

# **Factores tóxicos de leguminosas cultivadas en Chile. I. Glucósidos cianogénicos<sup>1</sup>**

**SERGIO CONTRERAS, HECTOR ARAYA, NELLY PAK  
y MARIA ANGELICA TAGLE**

Unidad de Nutrición Básica, Departamento de Nutrición, Facultad de Medicina,  
Universidad de Chile.

## **RESUMEN**

Se investigó la concentración de glucósidos cianogénicos en diversas leguminosas cultivadas en Chile: a) poroto (*Phaseolus vulgaris* var tortola, var zeus, var arroz, var coscorrón); chícharo (*Lathyrus sativus*); c) haba (*Vicia faba*); d) soya (*Glycine max*); e) arveja (*Pisum sativum*); f) lenteja (*Lens esculenta*); g) garbanzo (*Cicer arietinum*); h) lupino (*Lupinus albus*, *Lupinus luteus*); i) tamarugo (*Prosopis tamarugo*).

En las semillas crudas de leguminosas se encontraron valores que fluctuaron entre 0.42 y 1.83 mg de HCN/100g de muestra seca. Las variedades de poroto mostraron las mayores concentraciones, correspondiendo a la variedad tórtola el valor superior. Las otras leguminosas presentan valores inferiores y no se detectó en el tamarugo. Todos los valores determinados se encuentran bajo el rango de toxicidad permitida (10 a 20 mg de HCN/100 g de muestra seca).

Se aplicaron también diversos tratamientos al poroto tórtola con el propósito de estudiar su efecto en la disminución del contenido de glucósidos cianogénicos. Los tratamientos que resultaron más eficaces fueron aquellos en que previamente se efectuó un remojo, seguido de un proceso térmico por vía húmeda. Cuando las muestras se sometían a un calentamiento sin remojo previo, no hubo descenso apreciable. El remojo por sí solo no disminuyó la concentración del tóxico.

1. Financiado por la OEA, a través del Proyecto "Introducción racional de leguminosas en la alimentación infantil", 1971-1972.

Recibido: 19-12-1972.

En algunos países en vías de desarrollo las leguminosas figuran entre los alimentos consumidos en gran cantidad (1). Por su alto contenido en proteínas, bajo costo y buen rendimiento, han sido consideradas como una de las soluciones más reales a los problemas nutricionales de estos países (1, 2).

Las leguminosas ingeridas crudas ejercen una acción tóxica sobre los animales de experimentación, que incluso puede llegar a producir la muerte. Los tratamientos térmicos disminuyen su toxicidad y mejoran el valor nutritivo de las leguminosas, hecho que generalmente se explica por destrucción de factores termolábiles, tales como los inhibidores de proteinasas, hemaglutininas, etc., presentes en las semillas (2-5). También se hallan presentes otros factores tóxicos, los glucósidos cianogenéticos que aparecen acompañados de una enzima que es capaz de hidrolizarlos para dar HCN (4, 6, 11, 12).

La toxicidad de algunos vegetales que contienen glucósidos cianogenéticos fue estudiada por Carmody (7) y Clark (8), a raíz de intoxicaciones producidas por cassava en Trinidad y Africa Occidental respectivamente. En Burma, Puerto Rico y en las Islas Mauritius (9), se dieron a conocer algunas muertes esporádicas causadas por consumo de un frejol (*Phaseolus lunatus*) con alto contenido en HCN, sometido a cocimiento aparente adecuado. Viehoever (9), estimaba que la única semilla de leguminosa que contenía HCN era el *Phaseolus lunatus*; sin embargo, Jaffé (10), Wokes y Willmott (11) y Montgomery (6) comunicaron su presencia en otras leguminosas, pero en concentraciones bajo el rango de toxicidad (6, 12).

El propósito de este trabajo fue investigar el contenido de glucósidos cianogenéticos (HCN) en semillas de leguminosas cultivadas en Chile, como también estudiar el efecto de diversos procedimientos, tanto de uso industrial como doméstico, sobre su eliminación.

## MATERIALES Y METODOS

Se estudiaron ocho leguminosas: a) frejol o poroto (*Phaseolus vulgaris*), en sus variedades: tórtola, coscorrón, arroz y zeus; b) haba (*Vicia faba*); c) soya (*Glycine max*); d) arveja (*Pisum sativum*); e) lenteja (*Lens esculenta*); f) gar-

banzo (*Cicer arietinum*); g) lupino (*Lupinus luteus* y *Lupinus albus*); h) tamarugo (*Prosopis tamarugo*); i) chícharo (*Lathyrus sativus*). La mayoría de ellas son cultivadas para la alimentación humana. El tamarugo, es planta forrajera de las zonas áridas del Norte de Chile (16). El lupino se destina a la alimentación animal y se está estudiando la posibilidad de introducirlo en la alimentación humana.

