

**ANALISIS DE LA SEMILLA *Bixa orellana*, L. (ACHIOTE)
Y DEL DESECHO GENERADO EN LA EXTRACCION
DE SUS PIGMENTOS**

M. L. Wurts¹ y R. A. Torreblanca¹

**Instituto Nacional de la Nutrición Salvador Zubirán
México D. F., México**

RESUMEN

La superficie externa de la semilla de achiote *Bixa orellana* L. contiene pigmentos coloridos (bixina y orellina) que en la actualidad son utilizados como colorantes en la industria alimentaria. Se analizó semilla con pigmento, y semilla después de aplicarle el método de extracción de pigmentos con aceite vegetal, semilla esta última que se considera como desecho, para determinar su posible aprovechamiento como alimento. A dicha semilla se le aplicaron diferentes tratamientos de descascarillado y desengrasado para obtener una harina con mayor contenido de proteína y menor contenido en fibra cruda.

Luego, las harinas elaboradas fueron sometidas a análisis bromatológico, determinándose la calidad de su proteína por medio de análisis de aminoácidos, factores anti-nutricionales, contenido de vitaminas y minerales, perfil de ácidos grasos, potencial de degradación por medición de la digestión del alimento en el rumen de cabras canuladas, y determinación de fracciones de

Manuscrito modificado recibido: 31-8-82.

1 Miembros de la División de Nutrición Experimental y Ciencia de los Alimentos, Instituto Nacional de la Nutrición Salvador Zubirán, Vasco de Quiroga No. 15, Col. y Deleg. Tlalpan, 14,000 México D. F., México.

fibra cruda.

En la semilla libre de pigmento se obtuvo un nivel proteínico de 13.70/o, lográndose incrementar a 14.80/o al someterla al proceso de descascarillado y desengrasado; al mismo tiempo, el nivel de fibra cruda se redujo de 14.40/o a 6.50/o. Se constató que el aminoácido limitante en las harinas obtenidas era el triptofano. No existe interferencia de factores anti-nutricionales y los niveles de vitaminas, minerales y fracciones de fibra cruda resultan muy semejantes a los de cereales, pero con un alto contenido de carotenos. Además, se obtuvo un buen índice de desaparición de materia seca en la prueba de digestibilidad en rumiantes.

En base a los resultados obtenidos se considera que es factible la utilización integral de estos materiales en la alimentación animal y en mezclas con otros productos para propósitos de alimentación humana.

INTRODUCCION

La semilla de achiote conocida también como achiotillo, anato o changarica, es nativa de América, pero hoy día se cultiva en varios países (1). Es una planta de fácil cultivo con hojas acorazonadas y panículos terminales de flores grandes de cinco pétalos. Se informa la existencia de dos variedades: una de flor blanca con cápsulas verdosas, y otra, de flores rosadas y cápsulas rojizas, siendo esta última la que se cultiva en México (2). El fruto es una cápsula cubierta con espinas, dividida en su parte interna en dos valvas que contienen de 10 a 20 pequeñas semillas, de tamaño y forma similares a la semilla de uva (3). El pigmento se encuentra en la región superficial de la semilla en forma de un fino polvo con carácter resinoide. Está constituido por la orellina (pigmento amarillo) y la bixina (pigmento rojo). Este último representa el 800/o del pigmento, por cuya razón la calidad del colorante comercial está en función de la bixina (1).

En la actualidad, esta semilla se considera como cultivo doméstico, por lo que en el país no existen cifras de disponibilidad; sin embargo, ha llegado a ser producto de exportación. De la semilla de achiote hoy día se utiliza exclusivamente el pigmento, el cual se aplica primordialmente en la industria de alimentos, en la elaboración de aceites, quesos, mantequillas, etc. La semilla residual es, por lo tanto, un subproducto que de poder utilizarse resolvería, por un lado, el problema de contaminación que pudiera generar este desecho y, por otro, el planteamiento de una nueva alternativa para la alimentación humana y/o animal.

