

TANINOS Y VALOR NUTRITIVO DE LAS SEMILLAS DE HABA EN POLLOS

TANNINS AND NUTRITIVE VALUE OF FABA BEAN SEEDS IN CHICKS

Ortiz, L.T. y J. Treviño.

Departamento de Producción Animal. Facultad de Veterinaria. Universidad Complutense. 28040 Madrid. España.

Palabras clave adicionales

Leguminosas grano. Tratamiento térmico. Metionina. Digestibilidad proteína. Digestibilidad almidón.

Additional Keywords

Legume seeds. Heat treatment. Methionine. Protein digestibility. Starch digestibility.

SUMMARY

The objectives of this study were to investigate the effects of a tannin dried extract from faba beans, with or without previous heat treatment or supplemental methionine, on the growth parameters of chicks and protein and starch digestibilities. Tannins from faba bean hulls were extracted with 70% aqueous acetone. Four dietary treatments were compared: Basal diet containing 67.5% Faba bean cotyledons, basal diet with 1.6% tannin extract, basal diet with 1.6% autoclaved tannin extract and basal diet with 1.6% tannin extract plus 0.3% supplemental methionine.

The addition of the tannin extract to the diet reduced significantly chick weight, feed intake and feed efficiency, as well as protein digestibility; heat treatment neutralized in part the negative effects of tannins while methionine supplementation of the diet did not produce any beneficial effect. The presence of tannin in the diet had little influence on the digestion of starch.

haba, de su tratamiento térmico y del aporte de metionina sobre los parámetros productivos de los pollos y la digestibilidad de la proteína y del almidón de la ración. El concentrado de taninos fue obtenido mediante extracción con acetona al 70% a partir de cascarillas de semillas de haba. Los tratamientos fueron los siguientes: ración base con 67,5% de cotiledones de haba, ración base con 1,6% de concentrado de taninos, ración base con 1,6% de concentrado de taninos tratado en autoclave y ración base con 1,6% de concentrado de taninos y 0,3% de metionina adicional. El concentrado de taninos produjo una disminución significativa de la ganancia de peso, el consumo de pienso y la eficiencia nutritiva, así como también de la digestibilidad de la proteína; el tratamiento con calor neutralizó parcialmente los efectos negativos de los taninos, pero no así la suplementación con metionina que se mostró ineficaz. La digestibilidad del almidón fue poco afectada por la presencia de taninos en la ración.

RESUMEN

Se ha realizado un estudio para comprobar los efectos de los taninos extraídos de las semillas de

INTRODUCCION

La presencia de ciertas sustancias en

la mayor parte de las leguminosas grano es la causa fundamental de que su valor nutritivo sea inferior al que cabría esperar de acuerdo con su composición químico-bromatológica. En el caso concreto de las habas (*Vicia faba L.*), y según Marquardt (1989), los dos grupos principales de factores antinutritivos presentes en las semillas son los taninos condensados (proantocianidinas) y los glicósidos vicina y convicina.

La gran mayoría de las variedades de haba comerciales tienen en la cascarilla de la semilla (testa) cantidades apreciables de taninos condensados; los efectos negativos de estos polifenoles sobre los índices productivos de los animales, especialmente en el caso de las aves, ha sido objeto de numerosos estudios (Martin-Tanguy *et al.*, 1977; Marquardt y Ward, 1979; Bhargava y O'Neil, 1979; Reddy *et al.*, 1985; Marquardt, 1989).

El desconocimiento de los efectos concretos del calor sobre los taninos presentes en las semillas de haba y la termolabilidad de otros factores antinutritivos, como por ejemplo los inhibidores de tripsina, han motivado la realización de estudios en los que dichas semillas han sido sometidas a diferentes tratamientos térmicos con resultados más o menos variables (Wilson y McNab, 1972; Edwards y Duthie, 1973; McNab y Wilson, 1974; Marquardt *et al.*, 1976; Campbell y Marquardt, 1977; Méndez Pereira y Pion, 1977; Guillaume, 1977; Marquardt y Ward, 1984; Lacassagne, 1988). Trabajos más recientes (Garrido *et al.*, 1989) apuntan hacia una termorresistencia de los taninos de habas, similar a lo mostrado en otras leguminosas (Aw y Swanson, 1985).

