

Minerales, Ácido Fítico y γ -Oryzanol en harinas integrales y salvados de tres variedades de arroz (*Oryza Sativa L*) cultivadas en Venezuela

Carlos Aguilar-García¹; Patricio Hevia², Máryuri Núñez¹.

Resumen: El propósito de esta investigación fue determinar el contenido de algunos minerales, de ácido fólico y de γ -oryzanol en harinas integrales y salvados de tres cultivares (Cimarrón, Fonaiap 1 y Zeta 15) de arroz (*Oryza sativa L*) cosechados en Venezuela. Los minerales (Ca, Mg, Fe y Zn) fueron cuantificados por espectrofotometría de absorción atómica, mientras que el fósforo (P) y el ácido fólico fueron estimados a través de un método colorimétrico. El γ -oryzanol se cuantificó por HPLC. En general, el contenido de minerales fue mayor en la harina y en el salvado de la variedad Zeta 15. El contenido de P ($400,0 \pm 5,00$ mg/100 g) y Mg ($60,0 \pm 0,00$ mg/100 g) fue menor en la harina de la variedad Cimarrón, mientras que en los salvados de las distintas variedades se observaron valores significativamente altos de P ($1860 \pm 2,00 - 2185 \pm 0,58$ mg/100 g) y Ca ($66,7 \pm 1,15 - 73,3 \pm 1,53$ mg/100 g). Las tres variedades evaluadas representan importantes fuentes de ácido fólico y γ -oryzanol; sin embargo, la variedad Cimarrón fue la que exhibió las menores concentraciones de estos compuestos bioactivos. Basado en los resultados obtenidos, las harinas integrales y los salvados representan una fuente importante de minerales, de ácido fólico y de γ -oryzanol. La concentración de todos los microcomponentes es significativamente superior en los salvados con respecto a las harinas, lo que los convierte en una atractiva alternativa para la obtención de compuestos con actividad biológica de interés para la salud humana. *An Venez Nutr 2014; 27(2): 252-257.*

Palabras clave: Variedades de arroz, harinas integrales, salvados, minerales, ácido fólico, γ -oryzanol, antioxidantes, fitoquímicos.

Minerals, Phytic Acid and γ -Oryzanol in whole-grain flour and bran in three cultivars of rice (*Oryza Sativa L*) in Venezuela

Abstract: The objective of this study was to determine the content of some minerals, phytic acid and γ -oryzanol in whole-grain flour and bran in three cultivars (Cimarrón, Fonaiap 1 y Zeta 15) of rice (*Oryza sativa L*) in Venezuela. The minerals were (Ca, Mg, Fe y Zn) quantified by Atomic Absorption Spectrophotometry while that the phosphorus (P) and phytic acid were determined using a colorimetric method. The γ -oryzanol was quantified by HPLC. In general, the mineral contents were higher in flour than bran in the cultivar Zeta 15. The P ($400,0 \pm 5,00$ mg/100 g) and Mg ($60,0 \pm 0,00$ mg/100 g) contents were lower in flour of the cultivar Cimarrón, while that were observed higher values of P ($1860 \pm 2,00 - 2185 \pm 0,58$ mg/100 g) and Ca ($66,7 \pm 1,15 - 73,3 \pm 1,53$ mg/100 g) in the bran of different cultivars. The three cultivars evaluated are an important source of phytic acid and γ -oryzanol; however, the Cimarrón cultivar exhibited the lowest concentrations of these bioactive compounds. Based on these results, whole-grain flours and brans may offer a good source of minerals, phytic acid and γ -oryzanol. The concentrations of all micro compounds evaluated were higher in the brans than the flours, this become the bran an attractive alternative to obtain compounds with biological activity of interest for human health. *An Venez Nutr 2014; 27(2): 252-257.*

Key words: Rice cultivars, whole-grain flours, brans, minerals, phytic acid, γ -oryzanol, antioxidants, phytochemicals.