MATERIAL Y METODOS

Materia Prima

Las muestras de semilla de achiote en su estado nativo (con pigmento) y la semilla residual después de extraídos sus pigmentos por el método de arrastre con aceite vegetal (3), fueron obtenidas de la industria nacional de colorantes. Es importante señalar que el achiote que se emplea en esta industria es una mezcla de las variedades que se producen en el país.

Preparación de Muestras

En su estado nativo, la semilla se sometió a molienda para evaluarla químicamente. Luego, con la semilla libre de pigmentos se prepararon varias muestras para análisis de acuerdo a la metodología que se presenta en la Figura 1. En primer término, se centrifugó la semilla con el objeto de eliminar el aceite residual proveniente del proceso de extracción de los pigmentos. Se elaboraron diferentes muestras descascarilladas debido a que los resultados preliminares determinaron un alto contenido de fibra cruda en esta semilla. La harina obtenida a partir de la molienda se pasó por una criba malla 60, y posteriormente por otra, malla 80, dando un mayor rendimiento; se sometió luego a desengrasado con hexano, incrementando así aún más el nivel de proteína.

Métodos de Análisis

En las harinas procesadas se efectuaron determinaciones de proteína cruda por el método de Kjeldahl (4), cenizas (5), humedad por secado en estufa (6), fibra cruda por digestión con ácido y álcali (7), y fracciones de fibra cruda por el método propuesto por Van Soest (8, 9); los carbohidratos se calcularon por diferencia.

La calificación química de la proteína se interpretó a partir de los aminogramas obtenidos con el analizador de aminoácidos (10); el contenido de triptofano por el método modificado de Hernández y Bates (11), y el perfil de ácidos grasos, por cromatografía de gases (12). Los factores anti-nutricionales analizados fueron: alcaloides (13), glucósidos cianogenéticos (14), saponinas (15), hemaglutininas (16) y factor antitriptico (17). Asimismo, se determinó el contenido de vitamina B₁ (18), vitamina B₂ (19).