Con esta misma finalidad, de neutra-

lizar o al menos disminuir los efectos antinutritivos de los taninos, se ha estudiado también el empleo en el pienso de sustancias poliméricas que tienen una gran capacidad de unirse a los taninos, como la polivinilpirrolidona (Marquardt *et al.*, 1977) y el polietilenglicol (Ford y Hewitt, 1979), o bien de metionina por su posible acción detoxicante como donadora de grupos de metilo (Armstrong *et al.*, 1973; Bressani *et al.*, 1983).

Los objetivos del presente trabajo han sido comprobar los efectos de los taninos extraídos de semillas de haba sobre los índices productivos de pollos y sobre la digestibilidad de la proteína y del almidón, y en que medida tales efectos son neutralizados por el tratamiento térmico o por la adición de metionina a la ración.

MATERIAL Y METODOS

EXTRACCION DE LOS TANINOS. Las semillas de haba (cv. Prothabat 69) fueron descascarilladas mediante molturación grosera y posterior separación de las cascarillas con corriente de aire.

Las cascarillas fueron molidas y sometidas a un proceso de extracción con solución acuosa de acetona al 70%, durante 6 horas y agitación; a la solución de acetona le fue añadida 0,1% (p/v) de ácido ascórbico como antioxidante. Después de filtrar y eliminar la acetona en rotavapor, el concentrado acuoso fue extraído, (dos veces) con acetato de etilo para eliminar las sustancias contaminantes de bajo peso molecular (Hussein *et al.*, 1990). La fase acuosa con los taninos se sometió a un proceso de

TANINOS Y HABAS EN POLLOS

sucesivas congelaciones y descongelaciones para precipitar las proteínas extraídas (Marquardt, 1977). Después de filtrar, el extracto fue liofilizado y el producto resultante introducido en recipientes con cierre hermético y conservado a una temperatura de -20°C .

En la **tabla I** figuran los datos relativos a la proporción de taninos en el concentrado liofilizado obtenido, así como en los cotiledones de haba utilizados para elaborar las raciones ensayadas.

TRATAMIENTO TÉRMICO. Para poder comprobar el efecto del tratamiento térmico sobre las propiedades antinutritivas de los taninos, una parte del concentrado de taninos, obtenido según el procedimiento descrito anteriormente, fue sometido a la acción de calor húmedo, mediante autoclave, a una temperatura

de 120°C durante 30 minutos.

ENSAYO EXPERIMENTAL. Se utilizaron pollos tipo broiler, estirpe Hubbard, machos, que consumieron un pienso comercial apropiado hasta el comienzo de la prueba. A los 25 días de edad, 32 pollos fueron distribuidos al azar en cuatro grupos, con un peso medio por pollo de 770 g y una diferencia máxima entre el peso medio de los grupos de 2 g. Los ocho pollos de cada grupo, que constituyeron ocho repeticiones, fueron alojados en jaulas metabólicas individuales. El pienso y el agua de bebida estuvieron a libre disposición de las aves.

El periodo experimental tuvo una duración de tres días, al final de los cuales se controló individualmente el incremento de peso y el consumo de pienso. Se utilizó una ración base

Tabla I. *Proporciones de polifenoles totales y taninos condensados en las semillas descascarilladas de haba y concentrado liofilizado de taninos (% sobre m.s.).* (Concentrations of total polyphenols and condensed tannins in faba bean cotyledons and tannin dried extract).

	Polifenoles ¹ totales	Taninos ² condensados
Semillas descascarilladas	0,80	0,04
Concentrado de taninos	89,70	57,00

¹Expresados como equivalentes de ácido tanino.

²Expresados como equivalentes de catequina.

semisintética con un 67,5% de harina de cotiledones de haba como única fuente de proteína y almidón. Los tratamientos efectuados fueron los siguientes: Ración base, ración base con 1,6% de concentrado de taninos, ración base con 1,6% de concentrado de taninos tratados con calor y ración base con 1,6% de concentrado de taninos y 0,3% de metionina adicional. La composición de las raciones experimentales se expone en la **tabla II**.

