

# Disponibilidad proteica de una bebida instantánea a partir de harina de plátano (*Musa paradisiaca* L.) y guandúl (*Cajanus cajan* (L.) Millsp)

## Protein availability of an instant drink in base of plantain (*Musa Paradisiaca* L.) and guandul (*Cajanus cajan* (L.) Millsp) meal

Sandra Patricia Godoy Bonilla\*, Cindy Lemos Materón y Astrid Yobana López Gómez

Grupo de investigación METANOIA. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad del Cauca. Popayán, Cauca – Colombia. Autora para correspondencia: sandrapatricia.godoy@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.23850/24220582.344>

Recibido: 18.08.2016 Aceptado: 17.10.2016

### Resumen

La presente investigación logró desarrollar una bebida instantánea energético-proteica, a partir de plátano variedad Dominico (*Musa paradisiaca* L.), enriquecida con harina de granos germinados de guandúl (*Cajanus cajan* (L.) Millsp). Esta leguminosa es una fuente importante de proteína que aporta además oligoelementos como hierro, calcio, cobre y fósforo. Para el desarrollo metodológico se realizaron inclusiones de 20, 25 y 30% de harina de guandúl. Se estableció el aporte proteico en la mezcla por el método Kjeldahl; además, se determinaron propiedades térmicas (viscosidad, temperatura de gelatinización) y propiedades funcionales (índice de absorción, índice de solubilidad y poder de hinchamiento). Fue posible enriquecer la harina de plátano ( $\alpha \leq 0,05\%$ ) con 30% de harina de guandúl, con buena aceptación organoléptica. La bebida presentó un índice de absorción de agua de 3,5g agua/g de almidón, índice de solubilidad en agua de 23,56g.100g<sup>-1</sup> muestra b.s. y poder de hinchamiento de 4,6g gel/g almidón. Los valores obtenidos son propios de harinas no convencionales, debido contenido de carbohidratos (84,07%), fibra dietaria (6,59%) y proteína (8,22%); también influyó la variabilidad en el tamaño del gránulo de almidón y la temperatura de gelatinización que se alcanzó a 80°C/10 minutos en harina de plátano y 87°C/30 minutos en harina de guandúl.

**Palabras clave:** Alimento, carbohidratos, legumbre, mezcla instantánea, proteína.

### Abstract

This research succeeded in developing a protein-energy instant drink, from banana variety Dominican (*Musa paradisiaca* L.), pigeon pea (*Cajanus cajan* (L.) Millsp) meal enriched. This latter being an important source of protein further provides trace elements such as iron, calcium, copper, phosphorus and manganese. Methodological development inclusions were made 20, 25 and 30% pigeon pea flour, establishing protein intake in composite flours by the Kjeldahl method, besides thermal properties were determined (viscosity, pasting temperature) and functional properties (index absorption rate of solubility and swelling power) in the instant beverage. It was possible to enrich plantain flour ( $\alpha \leq 0.05\%$ ) with 30% pigeon pea flour. The drink showed a water absorption rate of 3.5 g water.g<sup>-1</sup> of starch, water solubility index of 23.56 g.100g<sup>-1</sup> sample bs and swelling power of 4.6 g gel / g starch, flour eigenvalues unconventional due to: high carbohydrate content (84.07%), dietary fiber (6.59%) and protein (7.08%) variability in the size of the starch granule and high gelatinization temperature reached 80 C for 10 minutes in plantain meal and 87 C for 30 minutes in pigeon pea meal.

**Keywords:** Carbohydrates, food, instant mix, legume, protein.

## INTRODUCCIÓN

La harina de plátano es un alimento de digestión lenta, rico en carbohidratos y bajo en grasas; sobresaliente en su uso cotidiano en forma de colada cuyo aporte de carbohidratos es del 32%, además del contenido de minerales como potasio (350mg) y magnesio (36,4 mg), rico en fibra dietaria (2,55 g) que permite un mejor tránsito intestinal y elimina el colesterol malo (Pacheco-delahaye *et al.*, 2002).