El frejol variedad tórtola, que presentó los valores más altos en HCN, se eligió para medir la afectividad de diversos tratamientos sobre la eliminación de glucósidos cianogénéticos. Se realizaron los siguientes tratamientos:

- 1.—Remojo, consistió en dejar el frejol entero en agua durante 14 hr a temperatura ambiente, luego se procedió a secarlo al aire con ventilador; este procedimiento de secado fue el mismo en todos los tratamientos húmedos posteriores.
- 2.—Molido y autoclavado 20' a 121 °C.
- 3.—Cocido 1 hr a ebullición.
- 4.—Remojado y calentado en autoclave 20' a 121 °C.
- 5.—Remojado y calentado a ebullición por 1 hr.
- 6.—Calentado en olla a presión 20' a 10 lb de presión.
- 7.—Remojado y calentado en olla a presión 20' a 10 lb de presión.
- 8.—Calentado entero en estufa a 100 °C por 1 hr.
- 9.—Molido y calentado en estufa a 100 °C por 1 hr.
- 10.—Remojado y calentado entero en estufa a 100 °C por 1 hr.

Las muestras finamente molidas se pasaron por un tamiz de 100 mesh. Los glucósidos cianogénéticos se determinaron según AOAC (15), utilizando la recolección del ácido cianhídrico en medio ácido.

## RESULTADOS Y COMENTARIOS

La Tabla 1 muestra el contenido de glucósidos cianogénéticos en semillas crudas de leguminosas; las concentraciones son bajas y no alcanzan los límites permitidos. Las legislaciones de USA y de algunos países europeos fijan estas cifras en 20 mg HCN/100 g de muestra seca (12). Los valores más bajos los presenta la lenteja (*Lens esculenta*) y los lupinos (*Lupinus albus* y *luteus*). Las variedades de frejol muestran los valores más altos, oscilando entre 1.52 a 1.83 mg de HCN/

100 g de muestra seca; el valor inferior correspondió a la variedad arroz y el superior a la variedad tórtola, sin que exista una diferencia significativa.

En Chile, Jacob (13) había comunicado concentraciones altas de glucósidos cianogénicos en frejoles de extendido consumo, con un rango de 4.7 a 8.6 mg de HCN/100 g de muestra seca; el límite superior estaría cercano al rango permitido de toxicidad 10 a 20 mg de HCN/100 g de muestra seca (6). Se atribuyó a aquellas concentraciones problemas de toxicidad: vómitos, diarreas y dolores gástricos, observados en personas que habían consumido sopas y cremas de poroto precocidos (13).

TABLA 1  
VALORES DE HCN EN SEMILLAS CRUDAS DE LEGUMINOSAS

Nombre común	Nombre científico	mg de HCN/100 g de muestra seca
Poroto tórtola	<i>Phaseolus vulgaris</i> var. <i>tortola</i>	1.83 ± 0.40
Poroto coscorrón	<i>Phaseolus vulgaris</i> var. <i>coscorron</i>	1.66 ± 0.19
Poroto zeus	<i>Phaseolus vulgaris</i> var. <i>zeus</i>	1.61 ± 0.20
Poroto arroz	<i>Phaseolus vulgaris</i> var. <i>arroz</i>	1.52 ± 0.22
Chícharo	<i>Lathyrus sativus</i>	0.95 ± 0.16
Haba	<i>Vicia faba</i>	1.21 ± 0.15
Soya	<i>Glycine max</i>	1.53 ± 0.12
Arveja	<i>Pisum sativum</i>	1.52 ± 0.12
Lenteja	<i>Lens esculenta</i>	0.46 ± 0.11
Garbanzo	<i>Cicer arietinum</i>	1.26 ± 0.13
Lupino	<i>Lupinus albus</i> var. <i>astra</i>	0.46 ± 0.22
Lupino	<i>Lupinus luteus</i> var. <i>aurea</i>	0.42 ± 0.20
Tamarugo	<i>Prosopis tamarugo</i>	0.

Nuestros resultados no concuerdan con los descritos recientemente (13) y se acercan más a los comunicados por Palma y Ciudad (18), quienes informaron cifras de 0.9 a 4.2 mg de HCN/100 g de muestra seca, para las mismas variedades.

