

Determinación del contenido de algunos antinutrientes (taninos y fitatos) presentes en la pira (*Amaranthus dubius*)

Aristizabal Rosse y Contreras Yanetti
Instituto Pedagógico de Caracas
aleluyara@gmail.com

Recibido: 07-07 -2013	Aceptado: 19-08-2013
-----------------------	----------------------

Resumen

La pira o *Amaranthus spp.* presenta características nutricionales interesantes incluyendo altas concentraciones de proteínas, minerales, ácidos grasos y aminoácidos; también muestra propiedades medicinales, hasta la fecha se han realizado escasas investigaciones sobre el contenido de antinutrientes en la pira. Lo cual es importante determinar porqué los antinutrientes como: los fitatos y los taninos son un factor de riesgo potencial, su presencia en los alimentos reduce el calcio, el hierro y la disponibilidad de proteínas. El objetivo de este trabajo fue determinar el contenido de algunos antinutrientes (fitatos y taninos) presentes en la pira (*Amaranthus dubius*). La población estuvo constituida por plantas de *Amaranthus dubius* de los jardines del edificio histórico del Instituto Pedagógico de Caracas. La determinación de taninos se realizó por espectrofotometría, haciendo uso del método propuesto por Price y Butler (1977) y, para la determinación de fitatos se realizó por valoración complexométrica, utilizando el método propuesto por Ruíz de Lope *et al.*, (1982). La concentración de taninos fue; (0,128% b.s; 0,143 mg), hoja (0,146% b.s., 0,160 mg), inflorescencia (0,064% b.s., 0,115 mg) y tallo (0,048 % b.s., 0,062 mg) y, la concentración de fitatos fue; en la planta (0,586% b.s., 10,56 mg/kg), hoja (0,119% b.s., 2,2 mg/kg), inflorescencia (1,218% b.s, 22,96 mg/kg) y en el tallo (0,049% b.s., 0,86 mg/kg). Al comparar estos resultados con la bibliografía se concluye que la concentración de antinutrientes en la pira analizada, estuvo por debajo de los niveles máximos establecidos.

Palabras clave: *Amarantus dubius*; antinutrientes; fitatos; taninos

Determination of the content of some antinutrients (tannins and phytates) present in the pyra (Amaranthus dubius)

Abstract

The pyre or Amaranthus spp. presents interesting nutritional characteristics including high concentrations of proteins, minerals, fatty acids and amino acids; also shows medicinal properties, to date there have been scant research on the content of antinutrients in the pyre. Which is important to determine because antinutrients such as phytates and tannins are a potential risk factor, their presence in food reduces calcium, iron and protein availability. The objective of this work was to determine the content of some antinutrients (phytates and tannins) present in the pyre (Amaranthus dubius). The population was constituted by plants of Amaranthus dubius of the gardens of the historical building of the Pedagogic Institute of Caracas. The determination of tannins was performed by spectrophotometry, using the method proposed by Price and Butler (1977) and, for the determination of phytates, was performed by complexometric evaluation, using the method proposed by Ruiz de Lope et al., (1982). The concentration of tannins was; (0.128% b.s; 0.143 mg), leaf (0.146% b.s., 0.160 mg), inflorescence (0.064% b.s., 0.115 mg) and stem (0.048% b.s., 0.062 mg) and, the phytates concentration was; in the plant (0.586% bs, 10.56 mg / kg), leaf (0.119% bs, 2.2 mg / kg), inflorescence (1.218% bs, 22.96 mg / kg) and in the stem (0.049% bs, 0.86 mg / kg). When comparing these results with the bibliography it is concluded that the concentration of antinutrients in the pyra analyzed, was below the maximum levels established.

Key words: Amaranthus dubius; antinutrients; phytates; tannins

Introducción

Amaranthus palabra griega, que quiere decir la que no se marchita, que es inmortal. Esta planta comenzó a cultivarse en América desde hace 5.000 a 7.000 años. Probablemente los primeros en utilizarlo como un cultivo altamente productivo fueron los mayas, de quienes otros pueblos de América, entre ellos los aztecas, los incas y los caribes aprendieron su cultivo y consumo (Alcaldía Metropolitana de Caracas, 2006). Esta planta que popularmente es llamada amaranto, pira o yerba caracas, pertenece al género *Amaranthus*, familia *Amaranthaceae* y subfamilia *Amaranthoidae*, que comprende alrededor de 70 especies, 40 de las cuales son nativas de América, en Venezuela están presentes 12 especies (Carmona, 2007).

