EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS CASEROS EN LA PREPARACION DE FRIJOL PINTO *(Phaseolus vulgaris L.)* SOBRE EL CONTENIDO DE TANINOS Y VALOR NUTRITIVO DE LAS PROTEINAS

Francisco Goycoolea[1], *Elvira González de Mejía*[2], *Jesús M. Barrón*[3] *y Mauro E. Valencia*[4]

Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. (CIAD, A.C.)
Hermosillo, Sonora, México

RESUMEN

Se utilizó un diseño factorial 3^2 para determinar el efecto del remojo previo, del tipo de cocción y del caldo de cocimiento sobre el valor nutritivo de la proteína del frijol pinto (*Phaseolus vulgaris* L.). Se realizó la evaluación biológica de proteínas mediante la determinación del índice de eficiencia proteínica (PER) y de la digestibilidad aparente de proteína (DAP). Se cuantificó también el contenido de taninos en cotiledones, cáscaras y caldos de remojo y cocción para cada tratamiento. El efecto de mayor significancia sobre el valor de PER fue el tipo de cocción ($P < 0.0001$), seguido de la adición de caldo ($P < 0.05$) y la interacción entre método de cocción y adición de caldo ($P < 0.025$). El remojo no fue significativo por sí mismo ni a través de sus interacciones en relación al PER. Los valores más altos de PER y DAP fueron para los tratamientos en olla abierta y sin caldo. El efecto negativo del caldo se pudo explicar con base en el contenido de taninos residuales que se depositan en él durante la cocción (108.5 - 272.25 mg eq. catequina/100 g).

Manuscrito modificado recibido 18—10—89.

1 Técnico Académico, Departamento de Ciencia y Tecnología de Alimentos, CIAD, A.C.

2 Investigador Titular, Departamento de Ciencia y Tecnología de Alimentos, CIAD, A.C.

3 Investigador Titular, Centro Coordinador de la Investigación, Universidad de Sonora.

4 Investigador Titular y Director de la División de Nutrición y Alimentos del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. (CIAD, A.C.), Apartado Postal 1735, Hermosillo, Sonora, México.

INTRODUCCION

Se ha visto que el consumo de frijol común (*Phaseolus vulgaris L.*) en la región del noroeste mexicano, representa una importante fuente de energía y proteína en la dieta de diversas comunidades rurales y urbanas. Valencia, Jardines y Noriega (1) establecieron la canasta de consumo de alimentos para zonas rurales en el Estado de Sonora, y el frijol pinto quedó situado en el segundo lugar en importancia de los alimentos que forman la canasta de consumo de esta región. Dicha situación se presenta también en gran parte de las poblaciones de Latinoamérica, tal como lo han demostrado Bressani y Elías (2), en Centroamérica.

Aun cuando las leguminosas son una buena fuente de proteína de origen vegetal, esta proteína es casi siempre de calidad limitada. Su perfil de aminoácidos, la baja biodisponibilidad de dichos aminoácidos y la presencia de factores antinutricionales están identificadas como las principales causas asociadas a la calidad nutricional deficiente de dicha proteína (3).

Dentro de los antinutrientes presentes en las leguminosas que han recibido mayor interés, han sido las lectinas, los inhibidores de tripsina, y en el caso de frijol común, también los taninos o polifenoles (4-7).

En la actualidad se sabe que el proceso de cocción inactiva la mayor parte de estos compuestos y, de hecho, la DAP y el PER aumentan significativamente después del cocinado (8). No obstante, el grupo de los polifenoles presenta cierta actividad que permanece después del tratamiento térmico.

Los taninos se localizan principalmente en la cáscara de la semilla, y únicamente en aquellas variedades de frijol coloreadas (9). Además, se sabe que se ligan a las proteínas en forma selectiva (10), formando complejos hidrofóbicos insolubles e indigestibles por el organismo humano (11-15). Tanto el remojo previo del frijol en agua, como la cocción juegan un papel importante como posibles alternativas de eliminación por parte de los taninos que se incluyen en la dieta, ya que durante el proceso, una buena cantidad de estos compuestos pasan a los caldos de remojo y de cocción respectivos; sin embargo, aún se requiere mayor información al respecto (7, 14).