TABLA 2

COMPARACION DE NUESTROS VALORES EN ALGUNAS SEMILLAS DE LEGUMINOSAS CRUDAS:  
VALORES DE HCN (mg/100 g DE MUESTRA SECA) CON INFORMACION DE LA LITERATURA

Nombre común	Nombre científico	Nosotros	Montgomery (6)	Jaffé (10)	Wokes (11)	Jacob (13)	Palma (18)
Poroto, frijol, frejol	Phaseolus vulgaris						
judía, habichuela		1.52-1.83	2.0	1.2	0.8	4.7-8.6	0.9-4.2
Chícharo	Lathyrus sativus	0.95	0	—	—	—	—
Haba	Vicia faba	1.21	—	—	0.1	—	—
Soya	Glycine max	1.53	0	0	0	—	—
Arveja	Pisum sativum	1.52	2.3	1.7	0.05	—	—
Lenteja	Lens esculenta	0.46	0	1.7	0	—	—
Garbanzo	Cicer arietinum	1.26	0.8	0.6	0.3	—	—
Lupino	Lupinus	0.42-0.46	—	—	—	—	—
Tamarugo	Prosopis tamarugo	0	—	—	—	—	—

\* No se investigó.

TABLA 3

VALORES DE HCN (mg HCN/100 g DE MUESTRA SECA) EN POROTO TORTOLA  
(*Phaseolus vulgaris* var *tortola*), SOMETIDO A DISTINTOS TRATAMIENTOS

	mg HCN/100 g	Desaparición %
Sin tratamiento	1.83 ± 0.40	—
1. Remojo	2.06 ± 0.40	0
2. Molido y autoclavado 20' a 121 °C	1.95 ± 0.20	0
3. Cocido 1 hr a ebullición en olla corriente	1.33 ± 0.22	27.3
4. Remojado, calentado en autoclave 20' a 121 °C	1.10 ± 0.16	39.9
5. Remojado, calentado 1 hr a ebullición en olla corriente	0.62 ± 0.15	66.1
6. Calentado en olla a presión 20', 10 lb de presión	1.68 ± 0.12	12.2
7. Remojado y calentado olla a presión 20', 10 lb de presión	0.78 ± 0.12	57.4
8. Entero, calentado en estufa a 100 °C por 1 hr	1.78 ± 0.11	2.7
9. Molido y calentado en estufa a 100 °C por 1 hr	1.40 ± 0.13	23.5
10. Remojado y calentado entero en estufa a 100°C por 1 hr	1.23 ± 0.22	32.8

des estudiadas por nosotros. Por otra parte, nuestros valores se acercan aún más a lo informado para frejoles cultivados en otros países.

No existía información en Chile sobre valores de glucósidos cianogénéticos para lenteja, haba, chícharo, tamarugo y lupino. Por esta razón comparamos nuestros resultados con algunas cifras proporcionadas por la literatura internacional (Tabla 2), encontrando serias discrepancias. Frente a nuestros resultados para chícharo y soya, aparecen los de Montgomery (6) y Jaffé (10), quienes no encontraron presencia de glucósidos cianogénéticos. En la lenteja, Montgomery (6) y Wokes (11) no detectaron glucósidos cianogénéticos, en tanto que Jaffé (10) comunicó un valor sensiblemente superior al encontrado por nosotros (1.7 vs 0.46). En la arveja nuestros resultados coinciden con Jaffé (10) y ambos son diferentes de lo informado por los otros autores. Para el garbanzo nuestra cifra es superior a todas las otras con que comparamos.

La explicación para estas discrepancias estaría en el uso de distintas variedades, como asimismo en las grandes diferencias ecológicas (17).

La Tabla 3 muestra los resultados obtenidos con cada uno de los diez tratamientos a que fue sometido el poroto tórtola. Se puede observar que los más eficaces en la disminución de la concentración de glucósidos cianogénéticos fueron aquellos en que se efectuó remojo y luego un proceso térmico; se obtuvo la mayor desaparición cuando se cocieron en olla común (tratamiento 5) y la olla presión (tratamiento 7). También se obtuvo un descenso, aunque menor, cuando se procesaron en autoclave (tratamiento 4) y con calor seco (tratamiento 10).

Las muestras a las que se aplicó tratamiento térmico, ya sea húmedo o seco, sin un remojo previo, no mostraron un descenso apreciable en su contenido de glucósidos cianogénéticos. Es necesario recalcar que el simple remojo, sin tratamiento térmico posterior, no disminuyó la concentración del tóxico. Nuestros resultados experimentales nos permiten afirmar que un procedimiento tan simple como es el remojo, precediendo al tratamiento térmico reduce apreciablemente el contenido de glucósidos cianogénéticos; este hecho podría explicarse por un incremento de la autohidrólisis (6, 12), también hay ablandamiento de la pared celular, lo que presu-

miblemente potencia el efecto posterior del calor sobre la actividad enzimática y facilita la eliminación del ácido cianhídrico liberado, especialmente cuando se trata de un calentamiento por vía húmeda; el remojo también es considerado como una medida tendiente a disminuir el tiempo de cocción.