Al final del período experimental, los pollos fueron sacrificados e inmediatamente se procedió a la recogida del contenido del ileon (desde el divertículo de Meckel hasta la unión ileo-cecal). Los contenidos de este tramo intestinal fueron liofilizados y molidos.

ANÁLISIS QUÍMICO. Los polifenoles totales fueron valorados por el método de Burns (1963), usando el reactivo Folin-Denis y ácido tánico como patrón, y los taninos condensados por el método de la vainillina ácido clorhídrico (Broadhurst y Jones, 1978), usando catequina como patrón. El almidón fue determinado por método enzimático previa extracción de los oligosacáridos presentes con propanol-2-ol al 75% (Karkalas, 1985). Finalmente, la proteína por el procedimiento Kjeldahl (AOAC, 1970) y el análisis del óxido crómico mediante colorimetría siguiendo el método descrito por Brisson (1956).

ANÁLISIS ESTADÍSTICO. Los resultados fueron sometidos a tratamiento estadístico mediante el método de la varianza (Snedecor, 1967) y, en su caso, se ensayó la significación de la diferencia entre las medias con la prueba de Duncan (1955).

RESULTADOS Y DISCUSION

En la **tabla III** se exponen los resultados medios correspondientes a la ganancia de peso, consumo de pienso e índice de transformación para los grupos de pollos de los cuatro tratamientos comparados en el ensayo experimental.

Los datos obtenidos ponen de manifiesto, de forma clara, el efecto negativo de los taninos sobre el valor nutritivo de las habas. La adición de 1,6% de concentrado de taninos (aproximadamente 0,8% de taninos condensados) a la ración base, concentración más o menos equivalente a un 100% de semillas de haba con contenido medio-alto en taninos, originó una disminución del crecimiento de los pollos y consumo de pienso, 23,5% y 13% respectivamente, y un aumento del 12,5% en el índice de transformación. Los efectos fueron significativos ($p < 0,05$) a pesar de que la prueba experimental tuvo una duración de solamente tres días, y ello hace suponer que durante un período de tiempo más largo tales efectos hubieran sido más acusados todavía. En general, los resultados concuerdan con los publicados por Ward *et al.* (1977), quienes, utilizando una ración base de maíz-soja a la que se añadió un extracto acuoso liofilizado procedente de cascarillas de haba a niveles del 4,8% y 2,4%, observaron una disminución de la ganancia de peso de las aves de hasta el 86%, en el primer caso, y del 18%, en el segundo caso.

El tratamiento térmico, mediante autoclave, del concentrado de taninos neutralizó parcialmente su actividad potencial como factor antinutritivo, lo

TANINOS Y HABAS EN POLLOS

Tabla II. Composición de las raciones experimentales (%). (Composition of experimental diets (%)).

Habas descascarilladas ¹	67,50	67,50	67,50	67,50
Glucosa	20,70	18,50	18,50	18,10
Aceite girasol	6,08	6,68	6,68	6,78
Celulosa	1,00	1,00	1,00	1,00
Extracto taninos ¹	0	1,60	0	1,60
Extracto taninos tratados con calor	0	0	1,60	0
Carbonato cálcico	1,30	1,30	1,30	1,30
Foafato bicálcico	1,90	1,90	1,90	1,90
Cloruro sódico	0,43	0,43	0,43	0,43
DL-metionina	0,54	0,54	0,54	0,84
Vitaminas y minerales ²	0,25	0,25	0,25	0,25
Oxido crómico	0,30	0,30	0,30	0,30
Composición calculada				
Proteína bruta	20,50	20,50	20,50	20,50
Energía metabolizable (MJ/kg)	13,40	13,40	13,40	13,40
Lisina	1,18	1,18	1,18	1,18
Metionina más cistina	0,83	0,83	0,83	1,13

¹Composición (% sobre m.s.) de las habas descascarilladas y del extracto de taninos: proteína bruta, 34, 23 y 5,04; extracto etéreo, 1,30 y 1,33; fibra bruta, 1,70 y 0; cenizas, 3,03 y 5,24, respectivamente.

