sumativa de VAN SOEST (1965) y (1967). El valor D fue estimado por la ecuación de OSBOURN y col. (1971) y las Unidades Escandinavas mediante la fórmula de BREIREM (1954).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de los doce fraccionamientos realizados se resumen en las Tablas 1, 2 y 4.

Las proporciones de los diferentes componentes nitrogenados analizados (expresadas tanto con referencia a la sustancia seca, como al nitrógeno total) en el residuo fibroso y en la planta original se comparan en la Tabla 1. La proporción de N total alcanzó un valor medio de 2,36 % de la sustancia seca, en su mayor parte (80 %) bajo forma de N proteico. Por el contrario la proporción de N no proteico (19,4 %) en el N total del residuo fibroso es inferior a la que tenía la planta originalmente (42 %). De este N no proteico el N de péptidos alcanzó el 42 %, frente al 33 % en la planta antes de ser sometida al fraccionamiento. Ello demuestra, como era de prever, que el proceso de extracción verificado ha extraído en mayor proporción las fracciones nitrogenadas más solubles, empobreciendo correlativamente al residuo fibroso en ellas. Así lo confirman los coeficientes de retención de los diferentes componenes nitrogenados en el residuo fi-

TABLA 1

PARTICION DEL NITROGENO DE LA PLANTA DESGRANADA DE *Pisum sativum*, L. Y DEL RESIDUO FIBROSO RESULTANTE DEL FRACCIONAMIENTO DE LA MISMA. (Resumen de los resultados obtenidos en 12 fraccionamientos, en % de la substancia seca).

		Nitrógeno total (t)	N extraíble con alcohol al 80 % (a)	% de (a) respecto a (t)	N de péptidos (b)	% de (b) respecto a (t)	N no proteico (a) + (b)	% de (a) + (b) respecto a (t)	N proteico
Planta des- grañada	\bar{x}	2,75	0,77	27,74	0,38	13,85	1,15	41,60	1,60
	σn^{-1}	0,16	0,10	2,67	0,04	1,24	0,13	3,09	0,10
	C. V.	5,82	12,99	9,62	10,53	8,95	11,30	7,43	6,25
Residuo fibroso	\bar{x}	2,36	0,263	11,18	0,194	8,23	0,460	19,41	1,90
	σn^{-1}	0,14	0,05	2,36	0,03	1,34	0,07	3,01	0,15
	C. V.	5,93	19,01	21,11	15,46	16,28	15,22	15,51	7,89

TABLA 2

COMPOSICION QUIMICO-BROMATOLOGICA Y VALOR NUTRITIVO DEL RESIDUO FIBROSO RESULTANTE DEL FRACCIONAMIENTO DE LA PLANTA DESGRANADA DE *Pisum sativum* L. (Resumen de los resultados obtenidos en 12 fraccionamientos, en % de sustancia seca).

	Extracto etéreo	Fibra neutro-detergente	Fibra ácido-detergente	Lignina permanganato	Celulosa permanganato	Hemicelulosas		
—								
x	4,19	55,73	45,23	13,03	31,06	10,51		
σ n ⁻¹	0,44	3,08	3,21	1,75	2,05	1,10		
C. V.	10,50	5,53	7,10	13,43	6,60	10,47		
	Cenizas brutas % (S.S.)	Ca % (S.S.)	P % (S.S.)	Mg % (S.S.)	Fe p.p.m.	Mn p.p.m.	Cu p.p.m.	Zn p.p.m.
—								
x	5,71	1,21	0,13	0,14	272,25	24,82	6,98	53,43
σ n ⁻¹	0,17	0,05	0,02	0,01	48,26	1,74	0,40	5,81
C. V.	2,98	4,13	15,38	7,14	17,73	7,01	5,73	10,87
	Digestibilidad de la sustancia seca (1) %	Digestibilidad de la sustancia seca (2) %		Valor D	U.E./Kg. S.S.			
—								
x	54,77	65,59		61,70	0,64			
σ n ⁻¹	2,66	0,89		2,38	0,05			
C. V.	4,86	1,36		3,86	7,81			

- (1) VAN SOEST.
(2) «In vitro».

broso (que expresan la proporción —en %— del correspondiente componente nitrogenado en el residuo, con relación al que poseía la planta originalmente), que fueron: 51 % para el N total, 20 % para el N de péptidos, 24 % para el N no proteico y 70 % para el N proteico.