Introducción

Los seres humanos obtienen la mayoría de los alimentos a partir de las gramíneas a nivel mundial. Los cereales, miembros de las gramíneas, se cultivan en grandes cantidades y proporcionar más energía que cualquier otro tipo de cultivo; por tanto, son considerados

alimentos básicos, y consumidos como granos integrales, representan una rica fuente de vitaminas, minerales, carbohidratos, grasas, aceites y proteínas (1).

Los cereales integrales (granos con salvado, germen y endospermo) han recibido considerable atención en las últimas décadas debido a que presentan una mezcla única de componentes bioactivos como fitoquímicos y antioxidantes (2). El consumo regular de granos integrales está asociado con la disminución del riesgo de enfermedades cardiovasculares, diabetes, cáncer de colon y obesidad. Estos alimentos, especialmente la fibra dietética, llaman la atención debido a muchos de

¹ Universidad de Oriente, Núcleo de Nueva Esparta, Departamento de Tecnología de Alimentos. ² Universidad Simón Bolívar, Laboratorio de Nutrición..

Solicitar correspondencia a: Carlos Aguilar-García (careni.carlos@gmail.com)

sus beneficios potenciales para la salud debido a que disminuyen el peso, el índice de masa corporal y la circunferencia de la cintura atribuidos a la pérdida de grasa corporal. Los cereales integrales y su fibra dietética en particular, incrementan la saciedad, prolongan el tiempo de vaciamiento gástrico y disminuye la absorción de nutrientes (3).

El Instituto Nacional de Nutrición (INN) realizó un estudio nacional en el bienio 2008-2010 sobre la prevalencia de sobrepeso y obesidad y sus factores exógenos en la población venezolana entre 7 y 40 años, observándose que el patrón alimentario de los sujetos evaluados con sobrepeso y obesidad se caracterizó por una mayor participación de alimentos fuente de calorías, tales como harina de maíz, azúcar, arroz, aceite, pan blanco, pastas y preparaciones como empanadas, arepas fritas y pasteles (4).

El Sistema de Vigilancia Alimentaria y Nutricional del Instituto Nacional de Nutrición (SISVAN – INN) venezolano reportó a partir del año 2000 una tendencia al incremento en la prevalencia de sobrepeso en niños y niñas de 7 a 14 años que asisten a consultas en organismos de salud. En este marco, el SISVAN-INN estimó que a nivel nacional un 38,06% de los individuos entre los 7-40 años de edad presentan malnutrición por exceso, del cual 21,31% corresponde a sobrepeso y 16,76% a obesidad (5). La Organización Mundial de la Salud (OMS) reconoció que la prevalencia creciente de la obesidad infantil, se asocia fundamentalmente a dietas no saludables y a la escasa actividad física (6).

Muchos consumidores no están enterados de los beneficios para la salud de los cereales integrales o las recomendaciones relacionadas a incrementar su consumo (7). El arroz integral tiene un mayor contenido de minerales que el arroz pulido; sin embargo, debido al alto contenido de fibra dietética y ácido fólico, la absorción de minerales puede ser suprimida.

El propósito de esta investigación fue determinar el contenido de algunos minerales, la concentración de ácido fólico y de γ -oryzanol, tanto en las harinas integrales como en los salvados de los cultivares de arroz Cimarrón, Fonaiap 1 y Zeta 15 de alta producción en Venezuela.

Metodología

Materia Prima.

Las variedades de arroz Cimarrón, Zeta 15 y FONAIAP, cultivadas en el segundo trimestre de 2006, fueron suministradas por La Asociación Venezolana de

Productores de Arroz, (Asoportuguesa, Acarigua, estado Portuguesa, Venezuela) en forma de arroz paddy (arroz en cáscara). El arroz fue descascarado usando un equipo RIMAC MTH 35-A (Rice Machinery Supply Corp., Hialeah Gardens, FL) para obtener arroz cargo (libre de cáscara y sin pulir). El arroz cargo fue molido en un equipo Fitz Mill Model D (Flitzpatrick Co., Chicago, IL) para producir la harina de arroz integral, la cual fue tamizada (60 mesh) y calentada en una estufa con calor seco a 100°C por 30 min para inactivar lipasas endógenas (8). El salvado de arroz se obtuvo puliendo el arroz cargo durante 90 seg en una perladora Grainman modelo 60-115-60-2AT (Douglas International Corp, Coral Gables, FL), posteriormente se tamizaron e inactivaron lipasas como se describió en el caso de las harinas integrales.

