

Efecto combinado de la imbibición y la germinación sobre la calidad del quinchoncho (*Cajanus cajan* (L) Millsp.)

María Patricia Piñero Corredor^{1,*}, Katynna Cecilia Parra Quevedo¹,
Yasmina María Barboza de Martínez¹, María Lorena Pérez Martínez¹
y Jorge Ortega Alcalá²

¹Laboratorio de Bromatología y Tecnología de Alimentos,
Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Nutrición (LIND), Facultad de Medicina.

²Departamento de Estadística, Facultad de Agronomía.
Universidad del Zulia. Apartado 526. LUZ. Maracaibo, Venezuela.

Recibido: 04-12-12 Aceptado: 20-11-13

Resumen

El quinchoncho se encuentra entre las legumbres que juegan un papel importante en la nutrición humana, debido a que son fuente de proteína, fibra, ciertos minerales y vitaminas. Sin embargo, el consumo de quinchoncho está limitado por la presencia de componentes antinutricionales. Por lo tanto, el propósito de esta investigación fue evaluar el efecto del tiempo de imbibido (0, 12 y 24 h) y germinación (4 días) sobre la composición química, polifenoles y contenido de ácido fítico en la harina de semillas de quinchoncho. La combinación del remojo y germinado fue eficaz en la reducción de las proteína totales y del contenido de polifenoles ($p < 0,05$). Se observó una disminución del 32% en el contenido de ácido fítico al cuarto día de germinación y de 12 a 24 horas de remojo. Las semillas germinadas por cuatro días con un proceso de remojo de 12 y/o 24 h pueden utilizarse como un método eficaz para reducir los polifenoles totales en la harina de semillas. Como métodos separados, el proceso de remojo por 24 horas y el germinado por cuatro días disminuye el contenido de ácido fítico

Palabras clave: quinchoncho, *Cajanus cajan*, germinación, imbibición, polifenoles totales.

Combined effect of imbibition and germination on the quality of the pigeon pea (*Cajanus cajan* (L) Millsp.)

Abstract

Pigeon pea is among the legumes that play an important role in human nutrition since they are rich sources of protein, fiber, calories, certain minerals and vitamins. However, the consumption of pigeon pea has been limited by the presence of antinutritional components. Therefore, the purpose of this research was to evaluate the effect of soaking time (0, 12, and 24 h) and germination (4 days) on chemical composition and content of total polyphenols and phytic acid in pigeon pea seeds flour. The combination of the soaked and germinated was effective in reducing protein content and total polyphenols ($p < 0.05$). A decrease of 32% of phytic acid content on the fourth

* Autor para la correspondencia: mppinero@gmail.com

day of germination and 12 at 24 hours of soaking was observed. Seeds germinated over four days with a soaking process of 12 and/or 24 h could be used as an effective method to reduce the total polyphenols on flour seeds. As separate methods soaking process for 24 hours and germination for four days decrease phytic acid content

Keywords: *Cajanus cajan*, germination, soaking, pigeon pea, total polyphenols.

Introducción

La semilla de *Cajanus cajan* (L.) Millsp., ocupa el 5to lugar dentro de las leguminosas de mayor producción a escala mundial; siendo comercialmente importante en África del Este, el Caribe y Latinoamérica. Además, ésta produce más nitrógeno por unidad de biomasa que muchas otras leguminosas y puede nodular en muchos tipos de suelos. (1). En Venezuela, es conocido como "quinchoncho"; mientras que en el resto de América se denomina gaundul, gaundú o frijol de palo. Nutricionalmente contiene una alta concentración de proteínas y carbohidratos, moderada cantidad de fibra dietaria, una baja concentración de grasa y un buen equilibrio de minerales; ofreciendo una alternativa energética y proteica de bajo costo para la población (2).

Además, al igual que otras leguminosas, contiene una adecuada proporción de carbohidratos altos en amilosa, los cuales debido a su bajo índice glicémico, son de amplio beneficio para el manejo de la diabetes e hiperlipidemias y por tanto pueden reducir el riesgo de obesidad, enfermedades cardiovasculares y cáncer de colon cuando son consumidas en cantidades adecuadas (3).

