

**DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HIERRO, FÓSFORO, CALCIO
Y ALGUNOS FACTORES ANTINUTRICIONALES EN HARINA DEL
RIZOMA DE GUAPO (*Maranta arundinacea*)****DETERMINATION OF THE CONTENT OF IRON, PHOSPHORUS, CALCIUM AND
SOME ANTINUTRITIONAL FACTORS IN GUAPO (*Maranta arundinacea*)
RHIZOME FLOUR**

ANA MARINA DORTA VILLEGAS, ANA TERESA CIARFELLA PÉREZ

*Universidad de Oriente, Núcleo de Anzoátegui, Unidad de Estudios Básicos, Departamento de Ciencias,
Barcelona, Venezuela. E-mail: anmadovi@hotmail.com***RESUMEN**

Para diversificar el aprovechamiento del Guapo (*Maranta arundinacea*), como propuesta para la elaboración de harinas compuestas, se estudió la harina del rizoma. Esta posee buen sabor, contiene almidones de alta digestibilidad y posee características funcionales comparables a las harinas convencionales. Debido a la novedad de su estudio, se consideró analizar el contenido de Ca, Fe, P, ácido fítico, taninos e inhibidores de tripsina en la harina para identificar cualidades nutricionales y antinutricionales. Para cumplir los objetivos, se extrajo la harina del rizoma y los parámetros estudiados se compararon con los de la harina de trigo. Se analizó el contenido de hierro y calcio por absorción atómica, fósforo, fitatos y taninos por colorimetría y los inhibidores de tripsina por digestión enzimática. Las muestras de harina de guapo presentaron menor contenido de hierro y fósforo (72,02; 533,67 mg/kg, respectivamente) y mayor contenido de calcio (0,43 mg/kg), duplicando el valor del metal detectado en el producto de trigo (0,28 mg/kg). Los inhibidores de tripsina en la harina del rizoma presentaron mayor actividad inhibidora (27,63 TIA mg/g) que en la harina de trigo (3,42 TIA mg/g), no así para fitatos (0,0110 y 0,045% en la harina experimental y trigo, respectivamente). La harina de guapo presenta elevada actividad antitripsina, que podría disminuir si es procesada térmicamente. No se detectó presencia de taninos en las muestras. En general, el producto se considera conveniente para la preparación de harinas compuestas, sin dificultades para su extracción, procesamiento, almacenamiento y comercialización con la ayuda de agentes fortificantes y que la enriquezcan.

PALABRAS CLAVE: Minerales, inhibidores de tripsina, ácido fítico.**ABSTRACT**

In order to diversify the use of arrowroot (*Maranta arundinacea*), as a proposal for the development of composite flours, the flour from its rhizome was studied. It has a good flavor, contains highly digestible starches and has comparable performance characteristics to conventional flours. Due of the novelty of its study, it was considered to analyze the content of Ca, Fe, P, phytic acid, tannins and trypsin inhibitors in the flour to identify nutritional and anti-nutritional properties. To meet the objectives, flour was extracted from the rhizome and the parameters studied were compared with wheat flour. Iron and calcium contents were analyzed by atomic absorption spectrophotometry; phosphorus, phytate and tannins by colorimetry and trypsin inhibitors by enzymatic digestion. The arrowroot flour samples had lower content of iron and phosphorus (72.02, 533.67 mg/kg, respectively) and higher calcium content (0.43 mg/kg), doubling the value of this metal detected in the wheat product (0.28 mg/kg). Trypsin inhibitors in the rhizome flour had higher inhibitory activity (27.63 TIA mg/g) than wheat flour (3.42 TIA mg/g), but not for phytate (0.0110 and 0.045% in the rhizome and wheat flour, respectively). Arrowroot flour has high antitrypsin activity, which could be decreased if it is thermally processed. No presence of tannins in the samples was detected. Overall, the product is considered suitable for the preparation of composite flours, seamlessly for extraction, processing, storage and marketing with the help of fortifying and enriching agents.