Las elevadas proporciones de fibra neutro-detergente (55,73 %), de fibra ácido-detergente (45,23 %) y de celulosa —permanganato— (31,06 %) en la sustancia seca, así como la relativamente baja de lignina (13,03 %), ponen de manifiesto que se trata de un alimento especialmente apto para rumiantes. (Tabla 2).

Cuando se comparan estos datos con los de otros residuos fibrosos (Tabla 3) o con los de la alfalfa y la paja de trigo (Tabla 4) salta a la vista que el residuo fibroso de la planta desgranada de guisante tiene una composición intermedia entre estos dos últimos tanto en fibra ácido-detergente como fibra neutro-detergente y celulosa, aproximándose mucho a la primera, a la alfalfa, en calcio (1,21 %) y fósforo (0,13 %). La riqueza en proteína (14,7 %) es algo inferior a la de los residuos fibrosos de alfalfa (16 %) y de gramíneas (15 %) pero igual o mayor que la del heno de alfalfa que contiene alrededor del 14,5 %

TABLA 3

COMPOSICION DE LA PLANTA ORIGINAL Y DEL RESIDUO FIBROSO OBTENIDO DE SU FRACCIONAMIENTO (GRAMINEAS Y ALFALFA)

	Gramíneas	Residuo fibroso de gramíneas	Alfalfa	Residuo fibroso de alfalfa
Humedad	83	74	80	72
Composición de la materia seca (%)				
Proteína bruta	18	15	20	16
Digestibilidad de la materia orgánica («in vitro»)	68	66	58	56
Cenizas totales	10	7	10	7

CONNELL, J., HOUSEMAN, R. A., 1977.—The utilization by ruminants of the pressed green crops from fractionation machinery. In: Green Crop Fractionation, WILKINS, R. J. (Ed.). Occasional Symposium No. 9. British Grassland Society. 1977, p. 58.

La proporción de extracto etéreo alcanzó un valor medio de 4,19 % de la s.s. Este valor, en oposición a los anteriores, es muy inferior al que da el concentrado proteínico foliar (13,59 %), aunque es mayor que en la mayoría de productos comparables.

Debemos señalar finalmente, que la proporción de cenizas brutas (5,71 %) se encuentra dentro de los límites habituales. Lo mismo puede decirse respecto a los elementos calcio: 1,21 %, fósforo: 0,13 %, magnesio: 0,14 %, hierro: 272,25 p.p.m., manganeso: 24,82 p.p.m., cobre: 6,98 p.p.m. y Zn: 53,43 p.p.m. La razón calcio/fósforo \approx 9, resulta fuertemente desequilibrada y exigiría el uso de los habituales suplementos fosfóricos.

La digestibilidad determinada «in vitro» por la técnica de TILLEY y TERRY (1963) fue relativamente alta: 65,59 % de la materia seca. Este valor es exactamente igual que el encontrado por MORENO y col. (1976) para la planta completa de *Pisum sativum* K-248 en floración con la siguiente composición: 14,25 % de s.s.; 29,55 % de FND; 26,1 % de FAD; 19,57 % de celulosa y 7,4 % de lignina, aplicando la ecuación sumativa de VAN SÖEST, y bastante inferior a los citados por CONNELL y HOUSMAN (1977) para la sustancia seca de la hierba inicial 72,9 % y del residuo fibroso 71 % a partir de ensayos «in vivo» con ganado vacuno.

La comparación del residuo fibroso con los alimentos groseros utilizados habitualmente en la alimentación de los rumiantes (Tabla 4) demuestra que se trata de un producto con un valor nutritivo equivalente a un heno de alfalfa de calidad media. Tanto la proteína bruta, como la energía (U.E. y valor D) y la composición mineral, son muy semejantes.