El Plan Departamental de Seguridad Alimentaria y Nutricional Cauca sin Hambre 2009-2018 es una política del Gobierno provista como una herramienta para enfrentar los problemas relacionados con el hambre y la desnutrición; coordinando los esfuerzos institucionales y promovida por la Gobernación del Cauca desde 2009, esta iniciativa motivó el desarrollo de la presente investigación con el fin de contribuir con una propuesta nutricional desde la academia y por tanto se formuló y evaluó una bebida instantánea con harinas no convencionales, mezclando harina de plátano y de fríjol guandúl. La presente investigación propuso desarrollar, a escala piloto, una bebida enriquecida con harina de guandúl (*Cajanus cajan* (L.) Millsp), como alternativa nutricional. Una vez estandarizado el producto, se evaluó el aporte de proteína atribuible al guandúl, hallándose que es posible enriquecer (con un intervalo de confianza del 95%) en 6,37% el contenido proteico de la harina cocida de plátano, con inclusión del 30% de harina con granos germinados de guandúl. Los objetivos de la investigación fueron evaluar las propiedades térmicas de la bebida instantánea y determinar el grado de aceptación organoléptica de la mezcla energético-proteica.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Material vegetal

Plátano variedad Dominico (*Musa Paradisiaca* L.) de calidad 2, fue adquirido en el municipio de El Tambo, corregimiento de San Joaquín, vereda El Placer. Por otro lado el fríjol guandúl *Cajanus cajan* (L.) Millsp), variedad de grano crema, comúnmente llamado “Mena”, fue suministrado por agricultores del municipio de Bolívar, Cauca. Las características físicas y la calidad de la materia prima se establecieron a partir de las normas legales vigentes, así:

**Plátano.** Se realizaron determinaciones de acuerdo con la Norma Técnica Colombiana NTC 756/1977, cuyos lineamientos están dados para la conservación de frutas y hortalizas frescas. Con base en la NTC 1190/1976, se determinaron los parámetros de clasificación, estado de madurez, variedad y grado de calidad.

**Guandúl.** Se seleccionó la muestra global, con la aplicación de la NTC 271/2012 para cereales, leguminosas secas y sus productos molidos, para muestreo de “lotes estáticos”. Se evaluaron principalmente: impurezas, infestación y daños por insectos o agentes externos. Se adoptó para el guandúl la NTC 871/2006, que establece las definiciones, clasificación y requisitos que debe cumplir el fríjol para consumo.

**La mezcla instantánea.** Elaborada en la planta piloto de procesos aplicados en vegetales de la Universidad del Cauca, Popayán, Cauca, Colombia, empleando una mezcladora en V, móvil-caída libre en acero inoxidable, controlando la proporción de componentes y el tamaño de partícula.

**Obtención de harinas de fríjol guandúl.** Para la germinación del fríjol guandúl, se siguió la metodología descrita por Elizalde *et al.* (2009), quienes proponen un remojo de 48 horas a temperatura de 18 a 28°C, haciendo recambio cada ocho horas. Se humectó la semilla cada 12 horas con agua a 34°C, manteniendo un tiempo de germinación de tres días. Posteriormente se deshidrataron los granos con base en la metodología propuesta por Torres & Guerra (2003), a una temperatura de 55°C, hasta obtener una humedad cercana a 5%. La molienda se efectuó con un molino pulverizador turbo de pines marca Siemens hasta 70 mesh. Posteriormente se tamizó la harina de forma manual con un juego de tamices ASTM E-11 (USA Standard Sieve), en orden decreciente con abertura de 0,6 mm a 0,15 mm.

La metodología para la elaboración de la harina de plátano fue adaptada de Robles & Ramírez (2007). Se obtuvo una pasta a partir de plátano fresco homogenizando 20ml de agua por gramo de plátano y una vez realizada la mezcla en una licuadora industrial marca Javar, se llevó a cocción en ollas de acero inoxidable por 15 minutos a 80°C; la pasta resultante fue deshidratada a 55°C, hasta obtener una humedad del producto menor al 5%, fue molida con un molino pulverizador turbo de pines y tamizada siguiendo el mismo procedimiento para obtener para harina de fríjol guandúl.