Sin embargo, las leguminosas tienen la capacidad de sintetizar ciertas sustancias biológicas activas consideradas como factores antinutricionales (FAN), ya que afectan la digestión, absorción y metabolismo de los nutrientes, lo que limita sus propiedades nutricionales y funcionales. Entre dichos factores están los fitatos, polifenoles, inhibidores de la tripsina, saponinas, α -galactósidos, entre otros (4).

La presencia de fitatos y polifenoles en leguminosas, ha sido de gran interés para

muchos investigadores, especialmente del área de la nutrición (2, 5-8). El ácido fítico liga los elementos trazas y macroelementos tales como, zinc, calcio, magnesio y hierro en el tracto gastrointestinal, disminuyendo su disponibilidad para la absorción y utilización en el organismo. Además, el fósforo que forma parte de los fitatos, tampoco está disponible debido a la limitada capacidad de las especies monogástricas para hidrolizar este complejo en el intestino delgado. Por otro lado, al igual que el ácido fítico, los polifenoles o sus productos de oxidación, forman complejos con los aminoácidos esenciales, enzimas y otras proteínas, inhibiendo la proteólisis y la digestibilidad proteica; además de ser responsables del amargor y la astringencia de muchos alimentos y bebidas (22).

En la actualidad se aplican nuevas tecnologías para disminuir los FAN y mejorar el valor nutritivo de las leguminosas. La germinación es un método, que involucra cambios complejos en la actividad enzimática del grano y ruptura de macromoléculas, los cuales no solo disminuyen los FAN, sino también incrementan la síntesis de proteína, la tasa de digestibilidad y disponibilidad del almidón, la fibra dietaria, el contenido de las vitaminas del complejo B y C (4, 11). En consecuencia, se obtienen granos germinados con mejores características sensoriales y mayor valor nutricional y funcional.

El remojo o imbibición de la semilla de la leguminosa también puede reducir aquellos antinutrientes solubles que posteriormente serán eliminados con el agua, tales como los polifenoles, el ácido fítico, α -galactósidos e inhibidor de la tripsina (6, 19) e incluso ser más eficiente que solo la cocción para reducir los niveles de ácido fítico en semillas de *Cajanus cajan* (9).

No obstante, a pesar de la amplia investigación sobre la aplicación de diferentes métodos para disminuir los factores antinutricionales en las leguminosas, es escasa la información sobre su efecto combinado para aumentar la calidad nutritiva y sus propiedades funcionales; y de esta manera ser utilizadas como ingredientes para el desarrollo de productos en la industria alimentaria. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto combinado del remojo y la germinación del *Cajanus cajan* (L.) Millsp., sobre el mejoramiento de la calidad nutricional y funcional de esta semilla.

Metodología

Muestra

Las semillas de *Cajanus cajan* (L.) Millsp., de la variedad Táchira 401, fueron suministradas por el Laboratorio de Genética de la Facultad de Agronomía de la Universidad del Zulia, mediante un muestreo totalmente aleatorizado.

Imbibición y germinación de las semillas

Aproximadamente 2,5 kg de semillas seleccionadas de acuerdo a su estado óptimo de madurez y condiciones generales, fueron desinfectadas con una solución de hipoclorito de sodio al 1% por 20 min en agua destilada. Posteriormente se enjaguaron con agua destilada hasta obtener pH neutro, antes de someterlas a diferentes tiempos de remojo (0, 12 y 24 h) en agua destilada (1:5 m/v). 500 gramos de los granos previamente remojados, fueron escurridos, secados con papel absorbente, y colocados en oscuridad a $25 \pm 2^\circ\text{C}$ sobre bandejas de aluminio perforadas cubiertas con papel absorbente durante 0, 1, 2, 3 y 4 días para la germinación (8). Las 0 horas de remojo y 0 día de germinación se utilizó como control.