Ahora bien, para su utilización en la alimentación animal, sería conveniente estudiar previamente la forma de presentación. En este sentido es interesante la revisión de este tema llevada a cabo por CONNELL y HOUSEMAN (1977), quienes resumen los principales trabajos realizados con rumiantes utilizando residuos fibrosos presentados de tres formas diferentes: fresco, ensilado y deshidratado artificialmente.

La utilización del residuo fibroso fresco se compara con la cosecha de la que procede ofrecida a pesebre en verde. Los resultados en cuanto a aceptabilidad, digestibilidad y ganancia en peso vivo del animal, son contradictorios. Por otro lado, debe tenerse en cuenta el peligro de deterioración a corto plazo de este producto.

La proporción de carbohidratos solubles sería el condicionante de las características del ensilado. Hay que tener en cuenta que el fraccionamiento ocasiona el arrastre de estos compuestos con el zumo, quedando el residuo fibroso empobrecido con relación al material original; ocurre así que los resultados obtenidos por diversos investigadores son en cierto modo contradictorios sobre la facilidad de ensilado de los residuos (RAYMOND y HARRIS, 1957; VARTHA y col., 1973; CONNELL y FOXELL, 1976; DELSCHLEGEL y col., 1969), aunque en

TABLA 4

COMPARACION DEL VALOR NUTRITIVO DEL RESIDUO FIBROSO RESULTANTE DEL FRACCIONAMIENTO DE LA PLANTA DESGRANADA DE *Pisum sativum*, L. CON OTROS ALIMENTOS GROSEROS (ALFALFA Y PAJA DE TRIGO) UTILIZADOS HABITUALMENTE EN LA ALIMENTACION DE RUMIANTES.

	F.A.D.	Celulosa	Ca	P	P.B.	U.E./Kg.	Valer D	D.M.S.
Residuo fibroso	45,23	31,06	1,21	0,13	14,7 (1)	0,64	61,70	54,87 (2) 65,70 (3)
Alfalfa	38,00	27,50	1,38	0,29	14,5	0,56	58,00	65,00 (2) 69,00 (3)
Paja de trigo	53,50	33,48	0,235	0,055	3,87	0,46	59,62	49,90 (2) 56,28 (3)

(1) Dicho valor no se refiere estrictamente a proteína bruta, sino a N total x 6,25, pero teniendo en cuenta la baja proporción de nitratos que debe tener esta planta y el proceso de fraccionamiento a que ha sido sometida, este dato se aproximará mucho al de P.B.

(2) VAN SOEST.

(3) «In vitro».

el caso del residuo fibroso de alfalfa, las dificultades que apuntábamos han podido subsanarse mediante la adición de melazas o ácidos. Superadas estas dificultades, el ensilado del residuo fibroso da valores semejantes de ingestión y digestibilidad que la cosecha inicial, en los casos estudiados (gramíneas pratenses y alfalfa - *Medicago sativa* L.).

El residuo deshidratado artificialmente se ha experimentado en alimentación de vacas lecheras y los resultados no parecen ser significativamente diferentes de los obtenidos con la cosecha no fraccionada, cuando el fraccionamiento ha reducido la proporción de proteína bruta y la digestibilidad de la materia orgánica en 4 y 5 % de la sustancia seca, como máximo. Ahora bien, la desecación de este producto supondría un gasto de energía que sería necesario cuantificar, para saber el precio del producto final y su repercusión sobre la ración total.

Teniendo en cuenta estos hechos y dada la similitud del valor nutritivo del residuo fibroso de *Pisum sativum*, L. con los anteriormente citados, especialmente con el de alfalfa, pensamos que el ensilado con aditivos (melazas, por ejemplo) sería el método más idóneo de conservación y utilización por los animales.

Bajo estos condicionantes, la utilización de dicho residuo supondría el aporte de energía suficiente para producir unos seis millones de litros de leche/año en nuestro país.