El amaranto, de acuerdo a su utilización, pudiera contribuir a resolver el problema del hambre por su elevado contenido de vitaminas, aminoácidos, proteínas y minerales (Jacobsen et al, 2002), nutrientes importantes dentro de la dieta diaria normal. Sin embargo, algunas propiedades antinutricionales han sido asociadas a la presencia de ciertos metabolitos secundarios como por ejemplo los taninos y los fitatos. Por lo que se hace importante el rastreo de taninos y fitatos en la planta amaranto, ya que los consumos de éstas restan valor nutricional y provocan problemas en el buen funcionamiento del organismo (Kumar y DMello, 1995).

Wesche-Ebeling *et al.*, (1995), en la Universidad de las Américas- Puebla en el proyecto Contribution to the Botany and nutritional value of some wild *Amaranthus* Species (*Amaranthaceae*) of Nuevo León, México, cuyo objetivo principal fue, estudiar el potencial nutricional como hortaliza de cuatro especies silvestres de *Amaranthus* (*A. retroflexus* (AR), *A. viridis* (AV), *A. palmeri* y *A. blitoides* (AB). Pero también cuantificaron los factores antinutricionales (nitratos, oxalatos, glucósidos, cianogénicos, taninos y fitatos) en plantas que estaban en la etapa de prefloración. Solamente los nitratos se encontraron en niveles arriba de los considerados seguros (0,34- 2% base seca, b.s). El consumo de nitrato por encima de los niveles que se considera seguro (0- 3,7 mg/Kg peso corporal), puede causar la formación en el organismo de unas sustancias llamadas Nitrosaminas, las cuales son consideradas cancerígenas (Jakszyn, 2005).

Así mismo, la Investigación realizada por Teutónica y Knorr, (1985), reporta la presencia de antinutrientes en la pira, donde encontraron en el *Amaranthus tricolor* grandes cantidades de oxalatos de 0,2 a 11,4 % (b.s), lo cual puede limitar la disponibilidad de ciertos nutrientes. El oxalato puede interferir en la asimilación de calcio y también está implicado en la formación de cálculos renales (Flebes, 1998).

En este trabajo de investigación para la determinación de fitatos en *Amaranthus dubius* se utilizó la valoración complexométrica con Fe^{3+} propuesta por Ruíz de Lope *et al.*, citado por Febles (1998). Se basa en la precipitación del ácido fítico con notable exceso de disolución de Fe^{3+} en presencia de ácido sulfosalicílico y, finalmente valorada con EDTA. Para determinación cualitativa de taninos en las diferentes estructuras (tallo, hoja e inflorescencia) de la pira (*Amaranthus dubius*), se utilizó la técnica propuesta por Price and Butler (1978) y usando un método colorimétrico. La determinación cuantitativa de taninos en pira se realizó por espectrofotometría U-V, usando una técnica propuesta también por Price and Butler, pero en el año 1977.

Por lo tanto, este trabajo de investigación responde a la necesidad de determinar algunos antinutrientes que pueden estar presentes en la pira específicamente en la especie *Amaranthus dubius*, debido a que algunas investigaciones previas reportaron niveles por encima de los límites establecidos para el consumo humano, por cuanto a una concentración alta estas sustancias pueden interferir en la utilización y función de nutrientes esenciales para la vida. Además, es trabajo de investigación aporta datos

empíricos, que servirán de base informativa para la realización de otros proyectos, los cuales son importantes realizar debido a la escasez en Latinoamérica y específicamente en Venezuela de investigaciones sobre antinutrientes presentes en el género *Amaranthus*, que aporten la información necesaria para el adecuado consumo de pira en la dieta diaria. Por otro lado, esta investigación enaltece el conocimiento sobre la relevancia social y cultural de la pira, por su valor histórico y que es fundamental rescatar, para que el venezolano recuerde sus raíces indígenas y conozca la utilidad de esta planta que se siembran en diferentes estados de Venezuela.