El objetivo del presente estudio, fue definir la posible relación entre los diversos métodos de preparación del frijol y el valor nutritivo de la proteína, así como la importancia de la presencia de taninos en la dieta asociada, a dicha relación.

MATERIAL Y METODOS

Obtención de la Muestra

Se obtuvo una muestra de 60 kg de frijol pinto *(Phaseolus vulgaris L.)* variedad UI-114 de un campo comercial del distrito de riego "Costa de Hermosillo", correspondiente al ciclo primavera-verano, 1986. El

frijol se limpió en un limpiador mecánico Brabender (Mod. Labofix). Durante el estudio se almacenó en bolsas de polietileno a 5°C, y a una humedad relativa menor de 80%.

Preparación de la Muestra

Para establecer los métodos de preparación casera del frijol, se recurrió a los datos obtenidos previamente en una encuesta (16) aplicada a amas de casa de diferentes estratos socioeconómicos de la ciudad de Hermosillo, Sonora. De acuerdo a esos resultados, se planteó el proceso de preparación del frijol. En la Figura 1 se esque-

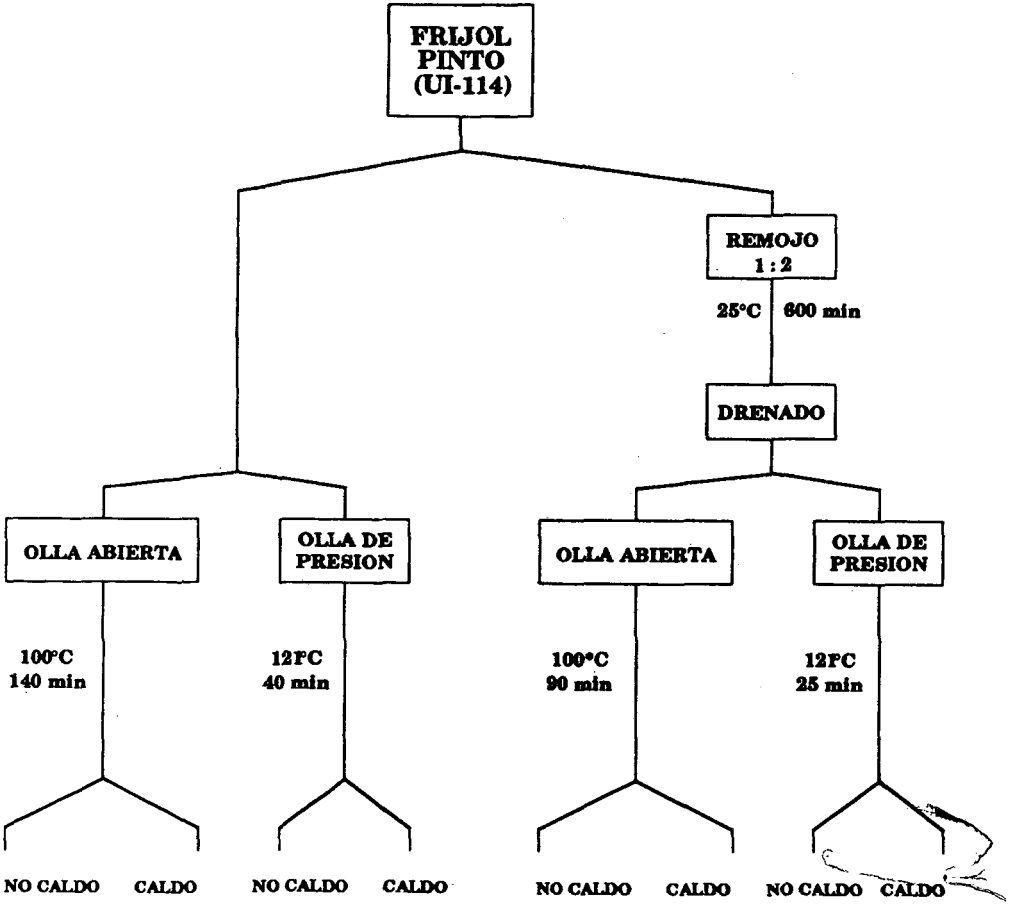

FIGURA 1

Tratamiento y condiciones de proceso empleados en la elaboración de dietas experimentales para evaluación de taninos y de valor nutritivo de proteína