BIBLIOGRAFIA

- (1) A.O.A.C., 1965: Official methods of analysis 9th Ed. Washington, D.C.
- (2) BREIREM, K., 1954: Citado por DEMAROUILLY, C. y WEIS, P., 1970: Tableaux de la valeur alimentaire des fourrages. Institut National de la Recherche Agronomique. Paris.
- (3) COLBURN, M. W. and EVANS, J. L., 1967: Chemical composition of the cell-wall constituents and acid-detergent fibre fractions of forrages. *J. Dairy Sci*, 50: 1130-1135.
- (4) CONNELL, J. and HOUSEMAN, R. A., 1977: The utilization by ruminants pressed green crops from fractionation machinery. Occasional Symposium No. 9, British Grassland Society Ed. Wilkins, R. J., 57-64.
- (5) DUQUE, F., 1971: Determinación conjunta de fósforo, potasio, calcio, magnesio, hierro, manganeso, cobre y cinc en plantas. *Anal. Edafol. y Agrobiol.* Tomo XXX: núms. 3-4. Madrid.
- (6) GOERING, H. K. and VAN SOEST, P. J., 1970: Forage fiber analyses. *Agriculture Handbook*, núm. 379. United State Department of Agriculture.

- (7) GOSWAMI, A. K. and WILLCOX, J. S., 1969: J. Sci Fd Agric., 20: 592-595.
- (8) JOSHI, R. N., 1971: The yields of leaf protein that can be extracted from crops of Aurangabad, pp. 19-28, in Leaf protein. Edited by N. W. Pirie, Oxford N. K. IBP Handbook, No. 20.
- (9) MORENO, R., CRESPO, F. y SÁNCHEZ-VIZCAÍNO, E., 1976: El *Pisum sativum* (var K-129 y K-248) como alimento para rumiantes. Zootecnia. XXV: (4-5-6), 179-191.
- (10) NANDA, G. L., KONDOS, A. L. and TERNOMTH, J. H., 1975: An improved technique for plant protein extraction J. Sci. Fd. Agric. 26, 1917-1924.
- (11) OUSBOURN, D. F., TERRY, R. A., OUTEN, G. E., CAMMEL, S. B. and LANS-
LY, P. R., 1971: Chemical and in vitro digestion procedures for the prediction of the digestibility of forage crops by sheep Proc. Nutr. Soc., 30: 85-86 A.
- (12) PIRIE, N. W. (Ed.), 1971: Leaf protein: its agronomy, preparation quality and use. Oxford N. K., Blackwell Scientific Publications IBP Handbook, núm. 20, 192 pp.
- (13) SÁNCHEZ-VIZCAÍNO, E., HERNÁNDEZ ROCA, C. y S. SMILG, N., 1971. Los subproductos vegetales de la industria conservera en la alimentación animal. Rev. Nutr. Anim. IX: (4), 197-207.
- (14) TILLEY, J. M. A. and TERRY, R. A., 1963: A two stage technique for the «in vitro» digestion of forage crops. J. Brit Grassl. Soc. 18: 104.
- (15) VAN SOEST, P. J., 1965: Comparison of two different equations for prediction of digestibility from cell contents, cell-wall constituents and the lignin content of acid detergent fiber J. Dairy Sci., 48: 815.
- (16) VAN SOEST, P. J. and WINE, R. M., 1967: Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. IV Determination of plant cell-wall constituents J.A.ss. Off. Anal Chem., 50: 50-55.

«NUTRITIVE VALUE OF THE PRESSED PEA VINES (*PISUM SATIVUM*, L.) AFTER LPC EXTRACTION»

SUMMARY

Aerial parts of plants of *Pisum sativum*, L. cultivated to obtain seeds for conservation has been shelled and subsequently fractionated to separate the protein. The residue, mainly cell walls after pressed, yielded 1656 Kg. DM ha⁻¹ and had the following average composition: 2,36 % total N; 4,2 % ether extract; 55,7 % NDF; 45,2 % ADF; 31 % cellulose; 13 % lignine and 5,7 % crude ash, dry matter basis.

The calculated nutritive value is similar to that of a medium quality alfalfa hay, with adequate level of CP (14 %) but an unbalance Ca/P ratio (up to 9) that needs to be corrected. This by-product could supply enough energy and protein to yield about six million liters of milk when fed to dairy cows.