Con la finalidad de mantener un adecuado nivel de hidratación, los granos fueron rociados diariamente con agua destila-

da. Culminado el tiempo de germinación, los granos fueron secados a 60°C durante 10 h, usando una estufa de ventilación forzada (LAB-LINE INSTRUMENTS, INC., Modelo 3516M). Posteriormente, los granos se homogeneizaron hasta 0,5 mm en un procesador de alimentos (marca Osterizer, modelo 450-21-V 115-V-Cromo). La harina fue almacenada en bolsa de polietileno y conservada a temperatura ambiente de 25°C , hasta su análisis correspondiente.

Análisis proximal

Cada muestra, incluyendo los controles fue analizada para humedad (934,01), proteína total (978,04), grasa cruda (920,39), fibra cruda (973,18) y cenizas (920.153), de acuerdo a los métodos establecidos por la AOAC (2000). El contenido de carbohidratos totales fue determinado por diferencia, usando la siguiente ecuación.

$$CT = 100 - (\% pr + \% gr + \% c + \% h),$$

donde,

CT= Carbohidratos totales

% pr= Porcentaje de proteínas totales

% gr= Porcentaje de grasa cruda

% c= Porcentaje de cenizas

% h= Porcentaje de humedad

Se analizó un total de 60 muestras por triplicado para cada componente. Los resultados se expresaron en base seca.

Determinación del ácido fítico

La determinación de ácido fítico se realizó mediante el método colorimétrico de la solución cromogénica modificada (5). Se mezcló 1 g de muestra seca desgrasada con 25 mL de ácido tricloroacético durante 45 min a 25°C en un agitador magnético (marca ARTHUR H. THOMAS CO., Philadelphia, USA) a velocidad moderada. El extracto fue centrifugado a $20.000 \times g$ durante 15 min a 25°C .

3 mL de cloruro de hierro sextahidratado al 1% ($\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) en HCl 1,0 N, se adicionó al sobrenadante y se calentó en un baño María (marca THELCO, modelo Precision Scientific CO., Chicago 60647, USA) a 100°C durante 45 min. Posteriormente se enfrió y se centrifugó a $20.000 \times g$ durante 10 min. El fitato férrico precipitado se suspendió en HCl 0,5 N, y se dejó reposar a temperatura ambiente durante 2 h. Se lavó dos veces con HCl 0,5 N siguiendo un período de incubación de 10 min entre cada lavada. El precipitado de fitato férrico se neutralizó con 3 mL de NaOH 1,5 N y 7 mL de agua destilada y se calentó en baño María por 15 min, para luego ser enfriado y centrifugado. El supernadante se utilizó para la estimación del fitato.

Para la determinación del fitato se utilizó 0,2 mL del extracto, adicionado de 4,6 mL de agua destilada y 0,2 mL de solución cromogénica. Se calentó en baño María (95°C durante 30 min), se dejó enfriar y se determinó la absorbancia en cada uno de los tubos con un espectrofotómetro UV-visible (marca UNICO 1100 RS) a 830 nm. Se usó 4,5 mL de agua y 0,5 mL de la mezcla cromogénica como blanco.

La curva estándar se preparó a partir de una solución madre de fitato dodecasódico monohidratado ($0,1 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$) en un rango de 6,81 a 68,1 μg de fitato. A partir de la absorbancia obtenida en los extractos de la muestra y de la recta de calibración, se determinó la concentración de fitato ($\text{mg}/100 \text{ g}$ en base seca por muestra).