matizan los tratamientos y condiciones experimentales de proceso que simularon las prácticas culinarias de mayor frecuencia. En todos los tratamientos se mantuvieron controladas las relaciones físicas de cantidad de frijol al agua de remojo (1:2), frijol al agua para cocer (1:5) y frijol cocido drenado al caldo de cocción agregado (1:0.73). En el caso de las muestras en las que se adicionó caldo, esto se hizo inmediatamente después de la cocción. Para los tratamientos sin caldo, se drenó el frijol después de la cocción y sólo se adicionó el agua necesaria para facilitar el trabajo de molido. Para moler las muestras se empleó una licuadora comercial Marca Waring con capacidad de 5 lt hasta obtener una pasta homogénea; el frijol molido fue distribuido en charolas de acero inoxidable, las cuales se introdujeron a un desecador de túnel a una temperatura de 50 ± 5°C y velocidad de aire constante. Las muestras se mantuvieron en el secador hasta que alcanzaron un contenido final de humedad de 7 ± 1.5%.

Con el objeto de tener una medida de la textura final del frijol obtenida en cada tipo de cocimiento, se recurrió a la evaluación de este parámetro con un Instron Universal (Mod. TM-SM INSTRON LTD.). Se utilizó como indicador de blandura a la máxima fuerza (kg) requerida para comprimir, cortar y extruir una cantidad específica de frijol cocido. Para efectuar esta determinación, se empleó una celda con rejillas (Wire-extrusion cell, WEC) diseñada por OTMS (Ottawa Test Measuring System), usada anteriormente por Voisey y Nonnecke (17).

Análisis Químico

Las determinaciones de humedad, proteína, grasa, cenizas y fibra cruda, se llevaron a cabo en muestras de frijol crudo y en las harinas usadas para la elaboración de dietas experimentales, según los métodos oficiales de la AOAC (18). Los carbohidratos solubles se determinaron por diferencia.

Análisis de Taninos

Para el análisis de taninos se obtuvo una muestra de granos de frijol y de caldos recién cocidos, representativa de cada tratamiento. El frijol se descascaró a mano y las cáscaras, cotiledones y caldos de cocimiento se congelaron por separado en viales a —38±3°C para su posterior liofilización en un liofilizador marca Labconco (Modelo Freeze Dryer No. 5) a 25-50 torr, y —54°C. Antes de analizarse, se molieron en un tamiz, malla #40 en un molino Willey de laboratorio. Para la determinación de taninos en las muestras crudas se siguió la prueba de la vainillina-HCL (19); las extracciones de taninos condensados se efectuaron en metanol (100%) grado analítico (Merck). Para las muestras cocidas liofilizadas se siguió la modificación de la misma prueba, propuesta por Butler, Price y Brotherson (20). En ambos casos, el contenido de taninos se obtuvo empleando una curva estándar de (+)-catequina (Sigma).

Evaluación Biológica

Diseño experimental — El experimento fue un diseño completamente aleatorizado y se estructuró como factorial 3^3, con tres factores, dos niveles para cada factor y seis animales por tratamiento, de acuerdo al modelo:

$$Y_{ijkl} = \mu + \tau_i + \beta_j + \delta_k + (\tau\beta)_{ij} + (\tau\delta)_{ik} + (\beta\delta)_{jk} + (\tau\beta\delta)_{ijk} + \varepsilon_{ijkl}$$

$i = 1, 2.$

$j = 1, 2.$

$k = 1, 2.$

$l = 1, ..., 6.$

Los factores fueron:

Tipo de cocimiento	(τ):	olla abierta y olla de presión.
Caldo de cocimiento	(β):	con caldo y sin caldo.
Remojo	(δ):	con remojo y sin remojo previo.