Determinación de minerales.

Las muestras estabilizadas de las harinas integrales y salvados de las variedades de arroz, fueron analizadas por espectrofotometría de absorción atómica para la cuantificación de Ca, Mg, Fe y Zn, siguiendo la metodología descrita en la AOAC (9), y el fósforo se cuantificó por colorimetría (10). Las determinaciones se realizaron por triplicado.

Determinación de ácido fólico.

Se colocaron en Erlenmeyer 2 g, por triplicado, de harina integral y salvado de las variedades de arroz con 100 ml de una mezcla de HCl 1,25 % + H₂SO₄ 10 %, se agitaron por 2 h y el contenido se filtró a vacío, empleando papel Whatman 4, y posteriormente se siguió la metodología descrita por Early y Turk (11) y modificada por Thompson y Erdman (12).

Determinación de γ -oryzanol.

Para la extracción del γ -oryzanol se pesaron, por triplicado, 100 mg de las muestras liofilizadas (harinas integrales y salvados) en tubos de ensayos con roscas, se agregaron 6 ml de metanol y se agitaron en vortex por 3 min. Posteriormente, los tubos se centrifugaron por 10 min a 825 g, se recolectó el sobrenadante y los pellets resultantes se resuspendieron con 2 ml de metanol para luego realizar nuevamente el procedimiento descrito. Los extractos se filtraron con membrana de 0,45 μ m y se llevaron a evaporación parcial en una centrifuga refrigerada hasta obtener aproximadamente 4 ml en cada tubo, el contenido de cada uno se transfirió cuantitativamente a balones aforados de 5 ml, llevando a volumen con metanol. Los extractos fueron almacenados a -80 °C hasta su análisis (13). El γ -oryzanol fue analizado por HPLC usando un equipo Hewlett (Avondale, PA) serie 1050, equipado con

detectores de fluorescencia y absorbancia y una columna de 250 x 4,6 mm Synergi Hydro-RP a 25° C. La detección se realizó por fluorescencia (285 nm de excitación y 325 de emisión) seguida de absorbancia (330 nm). La fase móvil isocrática fue CH₃OH/CH₃CN (15:85 v/v) a un flujo de 2 ml x min. El equipo fue calibrado usando estándares de γ -oryzanol.

Análisis estadístico.

Se aplicó un ANOVA, donde las variables independientes fueron las variedades de arroz y las dependientes las concentraciones de minerales, de ácido fólico y de γ -oryzanol. Para realizar los análisis se empleó el paquete estadístico Statgraphics Centurión versión 16 y para los casos en los que se encontró diferencias significativas ($p < 0,05$) se aplicó la prueba a posteriori de Tukey.

Resultados

Concentración de minerales, ácido fólico y γ -oryzanol en harinas integrales y salvados de arroz. En el Cuadro 1 se observan los contenidos de minerales (Ca, P, Mg, Fe y Zn) en harinas integrales y salvados de arroz de las variedades: Cimarrón, Fonaiaip 1 y Zeta 15. De manera general, se aprecia que el P es el elemento predominante, tanto en las harinas como en los salvados, seguido del Mg y Ca; mientras que las menores concentraciones correspondieron al Fe y el Zn. En los salvados, el P supera entre 4 y 5 veces el contenido de este mineral en las respectivas harinas integrales.

De las tres variedades de arroz, la que mostró menores concentraciones de P, Mg y Fe en las harinas integrales fue la variedad Cimarrón, con concentraciones de 400, 60 y 1,4 mg/ 100 g de muestra, respectivamente, determinándose diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) con respecto a Fonaiaip 1 y

Zeta 15 (Cuadro 1). En cuanto al Ca, se observa menor concentración de este elemento en Fonaiaip 1, siendo estadísticamente diferente ($p < 0,05$) con respecto a las otras dos variedades.

