

CONTENIDO DE MACROMINERALES EN LA HARINA DEL MESOCARPIO DEL FRUTO DE LA PALMA COROBA (*Attalea macrolepis*) DE CINCO ZONAS DEL MUNICIPIO CEDEÑO, ESTADO BOLÍVAR, VENEZUELA: CONTRIBUCIÓN A LA INGESTA DIETÉTICA DIARIA

MACROMINERALS CONTENT IN COROBA PALM (*Attalea macrolepis*) FRUIT FLOUR IN FIVE ZONES OF CEDEÑO MUNICIPALITY, BOLIVAR STATE, VENEZUELA: CONTRIBUTION TO DAILY DIETARY INTAKE

ANARA GONZÁLEZ^{1,2}, CARLOS RONDÓN¹, KARINA PINO²

¹Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias, Departamento de Química, Laboratorio de Espectroscopia Molecular, Mérida, Venezuela. ²Universidad de Oriente, Núcleo de Bolívar, Unidad de Estudios Básicos, Departamento de Ciencias, Laboratorio de Química y Ambiente, Ciudad Bolívar, Venezuela
E-mail: anara.gonzalez@udo.edu.ve

RESUMEN

La coroba es una palmera autóctona del estado Bolívar, Venezuela, cuyo fruto es utilizado por los pobladores de la zona para elaborar una gran variedad de productos alimenticios. El objetivo de este trabajo fue determinar el contenido de calcio (Ca), magnesio (Mg), potasio (K) y sodio (Na) en la harina obtenida a partir del mesocarpio del fruto de la coroba, con el fin de aportar información sobre su composición nutricional para el consumo humano. Para tal fin, se tomaron al azar frutos maduros de palmas silvestres ubicadas en cinco zonas del municipio Cedeño. Los macroelementos se analizaron por espectroscopia de absorción atómica con llama (FAAS) previa digestión ácida de la muestra. El contenido medio de Ca, Mg, K y Na estuvo en los intervalos de 7,2 a 26,5 mg/100 g, 58 a 196 mg/100 g, 200 a 737 mg/100 g y 5,8 a 7,8 mg/100 g, respectivamente. Los resultados muestran que las concentraciones de los macrominerales presentaron variaciones significativas (ANOVA, $p < 0,05$) que están relacionadas con la zona de recolección de los frutos y la madurez. De acuerdo con los valores de la ingesta diaria recomendada (DRI), el consumo de 100 g de harina aportaría aproximadamente 1,5% de Ca, 42% de Mg, 10% de K y 0,4% de Na. Estos resultados indicaron que esta harina puede considerarse como una fuente importante de nutrientes esenciales y que en consecuencia, pudiera ser una alternativa para complementar las harinas comerciales utilizadas por la población venezolana si estudios adicionales confirman su importancia nutricional.

PALABRAS CLAVE: Macroelementos, composición nutricional, FAAS.

ABSTRACT

The coroba is a native palm from Bolivar State, Venezuela, and its fruit is used by residents of the area to prepare a variety of foods. The aim of this study was to determine the calcium (Ca), magnesium (Mg), potassium (K), and sodium (Na) content in flour obtained from the mesocarp of coroba fruit (*Attalea macrolepis*), in order to provide information on their nutritional composition for human consumption. For this purpose, mature fruits were randomly taken from wild palms located in five areas of Cedeño municipality. Macroelements were analyzed by atomic absorption spectroscopy flame, after acid digestion of the sample. The average Ca, Mg, K and Na content were in the range of 7.2 to 26.5 mg/100 g, 58 to 196 mg/100 g, 200-737 mg/100 g and 5.8 to 7.8 mg/100 g, respectively. Macroelements concentrations showed significant variations (ANOVA, $p < 0.05$) that are associated with the harvesting area of the fruits and maturity. According to the dietary reference intake values (DRI), the consumption of 100 g of flour would provide about 1.5% of Ca, 42% Mg, 10% K and 0.4% Na. These results suggest that this flour can be considered as an important source of essential nutrients that could be an alternative to complement commercial flours used by the Venezuelan population if additional studies confirm its nutritional importance.

KEY WORDS: Macroelements, nutritional composition, FAAS.