KEY WORDS: Minerals, trypsin inhibitors, phytic acid.**INTRODUCCIÓN**

En el continente americano existe abundante variedad de recursos naturales autóctonos, algunos de antiguo origen, que por siglos han sido base de la alimentación de poblaciones nativas que podría ser aprovechada para la producción de harinas de aplicación como harinas compuestas. La FAO desarrolla intensos esfuerzos para utilizar estos productos en países donde la falta de alimentos aqueja a gran parte de la población y la incorporación de estas especies de alimentos

no-tradicionales suelen ocasionar problemas de aceptabilidad, para lo cual es necesaria la difusión de su calidad como nutriente (Arellano *et al.* 2004).

La planta *Maranta arundinacea* L. (Marantaceae), también conocida como “guapo” entre otros nombres, es una especie herbácea originaria de la cuenca del río Orinoco cuyo hábitat se ubica en las selvas tropicales húmedas. Sus rizomas (Fig. 1) rinden alto contenido de carbohidrato y se emplea como primer alimento en niños, personas de edad avanzada o con trastornos intestinales,

debido a su alta digestibilidad; además, de ser una potencial solución en alimentación para regímenes especiales como por ejemplo en los trastornos celíacos (AUSA 2001, Ferrari *et al.* 2004, Madhava *et al.* 2012). Por estos motivos, su cultivo podría constituirse como materia prima para la elaboración de productos que tradicionalmente son fabricados con otras harinas como trigo y otros cereales (Madhava *et al.* 2012).

Cuando se considera el empleo de harinas compuestas, un parámetro a tomar en cuenta son las sustancias antinutritivas naturales, las cuales, se encuentran ampliamente distribuidas en alimentos de consumo habitual, particularmente en los de origen vegetal. Su presencia no implica necesariamente un problema de toxicidad aguda, sin embargo, interfieren en la utilización y función de nutrientes esenciales; se podrían considerar sustancias tóxicas naturales y es necesario saber en qué alimentos pueden encontrarse y cuál es su mecanismo de acción para poder predecir y prevenir sus efectos (Bonafire *et al.* 2006). Como ejemplo de algunos de estos compuestos biológicamente activos de las leguminosas y tubérculos se pueden citar los de naturaleza proteica (inhibidores de proteasas, inhibidores de amilasas, entre otros) y los de naturaleza no proteica (glicósidos, aminoácidos libres, alcaloides, fitatos, fitoestrógenos, saponinas, taninos, entre otros) (Bonafire *et al.* 2006).

Los inhibidores de tripsina, son sustancias que interfieren con la actividad de sistemas enzimáticos del aparato digestivo. Inhiben específica o inespecíficamente enzimas necesarias para la asimilación de nutrientes, se traduce *in vivo* en un déficit en la digestión de proteínas y de carbohidratos (Martínez y Rincón 1997). El ácido fítico y en general los fitatos, se encuentran en elevadas concentraciones en las semillas y en menor cantidad en los tubérculos y las hortalizas. Se sintetiza durante el desarrollo de la semilla o bulbo y se deposita en unas estructuras denominadas globoides en forma de sales de magnesio y potasio (Febles 1998, Sajilata *et al.* 2006). Se encuentra asociado a la fibra, ya que es el medio de almacenamiento de fósforo más importante en la mayoría de los cereales (como el maíz), las leguminosas (como el frijol) y oleaginosas. Bajo esta forma se acumula del 50 al 90% del fósforo total. El fitato es un quelante potencialmente fuerte y puede formar complejos estables con varios compuestos catiónicos. El complejo fitato-calcio es insoluble al pH intestinal y no permite la absorción del ión (Mota 1999). Los taninos y las fibras, poseen acciones antinutritivas sobre nutrientes de distintas naturalezas como proteínas, minerales y vitaminas de ahí su clasificación como sustancias polivalentes. Pueden

tener acción como antivitaminas, ya que disminuyen la biodisponibilidad de la vitamina B12 al combinarse con ella. Mientras que los taninos, presentes en los alimentos, poseen la capacidad de disminuir las reservas hepáticas de vitamina A (Mitjavila 1990).