En relación a los salvados, en la variedad Fonaiaip 1 se encontraron menores niveles de P y Ca ($p < 0,05$) con relación a Cimarrón y Zeta 15. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$) en el contenido de Mg en ninguna de las tres variedades de arroz (Cuadro 1). La concentración de Fe en las variedades de arroz Cimarrón y Fonaiaip 1 no mostraron diferencias estadísticamente significativas ($p > 0,05$) entre sí, pero estas dos fueron diferentes a Zeta 15. En cuanto al Zn, éste fue estadísticamente diferente ($p < 0,05$) en las tres variedades estudiadas, observándose las menores concentraciones en la variedad Fonaiaip 1.

En el Cuadro 2 se presentan los contenidos de ácido fólico y γ -oryzanol en las harinas integrales y en los salvados de arroz. Se observó diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) en el contenido de ácido fólico en las tres harinas integrales de arroz, siendo la variedad Cimarrón la que mostró la menor concentración del compuesto, tanto en las harinas como en los salvados.

Con relación al contenido de γ -oryzanol, se encontraron diferencias significativas ($p < 0,05$) entre las variedades Cimarrón y Fonaiaip 1 con respecto a Zeta 15, correspondiéndole a esta última la mayor concentración del compuesto; mientras que para las fracciones de salvados, se observaron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre las tres variedades analizadas, siendo las variedades Cimarrón y Zeta 15 las de menor y mayor concentración de γ -oryzanol, respectivamente.

En el Cuadro 1 y 2 se observa que los salvados de todas

Cuadro 1. Concentración de minerales en muestras de harinas de arroz integral y en sus salvados.

Muestras	Minerales (mg/100 g) *				
	Ca	P	Mg	Fe	Zn
H. Cimarrón	43,0 \pm 5,77 ^d	400,0 \pm 5,00 ^d	60,0 \pm 0,00 ^d	1,4 \pm 0,12 ^d	1,9 \pm 0,06 ^d
H. Fonaiaip 1	33,0 \pm 5,77 ^e	460,0 \pm 5,00 ^c	73,3 \pm 0,15 ^c	1,8 \pm 0,35 ^{dc}	1,9 \pm 0,31 ^d
H. Zeta 15	40,0 \pm 5,00 ^{ed}	473,0 \pm 5,77 ^c	77,6 \pm 5,77 ^b	2,0 \pm 0,30 ^c	2,3 \pm 0,06 ^d
S. Cimarrón	70,0 \pm 0,00 ^b	2117,0 \pm 1,30 ^a	197,0 \pm 5,77 ^a	9,0 \pm 0,32 ^b	6,1 \pm 0,06 ^a
S. Fonaiaip 1	66,7 \pm 1,15 ^c	1860,0 \pm 2,00 ^b	193,0 \pm 5,77 ^a	9,0 \pm 0,23 ^b	4,9 \pm 0,06 ^c
S. Zeta 15	73,3 \pm 1,53 ^a	2185,0 \pm 0,58 ^a	190,0 \pm 0,00 ^a	10,0 \pm 0,50 ^a	5,5 \pm 0,10 ^b

*Medias y desviaciones estándares de tres réplicas. H = harina, S = salvado.

Letras diferentes en sentido vertical indican diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$).

Cuadro 2. Contenido de ácido fólico y γ -oryzanol en harinas de arroz integral y salvados.