Los valores recién presentados para los materiales crudos están bajo los límites de toxicidad (6), de tal manera que ninguno de los materiales estudiados podrían resultar riesgoso en término de su contenido de glucósidos cianogénéticos, tanto más que su consumo requiere un tratamiento térmico previo. Sin embargo, hay que tener presente que en las leguminosas existen una serie de otros compuestos tóxicos y la definición de su potencial toxicidad solo podrá hacerse considerando el conjunto. En el caso de la eliminación de los glucósidos cianogénéticos, queda en claro que el remojo y posterior tratamiento térmico en húmedo, producen los mejores resultados.

#### SUMMARY

##### Toxic factors in Chilean legumes: cyanogenetic glucosides.

Cyanogenetic glucosides were investigated in seeds of legumes grown in Chile: *Phaseolus vulgaris* var *tortola*, *coscorron*, *zeus* and *arroz*, *Lathyrus sativus*, *Vicia faba*, *Glycine max*, *Pisum sativum*, *Lens esculenta*, *Cicer arietinum*, *Lupinus albus* and *lutens*, and *Prosopis tamarugo*.

The values found ranged from 0,42 to 1,86 mg de HCN/100 g dry sample. The highest figure was found in *Phaseolus vulgaris* var *tortola* and no cyanogenetic glucoside was found in *Prosopis tamarugo* seeds. All the contents detected were lower than the toxicity range (10 a 20 mg de HCN/100 g dry sample).

*Phaseolus vulgaris* var *tortola*, was chosen to study the effect of different treatment on the cyanogenetic glucoside concentration. The more efficient treatment were those that combined soaking and humid heat. No decrease in the concentration was detected when using heat without previous soaking. Soaking alone did not produce any decrease in the cyanogenetic glucoside level.

#### BIBLIOGRAFIA

1. Jaffé, W. G. Las semillas de leguminosas como fuente de proteínas en América Latina. En: "Recursos Proteínicos en América Latina". Edición I. N. C. A. P. Guatemala, 1971.
2. Aykroyd, W. R. y J. Doughy. Las leguminosas en la nutrición humana. F. A. O., 1964.
3. Jaffé, W. G. and C. L. Vega Lette. Heat labile growth-inhibiting factor in beans (*Phaseolus vulgaris*). *J. Nutr.* 94: 203-209, 1968.

4. Liener, I. E. Toxic factors in edible legumes and their elimination. *Am. J. Clin. Nutr.* 11: 281-298, 1962.
5. De Muelenaere, H. J. H. Effect of heat treatment on the haemoagglutinating activity of legumes. *Nature* 201: 1029-1030, 1964.
6. Montgomery, R. D. Observations on the cyanide content and toxicity of tropical pulses. *West Indian Med. J.* 13: 1-11, 1964.
7. Carmody, H. Prusic acid in sweet cassava. *Lancet* 2: 736-737, 1900.
8. Clark, A. Report on effects of certain poison contained in food plants of West Africa upon health of native races. *J. Trop. Med.* 39: 269-295, 1936.
9. Viehoever, A. Edible and poisonous beans of the Lima type (*Phaseolus lunatus*). Comparative study including other similar beans. *Thai Sc. Bull.* 2: 1-99, 1940.
10. Jaffé, W. G. Estudio sobre la inhibición del crecimiento de ratas causada por algunas semillas de leguminosas. *Acta Cient. Venez.* 1: 62-64, 1950.
11. Workes, F. and S. C. Willimot. The determination of cyanide in seeds. *J. Pharm.* 3: 905-917, 1951.
12. Montgomery, R. D. Cyanogens. En: "Toxic constituent of Plant Foodstuffs". I. Liener (ed). New York, Academic Press, 1969.
13. Jacob, E. Contenido de ácido cianhídrico en porotos (*Phaseolus vulgaris*) crudos y precocidos de las variedades de mayor consumo en Chile *Nutr. Bromatol. Toxicol.* 6: 75-77, 1967.
14. Schmidt-Hebbel, H. "Química y Tecnología de los Alimentos". Santiago, Ed. Salesiana, 1966.
15. AOAC. *Official Methods of Analysis of the Association of Official Agricultural Chemist.* 9th. ed., Washington D. C., 1960.
16. Pak, N., R. Villalón, H. Araya, J. Araya, E. Colombara and M. A. Tagle. "Estudio químico, biológico y toxicológico del Tamarugo (*Prosopis tamarugo* Phil)". Summaria IX Congreso Internacional de Nutrición. México, Septiembre, 1972.
17. Ortiz, G. J. "Plantas y Forrajes Cianogenéticos de Chile". Ministerio de Agricultura. Dpto. de Extensión Agrícola, Santiago-Chile 1966.
18. Palma R. y C. Ciudad. "Contenido de ácido cianhídrico en diferentes variedades de frejoles (*Phaseolus vulgaris*)" *Agr. Tec.* 32: 122-127, 1972.