INTRODUCCIÓN

La coroba (*Attalea macrolepis*) es una palmera autóctona del municipio Cedeño, estado Bolívar, Venezuela (Belén *et al.* 2005) que presenta un tronco áspero, cilíndrico, sin ramas, con un aspecto decorativo y coronado por un penacho de grandes hojas (Pino *et al.* 2010). Esta palma crece de forma silvestre, principalmente entre los ríos Cuchivero y Caura, donde predominan

sabanas con suelos arenosos y bien drenados, fuertemente ácidos y de baja fertilidad natural (CNTI 2005). La planta produce frutos durante todo el año, siendo el periodo de mayor producción entre mayo y agosto (Belén *et al.* 2001, Belén *et al.* 2005). El fruto de la coroba se asemeja externamente al coco, posee una masa total promedio entre 30 a 40 gramos correspondiendo al mesocarpio el 20 % de la masa total del fruto. El color del mesocarpio al avanzar la madurez varía entre un color blanco (pulpa

inmadura) a un color amarillo – naranja (pulpa madura). De acuerdo con Crisosto (1999), existen diversos índices fisicoquímicos para determinar el grado de maduración de los frutos: la firmeza, la acidez, la colorimetría tradicional, la medición de los sólidos solubles y el índice de almidón. La colorimetría tradicional es una técnica en la que el productor establece sus propios colores para determinado fruto, con base en la experiencia de las personas, se registran distintos colores de maduración en tablas que se proporcionan a los recolectores (Angón-Galván *et al.* 2006). Cuando el fruto de coroba exhibe las características de madurez organolépticas que lo definen como comestible, es recolectado por los pobladores de la zona para elaborar una gran variedad de productos alimenticios que forman parte de su dieta tales como: arepas, bollos, natillas, atoles y galletas (CNTI 2005, Belén *et al.* 2007).

Los estudios sobre la harina del mesocarpio de la coroba (Belén *et al.* 2001, Alemán *et al.* 2002, Pino *et al.* 2010), se han orientado a determinar su potencial como una materia prima para la industria de aceites y grasas; sin embargo, existe poca o ninguna información sobre el contenido de los nutrientes minerales de la coroba. En el ser humano, los requerimientos dietéticos de los minerales varían desde pocos microgramos por día hasta un gramo por día. Los minerales son necesarios para la reconstrucción estructural de los tejidos corporales, participan en la mayoría de los procesos metabólicos, reacciones enzimáticas, contracción muscular, función nerviosa y coagulación de la sangre (López 2008). Estos nutrientes minerales, que deben ser suministrados en la dieta, se dividen en dos clases: macroelementos y microelementos. En el primer caso, son elementos que deben aportarse en la dieta por cada 100 mg o más, mientras que en el segundo caso sólo son necesarios unos pocos mg al día (Montero 2003, López 2008). En este sentido, el objetivo de la presente investigación fue aportar información sobre el contenido de los macrominerales Ca, Mg, K y Na en la harina del mesocarpio del fruto de la palma de coroba que crecen de forma silvestre en cinco zonas del municipio Cedeño con el fin de establecer su importancia nutricional para el consumo humano.

MATERIALES Y MÉTODOS

Reactivos

Se utilizaron como reactivos: ácido nítrico (65%, Riedel De Häen), ácido clorhídrico (37%, Riedel De Häen), peróxido de hidrógeno (36,5%, Sigma-Aldrich), carbonato de calcio (99%, Riedel De Häen), magnesio

(99,5%, Merck), cloruro de potasio (99,5%, Merck) y cloruro de sodio (99,5%, Analar). Se prepararon disoluciones estándar de: Ca (500 mg/L), Mg (1000 mg/L), Na (1000 mg/L) y K (1000 mg/L). El agua empleada para preparar los estándares, las disoluciones de trabajo y las muestras fue desmineralizada y desionizada (sistema Millipore Milli-Q plus) con una conductividad de 18 M Ω -cm⁻¹. Con el fin de evitar contaminaciones, el material de vidrio utilizado para cada disolución patrón y de las muestras fue lavado con ácido nítrico al 20%, enjuagado con agua desmineralizada y luego con agua desionizada.

Equipos

Se utilizó espectrofotómetro de absorción atómica con atomizador de llama, modelo AAnalyst 200 (Perkin-Elmer) para la determinación de Ca y espectrofotómetro de absorción atómica con atomizador de llama, modelo 3100 (Perkin-Elmer) para la determinación de Mg, Na y K. Como fuentes de línea se usaron lámparas de cátodo hueco específicas de cada elemento. Se empleó para ablandar las frutas un baño térmico, marca Chicago Surgical & Electrical Co, modelo 26100. Para secar las muestras se empleó liofilizador, marca Lyovac GT 2, Leybold-Heraeus. Para el calentamiento de las muestras se utilizó plancha de calentamiento, marca Thermoline, tipo 2200. Las muestras fueron pesadas en balanza electrónica, marca ER-180A, con apreciación de 0,0001 g.