Razón de eficiencia proteínica (PER) — El PER se determinó según el procedimiento establecido oficialmente por la AOAC (18) (Tabla 1).

Digestibilidad aparente de la proteína (DAP) — Esta fue determinada utilizando la relación de concentración de Cr_2O_3 y proteína en la dieta experimental y en las heces, durante la última semana del PER (21, 22).

RESULTADOS Y DISCUSION

Textura

Los valores de textura obtenidos para el frijol pinto, por medio de la celda WEC, se exponen en la Tabla 2. Según se observa, la textura del frijol pinto acusó valores similares cuando el cocimiento se hizo a presión y a ebullición, con remojo previo, aun cuando los tiempos de cocción fueron marcadamente diferentes para cada tipo de cocimiento. Se hizo esta consideración al tomar un error estándar de ± 4.0 kgf para la celda WEC en muestras de frijol (23). Por otro lado, las muestras cocidas tanto a ebullición como a presión, sin remojo previo, dieron valores considerablemente bajos de textura. El hecho de que la textura en los tratamientos, olla abierta: remojo y olla de presión: remojo fueron consistentemente mayores, es explicable, ya que esas muestras se cocieron con menores tiempos, lo que es de esperar produzca mayor fuerza (kgf) en el Instron. Sin embargo, independientemente del tipo de cocción (presión o ebullición), una muestra con remojo previo debe ser más blanda que una sin remojo cocinada durante el mismo tiempo. Esto no fue así, pues el factor tiempo parece haber tenido mayor efecto en textura que el remojo. Las muestras de los cuatro tratamientos se evaluaron subjetiva-

TABLA 1

COMPOSICION DE LA DIETA BASAL USADA EN LA EVALUACION BIOLOGICA DE LA PROTEINA

Ingrediente	%
Aceite de cártamo	8.0
Premezcla vitamínica	1.0
Premezcla mineral	5.0
Cr O	0.2
Celulosa	1.0
Agua	5.0
Fuente de proteína para formular al 10%	Variable
Almidón y dextrosa para aforar a 100%	Variable

El aceite, minerales, celulosa y agua fueron ajustados de acuerdo al análisis proximal de los ingredientes. Las muestras se calcularon como (1.6% N en la muestra) x 100 de acuerdo al método 43.212 del AOAC aplicable a fuentes de más de 1.8% de N. Todos los ingredientes son de Bioserv, N.J., EUA, excepto el aceite y Cr O.

La premezcla vitamínica contiene lo siguiente, en g/kg de dieta: ácido ascórbico, 0.45; biotina, 0.0002; pantotenato de calcio, 0.03; colina, 0.633; ácido fólico, 0.0009; inositol, 0.05; menadiona, 0.02; niacina, 0.04; ácido paraminobenzóico, 0.05; piridoxina, 0.01; riboflavina, 0.01; tiamina, 0.01; vitamina A, 9000 UI; vitamina B, 0.01 mg; vitamina D, 1000 UI, y vitamina E, 25 UI.

La premezcla mineral contiene lo siguiente, en g/kg de dieta: aluminio, 0.0005; calcio, 11.08; cloro, 4.79; cobre, 0.0175; flúor, 0.0027; yodo, 0.0030; hierro, 0.385; magnesio, 1.396; azufre, 0.1162, y zinc, 0.0637.

TABLA 2

EFECTO DE LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS CASEROS DE PREPARACION DE FRIJOL PINTO SOBRE SU TEXTURA DESPUES DE LA COCCION

Tratamiento	Tiempo de cocimiento (min)	Textura (WEC) (kgf)
Olla abierta (100°C; 1 ATM)	140	47.0
Olla abierta; remojo (100°C; 1 ATM)	90	74.0
Olla de presión (121°C; 15 psi)	40	39.0
Olla de presión; remojo (121°C; 15 psi)	25	78.0

mente de acuerdo a su blandura y se consideraron como aceptables, por lo que se puede afirmar que la textura del frijol pinto cocido, evaluada como máxima fuerza de corte empleando una celda tipo WEC, se considera como aceptable para consumo humano en un rango de 40 a 80 kgf.