La solución cromogénica se preparó de la siguiente manera:

- Solución A: 16 g de molibdato de amonio en 120 mL de agua destilada
- Solución B: Mezcla de 80 mL de la solución A, 40 mL de ácido clorhídrico concentrado y 10 mL de mercurio. Se agitó por 30 min y se filtró.
- Solución C: Remanente de la Solución A + 200 mL de ácido sulfúrico + solución B

- Solución cromogénica: 25 mL solución C + 45 mL de metanol + 25 mL de agua destilada

Determinación de polifenoles totales

La extracción de fenoles se realizó con algunas modificaciones (12). Una porción de la muestra seca (0,7 g), se agitó en una mezcla acetona: agua 70:30 a temperatura ambiente y oscuridad por 4 h, en un agitador magnético. Luego se centrifugó en fracciones a 20.000 r.p.m. durante 30 min. El filtrado se separó y los residuos remanentes fueron adicionados de 20 mL de la mezcla acetona: agua y centrifugados durante 15 min. Se mezclaron los dos filtrados y se eliminaron los pigmentos remanentes y la grasa con 10 mL de éter dietílico en ácido acético al 1%. El extracto se trasvasó en un balón de 100 mL aforando con la mezcla acetona:agua. Se guardó cubierto con papel aluminio y en refrigeración a 5°C durante 4 horas.

Los polifenoles totales se determinaron por el método modificado de Folin-Ciocalteu, sobre el extracto del vegetal (12, 13). Se tomaron 30 mL del extracto anterior y se llevó a pH 3,5 a 4,0 con ácido acético glacial. La disolución resultante se separó en dos partes A y B. La fracción A se guardó en oscuridad y a la B se le adicionó polivinilpirrolidona (PVPP, $15 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$), agitando constantemente durante 15 min. Posteriormente se tomó 5 mL de cada fracción, mezclándolas con 5 mL del reactivo Folin-Ciocalteu, diluido 1:10 en agua y una solución acuosa de 4 mL de Na_2CO_3 1M. Las soluciones se calentaron en baño María a 45°C durante 15 min, se dejó enfriar y se midió la absorbancia a 725 nm en un espectrofotómetro UV-visible (marca UNICO 1100 RS).

La curva estándar se preparó con soluciones de ácido gálico en una mezcla acetona: agua (7:3 v/v). Se usó la mezcla extractora como blanco. La concentración se expresó como equivalentes de ácido gálico $\times g^{-1}$. A partir de la absorbancia obtenida de las dos

fracciones y de la recta de calibración con ácido gálico, se determinó la concentración de polifenoles en las disoluciones preparadas.

Análisis estadístico

Los datos correspondientes al análisis proximal, fueron sujetos al análisis de varianza (ANOVA) en un diseño factorial completo con 4 repeticiones, completamente al azar. Se determinó el efecto del factor tiempo de imbibición con 3 niveles (0, 12, 24 horas) y del factor días de germinación con 5 niveles (0, 1, 2, 3, 4 días) y sus interacciones sobre las variables dependientes (humedad, proteína, grasa, carbohidratos, cenizas, ácido fítico y polifenoles totales), usando el procedimiento General Linear Model (GLM) del paquete estadístico SAS (versión 9.0. SAS Institute Inc., Cary, NC., USA, 2004). Cuando los efectos principales y las comparaciones múltiples resultaron significativos ($p < 0,05$) se utilizó la prueba de Tukey para la comparación de medias. El nivel de probabilidad predeterminado fue de 5% ($p < 0,05$) para todas las comparaciones.

Resultados y discusión

Análisis proximal

Efectos de interacción. Se encontró un efecto combinado de días de germinación y tiempo de imbibición ($p < 0,05$) para el contenido de humedad, proteína y polifenoles totales en harina de semillas de *Cajanus cajan* (L). Millsp (figs. 1, 2, 3).

Como era de esperarse, el contenido de humedad se incrementó en los dos tiempos de imbibición durante el transcurso de la germinación ($p < 0,05$), con la consecuente disminución de la materia seca. Tal como lo han señalado otros autores (14, 16, 17), la hidratación de la semilla y la movilización de reservas nutritivas que participan en el desarrollo del embrión, podrían explicar este resultado.