Muestreo

Durante el mes de mayo de 2012, se recolectó aleatoriamente un lote de 50 kg de frutos maduros de plantas silvestres sanas ubicadas en cinco zonas del municipio Cedeño: San Rafael (zona 1), El Zamuro (zona 2), Cuchivero (zona 3), Corocito (zona 4) y Tamarindo (zona 5) (Fig. 1). De ese lote se tomó una muestra de 25 kg de frutos, de acuerdo al criterio de la colorimetría tradicional (Angón-Galván *et al.* 2006) empleado por los recolectores de la zona: color amarillo uniforme, tamaño homogéneo y ausencia de daños físicos aparentes. La obtención de las muestras de laboratorio por cada zona se llevó a cabo de acuerdo al procedimiento de Belén *et al.* (2001), que consistió en lavar los frutos con agua potable, escaldarlos para ablandar un poco la fruta y aumentar el rendimiento de la pulpa en un baño térmico a 80°C durante 4 minutos, posteriormente de forma manual, empleando un cuchillo de acero inoxidable, se separó la cubierta (epicardio) de la pulpa (mesocarpio). A continuación se almacenaron aproximadamente 50 gramos de pulpa, por cada zona, en bolsas de polietileno con cierre hermético

de capacidad de 0,5 kg y se congelaron a -4°C hasta su procesamiento.

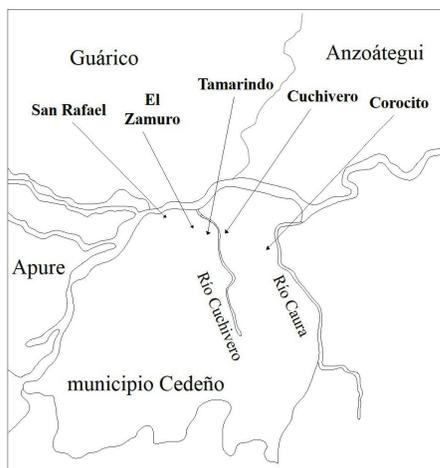


Figura 1. Ubicación geográfica de las zonas en estudio en el municipio Cedeño, estado Bolívar, Venezuela.

Secado de las muestras

Las muestras se sometieron a proceso de secado de acuerdo al procedimiento descrito por Saavedra y Rondón (2008). Para ello, se colocó cada muestra en un vaso de precipitado de 1000 mL de capacidad, luego se agregó nitrógeno líquido; seguidamente ubicadas en un liofilizador por 24 horas. Las muestras secas se sometieron a proceso de trituración empleando un mortero de ágata hasta obtener un producto harinoso homogéneo.

Digestión de la muestra

Para la determinación de Ca, Mg, K y Na se pesó, de cada zona, 2,0 g de muestra de harina de coroba por triplicado. La digestión siguió el método propuesto por Saavedra y Rondón (2008) con ligeras modificaciones. Este procedimiento consistió en agregar 10 mL de ácido nítrico concentrado y calentar a 70°C en plancha de calentamiento durante 4 horas. Las soluciones obtenidas se dejaron enfriar y luego se les agregó 2 mL de ácido nítrico concentrado y 4 mL de peróxido de hidrógeno. Se calentaron a la misma temperatura por 30 minutos hasta obtener en cada caso una solución clara. Luego, cada solución se dejó enfriar y se aforó en balones de 10 mL de capacidad (solución madre). A partir de ellas se procedió a realizar las diluciones específicas para cada macroelemento.

Determinación analítica de los elementos

Las concentraciones de Ca, Mg, K y Na fueron

determinadas por espectrometría de absorción atómica con llama (FAAS) siguiendo la metodología de Saavedra y Rondón (2008). A partir de las disoluciones estándar, se prepararon disoluciones de calcio, magnesio, potasio y sodio de diversas concentraciones (intervalo de trabajo útil) en matraces aforados de 100 mL de capacidad. La longitud de onda utilizada para el análisis de cada elemento fue la siguiente: Ca = 422,67 nm; Mg = 285,2 nm; K= 766,5 nm; Na= 589 nm.