**Ingredientes y formulación.** En las formulaciones se mezclaron harina de plátano y fracciones de harina de guandúl. El Tratamiento T<sub>1</sub> presentó exclusivamente harina de plátano; el tratamiento T<sub>2</sub> presentó 80% de harina de plátano y 20% harina de guandúl; el tratamiento T<sub>3</sub> 75% harina de plátano y 25% harina de guandúl, y el Tratamiento T<sub>4</sub>, 70% harina de plátano y 30% harina de guandúl. En todas las formulaciones se emplearon cantidades iguales de leche en polvo, matodextrina, azúcar, conservantes y saborizantes. El producto fue

desarrollado, teniendo en cuenta la NTC 5767/2010, que establece los requisitos de las mezclas en polvo para preparar refrescos o bebidas instantáneas.

**Análisis de datos.** Mediante un diseño experimental de bloques completamente al azar con tres repeticiones por tratamiento, se evaluó el porcentaje de inclusión de guandúl hasta lograr un incremento significativo en el nivel proteico en la mezcla. T1: muestra testigo. T2: 80% harina de plátano y 20% harina de guandúl. T3: 75 y 25%. T4: 70 y 30% para un total de 12 unidades experimentales de 100g. Para la validación de estas hipótesis se utilizó el análisis de varianza de un factor (ANOVA). Para determinar la influencia de la inclusión de guandúl en el contenido proteico de la mezcla en polvo, se aplicó la prueba de Dunnett con el paquete estadístico SPSS versión para Windows, para evaluar las diferencias significativas entre los tratamientos.

**Determinación de las propiedades térmicas y funcionales.** Las pruebas se realizaron en el laboratorio de reología de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad del Cauca. Las propiedades funcionales correspondieron a: *índice de solubilidad en agua (I.S.A)*, *índice de absorción de agua (I.A.A)* y *poder de hinchamiento (P.H)* y las propiedades térmicas: temperatura de gelatinización a través de curvas de empastamiento; para dos tratamientos M1 (cocción de harina de plátano a 80°C por 10 min y cocción de granos de guandúl a 87°C por 30 min.) y M2 (cocción de la mezcla de harina de plátano-guandúl a 95°C por 15 minutos).

**Las curvas de empastamiento.** Se obtuvo a partir de un reómetro modelo AR 1500 EX (TA). Instruments, con el que se halló la temperatura de gelatinización. El *índice de absorción de agua (I.A.A)*, el *índice de solubilidad en agua (I.S.A)* y el poder de hinchamiento (PH), La mezcla se pasó por una malla de 150 , luego se pesó 1g de muestra en una balanza analítica Shimadzu AY-120,

se transfirió a un tubo de centrifuga (se pesó luego de secarlos a 60°C), y se agregaron 6 ml de agua

destilada. La suspensión se colocó en baño de agua a 60°C durante 30 minutos (se agitó a los 10 minutos de haber iniciado el calentamiento). Posteriormente, se centrifugó a 4900rpm por 30 minutos en una centrifuga INDULAB No 7849. El sobrenadante se decantó y se secó a 100°C durante 24 horas, y el gel retenido en los tubos se pesó. El I.A.A., I.S.A. y PH se calcularon de acuerdo con las Ecuaciones 1, 2 y 3 que se indican a continuación y los ensayos se realizaron por duplicado.

$$I.A.A = \frac{\text{peso gel (g)}}{\text{peso muestra (g)}}$$

$$I.S.A = \frac{\text{peso soluble (g)}}{(\text{peso muestra (g)})}$$

$$PH = \frac{\text{Peso de gel (g)}}{(\text{peso muestra (g)} - \text{peso solubles (g)})}$$