Los efectos nocivos pueden pasar desapercibidos en presencia de un régimen de alimentación equilibrada o incluso el aumento del aporte en la dieta del nutriente afectado, puede mejorar rápidamente el estado general. Sin embargo, es esencial que estos compuestos sean identificados y cuantificados, de tal manera que se evalúe el riesgo real para la salud humana o animal y puedan tomarse las medidas preventivas o correctivas correspondientes (Febles 1998); particularmente en personas inmunodeprimidas, cuyos efectos podrían ser más evidentes.

Es por todo lo anterior que esta investigación estuvo dirigida a la cuantificación de algunos minerales y sustancias antinutritivas en la harina de guapo con el fin de diversificar su aprovechamiento, considerando que su producción resulta de bajo costo y representa una buena fuente de carbohidratos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Materiales

Los rizomas de *M. arundinacea*, fueron adquiridos en cultivos estacionarios entre los meses de enero-febrero (2010), en Santa Inés, municipio Caripe del estado Monagas y seleccionados directamente por los agricultores de acuerdo con el tiempo de cosecha y madurez del rizoma. La harina de trigo empleada fue la de uso comercial (Todo Uso, Robin Hood®), adquirida en mercados locales en empaque de 1 kg.

Diseño experimental

El diseño experimental consistió en comparar algunos factores de calidad nutricional (fósforo, hierro, calcio) y antinutricionales (fitatos, inhibidores de tripsina y taninos), entre dos tipos de harina (la experimental, extraída del rizoma de guapo y harina de trigo comercial, como patrón).

Caracterización física de los rizomas

Se emplearon 101 ejemplares que no presentaban daños en su estructura, los cuales se pesaron en balanza Ohaus modelo Explorer Pro (apreciación 0,01 g) y se

tomaron las medidas de longitud mediante el uso de una regla con escala en cm, mientras que el grosor se tomó en la parte más ancha del rizoma con la ayuda de un vernier, como se señala en la Figura 1.

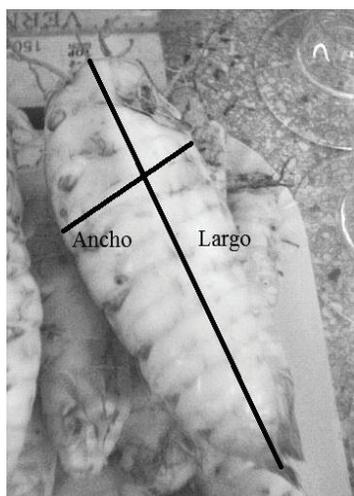


Figura 1. Rizomas de Guapo (*Maranta arundinacea*).

Elaboración de la harina

Los rizomas fueron pelados manualmente para separar la parte comestible de la corteza. Luego, lavados, cortados en hojuelas de 0,5 cm aproximadamente, empleando un rebanador eléctrico de cocina Saladshooter Presto® modelo 297003, secados en un deshidratador de aire marca Mitchel, modelo 645159 a 45°C por 24 h, pesados y molidos en un homogeneizador *Oster*. Finalmente, el producto se pasó a través de un tamiz de 60 mesh para obtener la harina, según la metodología descrita por Ciarfella (2006).

Minerales

La concentración de calcio se determinó por el método AOAC (1980) por digestión de la muestra con HNO_3 y H_3PO_4 , evaporando y luego adicionando HCl 50%, filtrando y enrazando para su análisis. La extracción de fósforo se obtuvo por el método COVENIN (1983: 1178) a partir de las cenizas de la muestra. Para ello, se humedeció la harina con HCl (1:1) y se procedió al calentamiento suave hasta la sequedad. Posteriormente la muestra se diluyó y la solución resultante se filtró, para determinar el fósforo por adición de ácido ascórbico y solución de molibdato de amonio hasta desarrollar la coloración. El mineral hierro se determinó siguiendo el método COVENIN (1979: 1409) utilizando la solución de cenizas. La cuantificación se realizó por absorción atómica en equipo 3100 Perkin Elmer con las condiciones

adecuadas para cada elemento.