Taninos

El contenido y la distribución de taninos condensados se aprecia en la Tabla 3. Aparentemente el tratamiento térmico produjo una re-

TABLA 3

DISTRIBUCION DEL CONTENIDO DE TANINOS EN DIFERENTES ESTRUCTURAS Y TRATAMIENTOS CASEROS

Tratamiento	Cáscara	Cotiledón	Caldo
	(mg Eq. de catequina/100 g)		
Frijol crudo	16,303.5	N.D.	—
Frijol remojado 10 hr.; 25°C	253.75	4.25	27.49
Cocido en olla abierta			
Sin remojo 140 min; 100°C	14.00	6.25	108.50
Con remojo 90 min; 100°C	13.25	7.25	262.50
Cocido en olla de presión			
Sin remojo 40 min; 121°C; 15 psi	15.75	6.50	224.75
Con remojo 25 min; 121°C; 15 psi	23.00	18.25	272.25

Determinación, empleando el método convencional para análisis de taninos condensados por el reactivo de vainillina-HCl en metanol según Price, Scoyoc y Butler (19). El resto de los análisis se hizo con la modificación de Butler, Price y Brotherson (20) para el mismo ensayo, que utiliza ácido acético en vez de metanol en el reactivo.

N.D. Cantidades no detectadas por el método utilizado.

Dato calculado (mg Eq. cat./100ml agua de remojo).

ducción del 80% al 90% en el contenido total de taninos, lo que concuerda con otros estudios (24, 25). Los autores, en estos casos, coinciden en afirmar que la pérdida aparente de taninos inducida por la cocción se debe no a una destrucción química sino a cambios en la solubilidad y en la reactividad de las moléculas que dificultan su extracción.

El contenido de taninos en las cáscaras de granos cocidos liofilizados fue mucho menor, comparado con el de las muestras crudas. Mediante la modificación de la prueba de la vainillina HCl, que utiliza ácido acético glacial en vez de metanol en el reactivo, se lograron obtener resultados y establecer comparaciones. En general, todas las muestras de cáscaras y cotiledones de granos cocidos liofilizados presentaron un bajo contenido de taninos (6.25-23.0 mg Eq. catequina/100 g), mientras que en los caldos, éste fue mayor en relación al de las cáscaras y cotiledones respectivos (108-272 mg Eq. catequina/100 g). Bressani *et al.* informaron previamente que la fracción tánica no se liga a la proteína, sino se deposita en gran parte en el caldo de cocimiento (11). En el presente estudio se encontró que existe una relación inversa entre tiempo de cocción y el contenido de taninos residuales en caldo, tanto en el cocimiento en olla normal como en olla de presión. Esto puede estar asociado a la formación de complejos moleculares entre taninos condensados y compuestos afines que se van depositando en el caldo a lo largo de la cocción (proteínas, oligosacáridos y lípidos) (25), los cuales no se pueden cuantificar mediante las técnicas utilizadas. Esta situación se aprecia al comparar los valores de taninos en caldo, en donde para 140 min de cocimiento, el valor de catequina está muy por abajo (108 mg Eq. catequina/100 g) en relación al de 90 min (262.50 mg Eq catequina/100 g) cuando hubo remojo previo, en el caso de la olla abierta. En el caso de la olla de presión, la tendencia fue similar.

En la Tabla 3 las unidades son mg de catequina/100 g de lo que corresponda, cáscara, cotiledón o caldo. En otras palabras, 16,303.5 mg de catequina/100 g de cáscara corresponden a 1,304 mg de catequina/100 g de harina de frijol, dado que la cáscara representa el 8% en peso del frijol entero.

Valor Nutritivo de Proteínas

El efecto de mayor significancia estadística fue el tipo de cocción ($P < 0.0001$), seguido de la adición de caldo ($P < 0.05$). La interacción entre tipo de cocción y adición de caldo fue también significativa ($P < 0.025$). El efecto del remojo no fue significativo por sí mismo ni a través de sus interacciones. La Tabla 4 muestra los resultados del PER y de la DAP, y los niveles de significancia estadística se muestran en el cuadro de ANDEVA (Tabla 5) para el arreglo factorial.