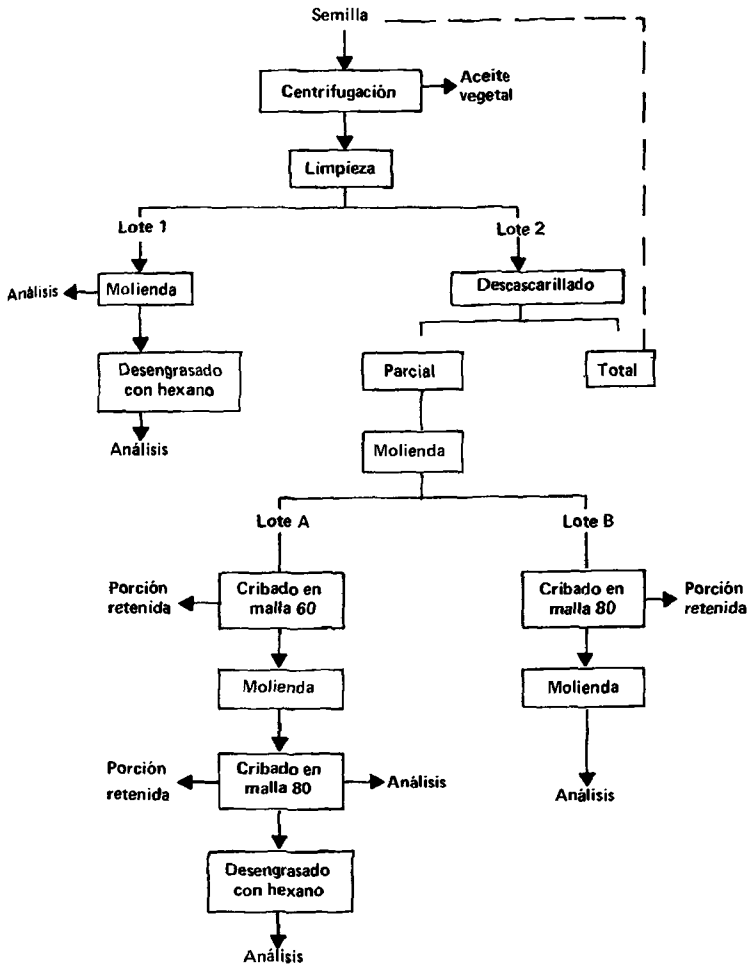


FIGURA 1

Metodología de preparación de muestras para análisis

carotenos totales (20), calcio y hierro por absorción atómica (21) y fósforo (22). El análisis bacteriológico se llevó a cabo de acuerdo a las técnicas establecidas por la Secretaría de Salubridad y Asistencia de México (23). Se efectuaron pruebas de digestibilidad en rumiantes por el método de Mehrez y Orskov (24), utilizando

tres caprinos macho de año y medio de edad, con un peso promedio de 30 kg, fistulados en el rumen; a cada cabra se le introdujo cuatro bolsas de dacrón y se sacó un duplicado a cada intervalo de tiempo (3, 6, 9, 12 y 24 hr). Posteriormente se lavaron y se colocaron en estufa hasta obtener peso constante.

RESULTADOS

En la Tabla 1, se presentan los resultados obtenidos en el análisis bromatológico de las semillas de achiote incluidas en nuestro estudio, así como de las harinas elaboradas en el laboratorio. Es importante señalar que los niveles de humedad detectados en las harinas fluctuaron entre 9 y 100/o. En dicha Tabla se observa que el nivel de proteína permaneció prácticamente igual, tanto en la semilla en su estado nativo que contiene pigmentos, como en aquélla a la que le fueron extraídos. El método de extracción de pigmentos con aceite vegetal genera una semilla cuyo contenido de extracto etéreo es de 12.30/o, ya que parte del aceite utilizado permanece adsorbido en la semilla. El proceso de centrifugación citado en la metodología permitió obtener el valor de 4.90/o de extracto etéreo que se expone en la Tabla, evitando así el posible problema de rancidez que podría surgir en las harinas elaboradas con este material.

Como se observa en la Tabla 1, este producto tiene un alto contenido de fibra cruda, lo que limita su consumo en forma directa e integral en las dietas para seres humanos; por esta razón se elaboraron diferentes harinas con miras a disminuir dicho nivel, obteniéndose una harina que, por descascarillado parcial, dio un valor de 5.90/o. En consecuencia, el tratamiento se consideró apropiado, ya que se logró el objetivo de reducir el nivel de fibra cruda, eliminándose más de un 500/o. Al desengrasar con hexano la harina obtenida del doble tamizado en las mallas 60 y 80, se pudo disminuir el contenido de extracto etéreo de 6.9 a 3.30/o, logrando incrementar así a 14.80/o el nivel de proteína.

En la Tabla 2 se dan a conocer los resultados obtenidos en los aminogramas. La semilla de achiote sin pigmento acusa un incremento, principalmente de los aminoácidos lisina y arginina. Esta mayor concentración de aminoácidos en la harina depigmentada no parece tener explicación. Los resultados de ambos aminogramas fueron corroborados, por lo que cabe pensar en una posible interferencia a nivel de hidrólisis durante la preparación

TABLA 1

ANALISIS BROMATOLOGICO EN SEMILLA DE ACHIOTE
(g/100 g muestra seca)

Determinación	1	2	3	4	5	6
Proteína cruda (N x 6.25)	13.0	13.0	13.7	14.2	14.3	14.8
Extracto etéreo	9.8	4.9	1.1	7.2	6.9	3.3
Cenizas	5.3	6.0	5.9	6.0	6.0	6.1
Fibra cruda	12.6	14.6	14.4	6.0	5.9	6.5
Carbohidratos por diferencia	59.3	61.5	64.9	66.6	66.9	69.3

Muestras	1: Semilla en estado nativo.
	2: Semilla libre de pigmentos.
	3: Semilla libre de pigmentos, desengrasada.
	4: Semilla libre de pigmentos, descascarillada parcialmente (malla 80).
	5: Semilla libre de pigmentos, descascarillada parcialmente (malla 60-80).
	6: Semilla libre de pigmentos, descascarillada parcialmente (malla 60-80) y desengrasada.

de la muestra de la semilla depigmentada.