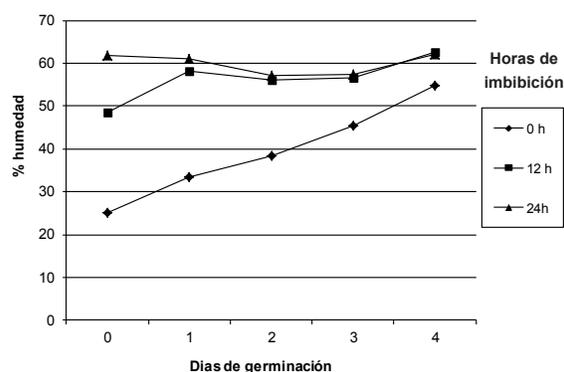


Fig. 1. Efecto de Interacción (día * hora) para el contenido de humedad en semillas de *Cajanus cajan* (g/100 g).

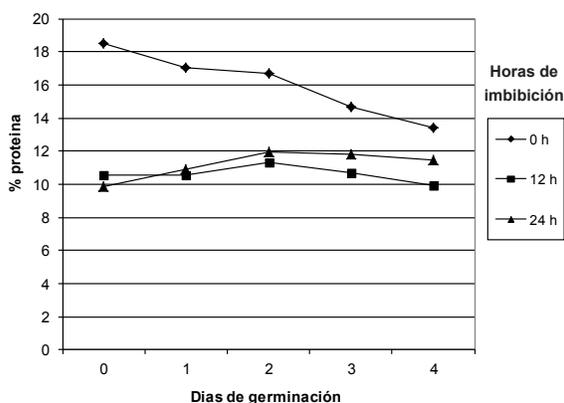


Fig. 2. Efecto de Interacción (día * hora) sobre el contenido de proteína en harina de semillas de *Cajanus cajan* (g/100 g).

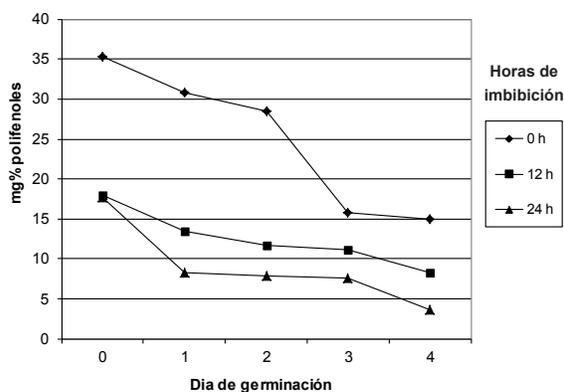


Fig. 3. Efecto de interacción (día * hora) sobre el contenido de polifenoles totales en harina de semillas de *Cajanus cajan*.

Se observó un incremento significativo en el contenido proteico ($p < 0,05$) al 2do día de germinación para ambos tiempos de imbibición, para luego disminuir con el transcurso de la germinación (fig. 2). Estos hallazgos coinciden con los de otros autores que estudiaron la germinación en semillas de *Cajanus cajan* (8, 18), en *Pisum sativum* L (20) y en *Vigna unguiculata* (16). Sin embargo, los resultados son contrarios a lo reportado por otros autores (2); quienes no encontraron un aumento significativo de la proteína en semillas de *Cajanus cajan* con 4 días de germinación y 5 h de imbibición. La activación de enzimas hidrolíticas encargadas de movilizar las sustancias de reserva, en diferentes semillas de leguminosas, durante los primeros días de germinación y sometidos a diferentes tiempos de embebido, ha sido reportado anteriormente (17, 21).

El contenido de polifenoles totales fue afectado significativamente ($p < 0,05$) por la combinación del proceso de germinación e imbibición (fig. 4). La disminución de polifenoles en leguminosas durante la germinación puede ser atribuida a la activación de la polifenoloxidasas y otras enzimas hidrolíticas que se sintetizan durante este proceso, mientras que la imbibición prolongada solubiliza muchos de estos compuestos (2), incluyendo azúcares productores de flatulencias.