Muestras	Ácido fólico (mg /100 g)*	γ -oryzanol (mg /g)*
Harina Cimarrón	0,35 \pm 0,00 ^f	0,34 \pm 0,01 ^e
Harina Fonaiap 1	0,74 \pm 0,01 ^d	0,29 \pm 0,01 ^e
Harina Zeta 15	0,63 \pm 0,01 ^e	0,39 \pm 0,03 ^d
Salvado Cimarrón	4,13 \pm 0,02 ^c	1,56 \pm 0,07 ^c
Salvado Fonaiap 1	6,25 \pm 0,04 ^b	2,12 \pm 0,04 ^b
Salvado Zeta 15	6,93 \pm 0,02 ^a	2,72 \pm 0,08 ^a

*Medias y desviaciones estándares de tres réplicas. Letras diferentes en sentido vertical indican diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$).

las variedades de arroz presentaron las mayores ($p < 0,05$) concentraciones de minerales, ácido fólico y γ -oryzanol en comparación con las harinas integrales. Los salvados superan de 2 a 6 veces las concentraciones de minerales presentes en las harinas integrales, mientras que la concentración de ácido fólico supera de 9 a 12 veces la encontrada en las harinas, y con respecto a γ -oryzanol, los salvados contienen de 5 a 7 veces las concentraciones de este compuesto hallado en las harinas.

Discusión

Los resultados demostraron que el P se encuentra en una alta concentración tanto en las harinas integrales como en los salvados de arroz, seguido de los elementos Mg y Ca. Similar tendencia fue encontrada por Oko y Ugwu (14) al evaluar el contenido de cinco variedades de arroz; estos autores señalaron que el elemento de mayor concentración fue el P (520-540 mg/100 g). Muhammad et al (15) indican que la alta concentración de este mineral se debe a la presencia de ácido fólico en los cereales integrales, principal fuente de reserva de este mineral en los tejidos vegetales.

Con respecto a la variación en la concentración de P en las variedades de arroz, no se encontró una tendencia clara en su distribución de este mineral, ya que en las harinas la variedad que mostró menor concentración de P fue la Cimarrón pero no sucedió así en el salvado de la misma, correspondiéndole al salvado de la variedad Fonaiap 1 la menor concentración del elemento. Con relación a los otros minerales (Ca, Mg, Fe y Zn), tampoco se observó una clara tendencia en la distribución de estos elementos en las harinas integrales y en los salvados obtenidos de cada una de las variedades en estudio. Una posible explicación para dar respuesta a estos hallazgos podría ser que los distintos elementos analizados se encuentren

distribuidos de manera diferentes entre el germen, el endospermo y las capas que conforman el salvado en cada una de las variedades de arroz estudiadas, y por la acción del pulido de los granos, las fracciones de germen y de endospermo hayan diluido o puedan incrementar la concentración de los respectivos minerales en los salvados.

En un estudio realizado para determinar la distribución de minerales en granos de arroz, se observó que la fracción de aleurona-pericarpio es relativamente rica en P, K, Mg, Zn, Fe y Mn, mientras que la aleurona y el germen contienen grandes cantidades K, Mg y P pero pobres en Ca; por otra parte, los principales minerales del endospermo fueron el P y K (16).

Además, en las tres variedades estudiadas, la concentración de minerales fue más alta en los salvados. Así, las concentraciones de Ca, Mg y Zn en los salvados estuvieron alrededor del doble del encontrado en las harinas integrales, mientras que en el caso del Fe y el Zn, la diferencia estuvo en el orden de 5 veces. Martínez et al (17) indican que las diferencias en concentraciones de minerales en el arroz pueden ser atribuidas a las diferencias varietales, empleo de fertilizantes, tipo de suelo, época del año y calidad del agua. Es primordial demostrar a la comunidad científica y consumidores que el incremento de Fe y Zn tiene un impacto positivo en el mejoramiento de la calidad de vida de los sectores más afectados por la deficiencia de estos elementos.

En Venezuela, se ha reportado deficiencias de Fe en niños y adolescentes lo cual puede deberse a una dieta básica pobre en este elemento o a la presencia de inhibidores de la absorción de este mineral en dicha dieta (18).

Referente al contenido de ácido fólico, se observa una distribución más homogénea con respecto a las concentraciones de minerales determinadas en las

harinas integrales y en los salvados de arroz en estudio. La variedad Cimarrón tuvo las menores concentraciones de este compuesto en la harina y se mantuvo este comportamiento también en el salvado, mientras que la Zeta 15 mostró la mayor concentración tanto en la harina integral como en el salvado.