²Aportaciones en mg/kg ración: retinol, 3; colecalciferol, 55; tiamina, 5; riboflavina, 12,5; piridoxina, 7,5; biotina, 0,2; ac. pantoténico, 25; cloruro de colina, 2250; bisulfito de sodio y menadiona, 2,5; niacina, 75; cianocobalamina, 0,04; tocoferilacetato, 25; ac. pteroilmonoglutámico, 3,5; Mn, 175; Zn, 100; Fe, 75; Cu, 7,5; I, 1,2; Co, 5; Mo, 0,2; Se, 0,15.

que se tradujo en una mejora del crecimiento de los pollos y, sobre todo, en una mejora de la eficiencia nutritiva del pienso en relación con el grupo de animales que consumió la ración con concentrado de taninos sin tratar; concretamente, el tratamiento con calor

de los taninos evitó un 52% de la inhibición del crecimiento producida por los taninos sin tratar. Los efectos beneficiosos obtenidos con este tipo de tratamiento, aunque han sido menores que los señalados por Marquardt *et al.* (1977) y por Ward *et al.* (1977), justifican,

Tabla III. *Indices productivos de pollos alimentados, desde 25 a 28 días de edad, con una ración base de semillas de haba descascarilladas suplementada con taninos, taninos tratados con calor y taninos más metionina.* (Performance of chicks fed from 25 to 28 days on dehulled faba bean diet supplemented with tannins, tannins treated with heat and tannins plus metionine).

	Tratamientos				Error típico
	A	B	G	D	
Ganancia peso (g)	144,5a	110,5b	121,5b	109,0b	6,11
Consumo pienso (g)	243,8a	212,0b	217,3b	205,1b	7,80
Indice transformación	1,68a	1,92b	1,79ac	1,88bc	0,129

Tratamientos: A: ración base; B: ración base+taninos; C: ración base + taninos tratados con calor; D: ración base+taninos y metionina.

Valores medios, dentro de una misma fila, seguidos de letras distintas difieren significativamente para $p < 0,05$.

al menos en una buena parte, el hecho comprobado de que la aplicación de calor a las semillas de haba incrementa su valor nutritivo para las aves (Marquardt y Campbell, 1973; Marquardt *et al.*, 1974; Huyghebaert y de Groote, 1979; Huyghebaert *et al.*, 1979; Marquardt y Ward, 1984).

En contraste con los resultados positivos del tratamiento térmico, la adición de un 0,3% de metionina a la ración que incluía el concentrado de taninos no ocasionó mejora apreciable de los índices productivos de los pollos y, por tanto, se mostró aparentemente ineficaz como medio de contrarrestar las acciones biológicas atribuibles a los taninos. Estos resultados no concuerdan con los obtenidos por, Armstrong *et al.* (1973), Featherston y Rogler (1975) y

Elkin *et al.* (1978), quienes observaron mejoras altamente significativas en el crecimiento de los pollos y en la eficiencia nutritiva del pienso con el aporte de metionina a raciones que incluían variedades de sorgo ricas en taninos. Por el contrario, Warehan *et al.* (1991), en ensayos con pollos y utilizando diferentes niveles de cascarillas de haba y también de metionina en la ración, no encontraron que la adición del aminoácido neutralizara los efectos negativos atribuibles a los taninos. Diferencias en el grado de polimerización de los polifenoles presentes (Hewitt y Ford, 1982), concentración de taninos y su posible absorción intestinal, así como los niveles de metionina en la ración podrían ser algunas de las causas que, a nuestro juicio, explicarían esta disparidad de

TANINOS Y HABAS EN POLLOS

Tabla IV. Efectos de la adición de taninos, taninos tratados con calor y taninos más metionina sobre la digestibilidad de la proteína y del almidón de semillas de haba descascarilladas en pollos. (The effect of addition of tannins, tannins treated with heat and tannins plus methionine to the diet on the digestibility of protein and starch of dehulled faba beans by chicks).