Efecto de la imbibición. El tiempo de imbibición disminuyó de manera significativa ($p < 0,05$) los contenidos de proteínas, carbohidratos, cenizas, ácido fítico y polifenoles en la harina de semillas de *Cajanus cajan*, a pesar de un incremento significativo en los niveles de humedad ($p < 0,05$). La disminución significativa en la materia seca ($p < 0,05$), se podría explicar por la reducción en el contenido de proteínas y carbohidratos, ya que las grasas no variaron con el tiempo de imbebido (tabla 1). La reducción del ácido fítico fue de un 12% a las 24 h de imbibición ($p < 0,05$). Algunos autores (23, 9), han propuesto que la lixiviación podría ser uno de los mecanismos para la remoción de proteínas solubles, carbohidratos y minerales des-

de la semilla hasta el agua de remojo, siendo mayor la pérdida con el período de remojo. Por otra parte, también se ha observado una relación proporcional entre el tiempo de imbibición y la pérdida del ácido fítico en harina de semillas de *Cajanus cajan*, con un porcentaje de reducción del 28% (9), cercano a lo encontrado en este estudio (20%). La pérdida de fitato durante la imbibición de semillas de *Cajanus cajan* podría deberse a la lixiviación de los iones fitato dentro del agua, bajo la influencia de un gradiente de concentración (diferencia en potencial químico) el cual rige la velocidad de difusión.

Por otro lado, algunos autores (8, 22) han explicado que la característica hidrosoluble de los fenoles permite su extracción acuosa desde la semilla. En este estudio se observó que a las 24 h, el agua de remojo se tornó de color oscuro, lo que explica un menor contenido de fenoles en las semillas para este período de tiempo ($p < 0,05$). El contenido de grasa no se modificó significativamente con el tiempo de imbibición ($p > 0,05$), posiblemente relacionado con su propiedad liposoluble.

Efecto de la germinación. La germinación de las semillas de *Cajanus Cajan* durante cuatro días, resultó en una disminución significativa ($p < 0,05$) para el contenido de proteínas, carbohidratos, ácido fítico y polifenoles, mientras que las cenizas incrementaron significativamente ($p < 0,05$). El aumento en los valores de humedad con el tiempo de germinación era de esperarse, ya que de acuerdo a otros estudios (8), se debe mantener una hidratación constante de las semillas durante el proceso de germinación (tabla 2).

Las proteínas y los carbohidratos disminuyeron en un 20% y 10% desde los 0 hasta los 4 días de germinación, respectivamente. Tal como lo han señalado otros autores (18, 23), la disminución de estos macronutrientes demuestra la utilización de estos componentes como fuente principal de energía para el desarrollo del embrión. La liberación de α y β -amilasa para rendir glu-

Tabla 1
Análisis proximal y contenido de ácido fítico y polifenoles totales en harina de semillas de *Cajanus cajan*, durante diferentes tiempos de imbibición (% en base seca)

Tiempo de Imbibición (h)	Análisis Químico							
	Humedad	Materia Seca	Proteína	Grasa	Carbohidratos	Cenizas	Ácido fítico*	Polifenoles totales*
0	39,37±4,93 ^a	60,62±4,93 ^a	23,70±0,75 ^a	0,89±0,07 ^a	68,83±5,13 ^a	3,43±0,34 ^a	798±0,047 ^a	902,12±6,80 ^a
12	56,45±4,93 ^b	49,06±4,93 ^b	21,62±0,71 ^b	0,83±0,07 ^a	62,18±5,13 ^a	2,85±0,34 ^b	779±0,047 ^{ab}	889,45±6,80 ^a
24	59,93±4,93 ^b	49,45±4,93 ^b	22,62±0,75 ^b	0,88±0,07 ^a	53,56±5,13 ^b	2,68±0,34 ^b	702±0,047 ^b	756,62±6,80 ^b

*mg/100 g base seca.

^{a,b}: Letras diferentes en una misma columna indican diferencias significativas (P<0,05).