**Composición química.** Los análisis aplicados a las muestras en polvo fueron: proteína, grasa, fibra dietaria, cenizas, carbohidratos y humedad y se realizaron en un laboratorio certificado para alimentos.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Formulación de la bebida instantánea.** La bebida fue reconstituida en agua mediante licuado por 30 segundos observándose una emulsión estable, lo que se puede atribuir a una apropiada distribución de las proteínas de la leche en polvo y el tamaño de partícula de la mezcla, contribuyendo a la formación de una emulsión con formación de espuma y estabilidad: los polisacáridos presentes actuaron como espesantes y agentes de retención de agua. La mezcla presentó una baja separación de fases debido a la inclusión de goma xanthan como espesante ya que por su alto peso molecular forma agregados complejos a través de enlaces de hidrógeno y el entrelazamiento de polímeros, dando como resultado alta viscosidad Newtoniana a bajas velocidades de cizallamiento (NTC 5767). Cuando hay separación de fases, es debido a la incompatibilidad termodinámica, que se presenta por la entropía del sistema y surge del hecho de que la liberación de la energía en la mezcla es mínima y también puede presentarse por agotamiento de floculación ya que la agregación es causada por la exclusión de moléculas de polímeros del espacio entre las partículas.

La Tabla 1, muestra diferencias estadísticamente significativas entre las medias de los tratamientos (valor  $p = \text{Sig. } 0,05$ ), es decir,  $F_{\text{calc}} > F_{\text{teor}}$ , por lo que se rechazó  $H_0$ , y se concluye que hay diferencias significativas (al 5%) entre las cantidades medias de proteína de los diferentes tratamientos. Para evaluar el tratamiento que parece estar causando estas diferencias, se realizó la prueba de Dunnett, dado que el experimento involucra un tratamiento testigo o control con el cual se comparan los demás.

**Tabla 1.** Resultados del tratamiento estadístico

Tratamiento	% proteína ( $\hat{y}_i$ )	Diferencia significativa	Fuente de variación	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios
T1	2,73	A	Tratamiento	3	63,94	21,31
T2	7,93	B	Error	8	1,13	0,14
T3	8,03	B	Total	11	65,07	
T4	8,22	B				

GL: grados de libertad . F calculado:150,98 F Tablas (5%): 4,07

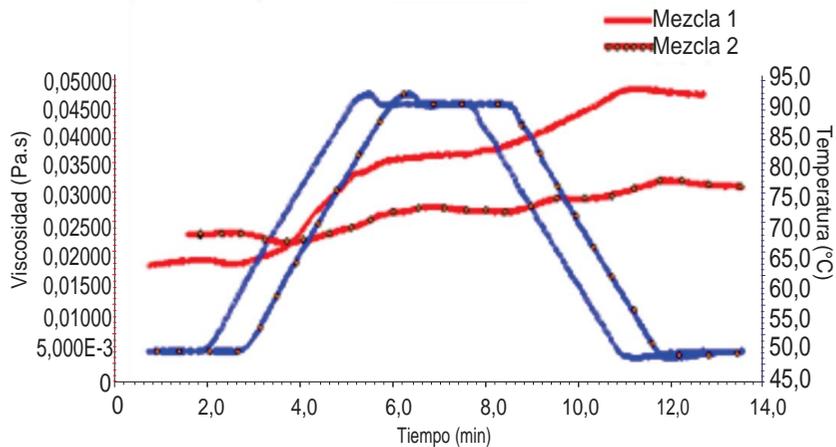
Los valores con letras iguales indican que los tratamientos no presentaron diferencias estadísticamente significativas ( $\alpha \leq 0,05$ ) entre sí. El testigo (100% de harina de plátano) marcó la diferencia por su bajo nivel proteico ( $2,73g.100g^{-1}$ ) en relación con los demás tratamientos que muestran un incremento en el porcentaje de proteína, verificándose similitud promedio entre tratamientos, alcanzando un nivel proteico máximo de  $8,22g.100g^{-1}$  con una inclusión de 30% del fríjol guandúl.