El efecto más importante detectado en este estudio fue el de tipo de cocción, donde la olla abierta tuvo valores significativamente más altos para los tratamientos sin caldo, 1.23 y 1.24 respectivamente, para frijol sin remojar y remojado en olla abierta, contra 1.05 y 0.89 en olla de presión. Esta disminución inducida por el cocimiento a

TABLA 4

RAZON DE EFICIENCIA PROTEINICA (PER) Y DIGESTIBILIDAD APARENTE DE PROTEINA (DAP) DE FRIJOL PINTO PROCESADO POR DIVERSOS TRATAMIENTOS CASEROS

Tratamiento	PER ± DE	A-PER	% Digestibilidad aparente de proteína
Olla abierta; sin remojo			
Sin caldo	1.23 ± 0.24	1.24	71.76
Con caldo	1.05 ± 0.07	1.06	67.34
Olla de presión; sin remojo			
Sin caldo	1.05 ± 0.07	1.06	69.85
Con caldo	1.01 ± 0.06	1.02	67.38
Olla abierta; con remojo			
Sin caldo	1.24 ± 0.10	1.25	71.50
Con caldo	1.06 ± 0.18	1.07	70.36
Olla de presión; con remojo			
Sin caldo	0.89 ± 0.14	0.90	69.34
Con caldo	0.94 ± 0.07	0.95	66.06
Caseína ANRC	2.48 ± 0.18	2.50	91.56

El A-PER corresponde al PER ajustado tomando como base el valor de caseína-ANRC correspondiente al grupo de animales empleado como control, de acuerdo al protocolo AOAC (18).

presión, ha sido documentada por Walker y Kochran (26), en variedades de caupí *(Vigna unguiculata (L.) Wolp)* por períodos de una hora, encontrando que se destruye hasta un 10% de la lisina disponible por efectos del tratamiento térmico. Asimismo, Elías, Hernández y Bressani (27) detectaron disminuciones drásticas hasta de 54%, de la lisina en *Vigna sinensis*, en sólo 15 minutos de cocción a presión. Por lo tanto, es explicable que los valores de PER y DAP obtenidos para la proteína de frijol pinto sean menores para los tratamientos en olla a presión con respecto a la olla abierta. En lo que se refiere al caldo, se obtuvo un descenso significativo en el valor nutritivo de las proteínas de las dietas en las que se incluyó. Esto queda demostrado al comparar los valores de PER en el caso de la cocción en olla abierta sin remojo, que fueron 1.23 y 1.05 respectivamente, en los casos en que se agregó y no se agregó el caldo de cocción. Estos resultados son similares a los obtenidos en frijol previamente remojado y cocido en el mismo tipo de olla, en que el PER disminuyó de 1.24 a 1.06 al agregar caldo de cocimiento. Lo anterior concuerda

TABLA 5

ANALISIS DE VARIANZA DEL PER EN FRIJOL PINTO

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Valor de F
Tipo de cocción (A)	0.355	1	0.355	20.37
Adición de caldo (B)	0.088	1	0.088	5.04
Remojo (C)	0.032	1	0.032	1.86
Interacciones				
B x C	0.007	1	0.007	0.43
A x C	0.047	1	0.047	2.73
A x B	0.097	1	0.97	5.59
A x B x C	0.066	1	0.066	0.38
Error	0.697	40		
Total	1.332	47		

($P < 0.001$).
($P < 0.05$).
($P < 0.025$).

con otros informes de la literatura, en los que los autores han observado disminución del valor nutritivo de leguminosas asociado a la adición de caldo de cocimiento (11, 13, 15, 23).

En el presente estudio se detectaron altas concentraciones de taninos en los caldos de cocción de las diferentes modalidades de preparación casera del frijol. Sin embargo, únicamente los tiempos de cocimiento prolongados utilizando la olla abierta, parecieron favorecer el efecto detrimental de dichos taninos sobre la calidad de la proteína. En la olla de presión no se manifestó la misma situación, como se puede apreciar en los valores de PER y DAP de dichos tratamientos, de tal forma que en olla de presión es indistinto el usar o no el caldo bajo las condiciones especificadas, ya que según se constató, no afecta el valor nutritivo.