Factores antinutricionales

La fibra cruda se obtuvo por digestión secuencial ácida y alcalina (H_2SO_4 1,25% y NaOH 1,25%, respectivamente) de la muestra seca, molida y desgrasada según COVENIN (1981: 1789). El contenido de fitatos de la muestra se determinó según Latta y Eskin (1980) por extracción con HCl al 24%. La muestra se centrifugó y la solución sobrenadante se mezcló con reactivo de Wade, para someterla nuevamente a centrifugación. En el nuevo sobrenadante se midió la absorbancia por espectrofotometría a 500 nm. Los taninos se analizaron cualitativamente según Price *et al.* (1978). Para ello, se colocó la muestra en un matraz con agitación junto a una solución de ferrocianuro de potasio 0,003 mol/L. El análisis cuantitativo de taninos fue realizado mediante la reacción de la proantocianidina (Porter *et al.* 1986, Ricco *et al.* 2011), tomando alícuotas del extracto, siendo transferidas a tubos de ensayos, agregando 3mL del reactivo butanol-HCl (butanol:HCl, 95:5 V/V) y 0,1 mL de reactivo férrico al 2% (2% sulfato ferrico-amónico en HCl 2 mol/L). Los tubos fueron agitados y puestos, en baño María, en ebullición durante 60 min. Luego de enfriarlos hasta temperatura ambiente, se midieron las absorbancias a 550 nm contra un blanco. Los taninos se expresaron como densidad óptica (D.O.) a 550 nm. Los inhibidores de tripsina se analizaron por el método de Smith *et al.* (1980) por extracción de la muestra con NaOH y ajustando pH. Para la cuantificación se realizó la digestión enzimática del líquido de filtrado y patrones con clorohidrato de benzoil-DL-arginina-*p*-nitroanilina (BAPNA) midiendo la absorbancia por espectrofotometría UV-visible a 410 nm.

Análisis estadístico

Todos los análisis y mediciones se efectuaron por triplicado y los valores promedios fueron sometidos al análisis estadístico *t* de Student para comparación de medias bajo el programa Statgraphics Plus 5.1

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización física de los rizomas

La Tabla 1, indica las dimensiones y rendimiento de los rizomas empleados en la extracción de la harina experimental. Los ejemplares presentaron longitudes comprendidas entre 9,00 y 19,50 cm y pesos entre 43,50 y 302,99 g, cuyas dimensiones superaban en tamaño

y peso a los estudiados por Pérez *et al.* (1997). Estos autores reportaron medidas de los rizomas desde 11,1 a 18,8 cm de longitud y pesos comprendidos entre 24,5 y 52,51 g. Ciarfella (2006) obtuvo menor longitud y peso con valores de 10,83 cm y 107,24 g, respectivamente. Sin embargo, el diámetro comprendido entre 2,28 y 5,80 cm de los rizomas coincidieron con los valores reportados por Ciarfella (2006) (4,50 cm) y duplicaron los obtenidos por Pérez *et al.* (1997) (2,2-3,2 cm). Cabe destacar que Ciarfella (2006) indicó 92,79% de porción comestible mientras que Pérez *et al.* (1997) 87,97%. Ambos resultados superiores al obtenido en este estudio con 51,98%. Este resultado probablemente estaría relacionado al mayor

contenido de humedad en los rizomas; y posiblemente interrelacionado directamente con las condiciones naturales durante el cultivo y madurez de la cosecha. Con relación a esta variación, Aguilar *et al.* (2006) indicaron que el tipo de suelo y principalmente el sistema de riego empleado para la distribución de los fertilizantes durante el cultivo, produce cambios significativos en la cantidad, tamaño, peso, densidad específica y calidad de los tubérculos y raíces, así como también en la distribución de los minerales en los tubérculos de diferentes sectores de un mismo sembradío. Los autores indicaron que la fertilización por goteo es la más idónea ya que permite mayor eficiencia de recuperación nutrimental.