Materiales y Métodos

La recolección de muestras para las determinaciones del contenido de taninos totales y el contenido de fitatos, se efectuó durante los meses de mayo y junio del año 2011. Para el muestreo se eligieron 6 plantas al azar de la misma especie *Amaranthus dubius*, localizadas en el edificio histórico del Instituto Pedagógico de Caracas, municipio Libertador, Distrito Capital, Venezuela. El material obtenido en el muestreo se separó en planta, hojas, tallos e inflorescencia, luego fue inmediatamente colocado en una estufa de aire reforzado a 60°C y deshidratado hasta obtenerse materia seca (MS) a peso constante. Cada muestra fue molida y almacenada en frascos de vidrio. Posteriormente, el material de cada parte de la planta (hoja, tallo e inflorescencia), se sometió a los diferentes análisis por triplicado.

Taninos

La extracción de los taninos fue realizada con metanol y centrifugación, el extracto acuoso se utilizó para los análisis. Para determinar cualitativamente la cantidad de taninos en la pira (*Amaranthus dubius*) en sus diferentes partes, se realizó un análisis calorimétrico propuesto por Price and Butler (1977). En cuanto al contenido cuantitativo se determinó utilizando el método espectrofotométrico ultravioleta-visible donde las muestras son leídas a 720 nm y su absorbancia referida a ácido tánico, técnica propuesta por Price and Butler (1977).

Fitatos

El fitato fue extraído con HCl- Na₂SO₄ a temperatura ambiente por 90 min. y agitando intermitentemente. Para la determinación de fitatos en *Amaranthus dubius* se utilizará la valoración complexométrica con Fe³⁺ propuesta por (Ruíz de Lope et al, citado por Febles 1998). Se basa en la precipitación del ácido fítico con notable exceso de disolución de Fe³⁺ en presencia de ácido sulfosalicílico, también en exceso con el propósito de impedir la adsorción por el precipitado de parte del Fe (III) gracias a la formación de un complejo suficientemente estable. Por otra parte, el ácido sulfosalicílico sirve de indicador del punto final en la valoración complexométrica del exceso de Fe³⁺ con EDTA.

Resultados y Discusión

Numerosos estudios han confirmado el efecto negativo de los taninos en las dietas para animales ya que estos forman complejos insolubles con las proteínas y otras macromoléculas, afectando negativamente la energía metabolizable y la disponibilidad de proteína. Este complejo tanino proteína es considerado responsable del bajo nivel de crecimiento, baja digestibilidad de proteína y disminución de aminoácidos aprovechados e incremento de nitrógeno excretado. Además, las enzimas digestivas como la amilasa, lipasa y tripsina son fuertemente inhibidas, afectando en esta forma la digestibilidad

de proteínas, grasas y almidones (La Torre y Calderón, 1998).

El resultado de la determinación cualitativa colorimétrica efectuada a las tres partes (hoja, tallo e inflorescencia) del *Amaranthus dubius* muestran que: la planta completa y las hojas presentaron un color verde oscuro durante la reacción, lo que significa que contienen medianamente taninos, en cambio la inflorescencia presento un color verde claro, lo que indica una baja cantidad de taninos, igualmente, el tallo presento un color verde más claro aún, lo que muestra que es en esta parte de la planta es donde menos se encuentran cantidades de taninos presentes. No se observó ningún color azul, por lo cual, el *Amaranthus dubius* en sus tres partes, según el análisis cualitativo no presenta grandes cantidades de taninos, según se aprecia en el Tabla 1.