El contenido de ácido fítico podría disminuir en el humano la biodisponibilidad de los minerales debido a la incapacidad de las especies monogástricas de hidrolizar esta molécula (19). Con relación a la acción antinutricional del ácido fítico, se ha reportado la acción quelante de este compuesto sobre metales divalentes como el Ca, Mg, Fe, Zn, Mn (20, 21); no obstante, algunos métodos de procesamiento como por ejemplo: la cocción en solución ácida, el remojo y germinación de los granos (22) o el tratamiento con fitasas (20, 21) podrían disminuir los niveles de ácido fítico y paralelamente incrementar la disponibilidad biológica de los minerales.

A pesar de los efectos anti nutricionales del ácido fítico hay que considerar que este compuesto bioactivo presente en el arroz ha mostrado poseer beneficios significativos para la salud, disminuye los niveles de glucosa en sangre en animales experimentales (23), además muestra efectos quimioprotectores contra el cáncer colorrectal en humanos (24), de igual forma, disminuye los niveles de insulina, colesterol y triacilglicéridos (2).

De acuerdo con los resultados obtenidos de la concentración de γ -oryzanol, se encontró variación en las distintas variedades de arroz; a este respecto, se destaca el cultivar Zeta 15 con la mayor concentración de γ -oryzanol, principalmente en el salvado, en contraposición con la variedad Cimarrón. Asimismo, se observó que la concentración de ácido fítico y oryzanol fue aproximadamente de 6 a 10 veces más alta en el salvado que en las harinas integrales respectivamente. Cabe resaltar que, según Abbas et al (25), en el proceso de pulitura del arroz no solamente se pierden importantes componentes nutricionales (vitaminas, minerales y fibras) presentes en la capa de aleurona y en el embrión de grano sino también compuestos bioactivos como el ácido fítico y oryzanol, reduciendo de esta manera el valor nutricional del cereal.

En conclusión, las harinas integrales de arroz y los salvados analizados en esta investigación mostraron ser una buena fuente de minerales, así como también de compuestos bioactivos, tales como el ácido fítico y el γ -oryzanol; en general, la variedad Cimarrón podría ser las menos atractiva desde el punto nutricional por

presentar las menores concentraciones de compuestos bioactivos (ácido fítico y γ -oryzanol), P, Mg, pero presenta la ventaja de contener menor concentración de ácido fítico lo que podría incrementar la biodisponibilidad de minerales lo cual debería corroborarse mediante estudios in vitro o in vivo. Los salvados de las tres variedades de arroz exhibieron las mayores concentraciones de todos los compuestos analizados, lo cual convierte a este sub-producto derivado del perlado del arroz en una atractiva alternativa para la obtención de compuestos de interés para la salud humana.

Referencias

1. Sarwar MH, Sarwar MF, Sarwar M, Qadri NA, Moghal S. The importance of cereals (Poaceae: Gramineae) nutrition in human health: A review. *J Cereals Oilseeds* 2013; 4(3): 32-5.
2. Gani A, Wani SM, Masoodi FA, Hameed G. Whole-grain cereal bioactive compounds and their health benefits: A review. *J Food Process Technol* 2012; (3):1-10.
3. Mikušová L, Šturdík E, Holubková A. Whole grain cereal food in prevention of obesity *Acta Chim Slov* 2011; 4(1):95-114.
4. INN. Sobre peso y obesidad en Venezuela (Prevalencia y factores condicionantes). Colección Lecciones Institucionales. Fondo Editorial Gente de Maíz. Primera edición. Revisado el 17 de febrero de 2015. Disponible en: <http://www.inn.gob.ve/pdf/libros/sobrepeso.pdf>
5. Martha Di Gianfilippo M, Calvo MJ, Chávez M, Chacín Y, Añez R, Rojas J, et al. Prevalencia de sobrepeso y obesidad en escolares de la parroquia Coquivacoa del municipio Maracaibo – Venezuela. *Rev Latinoam Hipertensión* 2013; 8(3): 68-76.
6. OMS. Obesidad y sobrepeso. Revisado el 15 de febrero de 2015. Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/es/>
7. Slavin J. Los cereales integrales y la salud. Revisado el 30 de enero de 2015. Disponible en: http://www.nutricion.sochipe.cl/subidos/catalogo3/cereales_integrales_y_salud.pdf
8. Juliano B, Bechtel D. The rice grain and its gross composition. En: Juliano B. editor. *Rice: Chemistry and Technology*. 2nd ed. Minnesota: American Association of Cereal Chemists. Inc. St. Paul. 1985. p. 17 – 57.
9. AOAC. Official Methods of Analysis. Association of Agricultural Chemists. 17 ed, Washington D.C. USA. 2000.
10. Fiske C, Subbarow Y. The colorimetric determination of phosphorus. *J Biol Chem* 1925; 66:375-400.
11. Early E, Turk E. Time and rate synthesis of phytic corn grains during reproductive period. *J Anim Sci Agron* 1944; 36:803-8.