Análisis estadístico de los resultados

Se calcularon los parámetros estadísticos de los contenidos de Ca, Mg, K y Na expresando los resultados como media \pm desviación estándar (SD) y se establecieron los intervalos de confianza de cada media para 95% de confianza. La diferencia entre las pendientes de la curva de calibración acuosa y la de adición estándar se realizó a través de la distribución "t" ($p < 0,05$). Para evaluar la concentración de macroelementos en las cinco zonas se aplicó el análisis de varianza (ANOVA) de un solo factor y comparación de medias de Tukey ($p < 0,05$) empleando el programa estadístico SPSS versión 21.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Estudio de interferencias

Con el fin de conocer la existencia de posibles interferencias de la matriz en la determinación de los macroelementos en estudio en la harina del mesocarpio de la coroba, se realizaron curvas de adición estándar y de calibración sencilla con patrones acuosos con concentraciones comprendidas entre 0,50 a 5,0 mg/L para el Ca; 0,10 a 0,50 mg/L para el Mg; 0,10 a 2,0 mg/L para el K y de 0,125 a 1,0 mg/L para el Na.

Adición estándar

Para determinar la existencia o no de diferencias estadísticamente significativas entre las pendientes de las curvas de calibración acuosa (mCA) y las de adición estándar (mAE) de los macroelementos en estudio, se realizó análisis estadístico empleando *t*-Student. La comparación estadística entre los valores de las pendientes de las curvas de calibración acuosa con las curvas de adición de estándar (Tabla 1), no mostró diferencias significativas ($p > 0,05$), ya que las *t*-Student calculadas fueron menores que las *t*-Student críticas para todos los casos; lo cual permite inferir que no existe interferencia por parte de la matriz en la determinación de los macroelementos estudiados por espectrometría

de absorción atómica con llama (FAAS). Por lo tanto, es posible utilizar una curva de calibración con patrones

acuosos para la determinación de Ca, Mg, K y Na en las muestras de harina del mesocarpio de la coroba.

Tabla 1. Prueba de significación mCA y mAE para los macroelementos Ca, Mg, K y Na.

Elemento	m (CA)	m (AE)	Grados de libertad	t-Student calculada	t-Student crítica
Ca	0,0411	0,0402	5	1,86	3,18
Mg	0,4417	0,4430	5	-1,41	3,18
K	0,0962	0,0966	4	-0,54	4,30
Na	0,3874	0,3758	4	2,12	4,30

Características analíticas del método

En la Tabla 2, se presenta las características analíticas encontradas para la determinación de Ca, Mg, K y Na por FAAS en las muestras de harina del mesocarpio de la coroba. En ella se puede observar la ecuación de la curva de calibración ajustada, el factor de regresión lineal (R^2), el porcentaje de recuperación (% Rec), el límite de detección (LOD), límite de cuantificación (LOQ), el intervalo lineal (LOQ-LOL) y la desviación estándar relativa (RSD). El límite de detección se define como

tres veces la desviación estándar del blanco dividido entre la pendiente de la curva de calibración. El límite de cuantificación fue 10 veces la desviación estándar del blanco entre la pendiente. El límite superior del intervalo lineal (LOL) fue el valor de concentración correspondiente a la concentración a la cual la curva de calibración se aleja de la linealidad. Finalmente, la desviación estándar relativa (RSD) se define como la desviación estándar dividida por la media, ésta se expresó en porcentaje y está relacionada con la precisión del método empleado.

Tabla 2. Características analíticas del sistema para la determinación de Ca, Mg, K y Na.

Elemento (mg/L)	Curva de regresión lineal	(R^2)	% Rec	LOD	LOQ	LOL	% RSD
Ca	$A = 0,0411xC + 0,0307$	0,9991	87-96	0,035	0,120	0,120-5,000	0,7
Mg	$A = 0,4417xC + 0,0812$	0,9992	94-98	0,004	0,014	0,014-0,500	0,4
K	$A = 0,0962xC + 0,0083$	0,9986	86-104	0,013	0,043	0,043-1,000	1,1
Na	$A = 0,3874xC + 0,0185$	0,9991	84-95	0,004	0,012	0,012-2,000	0,4

A, C: representan la absorbancia y la concentración del analito (mg/L) respectivamente.

Precisión y exactitud del método

La precisión del método en función de la concentración se determinó mediante el porcentaje de desviación estándar relativa (% RSD), siendo en todos los casos menor de 1,1%, lo cual indicó buena repetibilidad del mismo. La exactitud del método fue evaluada mediante estudio de recuperación (% Rec) obteniéndose recuperaciones entre 84 y 104%, valores que demostraron la validez y aplicabilidad del método analítico usado para la determinación cuantitativa de Ca, Mg, K y Na en muestras de harina del mesocarpio de la fruta de coroba.