La harina del fríjol guandúl germinada y cocida, presentó aproximadamente 21,06% de proteína, en comparación a estudios realizados por Vélez, que reporta harina de guandúl pre-cocida con 26,34%. Este nivel bajo de proteína se atribuye posiblemente a la temperatura durante el proceso de cocción ( $87^{\circ}C$ ). Adicionalmente, el proceso de descascarillado disminuyó en 10% el contenido de proteína del grano. Los resultados obtenidos

por Elizalde *et al.* (2009), sobre la proteína cruda para guandúl regional fue de 18,83% con un incremento de proteína del 2% en tres días de germinación, obteniendo un porcentaje de 20,83%, valor inferior al obtenido en harina germinada y cocida, que fue de 21,06%.

**Propiedades térmicas y funcionales.** La mezcla en polvo con el tratamiento  $T_2$  y  $T_4$ , fue afín en cuanto a la aceptación sensorial. El tratamiento  $T_4$ , presentó mayor aporte proteico aunque no significativo estadísticamente con respecto a los demás, pero su nivel de aporte influyó las propiedades térmicas y funcionales del producto final.

La Figura 1 muestra las curvas de empastamiento para la mezcla en polvo  $T_4(70-30)$ , proporción de harinas de plátano y guandúl, y el efecto de la temperatura después de la cocción sobre las características físicas de la harina.



**Figura 1.** Curva de empastamiento de la mezcla

**Mezcla 1:** Cocción harina de plátano a  $80^{\circ}C/10min$  y granos de guandúl a  $87^{\circ}C/30 min$ .

**Mezcla 2:** Cocción de la mezcla de harina de plátano-guandúl a  $95^{\circ}C$  por 15 minutos.

En la bebida instantánea, la temperatura de gelatinización de 72,1°C y 69°C para los dos tratamientos de cocción aplicados, se explica por la alta temperatura de gelatinización de las leguminosas; en harina de guandúl se encuentran valores reportados entre 70 y 75°C. También, porque los almidones de las leguminosas tienen mayor temperatura de gelatinización que los cereales y los tubérculos, debido a la presencia de cadenas de mayor longitud y más ramificadas, particularmente las de amilopectina, aun cuando éste está en menor cantidad. El proceso de extrusión y

la adición de estabilizantes, presentan propiedades funcionales (Tabla 2) relacionadas estrechamente con su habilidad para retener y conservar grandes cantidades de agua (Hernández, 2011). Adicionalmente, se tiene que también influye en la modificación de las características reológicas de las mezclas, mejorando las propiedades fisicoquímicas, incrementando la viscosidad, la estabilidad de la emulsión y generando uniformidad del sabor; además impidiendo o retrasando la aparición de la textura granulosa, consecuencia de las fluctuaciones de temperatura (Zuleta, 2012).

**Tabla 2.** Propiedades funcionales de una bebida instantánea Plátano-guandúl

Bebida	I.A.A	I.S.A	PH
Mezcla 1	3,5	23,56g	4,6
Mezcla 1	3,5	26,89g	4,8
Mezcla 2	4,3	27,98g	5,1
Mezcla 2	4,1	27,49g	5,6

Índice de absorción de agua (I.A.A), índice de solubilidad en agua (I.S.A) y poder de hinchamiento (PH)