Tabla 1. Resultados cualitativos de la presencia de taninos en las diferentes partes del *Amaranthus dubius* Mart. ex Thell

Variables	Partes de la planta		
Partes de la planta	Hoja	Inflorescencia	Tallo
Color observado	Verde oscuro	Verde claro	Verde muy claro
Resultado cualitativo	Contenido medio de taninos	Contenido bajo de taninos	Contenido muy bajo de taninos

El contenido de taninos totales en la planta completa y en diferentes partes del *Amaranthus dubius* fue: planta completa 0,143 mg, hoja 0,16 mg, inflorescencia 0,115 mg y en el tallo 0,06 mg (tabla 2), según estos valores es en la hoja donde hay mayor cantidad de tanino presentes, le sigue la inflorescencia y finalmente el tallo. Comparando los resultados cuantitativos con los cualitativos (tablas 1 y 2), los datos obtenidos en los dos casos son semejantes, confirmando la presencia de taninos. Igualmente, este resultado demuestra que en las diferentes partes del *Amaranthus dubius* no hay elevadas cantidades de taninos totales.

Tabla 2. Valores del contenido de taninos y fitato en la planta y en las diferentes partes de la pira especie *Amaranthus dubius*

Antinutrientes	Planta	Hoja	Inflorescencia	Tallo
Taninos % base seca	0,128	0,146	0,064	0,048
Taninos mg	0,143	0,160	0,115	0,062
Fitato % Base seca	0,586	0,119	1,218	0,049
Fitato mg/Kg	10,56	2,2	22,96	0,86

Los valores obtenidos en la determinación cuantitativa expresados como ácido tánico en la planta completa, y en diferentes partes del *Amaranthus dubius* fueron: planta completa 0,128% b.s., hoja 0,124% b.s., inflorescencia 0,064%, b.s, y en el tallo 0,048%, b, s, siendo estos valores inferiores al ser comparados con los contenidos de taninos presentes en el té verde, 25%., y la semilla de uva con 16% (INNATIA, 2002). Los resultados indican que es en la hoja donde hay mayor concentración de taninos, le sigue la inflorescencia finalmente el tallo. Los resultados son superiores al compararse con la espinaca valores inferiores al ser comparados con los contenidos de taninos presentes en el té verde, 25%., y la semilla de uva con 16% (INNATIA, 2002). Los resultados indican que es en la hoja donde hay mayor concentración de taninos, le sigue la inflorescencia finalmente el tallo. Los resultados son superiores al compararse con la espinaca que presenta 0% de taninos según lo reportado por Teutonico and Knorr (1985) y Gómez, Bertoni y Covas (1986). Y finalmente los resultados obtenidos en porcentaje de las diferentes partes de la planta son parecidos o cercanos a los valores reportados por Wesche-Ebeling *et al.*, (1995), en diferentes especies de *Amarantus*: *A. blitoides* 0,068 %; *A. palmeri* 0,039%; *A. viridis* 0,044 %; *A. retroflexus* 0,053% y *A. cruentus* 0,026%. (Tabla 4).

Tabla 3. Comparación de la concentración de taninos y fitatos presentes en la pira *Amaranthus dubius* Mart. ex Thell. con los niveles tóxicos reportados

Nivel Tóxico	Concentración en <i>A. dubius</i> (mg)
Taninos 100 mg diarios	0,143
Fitatos 400 a 2750 mg/Kg	10,56

Fuente: Información de toxicidad [Perelló (2004) y Taco (2011)]

Tabla 4. Comparación en la cantidad de Taninos (%), fitatos (%) y (g/100) en diferentes especies de *Amaranthus* y plantas

Especies	Taninos (%)base seca	Fitato (%)base seca	Fitato (g/100)
<i>A. blitoides</i>	0,068	0,25	
<i>A. palmeri</i>	0,039	0,36	
<i>A. viridis</i>	0,044	0,35	
<i>A. retroflexus</i>	0,053	0,36	
<i>A. cruentus</i>	0,026	0,50-0,62	
<i>A. dubius</i>	0,128	0,586	0,586
Espinaca	---	---	
Salvado de trigo			4,6
Alfalfa			0,8
Brocoli			0,16
Avena			0,9
Té verde	25		

Semilla de uva	16		
----------------	----	--	--

Fuente. [Wesche-Ebeling *et al.*, (1995), INNATIA (2002), Frontela (2007)]

La planta completa y las diferentes partes del *Amaranthus dubius* presentaron concentraciones bajas o medias de taninos (planta completa 0,143, hoja 0,16 mg, inflorescencia 0,115 mg y en el tallo 0,06 mg) (tabla 2 y 3), valores muy por debajo de permitido en vegetales por la reglamentación alimentaria, que es 100 mg diarios (Taco, 2011). Por lo tanto, la planta completa y las diferentes partes de la planta estudiada en este proyecto de investigación presentan bajos niveles de toxicidad por taninos.