Tabla 2
Análisis proximal y contenido de ácido fítico y polifenoles totales en harina de semillas de *Cajanus cajan*, durante diferentes días de germinación (% en base seca)

Días de germinación	Análisis Proximal							
	Humedad	Proteína	Grasa	Carbohidratos	Cenizas	Ácido fítico*	Polifenoles totales *	
0	45,11±4,93 ^a	23,74±2,80 ^a	0,91±0,10 ^a	71,45±3,85 ^a	3,40±0,86 ^a	798±0,0 ^a	902±11,06 ^a	
1	50,93±4,93 ^a	28,83±2,80 ^b	0,93±0,10 ^a	67,70±3,85 ^{a b}	3,41±0,86 ^a	802±0,1 ^a	889±11,06 ^a	
2	50,54±4,93 ^a	28,90±2,80 ^b	0,96±0,10 ^a	65,75±3,85 ^{a b}	3,72±0,86 ^a	765±0,1 ^a	885±11,06 ^a	
3	53,17±4,93 ^b	21,58±2,80 ^c	1,09±0,10 ^a	67,37±3,85 ^{a b}	3,80±0,86 ^a	651±0,1 ^b	886±11,06 ^a	
4	59,84±4,93 ^b	19,15±2,80 ^c	1,03±0,10 ^a	64,95±3,85 ^b	4,79±0,86 ^b	539±0,1 ^c	882±11,06 ^a	

Los valores representan el promedio ± la desviación estándar de las diferentes determinaciones por triplicado.

* mg/100 g base seca.

^{a,b}: Letras diferentes en una misma columna indican diferencias significativas (P<0,05).

cosa como fuente de energía durante la germinación de las semillas, ha sido reportado anteriormente (24). Contrario a este resultado, el contenido total de minerales (cenizas), se incrementó en un 40%, posiblemente la reducción significativa del ácido fítico observada en esta investigación ($P < 0,05$), podría haber liberado algunos minerales atrapados en esta molécula. En este sentido, se ha reportado que la germinación por encima de 4 días, aumenta significativamente el contenido de hierro, calcio, magnesio y fósforo (18). Además se ha señalado que la desforilación del fitato es un pre-requisito para mejorar el valor nutricional de las semillas, ya que disminuye la unión entre el anillo de mioinositol y los minerales (5).

La disminución del ácido fítico estuvo alrededor del 32% al 4to día de germinación ($P < 0,05$), permaneciendo estable durante los 2 primeros días. En otras investigaciones (8, 19), también han encontrado una reducción del 40% para semillas de *Cajanus cajan* germinadas y, 47 % para *P. vulgaris* L. y 94% en *V. unguiculata*. En este sentido, investigadores explican que en los cereales y leguminosas el fitato es degradado como fuente de fósforo inorgánico, por un incremento en la actividad de la fitasa intrínseca durante el proceso de germinación (4, 6). También se ha reportado que la germinación es el método más efectivo para disminuir el ácido fítico en tres variedades de leguminosas (5).

El cambio en el contenido de polifenoles totales no fue significativo, durante los cuatro días de germinación ($P > 0,05$). En este sentido, los hallazgos sobre el contenido de fenoles en leguminosas germinadas ha sido contradictorio. Al respecto, se ha señalado que en cortos períodos de germinación los fenoles totales disminuyen significativamente, mientras que en largos períodos incrementan (25). Algunos estudios han encontrado una disminución significativa de los fenoles totales al 5to día de germinación (18), mientras que otros (14), encontraron que algunos compuestos fenólicos aparecían con la germinación en la medida que otros dismi-

nuían; sin embargo, la tendencia era a un incremento con este proceso. Probablemente, el tiempo de germinación aplicado en este estudio, no fue suficiente para la activación de la polifenoloxidasas endógenas de la semilla. El contenido de humedad incrementó significativamente al 3er y 4to día de germinación ($P < 0,05$). Este cambio puede explicarse por el proceso de hidratación aplicado durante la germinación; mientras que el contenido de grasa no presentó variaciones significativas ($P > 0,05$).