Digestibilidad (%)	Tratamientos				Error típico
	A	B	C	D	
Proteína	89,1a	82,1b	85,9c	83,7bc	1,16
Almidón	92,3	89,3	89,1	90,8	0,94

Tratamiento: A: ración base; B: ración base+taninos; C: ración base+taninos tratados con calor; D: ración base+taninos y metionina.

Valores medios, dentro de una misma fila, seguidos de letras distintas difieren significativamente para $p < 0,05$.

resultados.

Por lo que respecta a los efectos de los distintos tratamientos estudiados sobre la utilización digestiva de la proteína y del almidón, los datos correspondientes se resumen en la **tabla IV**. Los taninos añadidos a la ración afectaron adversa y significativamente ($p < 0,05$) a la digestibilidad de la proteína de los cotiledones de haba, determinando una disminución de la misma del 7,8% y confirmando la capacidad de estos compuestos para unirse a las proteínas y formar con ellas complejos indigestibles. Cuando los taninos fueron tratados con calor se redujo su acción negativa sobre la digestibilidad de la proteína, concretamente en un 54%, pero no llegó a desaparecer totalmente. La falta de una neutralización total de los efectos de los taninos tratados con calor (120°C)

coincide con las observaciones de Garrido *et al.* (1989) que, sometiendo las habas a autoclave (121°C , 60 minutos), obtuvieron una reducción de la concentración de taninos del 57% y, contrariamente a lo que ocurre con otros tipos de tratamiento (selección genética, descascarillado o adición de polivinilpirrolidona o polietilenglicol), no encontraron mejora alguna en la digestibilidad *in vitro* de la proteína. A diferencia del tratamiento térmico, la adición de 0,3% de metionina a la ración no modificó sensiblemente el efecto negativo de los taninos sobre la utilización digestiva de la proteína lo cual, a su vez, coincidió con la falta de respuesta favorable en los parámetros productivos de los pollos, como ya se comentó anteriormente.

La digestibilidad del almidón fue poco afectada por los distintos tratamien-

tos comparados (92,3-89,1%), si bien se apreció un ligero descenso de la misma (3,2%) como consecuencia de la inclusión del concentrado de taninos en la ración base. En este sentido, ha sido sugerido que los taninos pueden disminuir la digestibilidad del almidón, bien por inhibir la acción enzimática de la α -amilasa (Griffiths y Moseley, 1980; Björck y Nyman, 1987), o bien por formar complejos con los carbohidratos (Deshpande y Salunke, 1982); por el contrario, Lacassagne *et al.* (1988)

encontraron cifras de digestibilidad del almidón más altas para variedades de haba conteniendo taninos (84,5%) que para variedades libres de taninos (75,1%). Los resultados obtenidos en este estudio, creemos que no permiten afirmar o negar la posible influencia de los taninos sobre la digestibilidad del almidón de las semillas de haba y, por tanto, serán necesarias posteriores investigaciones para poder deducir conclusiones más definitivas al respecto.

BIBLIOGRAFIA

- A.O.A.C. 1970. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists (Ed.). Washington, DC.
- Armstrong, W.D., W.R. Featherston and J.C. Rogler. 1973. Influence of methionine and other dietary additions on the performance of chicks fed bird resistant sorghum grain diets. *Poult. Sci.* 52: 1592-1599.
- Aw, T.L. and B.G. Swanson. 1985. Influence of tannin on *Phaseolus vulgaris* protein digestibility and quality. *J. Fd. Sci.*, 50: 67-71.
- Bhargava, K.K. and J.B. O'Neil. 1979. Raw and autoclaved faba beans (*Vicia faba* L.) as an alternate source of protein for broilers. *Can. J. Anim. Sci.* 59: 531-537.
- Björck, J.M. and M.E. Nyman. 1987. In vitro effects of phytic acid and polyphenols on starch digestion and fiber degradation. *J. Food Sci.* 52: 1588-1594.
- Bressani, R., L.G. Elias, A. Wolzak, A.E. Hagerman and L.G. Butler. 1983. Tannin in common beans: Methods of analysis and effects on protein quality. *J. Food Sci.* 48: 1000-1003.
- Brisson, G.L. 1956. On the routine determination of chromic oxide in feces. *Can. J. Agric. Sci.* 36: 210-212.
- Broadhurst, R.B. and W.T. Jones. 1978. Analysis of condensed tannins using acidified vanillin. *J. Sci. Food Agric.* 29: 788-794.
- Burns, R.E. 1963. Methods of tannin analysis for forage crop evaluation, Georgia Exptal. Sta. Tech. Bull. N.S.32.
- Campbell, L.D. and R.R. Marquardt. 1977. Performance of broiler chicks fed diets of varying energy densities and containing varying levels of raw or heat treated faba beans. *Poult. Sci.* 56: 442-448.
- Deshpande, S.S. and D.K. Salunkhe. 1982. Interactions of tannic acid and catechin with legume starches. *J. Food Sci.* 47: 2080-2082.
- Duncan, D.B. 1955. Multiple range and multiple F. tests. *Biometric.* 11: 1-42.