Independientemente de lo expuesto, en ambos tipos de harina el aminoácido limitante resultó ser el triptofano. En virtud de estos hallazgos y en caso de utilizarse dichas harinas, será pues, necesario, complementar estos aminoácidos o bien mezclar estas harinas con otros productos que los aporten.

En la Tabla 3 se muestran los resultados en cuanto a tiamina y riboflavina determinados en las muestras de achiote.

Como los datos lo revelan, el contenido de tiamina y riboflavina para la semilla en su estado nativo, corresponde aproximadamente a los valores encontrados para cereales. En la semilla extraída libre de pigmentos ese contenido es inferior, por lo que se estima que dicho material de desecho no constituye una fuente importante de vitaminas B₁ y B₂.

El contenido de carotenos totales, tanto de la semilla en su estado nativo como en la muestra libre de pigmento, se presenta también en la misma Tabla 3. Se considera que estos materiales

TABLA 2

AMINOGRAMA EN SEMILLA DE ACHIOTE
(g/100 g de proteína)

Aminoácidos	Semilla estado nativo	Semilla después de extracción de pigmento
<i>Esenciales</i>		
Fenilalanina	4.30	4.54
Isoleucina	4.28	3.63
Leucina	8.00	7.22
Lisina	4.85	6.46
Metionina	1.48	1.40
Treonina	4.86	4.35
Triptofano	0.64	0.72
Valina	5.04	4.64
<i>No esenciales</i>		
Ac. glutámico	20.14	18.30
Ac. aspártico	10.35	9.65
Alanina	6.22	5.86
Arginina	5.70	8.57
Cistina	2.62	3.77
Glicina	6.09	5.41
Histidina	1.65	2.15
Prolina	5.80	5.27
Serina	5.70	4.89
Tirosina	2.28	3.17

constituyen una fuente muy rica en dicho nutriente.

Según los resultados expuestos en la citada Tabla, la cantidad de calcio, hierro y fósforo de la semilla en su estado nativo es considerable, y puede localizarse en los valores encontrados en el grupo de cereales. La harina obtenida de la semilla libre de pigmentos no se puede considerar como fuente de hierro, pero sí de calcio y fósforo.

TABLA 3

**CONTENIDO DE VITAMINAS Y MINERALES
EN SEMILLA DE ACHIOTE
(mg/100 g muestra seca y desengrasada)**

	B ₁	B ₂	Ca	Fe	P	Carotenos totales (U.I.)
Semilla en estado nativo (con pigmento)	0.23	0.52	163	6.5	357	197,000
Semilla extraída descascarillada parcialmente y desengrasada con hexano (sin pigmento)	0.10	0.32	138	0.8	4	61,000

Los factores antinutricionales sometidos a estudio muestran que no existe limitante en este respecto para el consumo de las semillas, ya que el nivel del factor antitripsico de la semilla en su estado nativo fue de 2.0 UIT/mg de muestra, siendo negativo en la semilla libre de pigmentos. La presencia de hemaglutininas en ambas muestras, así como de glucósidos cianogenéticos y de alcaloides, fue negativa. La semilla en su estado nativo acusó un contenido de saponinas de 475 µg/g, y la semilla libre de pigmentos, de 438 µg/g, niveles que no restringen su utilización.

De acuerdo con los resultados obtenidos en cuanto a las fracciones de fibra cruda en la semilla de achiote sin pigmento, según revela la Tabla 4, ésta se considera buena fuente por su contenido celular y su nivel de fibra neutro-detergente, pues aunque alto, está constituido en su mayor parte por hemicelulosa, encontrándose que el nivel de lignina no es limitante.