Es necesario aclarar que los valores de digestibilidad no pudieron compararse estadísticamente debido a que la DAP se determina para toda la dieta y no hay repetición por tratamiento, por lo que únicamente se pudo analizar las tendencias de los datos obtenidos. En este estudio, se obtuvo una alta correlación entre los valores de PER y DAP ($r = 0.72$; $P < 0.05$). Puede afirmarse que la información que se obtuvo del PER fue similar a la que se derivó de la DAP, y ambos valores sirvieron como patrones para comparar la calidad de las proteínas.

Los cambios de valor nutritivo fueron detectados, fundamentalmente, en función de los potenciales efectos negativos del tratamiento térmico severo, y de la ingestión directa de taninos al consumir la proteína del frijol en presencia de su caldo de cocimiento.

Hubo disminuciones considerables en PER y un poco menores en DAP. Lo expuesto cobra relevancia al considerar datos de consumo en la población infantil, pues las leguminosas son utilizadas como alimentos de ablactación al preparar papillas, sopas y caldos. Esto puede ser especialmente importante en familias en las que la base de la aportación proteínica son las leguminosas, como el caso de múltiples regiones en México y otros países, sobre todo, donde los fenómenos económicos se orientan cada vez más hacia el consumo de estos vegetales como la fuente más importante de proteína.

SUMMARY

EFFECT OF HOME-COOKING TREATMENTS IN THE PREPARATION OF PINTO BEANS (*Phaseolus vulgaris* L.) ON THE TANNIN CONTENT AND NUTRITIVE VALUE OF PROTEINS

A 3^2 factor design was carried out in order to investigate the different home-cooking treatments applied in the preparation of pinto beans (*Phaseolus vulgaris* L.) on the nutritive value of their protein. The factors studied were previous soaking, type of cooking and addition of cooking broth. Biological evaluation of the protein was performed, and the protein efficiency ratio (PER) and apparent digestibility of the protein (DAP) values were obtained. The tannin content was measured in hulls, cotyledons and in the cooking broths of each experimental treatment. The most significant effect of the PER value was the type of cooking ($P < 0.0001$), followed by the addition of cooking broth ($P < 0.05$) as well as a significant interaction between cooking method and addition of broth ($P < 0.025$). Soaking did not have significant effects *per se* or through its interactions in relation to PER. The highest values for PER and DAP were obtained with the boiling treatment without broth. The detrimental effect of the cooking broth can be explained by its tannin content (108.5 - 272.25 mg Eq. catechin/100g).

BIBLIOGRAFIA

1. Valencia, M.E., R.P. Jardines & E. Noriega. The use of 24 hour recall data from nutrition surveys to determine food preference, available and food consumption baskets in populations. **Nutr. Reps. Internat.,** 4: 815-818, 1983.
2. Bressani, R., & L.G. Elías. Legume foods. In: **New Protein Foods.** A.M. Altschul (Ed.), New York, N.Y., Academic Press, Inc., 1974, P. 230-297.
3. Márquez, V.M., & F.M. Lajolo. Composition and digestibility of albumins, globulins, and glutelins from *Phaseolus vulgaris.* **J. Agric. Food Chem.,** 29: 1068-1074, 1981.
4. Fernández, R., L.G. Elías, J.E. Braham & R. Bressani. Trypsin inhibitors and hemagglutinins in beans *(Phaseolus vulgaris)* and their relationship with the content of tannins and associated polyphenols. **J. Agric. Food Chem.,** 30: 734-739, 1982.
5. Hernández-Infante, M., G. Herrador-Peña & A. Sotelo. Nutritive value of two different beans *(Phaseolus vulgaris)* supplemented with methionine. **J. Agric. Food Chem.,** 27: 965-968, 1979.
6. Foo, L.Y. & L.J. Porter. The phytochemistry of proanthocyanidin polymers. **Phyto-**