12. Thompson D, Erdman J. Phytic acid determination in soy-beans. *J Food Sci* 1982; 47:513-16.
13. Chen M, Bergman C. A rapid procedure for analysing rice bran tocopherol, tocotrienol and γ -oryzanol contents. *J Food Compos Anal* 2005; 18:319-331.
14. Oko AO, Ugwu SI. The proximate and mineral compositions of five major rice varieties in Abakaliki, South-Eastern Nigeria. *Int J Plant Physiol Biochem* 2011; 3(2):25-7.
15. Muhammad A, Malik S, Muhammad Z, Ishtiaq Q. Phytic acid: How far have we come? *Afr J Biotechnol* 2010; 9:1551-4.
16. Dikeman E, Bechtel D, Pomeranz Y. Distribution of elements in the rice determined by X-ray analysis and atomic absorption spectroscopy. *Cereal Chem* 1981; 58(2):148-52.
17. Martínez CP, Borrero J, Tohme J. Variedades de arroz con mayor valor nutricional para combatir la desnutrición en América Latina. Conferencia presentada en el Segundo Congreso Arrocerero CONARROZ. Junio 29-30. 2006. San José, Costa Rica.
18. Papale J, Mendoza N, Dellan G, Torres M, Rodríguez D, Berné Y. Prevalencia de anemia ferropénica, deficiencia de hierro y helmintiasis en niños de la región suroeste del estado Lara. *Boletín Médico de Postgrado* 2011; XXVII(3): 4 Julio – Diciembre.
19. Caipang C.M, Dechavez RB, Amar MJ. Potential application of microbial phytase in aquaculture. *ELBA Bioflux* 2011; 3(1):55-66.
20. Ekholm P, Virkki L, Ylinen M, Johansson L. The effect of phytic acid and some natural chelating agents on the solubility of mineral elements in oat bran. *Food Chem* 2003; 80:165-70.
21. Afinah S, Yazid AM, Anis Shobirin MH, Shuhaimi M. Phytase: application in food industry. *Int Food Res J* 2010; 17:13-21.
22. Poiana M, Alexa E, Bragea M. Studies concerning the phosphorous bioavailability improvement of some cereals used in nourishment. *J Rom Biotechnol Lett* 2009; 14(3):4467-73.
23. Dilworth LL, Omoruyi FO, Morrison EY, Asemota HN. The effect of phytic acid on the levels of blood glucose and some enzymes of carbohydrate and lipid metabolism. *W Indian Med J* 2005; 54(2):102-6.
24. Nurul-Husnal S, Norhaizan M, Hairuszah I, Abdah MD, Norazalina S, Norsharina I. Rice bran phytic acid (IP6) induces growth inhibition, cell cycle arrest and apoptosis on human colorectal adenocarcinoma cells. *J Med Plant Res* 2010; 4(1):2283-9.
25. Abbas A, Murtaza S, Aslam F, Khawar A. Effect of Processing on Nutritional Value of Rice (*Oryza sativa*). *World J Medical Sci* 2011; 6(2):68-73.

Recibido: 7-11-2013
Aceptado 20-12-2014