Tabla 1. Dimensiones de los rizomas de *Maranta arundinacea*.

	Long (cm)	Diámetro (cm)	Peso (g)*	PC (%)*	Humedad de la PC (%)	Rendimiento PSC (%)
Media:	12,90 ± 2,26	4,58 ± 0,63	128,27 ± 54,53	70,16 ± 9,39	48,02 ± 10,02	51,98 ± 0,02
Rango:	9,00-19,50	2,28-5,80	43,50-302,99			

*Base húmeda; PC: Porción comestible; PSC: Porción seca comestible

Minerales

En la Tabla 2, se resume los resultados obtenidos para los minerales analizados, siendo el fósforo, el mineral de mayor concentración en las muestras. La harina de trigo es la que contiene mayor proporción (1104,61 mg/kg) y menor desviación, indicando que en la harina de *M. arundinacea* hay una deficiencia del 52,68% de este mineral (Tabla 2), con una alta desviación, lo cual puede ser atribuido a las razones expuestas por Aguilar *et al.* (2006), para la desigual distribución de los nutrientes en los tubérculos de un mismo cultivo, como se mencionó anteriormente. El hierro, mantuvo la misma tendencia que el fósforo, presentando mayor concentración en la harina de trigo en comparación con la extraída de los rizomas; lo que representó una deficiencia del 46,5%. En cuanto al calcio, la harina experimental prácticamente duplicó la concentración de este elemento cuando se comparó con el cuantificado en la harina de trigo comercial que se utilizó como patrón; mostrando diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,05$). Gran parte del hierro y fósforo presentes en productos farináceos provienen del enriquecimiento y/o fortificación de las harinas originales, porque, y aun cuando los trigos son esencialmente ricos en estos minerales, la mayor parte de ellos (en especial Fe, P y las vitaminas del complejo B), están presentes en la cáscara

y en el germen del grano y se pierden en la molienda moderna de la harina de trigo, por lo tanto deben ser añadidos para garantizar la reposición y disponibilidad de nutrientes en el producto (Gamboa *et al.* 2007).

Tabla 2. Contenido de minerales P, Fe, Ca de las harinas de trigo y de *Maranta arundinacea*.

Mineral	Harina trigo	Harina guapo
P (mg/kg)	1104,61 ± 4,59 ^a	533,67 ± 70,27 ^b
Fe (mg/kg)	134,70 ± 0,80 ^a	72,02 ± 11,85 ^b
Ca (mg/kg)	0,28 ± 0,02 ^a	0,43 ± 0,02 ^b

ab: Medias en una misma fila marcados con letras diferentes, son significativamente diferentes ($p < 0,05$). Resultados en base húmeda.

La harina obtenida a partir del rizoma de guapo podría ser enriquecida y/o fortificada para mejorar su calidad nutricional, si su deficiencia fuera inconveniente para su uso y comercialización, aun cuando una de las principales desventajas de la utilización de las harinas como vehículo de transporte para el hierro y zinc, radica en su alto contenido de ácido fítico, de hasta 1% en el grano entero y de unos 100 mg por kg en las harinas refinadas. Este posee un potente efecto inhibitorio sobre la absorción de estos minerales, disminuyendo consecuentemente su biodisponibilidad (Boccio y Bressan 2004).

Factores antinutricionales

La Tabla 3, presenta los resultados obtenidos en el análisis de factores antinutricionales. En la harina de trigo se midió el mayor porcentaje de ácido fítico (0,047%), lo cual es coherente con la mayor proporción de fibra cruda que puede estar presente en el cereal y no en tubérculos y rizomas, que particularmente en este estudio fue 1,23% de fibra cruda y en la harina experimental 0,90% (Tabla 3).

Tabla 3. Factores antinutricionales de las harinas de trigo y de *Maranta arundinacea*.