TANINOS Y HABAS EN POLLOS

- Edwards, D.G. and I.F. Duthie. 1973.** Processing to improve the nutritive value of field beans. *J. Sci. Food Agric.* 24: 496-498.
- Elkin, R.G., W.R. Featherston and J.C. Rogler. 1978.** Investigations of leg abnormalities in chicks consuming high tannin sorghum grain diets. *Poult. Sci.* 57: 757-762.
- Featherston, W.R. and J.R. Rogler. 1975.** Influence of tannins on the utilization of sorghum grain in rats and chicks. *Nutr. Rep. Intl.* 11: 491-497.
- Ford, J.E. and D. Hewitt. 1979.** Protein quality in cereal and pulse: 3. Bioassays with rats and chickens on sorghum (*Sorghum vulgare Pers.*), barley and field beans (*Vicia faba L.*). Influence of polyethylene glycol on digestibility of protein in high-containing tannin grain. *Br. J. Nutr.* 42: 325-340.
- Garrido, A., A. Gómez and J.E. Guerrero. 1989.** Methods of removing tannins from *Vicia faba L.* In: J. Huisman, T.B.F. van der Poel and I.E. Liener (Ed.). Recent advances of research in antinutritional factors in legume seeds, pp: 235-238- Pudoc, Wageningen, Netherlands.
- Griffiths, D.W. and G. Mosoley. 1980.** The effect of diets containing field beans of high or low polyphenolic content on the activity of digestive enzymes in the intestines of rats. *J. Sci. Food Agric.* 31: 255-259.
- Guillaume, J. 1977.** Use of field beans (*Vicia faba L.*) and peas (*Pisum sativum L.*) in laying-hen and growing chicken diets. In: Protein quality from leguminous crops. CEE. Bruselas, pp 217-234.
- Guillaume, J. 1978.** Digestibilité des protéines, de l'amidon et des lipides de deux types de féverole (*Vicia faba L.*) crue ou autoclavée chez le poussin. *Arch. Geflügelkd.* 42: 179-182.
- Hewitt, D. and J.E. Ford. 1982.** Influence of tannins on the protein nutritional quality of food grains. *Proc. Nutr. Soc.* 41: 7-17.
- Hussein, L., A. Fattah and E. Salem. 1990.** Characterization of pure proanthocyanidins isolated from the hulls of faba beans. *J. Agric. Food Chem.* 38: 95-98.
- Huyghebaert, G., Fontaine, G. de Groote. 1979.** Détermination de la valeur alimentaire des pois (*Pisum sativum*) et des féveroles (*Vicia faba*) au moyen d'essais de digestibilité avec des coqs adultes. *Rev. Agric., Brussels*, 32: 759-776.
- Huyghebaert, G. et G. de Groote. 1979.** Les féveroles (*Vicia faba*) en tant que source protéique alternative dans les rations pour poulet de chair. I. L'effet de divers traitements thermomécaniques. *Rev. Agric., Brussels*, 32: 1243-1245.
- Karkalas, J. 1985.** An improved enzymic method for the determination of native and modified starch. *J. Sci. Food Agric.* 36: 1019-1027.
- Lacassagne, L., M. Franchesch, Carré, and J.P. Melcion, 1988.** Utilization of tannin-free faba beans (*Vicia faba*) by young chicks: Effects of pelleting feeds on energy, protein and starch digestibility. *Anim. Feed Sci. Technol.* 20: 59-68.
- McNab, J.M. and B.J. Wilson. 1974.** Effects of micronising on the utilization of field beans (*Vicia faba L.*) by the growing chicks. *J. Sci. Food Agric.* 25: 395-400.
- Marquardt, R.R. and L.D. Campbell. 1973.** Raw and autoclaved faba beans (*Vicia faba L. var. minor*) in chick diets. *Can. J. Anim. Sci.* 53: 741-746.
- Marquardt, R.R., L.D. Campbell, S.C. Sthoters and J.A. McKirdy. 1974.** Growth response of