El ácido fítico es el principal antinutriente presente en los cereales. Se encuentra presente en altas concentraciones en granos de cereales y en legumbres (1-2 %), y puede inhibir de forma significativa la absorción de minerales mediante la formación de complejos insolubles con minerales de interés nutricional, como el hierro, el calcio y el cinc (Hurrell *et al.*, 1992), impidiendo su absorción y alterándose de este modo la homeostasis mineral. Asociado a esto, pueden aparecer problemas en la salud tan importantes como alteraciones en el crecimiento de los niños, anemia, disfunciones reproductivas, cáncer, enfermedades cardíacas o alteraciones inmunológicas. Los seis grupos fosfato en la molécula e ácido fítico, le otorgan una elevada capacidad quelante de cationes divalentes. En cuanto a los valores de fitatos, se determinó como ácido fítico en la planta y las diferentes partes del *Amaranthus dubius*: planta completa 0,586% b.s, hoja 0,119% b. s, inflorescencia 1,218 % b.s y en el tallo 0,049 %b.s, (tabla 2), los resultados muestran que hay mayor concentración de fitatos en la inflorescencia, luego le sigue la hoja y finalmente el tallo. También, estos valores son inferiores al compararse con los contenidos de fitatos presentes en el salvado de trigo 4,6 g/100g, alfalfa 0,8g/100g, brócoli 0,16g/100g y avena 0,9 g/100g (Frontela, 2007). Estos resultados son superiores al comparar con la espinaca que presenta 0% de fitatos según lo reportado por Wesche- Ebeling *et al.*, (1995). Y finalmente los resultados obtenidos en porcentaje de la planta completa es muy parecido a la especie *A. cruentus* y muy cercanos a las demás especies reportados por Wesche- Ebeling *et al.*, (1995); *A. blitoides* 0,25%; *A. palmeri* 0,3%6; *A. viridis* 0,035%; *A. retroflexus* 0,036% y *A. cruentus* 0,050-0,63% (Tabla 4).

La concentración de fitato en el *Amaranthus dubius* en mg/kg fue 10,56 en la planta (Tabla 3), este resultado muestra niveles bajos de toxicidad al comparar con los niveles establecidos para los fitatos el cual es de DL50 para ratas y ratones el cual varía de 400 a 2700 mg/Kg (Perelló, 2004).

Los niveles bajos de los antinutrientes, taninos y fitatos, en la pira (*Amaranthus dubius*), podemos deducir que la utilización de esta planta para la alimentación no representa un peligro. Además, el alto contenido de nutrientes de esta planta puede ser aprovechado para el consumo humano y animal.

Conclusiones

De acuerdo a los resultados obtenidos el orden de concentración de mayor a menor de taninos de la especie *Amaranthus dubius* se encuentra de la siguiente forma: hoja, inflorescencia y tallo, respectivamente. En cuanto al contenido de fitato, la inflorescencia es la parte de la planta, que presenta mayor cantidad, le sigue la hoja, y finalmente el tallo.

Las concentraciones obtenidas de taninos y fitato en la especie *Amaranthus dubius*, están por encima de la concentración reportada para otras especies, y por debajo de otros alimentos ricos en este antinutriente.

Los valores de taninos y fitatos en la pira, presentan niveles bajos de toxicidad al ser comparados con los niveles reportados en la bibliografía. Por lo tanto, puede ser usada para el consumo humano y

animal, aprovechando así la alta cantidad de nutrientes que presenta esta planta.

Agradecimiento

Las autoras le agradecen a Wilmer Carmona del Museo de Ciencias de Caracas la identificación de las muestras botánicas; al Instituto Pedagógico de Caracas por las instalaciones, materiales y equipos utilizados en esta investigación.