	Harina trigo	Harina guapo
Total inhibidores (%)	40,00 ± 0,01 ^a	52,31 ± 0,98 ^b
Fibra cruda (%)	1,23 ± 0,37 ^a	0,90 ± 0,10 ^a
Ácido Fítico (%)	0,047 ± 0,002 ^a	0,011 ± 0,000 ^b
TIA mg de tripsina inhib/g	3,42 ± 1,05 ^a	27,63 ± 2,20 ^b
Taninos (%)	NRL	NRL

ab: Medias en una misma fila marcados con letras diferentes, son significativamente diferentes ($p < 0,05$). Resultados en base Húmeda;

NRL: no se registró lectura; TIA: actividad total de inhibición.

El porcentaje de ácido fítico observado en las muestras fue inferior al rango referido por Godoy y Chicco (2005) para granos y cereales (0,08 a 0,18%) y oleaginosas (0,36%) empleados como ingredientes para alimentación animal. Más importante aún, es inferior a los resultados obtenidos por Ojeda *et al.* (2012) en sus análisis de ácido fítico en formulas infantiles basadas en cereales que va de 0,11 a 0,22%; quienes hicieron énfasis en que los porcentajes del ácido fítico presente, no solo son el resultado de la materia prima empleada, sino también de las diferentes estrategias tecnológicas (molienda, remojo, descascarillado, autoclave, entre otros) que van dirigidas a reducir el impacto nutricional de los metabolitos secundarios. Los resultados antes mencionados, obtenidos para fibra cruda, son semejantes a los reportados por Ciarfella (2006) en *M. arundinacea* y *Canna edulis* (0,96 y 1,37%, respectivamente); sin embargo, tanto sus valores como los obtenidos en esta investigación exceden el valor sugerido por las normas que recomiendan hasta 0,5% en COVENIN (2001: 217) y 1,5% en CODEX Alimentarius (2001), de fibra cruda para harinas y sus derivados. En los últimos años se ha relacionado el consumo excesivo de fibra con la alteración de la absorción de algunos minerales debido a su estrecha relación estructural. Los elementos, cuya biodisponibilidad se han visto más afectados son: el

calcio, el magnesio, el hierro y el cinc. Cabe destacar, que no todas las fibras tienden a modificar la absorción de los minerales de la misma forma. Mientras la celulosa disminuye la absorción de calcio, aumentando su excreción fecal, las pectinas y demás fibras viscosas no influyen en su absorción (Rafecas 2003). No obstante, esto no reviste gran importancia debido al alto contenido de calcio que contiene la harina extraída del rizoma y que en la actualidad se exhorta a la adición comercial de fibra.

La harina de guapo presentó mayor actividad antitripsina (27,63 TIA mg/g), superando nueve veces la actividad en la harina de trigo (3,25 TIA mg/g) con diferencias significativas ($p < 0,05$). Trabajos previos en harinas no tradicionales y con altos contenidos de agentes antitripsina, reportan disminución de la actividad al ser sometidos a tratamiento térmico o cocción, como en los trabajos de Serratos *et al.* (2008) con las semillas de parota, Gamboa (2006) elaborando pan de harina de soya y trigo y en Shanthakumari *et al.* (2008) con el ñame silvestre. Una revisión de factores antinutricionales para especies monogástricas, realizada por Savón y Scull (2006), indicó que el tratamiento térmico ha sido el más efectivo para los inhibidores de proteasas y lecitinas, sin embargo ha sido cuestionable para taninos y fitatos. También destacan que el tipo de tratamiento térmico es importante sobre la inactivación de estos factores antinutricionales. Esta información fue reforzada por Quicazán y Caicedo (2012), quienes estudiaron la inactivación del inhibidor de tripsina durante el tratamiento térmico de bebidas de soya, variando el tiempo de calentamiento. Estos autores reportaron que a 80°C, durante 30 min, se lograba la completa inactivación del factor estudiado. En este trabajo no se detectaron valores para taninos en las muestras de harina de trigo o de guapo.

El producto extraído del rizoma tiene la finalidad de utilizarse en preparaciones que serían sometidas a tratamientos térmicos, como galletas, panes, atoles, entre otros; por lo que es posible suponer que el contenido en factores antinutrientes, principalmente antitripsina, no debería representar grandes inconvenientes para su aplicación.