- chicks and rats fed diets containing four cultivars of raw and autoclaved faba beans. *Can. J. Anim. Sci.* 54: 177-182.
- Marquardt, R.R., L.D. Campbell and A.T. Ward. 1976.** Studies with chicks on the growth depressing factors in faba beans (*Vicia faba* L. var. *minor*). *J. Nutr.*, 106: 275-284.
- Marquardt, R.R., A.T. Ward, L.D. Campbell and P.E. Cansfield. 1977.** Purification and characterization of a growth inhibitor in faba beans (*Vicia faba* L. var. *minor*). *J. Nutr.*, 107: 1313-1324.
- Marquardt, R.R. and A.T. Ward. 1979.** Chick performance as affected by autoclave treatment of tannin-containing and tannin-free cultivars of fababeans. *Can. A. Anim. Sci.*, 59: 781-789.
- Marquardt, R.R. and Wardt, A.T. 1984.** Chick performance as affected by autoclave treatment of tannin-containing and tannin-free fababeans. *Fabis*, 8: 23-25.
- Marquardt, R.R. 1989.** Dietary effects of tannins, vicine and convicine. In: J. Huisman, T.F.B. van der Poel and I.E. Liener (Ed.). Recent advances of research in antinutritional factors in legume seeds pp.: 141-155. Pudoc, Wageningen, Netherlands.
- Martin-Tanguy, J., M. Vermorel, L. Lenoble and C. Martin. 1976.** Les tannins des graines de sorgho. Importance dans l'utilisation digestive de l'azote chez le rat en croissance. *Ann. Biol. Anim. Bioch. Biophys.*, 16: 879-886.
- Martin-Tanguy, J., J. Guillaume and A. Kossa. 1977.** Condensed tannins in horse bean seeds: Chemical structure and apparent effects on poultry. *J. Sci. Food Agric.*, 28: 77-76.
- Méndez Pereira, E. and R. Pion. 1977.** Metabolic and digestive utilisation of aminoacids in some proteaginous. In: Protein quality from leguminous crops. CEE. Bruselas, pp.: 198-216.
- Reddy, N.R., M.D. Pierson, S.K. Sathe and D.K. Salunkhe. 1985.** Dry bean tannins. A review of nutritional implications. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 62: 541-549.
- Snedecor, G.W. y Cochram, W.G. 1967.** Métodos estadísticos. Iowa State University Press, Ames.
- Wardt, A.T., R.P. Marquardt and L.D. Campbell. 1977.** Futher studies on the isolation of the thermolabile growth inhibitor from the faba bean (*V.faba* L. var *minor*). *J. Nutr.*, 107: 1325-1334.
- Wareham, C.N., J. Wiseman, D.J.A. Cole and J. Craigon. 1991.** The possible role of methionine in the detoxification of faba bean (*Vicia faba* L.) tannins in chick diets. *Br. Poult. Sci.*, 32: 1017-1026.
- Wilson, B.J. and J.M. McNab. 1972.** The effect of autoclaving and methionine supplementation on the growth of chicks given diets containing field beans (*V.faba*). *Brit. Poult. Sci.*, 13: 67-73.

Recibido: 7-10-91. Aceptado: 5-3-92.