Conclusiones

La combinación de 12 ó 24 horas de imbibición junto a la germinación durante 4 días en semillas de *Cajanus cajan* L. (Millsp.), fue más efectiva para disminuir los niveles de polifenoles, que al aplicar ambos métodos de manera separada. Estos procesos combinados también tuvieron un efecto significativo sobre el contenido proteico, observándose que al 2do día de germinación se incrementó significativamente su contenido para ambos tiempos de imbibición. Al analizarlos de manera separada, la imbibición durante 24 h, logró disminuir significativamente los niveles de ácido fítico, mientras que la germinación los redujo al cuarto día. Los polifenoles se mantuvieron estables con este último proceso.

Referencias bibliográficas

1. <http://www.hort.purdue.edu/newcrop/proceeding>. 1999. Fecha de consulta: 10-09-2012.
2. TORRES A., FRIAS J., GRANITO M., VIDAL-VALVERDE C. *Food Chem* 101: 202-211. 2007.
3. FUENTE E., RIQUELME M., SÁNCHEZ, PÉREZ A. *Food Res Int* 43(4): 931-942. 2010.
4. KHATTAB R., ARNTFIELD S. *LWT J Sci Techn* 42:113-118. 2009.
5. MOHAMED R., ABOU-ARAB E., GIBRIEL A., RASMY N., ABU-SALEM F. *Afr J Food Sci Technol* 2(2): 036-046. 2011.

6. KUMAR V., SINHA A., MAKKAR H., BECKER K. **Food Chem** 120: 945-959. 2010.
7. ONWELUZO J., NWABUGWU C. **Pak J Nutr** 8(6): 737-744. 2009.
8. SANGRONIS E., MACHADO C. **LWT J Sci Techn** 40: 116-120. 2007.
9. DUHAN A., KHETARPAUL N., BISHNOI S. **Food Chem** 78: 9-14. 2002.
10. AOAC. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemist (17th ed). Association of Official Analytical Chemists. 2000.
11. MOHAMED A., PERERA P., HAFEZ Y. **Cereal Chem** 63: 475-478. 1986.
12. MAKKAR H., BLÜMMEL S., BOROWY N., BECKER K. **J Sci Food and Agric** 61: 161-185. 1993.
13. VELIOGLU Y., MAZZA G., GAO L., OOMAH B. **Food Chem** 46: 4113-4117. 1998.
14. LÓPEZ-AMORÓS M., HERNÁNDEZ T., ESTRELLA I. **J Food Comp Anal** 19: 277-283. 2006.
15. SAS Institute, Inc. of Cary, North Carolina. DANA R., Destiny Corporation, 2075 SILAS D., ROCKY H., CT 06067. Copyright © Destiny Corporation. 2004.
16. UWAEGBUTE A., IROEGBU C., EKE C. **Food Chem** 68: 141-146. 2000.
17. URIYO M. **Food Chem** 73:7-10. 2001.
18. OLOYO R. **Food Chem** 85: 497-502. 2004.
19. SANGRONIS E., MACHADO C., CAVA R. **Inter ciencia** 29: 80-85. 2004.
20. URBANO G., ARANDA P., VÍLCHEZ A., ARANDA C., CABRERA L. PORRES J., LÓPEZ-AMORÓS M. **Food Chem** 93: 671-679. 2005.
21. BAU H., VILLAUME C., NICOLAS J., MÉJEAN L. **J Sci Food Agric** 73: 1-9. 1997.
22. RAMAKRISHNA V., JHANSI P., RAMAKRISHNA P. *World J Dairy & Food Sci* 1 (1): 06-11. 2006.
23. AHMADZADEH R., PRAKASH J. **LWT-Food Sci Tech** 40: 1292-1299. 2007.
24. BARCELÓ J., RODRIGO N., GARCÍA S., TAMÉS S. **Fisiología Vegetal**. Ediciones Pirámide, S.A. Barcelona (España). 552-553. 2005.
25. LIN P., LAI H. **J Sci Food Agric** 54: 3807-3814. 2006.