Referencias Bibliográficas

Alcaldía Metropolitana de Caracas. (2006). Caracas una yerba, una ciudad. Ediciones divulgativas. Caracas, Venezuela.

Carmona, P. W. (2007). Las especies del género *Amaranthus* (Amaranthaceae) en Venezuela. Rev. Fac. Agron. 24 (1): 190-195.

Febles, A.C. (1998). Estudio del contenido de fitatos en derivados de cereales de consumo en Canarias. Tesis Doctoral. Universidad de la Laguna, España, [en línea]. <http://ftp://tesis.bbt.ull.es/ccppytec/cp15.pdf>

Frontela, C.S. (2007). Efecto de la adición de fitasa sobre la biodisponibilidad mineral in vitro en papilla infantiles. Tesis Doctoral. Universidad de Murcia, [en línea]. <http://digitum.um.es/xmlui/bitstream/10201/2113/1/FrontelaSaseta.pdf>

Gómez, R. G.; Bertoni, M. H.; Covas, G. (1986). Composición química general y contenido de oxalatos y nitratos totales y remanentes después de cocción del follaje en especies americanas de amarantos (*Amaranthus* spp). Anales de la Asociación Química Argentina. 74: 333-338

Hurrell, R.F.; Juillerat, M.A.; Reddy, M.B.; Lynch, S.R.; Dassenko, S.A.; Cook J.D. (1992). Soy protein phytate, and iron absorption in humans. Am. J. Clin. Nutr. 56:573-578.

INNATIA. (2002). Té verde propiedades y salud, [en línea]. <http://www.innatia.com/s/c-te-verde-propiedades/a-te-verde.html>

Jacobsen, S. K.; Itenov, K. Mújica, (2002). Amaranto como un cultivo nuevo en el Norte de Europa. Agronomía Trop. 52 (1): 109-119.

Jakszyn, P. (2005). Nitrosaminas y riesgo de cáncer gástrico. Tesis Doctoral. Universidad Pompeu Fabra, Cataluña, España, [en línea]. http://www.tesisenred.net/TESIS_UPF/AVAILABLE/TDX-0714109-125704/tpj.pdf.

Kumar, R.; D'Mello, J.P.F. (1995). Anti-nutritional factors in forage legumes. In: Tropical Legumes in Animal Nutrition CAB International. U.K. 95-133.

La Torre, R. S.; Calderon, A. C. (1998). Evaluación fisiológica y nutricional del Efecto de los taninos en los principales sorgos graníferos (*Sorghum bicolor* (L) Moench) cultivados en Colombia. Tesis. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, [en línea]. http://webdelprofesor.ula.ve/ciencias/chataing/Cursos/productos_naturales/taninos_2.pdf

Perelló, B. J. (2004). Fitato: estudio sobre su actividad biológica y los efectos sobre prevención de las calcificaciones patológicas. Tesis Doctoral. Univesitat de les Illes Balears, Palma de Mallorca, [en línea]. http://www.tdr.cesca.es/TEISIS_UIB/AVAILABLE/TDX-0707108-092544/tjpb.pdf

Price, M. L.; Butler, L. G. (1977). Rapid Visual Estimation and Spectrofotometric determination on tannin conten of sorghum grain. *Agric. Food Chem.* 25: 1268-1273.

Ruiz de Lope, C.; García-Villanova, R. (1982). Determinación de ácido fítico en harinas de cereales por complexometría indirecta con Fe (III). *Anal. Bromatol.* 9-12.

Taco, S.D. (2011). Fenoles naturales. Química de los alimentos. Universidad Central de Ecuador, [en línea]. <http://q-organicauce.wikispaces.com/file/view/Taninos%5B1%5D.pdf>

Teutonico, R. A.; Knorr, D. (1985). Amaranth: Composition, properties, and applications of a rediscovered food crop. *Food Technol.* 39: 49–60.

Wesche-Ebeling, P.; Maiti, R.; García, G.; González, D.; Sosa, F. (1995). Contribution to the Botany and nutritional value of some wild *Amaranthus* species (amaranthaceae) of Nuevo León, México. *Economic Botany.* 49(4): 423-430.