**Mezcla 1:** Cocción harina de plátano a 80°C/10min y granos de guandúl a 87°C/30 min.

**Mezcla 2:** Cocción de la mezcla de harina de plátano-guandúl a 95°C por 15 minutos.

Hernández, (2011), reporta valores de índice de solubilidad en agua de 24,78g.100g<sup>-1</sup> de muestra b.s., para harina extruida de lenteja/plátano, en una proporción de (20,5%: 79,5%). Estos datos se relacionan con los obtenidos en el presente estudio para harinas cocidas; mezcla 1: 25,22g.100g<sup>-1</sup> de muestra en promedio y mezcla 2: 27,74g.100g<sup>-1</sup> de muestra en promedio. La solubilidad fue mayor en el tratamiento de la mezcla 2, posiblemente debido al aumento de la temperatura que produjo mayor dextrinización; a mayor degradación de las moléculas de almidón en dextrinas, mayor solubilidad en el agua (Zuleta, 2012). Con la inclusión de harina de guandúl se incrementó la solubilidad y hay mayor contenido de proteínas solubles en agua. Otros factores que influyen son: el tamaño del gránulo, que facilita la entrada del agua por los espacios intermoleculares y mayor contenido de amilopectina (Wang, 2012).

El índice de absorción de agua arrojó un valor de 3,5g agua.g<sup>-1</sup> almidón para la mezcla 1 y 4,2g agua.g<sup>-1</sup> de almidón para la mezcla 2. (Pacheco-Delahaye *et al.*, 2005), encontrando un valor promedio de 3,07 ± 0,04g de agua.g<sup>-1</sup> de almidón, considerado alto y característico para productos formulados con harinas de raíces y tubérculos, así como en formulaciones con altos contenidos de proteínas, grasas, almidón y fibra dietaria. El incremento se debió al contenido de fibra dietaria y la capacidad de absorber agua de gomas y mucílagos; la viscosidad de las mezclas está relacionada

con la viscosidad de la goma xanthan con inclusiones de 0,5% en las mezclas. La variación del índice de absorción y solubilidad se afectó por la presencia de almidón resistente, que dificultó el acceso de agua entre las cadenas del almidón y la cristalinidad de los gránulos limitando su expansión.

El poder de hinchamiento es mayor al reportado por Torres *et al.* (2003), que fue de 3,17g de gel.g<sup>-1</sup> de almidón en harina de maíz precocida con harina de guandúl. El presente estudio arrojó valores de 4,7g gel.g<sup>-1</sup> almidón (mezcla 1) y 5,4g gel.g<sup>-1</sup> de almidón (mezcla 2), como consecuencia del tipo de almidón, el tamaño de la partícula, la cantidad de agua, el tiempo estimado para su rehidratación, la reconstitución y la modificación del gránulo de almidón durante la obtención de la harina.

**Composición química.** El contenido de humedad fue de 5,68%, para la mezcla instantánea plátano-guandúl; se encontró fuera del límite máximo de 5,0% para mezclas en polvo instantáneo indicado en la norma NTC 5767. Ovando-Martínez *et al.* (2008), reportaron la tendencia a disminuir el contenido de humedad cuando el nivel de inclusión de plátano aumenta (Tabla 3).

La humedad en la mezcla fue mayor debido a las condiciones de almacenamiento y empaque no hermético de los aditivos y otros ingredientes que promovieron un leve incremento en la humedad del producto.

**Tabla 3.** Composición química porcentual de la mezcla de harinas

Componente	T4
Humedad	5,68%
Proteína Total	8,22%
Grasa	1,71%
Ceniza	1,46%
Fibra dietaria	6,59%
Carbohidratos Totales	84,07%
Calorías Totales Kcal.100g <sup>-1</sup>	379,99

La incorporación del fríjol guandúl incrementó la proteína total a 8,22%. La OMS recomienda un consumo diario de 0,8 a 1,0 gramos de proteína por cada kilogramo de peso para una persona adulta sana, y por tanto se puede afirmar que la mezcla plátano-guandúl en proporción 70/30, representó un buen aporte en la ingesta diaria de proteína. Asimismo, el bajo contenido de grasa (1,71%) en la mezcla, puede generar estabilidad durante el almacenamiento; un alto contenido de grasa aumenta la posibilidad de oxidación (rancidez oxidativa) y presencia de olores y sabores indeseables. El aumento en cenizas de 0,46% en grano de guandúl a 1,46% en la mezcla, se debió a la inclusión de plátano que, como aseguran Wang *et al.* (2012), el porcentaje de minerales se incrementa cuanto más harina de plátano se incorpora. La presencia de harina de plátano también incrementó el contenido de fibra dietaria, que se encuentra entre 6,28-15,54 g.100g<sup>-1</sup> con base seca. La presencia de fibra insoluble es beneficiosa para la función intestinal, ya que aumenta su movilidad (Silva, 2015).