chemistry, 19: 1747-1754, 1982.
7. Ma. Y. & F.A. Bliss. Tannin content and inheritance in common beans. **Crop. Sci., 18**: 201-205, 1978.
8. Geervani, P. & F. Therophilus. Effect of some processing on the protein quality of selected legumes. **J. Food Sci., 54**: 707-711, 1980.
9. Bressani, R.,L.G. Elías & J.E. Braham. Reduction of digestibility of legume proteins by tannins. **J. Plant Foods., 4**: 34-55, 1982.
10. Asquith, T.H., & L.G. Butler. Interactions of condensed tannins with selected proteins. **Phytochemistry, 25**: 1591-1593, 1986.
11. Bressani, R. & L.G. Elías. The nutritional role of polyphenols in beans. In: **Polyphenols in Cereal and Legumes**. J.H. Hulse (Ed.), Ottawa, Canada, International Development Research Centre, 1980, p. 61-72.
12. Kumar, R. & M. Singh. Tannins: Their adverse role in ruminant nutrition. **J. Agric. Food Chem., 32**: 447-453, 1984.
13. Laurena, A.C., T. Van Den & E.M. Mendoza. Effects of condensed tannins on the *in vitro* protein digestibility of cowpea *(Vigna unguiculata* (L.) Walsp.). **J. Agric. Food Chem., 32**: 1045-1048, 1984.
14. Aw, T.L., & B.G. Swanson. Influence of tannin on *Phaseolus vulgaris* protein digestibility and quality. **J. Food Sci., 50**: 67-71, 1985.
15. Elías, L.G., D.G. De Fernández & R. Bressani. Possible effects of seed coat polyphenolics on the nutritional quality of bean protein. **J. Food Sci., 44**: 524-527, 1979.
16. Goycoolea, F.M. **Efecto de los Tratamientos Caseros de Preparación de Frijol Pinto *(Phaseolus vulgaris L.)* Sobre el Contenido de Taninos y Valor Nutritivo de las Proteínas.** Tesis de Licenciatura, Universidad La Salle, 1988.
17. Voisey, P.W. & I.L. Nonnecke. Measurement of pea tenderness. IV. Development and avaluation of a test cell. **J. Texture Studies, 3**: 459-472, 1972.
18. Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis of the AOAC**. 31st ed., Washington, D.C., The Association, 1984.
19. Price M.L., S. Van Scoyoc & L.G. Butler. A critical avaluation of the vainillin reaction as an assay for tannin in sorghum grain. **J. Agric. Food Chem., 25**: 1214-1218, 1978.
20. Butler, L.G., M.L. Price & J.E. Brotherson. Vainillin assay for proanthocyanidin (condensed tannins): Modification of the solvent for estimation of the degree of polimerization. **J. Agric. Food Chem., 30**: 1087-1090, 1982.
21. Edwards, H.M. & M.B. Gillis. A chromic oxide balance method for determining phosphate. **Poultry Sci., 38**: 572, 1959.
22. Valencia, M.E., M.G. Vavich & B.L. Reid. Protein quality evaluation of corn tortillas, wheat flour tortillas, pinto beans, soybeans and their combinations. **Nutr. Reps. Internat., 19**: 195-201, 1979.
23. Barrón, J.M. **Textural, Nutritional and Toxicological Qualities of Pinto Beans *(Phaseolus vulgaris L.)*.** Ph. D. Thesis, Queen Elizabeth College, University of London, 1984.
24. Butler, L.G., D.J. Ried, D.G. Lebryk, & H.J. Blytt. Interaction of proteins with sorghum tannin: Mechanism, specificity and significance. **JAOCS**: 916-920, 1984.
25. Barroga, C.F., A.C. Laurena & E.N. Mendoza. Polyphenols in mung bean *(Vigna radiata (L.) Wilczek)*: Determination and removal. **J. Agric. Food Chem., 36**: 1157-1159, 1985.
26. Walber, A.F. & N. Kochran. Effect of processing including domestic cooking on nutritional quality of legumes. **Proc. Nutr. Soc., 41**: 51, 1980.
27. Elías, L.G., M. Hernández'& R. Bressani. The Nutritive value of precooked legume flours processed by different methods. **Nutr. Reps. Internat., 14**: 385-403, 1976.