CONCLUSIONES

La harina extraída del rizoma presenta deficiencia de hierro y fósforo al compararla con la harina de trigo comercial. El contenido de calcio casi duplica la concentración del mismo elemento presente en la harina

patrón. El ácido fítico cuantificado es mayor en la harina de trigo, directamente relacionado con la cantidad de fibra cruda presente en la harina del cereal. La fibra cruda detectada en la harina experimental, no representa desventaja para su aplicación comercial. La actividad inhibidora de tripsina medida en la harina del rizoma supera nueve veces la actividad en la harina de trigo. No se detectó la presencia de taninos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AUSA (AGRICULTURA URBANA Y SOBERANÍA ALIMENTARIA). 2001. Declaración del Foro Mundial sobre Soberanía Alimentaria. La Habana, Cuba. No. 8.
- AGUILAR J, MARTÍNEZ J, VOLKER V, ETCHEVERS J, MATA H, HERNÁNDEZ M. 2006. Distribución del fósforo en suelo, raíces y materia seca de tubérculos de papa cultivada con fertirriego. *Terra Latinoamericana*. 24(2):269-276.
- AOAC (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS). 1980. *Official Methods of Analysis*, 13th ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington, D.C. USA.
- ARELLANO M, ALBARRACIN G, ARCE S, MUCCIARELLI S. 2004. Estudio comparativo de hojas de *Beta vulgaris* con *Amaranthus dubius* Mart ex Thell: (con 3 Tablas). *Phyton (B. Aires)*. 73:193-197.
- BOCCIO J, BRESSAN J. 2004. Fortificación de alimentos con hierro y zinc: pros y contras desde un punto de vista alimenticio y nutricional. *Rev. Nutr.* 17(1):71-78.
- BONAFIRE O, CAÑIZARE A, LAVERDE D. 2006. Importancia de los fitoquímicos en la alimentación. INIA Divulga, Enero-Abril, Maturín, Venezuela, pp 9-12.
- CIARFELLA A. 2006. Caracterización fisicoquímica de rizomas de *Maranta arundinacea* y de *Cannaedulis*. Barcelona: Universidad de Oriente, Unidad de Estudios Básicos, Departamento de Ciencias [Ascenso Profesor Asociado]. pp. 56.
- CODEX ALIMENTARIUS. 2001. Norma: Productos de Proteína de Trigo Incluido el Gluten de Trigo. CODEX STAN 1:163-1987.
- COVENIN (COMISIÓN VENEZOLANA DE NORMAS INDUSTRIALES). 1979. Norma 1409: Alimentos. Determinación de Hierro. Fondonorma, Caracas, Venezuela.
- COVENIN (COMISIÓN VENEZOLANA DE NORMAS INDUSTRIALES). 1981. Norma 1789: Productos de Cereales y leguminosas. Determinación de Fibra Cruda. Fondonorma, Caracas, Venezuela.
- COVENIN (COMISIÓN VENEZOLANA DE NORMAS INDUSTRIALES). 1983. Norma 1178: Alimentos. Determinación de Fósforo. Fondonorma, Caracas, Venezuela.
- COVENIN (COMISIÓN VENEZOLANA DE NORMAS INDUSTRIALES). 2001. Norma 217: Harina de Trigo (4ta Revisión). Fondonorma, Caracas, Venezuela.
- FEBLES C. 1998. Estudio del contenido de fitatos en derivados de cereales de consumo en Canarias. Trabajo de Postgrado Doctoral. Universidad de La Laguna. España.
- FERRARI T, LEONEL M, SARMENTO S. 2004. Características dos rizomas e fécula de mararuta (*Maranta arundinacea*) em diferentes estágios de desenvolvimento da planta. *Braz. J. Food Tech.* 8(2):93-98.
- GAMBOA M. 2006. Evaluación nutricional de pan integral elaborado a base de harina de soya (*Glycinemax*. L. Merrill) y trigo (*Triticum* ssp). Maturín: Universidad de Oriente, Núcleo de Monagas, Departamento de Tecnología de los Alimentos [Trabajo de Grado], pp. 77.
- GAMBOA L, GONZÁLEZ M, HURTADO E. 2007. Valoración nutricional y sensorial de panquecas elaboradas a base de harina de trigo (*Triticumaestivum* L.) y zanahoria (*Daucus carota* L.). *Idesia*. 5(1):47-52.
- GODOY S, CHICCO C. 2005. Fósforo fítico y fitasa en la alimentación de aves. *Rev. Dig. CENIAP Hoy*. 8
- LATTA M, ESKIN M. 1980. Simple and rapid colorimetric method for phytate determination. *J. Agric. Food Chem.* 28(6):1313-1315.
- MADHAVA N, SHEEMA F, RAGU S, RAMASAMY R, MANISHA G. 2012. Morphological, structural, and functional properties of maranta (*Maranta arundinacea* L) starch. *Food Sci. Biotec.* 21(3):747-752.