Los carbohidratos totales presentaron un valor de 84,07%, debido al contenido de almidón en el plátano (86,9%, para Dominico) reportado por Pacheco-Delahaye *et al.* (2005), quienes afirman que el carbohidrato es el elemento predominante en la mezcla. La presencia de azúcares facilita re-hidratación al reconstituirse. Con el aporte de fibra dietaria, proteína, carbohidratos y grasas, el producto presentó un valor energético de 379,99 Kcal.100g<sup>-1</sup>, aportando el 16% del valor diario en calorías para un requerimiento de 2500 calorías por persona al día.

De acuerdo con los resultados de la prueba de Dunnett, los tratamientos que involucraron guandúl tendieron a presentar un mayor nivel proteico promedio que el testigo. Entre los tratamientos (sin testigo), no se presentaron diferencias significativas (Sig. < 0,05) con respecto al contenido de proteína.

Se estableció que la presencia de almidón resistente dificulta el acceso de agua entre las cadenas del almidón.

El índice de solubilidad en agua de la mezcla fue de 25,22 g.100g<sup>-1</sup> de muestra, el índice de absorción en agua fue de 3,5g de agua por gramo de almidón, considerándose característico para estos productos a base de harinas no convencionales, por el alto contenido de fibra dietaria y la mayor capacidad de absorción de agua de gomas y mucílagos. La viscosidad que presentaron las mezclas con inclusión de 20 y 30% de harina de guandúl, fue de 35,92Cp y 28,50Cp respectivamente, siendo considerados bajos porque durante la prueba se produjo doble calentamiento que generó dextrinización en el almidón.

Con respecto a la aceptación organoléptica, se hicieron pruebas con panelistas no entrenados comparando la aceptación de sabor y textura en una bebida instantánea reconstituida con dos porcentajes diferentes de inclusión de guandúl. Se encontró que no hubo diferencia entre las bebidas instantáneas con 20 y 30% de harina de guandúl en mezcla; se evaluó palatabilidad (textura, viscosidad y grumosidad) y características sensoriales (dulce, saborizado y amargo), concluyendo que los dos tratamientos tuvieron el mismo nivel de aceptación organoléptica (probabilidad de  $\alpha=0,05$ ), y se aceptó como el mejor tratamiento T4: 70% de harina de plátano y 30% de harina de guandúl.

## CONCLUSIONES

El valor proximal de la mezcla en polvo, determina que es un alimento rico en fibra dietaria (6,59%); importante para la función intestinal; es bajo en grasa (1,71%), adecuado para el sistema cardiovascular, presenta alto nivel proteico (8,22%) y buen aporte de carbohidratos totales, especialmente de almidón resistente, el cual mejora las propiedades funcionales de la bebida instantánea (rehidratación y viscosidad), y las características organolépticas en el producto final. Por tanto, la mezcla instantánea obtenida puede ser considerada un alimento funcional con un importante aporte energético proteico.

El análisis de los tratamientos mostró que la inclusión de 30% de harina de guandúl germinado en harina de plátano junto a edulcorantes, espesantes y leche en polvo, permite obtener una mezcla instantánea con un índice de absorción de agua de 3,5g agua por gramo de almidón, índice de solubilidad en agua de 23,56g por 100g de muestra y poder de hinchamiento de 4,6g gel por gramo de almidón. Los valores obtenidos son propios de harinas no convencionales.

## AGRADECIMIENTOS

Las autoras agradecen a la Universidad del Cauca y a la Facultad de Ciencias Agrarias por su apoyo para el desarrollo de la presente investigación.