Al comentar los resultados del análisis bromatológico, se mencionó que los niveles de fibra cruda limitan la utilización directa de la semilla libre de pigmentos en la nutrición humana, por lo que se procedió a determinar su digestibilidad en rumiantes. A este particular, se encontró que la tasa de desaparición de materia seca es adecuada, alcanzando 82% en 24 hr, con un tiempo medio de

TABLA 4

FRACCIONES DE FIBRA (%o) EN LA SEMILLA
DE ACHIOTE DEPIGMENTADA

Fibra neutro-detergente	58.93
Contenido celular	41.07
Fibra ácido-detergente	21.42
Hemicelulosa	37.51
Celulosa	12.33
Lignina	8.82
Sílice	0.22

0.2 hr (Fig. 2). Si se tiene en cuenta el hecho de que un índice de 60% de desaparición de materia seca o menos, es considerado de bajo aprovechamiento por el rumiante, los hallazgos de las pruebas efectuadas en fracciones de fibra cruda y en las de digestibilidad son buenos, por lo que este producto puede ser utilizado en la alimentación de rumiantes.

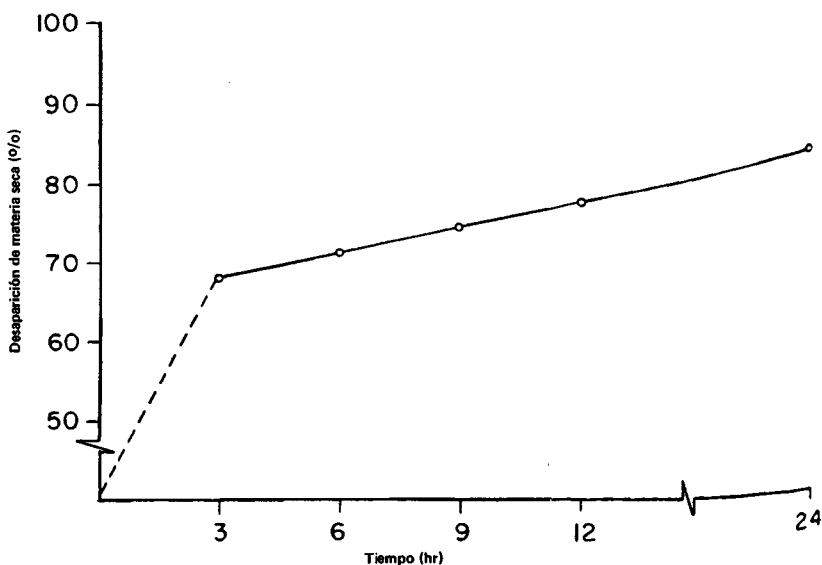


FIGURA 2

Desaparición de materia seca (%o) de la semilla depigmentada de achiote

En la Tabla 5 se presenta el perfil de ácidos grasos del aceite extraído de la semilla de achiote, tanto en su estado nativo como en la libre de pigmentos, descascarillada parcialmente. Las diferencias que se observan entre los perfiles de ácidos grasos son lógicas, en virtud que la muestra sin pigmento contiene residuos del aceite vegetal utilizado para extraer los propios pigmentos.

TABLA 5
PERFIL DE ACIDOS GRASOS EN SEMILLA DE ACHIOTE
(g/100 g de grasa)

Acidos grasos	Semilla en estado nativo	Semilla extraída descascarillada parcialmente (malla 60-80) y desengrasada
Mirístico	2.8	—
Palmítico	22.0	14.3
Palmitoleico	19.8	—
Esteárico	6.6	5.4
Oleico	12.2	12.6
Linoleico	31.0	64.3
(No identificado)	4.7	3.4

En la semilla de achiote se encontró una cifra considerable de mesófilos aerobios que, como se observa en la Tabla 6, se redujo con el proceso de extracción, mientras que la presencia de hongos y levaduras se mantuvo constante. Sin embargo, la mala calidad microbiológica puede ser superada cuando la semilla llegue a ser considerada como alimento, y su almacenamiento y manejo se ajusten a las normas sanitarias del caso.