- MARTÍNEZ B, RINCÓN F. 1997. Inhibidores de tripsina. Efectos del procesado y métodos de determinación Alimentaria. pp. 33-38.
- MITJAVILA S. 1990. Sustancias naturales nocivas en los alimentos. En: Derache R. Toxicología y seguridad de los alimentos. Ediciones Omega, Barcelona-España, pp. 117- 123.
- MOTA E. 1999. Los mecanismos de absorción de calcio y los modificadores de absorción con base para la elaboración de una dieta de bajo costo para pacientes osteoporóticas. Gac. Méd. Méx. 135(3):295-308
- OJEDA A, VILLAVICENCIO I, LINARES Z. 2012. Fósforo fítico y actividad de fitasa en formulas infantiles basadas en cereales. Arch. Lat. Nut. 62(4):370-374.
- PÉREZ E, LARES M, GONZÁLEZ S. 1997. Some characteristics of sagú (*Canna edulis* Kerr) and Zulu (*Maranta* sp.) rhizomes. J. Agric. Food Chem. 45(7):2546-2549.
- PORTER L, HRSTICH L, CHAN B. 1986. The conversion of procyanidins and prodelphinidins to cyanidin and delphinidin. Phytochem. 25(1):223-230.
- PRICE M, VANSCHOYOC S, BUTLER L. 1978. A critical evaluation of the vanillin reaction as an assay for tannin in sorghum grain. J. Agric. Food Chem. 26(5):1214-1218.
- QUICAZÁN M, CAICEDO L. 2012. Inactivación del inhibidor de tripsina durante el tratamiento térmico de bebidas de soya. Vitae. 19(1):337-339.
- RAFECAS M. 2003. Fibra alimentaria. Revista Acófar. 418:43-45.
- RICCO R, AGUDELO I, GARCÉS M, EVELSON P, WAGNER M, GURNI A. 2011. Polifenoles y actividad antioxidante en *Equisetum giganteum* L. (Equisetaceae). BLACPMA. 10(4):325-332.
- SAJILATA M, SINGHAL R, KULKARNI P. 2006. Resistant Starch-A Review. Compr. Rev. Food Sci. F. 5(1):1-17.
- SAVÓN L, SCULL I. 2006. Avances en los métodos para disminuir el efecto de los factores antinutricionales en alimentos para especies monogástricas. Rev. Comp. Prod. Porc. 13(1):25-29.
- SERRATOS J, CARREON J, CASTANEDA H. 2008. Composición químico-nutricional y de factores antinutricionales en semillas de parota (*Enterolobium cyclocarpum*). INCI. 33(11):850-854.
- SHANTHAKUMARI S, MOHAN V, BRITTO J. 2008. Nutritional evaluation and elimination of toxic principles in wild yam (*Dioscorea* spp.). Trop. Subtrop. Agroecosyst. 8(3):319-325.
- SMITH C, MEGEN W, TWAALFHOVEN L, HITCHCOCK C. 1980. The determination of trypsin inhibitor levels in foodstuffs. J. Sci. Food Agric. 31(4):341-350.