## REFERENCIAS

- Aurorea, G., Parfait, B. & Fahrasmane, L. (2009). Bananas, raw materials for making processed food products. *Trends Food Sci Tech*, 2(2), 78-91. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tifs.2008.10.003>
- Abbas, F.M., Alkarkhia, S.B. Ramlib, Y. S., & Yongb, A.M.E., (2011). Comparing physicochemical properties of banana pulp and peel flours prepared from green and ripe fruits. *Food Chem*, 129(2), 312-318. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.04.060>
- Elizalde, A.D., Pismag, Y. & Chaparro, D.C. (2009). Factores antinutricionales en semillas. *Facultad de Ciencias Agropecuarias*, 7(1), 45-54.
- García, M. & Pacheco-Delahaye, E. (2010) Evaluación de una bebida láctea instantánea a base de harina de arracacha (*arracacia xanthorrhiza*) con la adición de ácido fólico. *Rev Chil Nutr*, 37(4), 480-492. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182010000400009>
- Hernández-Nava, R.G., Bello-Pérez, L.A., San Martín-Martínez, E., Hernández-Sánchez, H. & Mora-Escobedo, R., (2011). Effect of extrusion cooking on the functional properties and starch components of lentil/banana blends: Response surface analysis. *Rev Mex Ing Quím*, 10(3), 409-419.
- Mazzeo M. M., Agatón L. L., Mejía G. L. F., Guerrero M. L. E. & Botero, J.D. (2012). Aprovechamiento industrial de residuos de cosecha y poscosecha del plátano en el Departamento de Caldas. *Educación en Ingeniería*, 5(9), 128-139.
- NTC 5767(2010). Mezclas en polvo para preparar refrescos o bebidas instantáneas. Requisitos. Bogotá. D.C: ICONTEC Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. 1-6.
- NTC 271 (2012). Cereales, leguminosas secas y sus productos molidos. Muestreo de lotes estáticos. Bogotá D.C: ICONTEC Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. 1-10.
- Ovando, M. M., Sayago, A., S.G., Agama, A.E. & Bello, P. L.A. (2008). Unripe banana flour as an ingredient to increase the undigestible carbohydrates of pasta. *Food Chem*, 113(1), 121-126.
- <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.07.035>
- Pacheco, D. E. & Testa, G. (2002). Evaluación nutricional de hojuelas fritas y estudio de la digestibilidad del almidón de plátano verde (*Musa spp.*). *Facultad Agronomía Universidad Maracay*. 28, 42-48.
- Pacheco, D. E. & Testa, G. (2005). Evaluación nutricional, física y sensorial de panes de trigo y plátano verde. *Interciencia*, 30(5), 300-304.
- Pérez, H. P., Esquivel, E.G., Rosales, S.R. & Acosta, G. J.A... (2002). Caracterización física, culinaria y nutricional de frijol del altiplano subhúmedo de México. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 52(2), 172-180.
- Silva, A. A., Barbosa, J.J.L. & Barbosa, M. I. M. J. (2015). Farinha de banana verde como ingrediente funcional em produtos alimentícios. *Ciência Rural*, 45(12), 2252-2258.
- <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20140332>
- Torres, A. & Guerra, M. (2003). Sustitución parcial de harina de maíz precocida con harina de quinchoncho (*Cajanus cajan*) para la elaboración de arepas. *Interciencia*, 20(4), 200-204.
- Wang, Y., Zhang, M. & Mujumdar, A.S. (2012). Influence of green banana flour substitution for cassava starch on the nutrition, color, texture and sensory quality in two types of snacks. *Food Sci Technol*, 47(1), 175-182. <http://dx.doi.org/10.1016/j.lwt.2011.12.011>
- Zuleta, Á., Binaghi, M.J., Greco, C.B., Aguirre, C.C. L., Tadini, C. & Ronayne, F. P. (2012). Diseño de panes funcionales a base de harinas no tradicionales. *Rev Chil Nutr*, 39 (3), 58-64.
- <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182012000300009>