CONCLUSIONES

La semilla libre de pigmento tiene un valor nutritivo similar al notificado en cereales, con un nivel promedio de proteína cruda de 130/o. El alto contenido de fibra cruda (14.40/o) logró disminuirse a 6.50/o mediante un tratamiento de descascarillado parcial

TABLA 6

**ANALISIS MICROBIOLÓGICO EN SEMILLA DE ACHIOTE
(col/g de alimento)**

Análisis	Semilla estado nativo	Semilla sin pigmento
Cuenta total	9,900	3,700
Coliformes	2,000	50
Hongos	190	100
Levaduras	120	100

y desengrasado, incrementándose la proteína a 14.8^o/o. El aminoácido limitante es el triptofano, y la presencia de factores antinutricionales no es significativa.

Tanto la harina de semilla de achiote pigmentada como la depigmentada se consideran como fuente potencial para la alimentación animal, principalmente para rumiantes, a juzgar por los resultados obtenidos en su análisis químico proximal, en las fracciones de fibra cruda, y a partir del valor de desaparición de materia seca que se obtuvo en la prueba de digestibilidad. No obstante, se recomienda realizar antes un análisis más exhaustivo para determinar su posible utilización en la formulación y desarrollo de nuevos productos como sustitutos o complementos de harinas de otros cereales. Se lograría así aprovechar una semilla que por ahora se considera como desecho.

SUMMARY

ANALYSIS OF ANNATTO SEED (*Bixa orellana*, L.) AND OF THE GENERATED WASTE DURING EXTRACTION OF ITS PIGMENTS

Annatto seed (*Bixa orellana*, L.) contains colored pigments (bixin and orelline) on its outer surface which at present are currently used as coloring agents in the food industry. This seed was analyzed, with and without the pigment —which was extracted by the vegetable oil method— so as to establish the possible use of the extracted seed which nowadays is considered as waste. Different dehulling and defatting treatments were applied to the annatto seed in order to obtain a flour with a greater protein content, and

to diminish its crude fiber level.

The different flours were then subjected to proximate analysis; protein quality was determined by amino acid analysis, and toxicological factors, mineral and vitamin contents, fatty acid profile, breakdown potential by measurement of feed digestion in the rumen of fistulated goats, fiber fractions, and bacteriological determinations were also performed.

A protein content of 13.70/o was determined in the seed without pigment, which increased to 14.80/o with the dehulling and defatting procedures, thus reducing the crude fiber level from 14.40/o to 6.50/o. The results showed that the limiting amino acid is tryptophan. The toxicity level was found to be of no importance, and the vitamin and mineral content as well as the fiber fractions were very similar to those determined in cereals, but with a higher level of carotenoids. A satisfactory dry matter degradation index was obtained in the digestibility test done in ruminants.

According to the above-mentioned results, it is possible to use this resource as a feed and, when mixed with other materials, as a food in human nutrition.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece la valiosa colaboración del Dr. Eliseo Alcántara Sánchez y de la Srita. Martha Castañeda Juárez en la realización de este trabajo.

BIBLIOGRAFIA

1. Márquez, W. & S. del Amo. **El Achiote**. México, D. F., Instituto de Investigaciones sobre Recursos Bióticos, A. C., 1977 (Comunicado No. 11).
2. Prasad Patnaik Bhagbat. Annatto can fetch foreign exchange. **Indian Farming**, 20(10): 28-30, 1977.
3. Ingram, J. A. & B. J. Francis. The annatto tree (*Bixa orellana*, L.). A guide to its occurrence, cultivation, preparation and uses. **Tropical Science**, 11: 97-102, 1969.
4. Association of Official Agricultural Chemists. **Official Methods of Analysis of the AOAC**. 10th ed. Washington, D. C., The Association, 1965 (Method 2.044), p. 16.
5. Association of Official Agricultural Chemists. **Official Methods of Analysis of the AOAC**. 10th ed. Washington, D. C., The Association, 1965 (Method 13.006), p. 191.

6. Association of Official Agricultural Chemists. **Official Methods of Analysis of the AOAC**. 10th ed. Washington, D. C., The Association, 1965 (Method 10.079), p. 154-155.
7. Association of Official Agricultural Chemists. **Official Methods of Analysis of the AOAC**. 10th ed. Washington, D. C., The Association, 1965 (Method 22.038), p. 332.
8. Van Soest, P. J. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. I. Preparation of fiber residue of low nitrogen content. **JAOAC**, **46**: 825-828, 1963.
9. Van Soest, P. J. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. II. A rapid method for the determination of fiber and lignin. **JAOAC**, **46**: 829-835, 1963.
10. Spackman, O. H., W. H. Stein & S. More. Automatic recording apparatus for use in the chromatography of amino acids. **Anal. Chem.**, **30**: 1190-1205, 1958.
11. Hernández, H. & L. Bates. Modified method for rapid tryptophan analysis of maize. Research Bull. No. 13, CIMMYT, 1969.
12. Association of Official Agricultural Chemists. **Official Methods of Analysis of the AOAC**. 10th ed. Washington, D. C., The Association, 1965 (Method 26.056), p. 430.
13. Webb, L. J. An Australian phytochemical survey in alkaloids and cyanogenetic compounds in Queensland plants. Melbourne, Australia, 1949 (Bulletin 241, CSIRO).
14. Association of Official Agricultural Chemists. **Official Methods of Analysis of the AOAC**. 10th ed. Washington, D. C., The Association, 1965 (Method 22.078), p. 341.
15. Monroe, E. E., E. Wall, M. L. Rolland, McClenan & M. E. Klumpp. Detection and estimation of steroidal sapogenins in plant tissue. **Anal. Chem.**, **24**: 1337-1341, 1952.
16. Jaffé, W. G., A. Levy & I. D. González. Isolation and partial characterization of bean phytohemagglutinins. **Phytochemistry**, **13**: 2685-2693, 1974.
17. Kakade, M. L., J. J. Rackis, J. E. Ghee & G. Puski. Determination of trypsin inhibitors activity of soy-products. A collaborative analysis of an improved procedure. **Cereal Chem.**, **51**: 376-382, 1974.
18. Bechtel, W. G. & C. M. Holloenbeck. A revised thiocrome procedure in cereals and cereal products. **Cereal Chem.**, **35**: 1-14, 1958.
19. Bechtel, W. G. & G. Hill. Fluorometric procedure for riboflavin in cereals and cereal products. **Cereal Sci. Today**, **7**: 198, 1962.
20. Association of Official Agricultural Chemists. **Official Methods of Analysis of the AOAC**. 10th ed. Washington, D. C., The Association, 1965 (Method 13.005), p. 191.

21. Simpson, G. R. & R. A. Blay. Analysis of minerals. *Food Trade Review*, Aug. 35: 37, 1966.
22. Association of Official Agricultural Chemists. **Official Methods of Analysis of the AOAC**. 10th ed. Washington, D. C., The Association, 1965 (Method 2.017), p. 11.
23. Fernández, E. E., G. M. Costarrica, & C. C. Parrilla. Técnicas para el muestreo y análisis microbiológico de alimentos. Dirección General de Investigación en Salud Pública, Secretaría de Salubridad y Asistencia, México, D. F., México, 1975.
24. Mehrez, S. Z. & E. R. Orskov. A study of the artificial fibre bag technique for determining the digestibility of feeds in the rumen. *J. Agr. Sci. (Cambridge)*, 88: 645-650, 1977.