Distribución de los macroelementos en la harina del mesocarpio de la coroba

En la Tabla 3, se presenta el contenido medio de los macroelementos analizados en la harina del mesocarpio del fruto de la coroba, por cada zona de muestreo, la desviación estándar (SD), y entre corchetes [] se refleja el intervalo de confianza para la media al 95%. En estos resultados se observó, en general, que el macroelemento predominante en la harina de la coroba fue el K con valores hasta de 737 mg/100 g. En cuanto a los contenidos medios de Ca, Mg y Na estos presentaron valores hasta 26,5 mg/100 g, 196 mg/100 g y 7,8 mg/100 g,

respectivamente.

La comparación estadística del contenido medio de los macroelementos se realizó mediante ANOVA de un factor; siendo el factor la zona en que se realizó el

muestreo. En la Tabla 4, el contenido medio de Ca, Mg y K difiere significativamente ($p < 0,05$) entre las cinco zonas de muestreo. Sin embargo, la concentración media del Na solo difiere significativamente entre la zona 5 y las zonas 1, 2, 3 y 4.

Tabla 3. Contenido medio (mg/100 g) de Ca, Mg, K y Na en la harina del mesocarpio de la coroba (*Attalea macrolepis*) para cinco zonas del municipio Cedeño del estado Bolívar.

Zonas	Materia seca			
	Ca*	Mg*	K*	Na*
	Media \pm SD [IC, 95%]	Media \pm SD [IC, 95%]	Media \pm SD [IC, 95%]	Media \pm SD [IC, 95%]
1	26,5 ^(a) \pm 0,2 [25,2-27,7]	66 ^(a) \pm 1 [64-69]	200 ^(a) \pm 2 [196-203]	7,0 ^(a) \pm 0,4 [6,4-7,6]
2	17,2 ^(b) \pm 0,2 [16,8-17,6]	196 ^(b) \pm 1 [194-199]	658 ^(b) \pm 2 [652-663]	7,5 ^(a) \pm 0,4 [6,6-8,4]
3	13,7 ^(c) \pm 0,1 [13,4-14,1]	130 ^(c) \pm 2 [126-134]	737 ^(c) \pm 3 [732-742]	7,2 ^(a) \pm 0,5 [5,9-8,6]
4	8,9 ^(d) \pm 0,1 [8,8-9,0]	58 ^(d) \pm 1 [55-61]	331 ^(d) \pm 4 [322-339]	7,8 ^(a) \pm 0,5 [6,5-9,0]
5	7,2 ^(e) \pm 0,1 [6,9-7,4]	87 ^(e) \pm 1 [85-90]	494 ^(e) \pm 4 [485-503]	5,8 ^(b) \pm 0,5 [5,3-6,3]

*Las medias de un elemento con letras diferentes en una misma columna son indicativo de diferencias estadísticamente significativas (Tukey, $p < 0,05$). [IC, 95%]: Intervalo de confianza al 95%.

Tabla 4. Comparación entre las medias de Ca, Mg, K y Na mediante ANOVA de un factor.

Elemento	Concentración	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	F	p
Ca	Inter-grupos	705,369	4	176,342	3026,469	0,000
	Intra-grupos	0,583	10	0,058		
	Total	705,952	14			
Mg	Inter-grupos	38646,233	4	9661,558	13549,052	0,000
	Intra-grupos	7,131	10	0,713		
	Total	38653,364	14			
K	Inter-grupos	595967,008	4	148991,752	22448,231	0,000
	Intra-grupos	66,371	10	6,637		
	Total	596033,379	14			
Na	Inter-grupos	7,139	4	1,785	9,906	0,002
	Intra-grupos	1,802	10	0,180		
	Total	8,940	14			

Diversas investigaciones señalan que el mesocarpio del fruto de la coroba presenta niveles importantes de Ca y fósforo (Belén *et al.* 2001, Belén *et al.* 2004, Belén *et al.* 2005, Belén *et al.* 2007); sin embargo, no se encontró reportes relacionados con la cuantificación del contenido de Mg, K y Na. Los resultados obtenidos en esta investigación mostraron que el contenido medio de Ca en la harina del mesocarpio de la coroba (7,2-26,5 mg/100 g) fue menor al reportado por Belén *et al.* (2001). Estos

autores encontraron un contenido de 54 ± 1 mg/100 g usando la técnica de permanganometría. Las diferencias podrían estar relacionadas con los factores climáticos, las zonas de cultivo y la madurez organoléptica del fruto que influyen en la variabilidad de los patrones nutricionales de los alimentos (Oyarzun *et al.* 2001, Martínez 2008, Okullo *et al.* 2010), así como también, con las técnicas analíticas empleadas para la determinación del Ca en las muestras de harina de coroba (Okullo *et al.* 2010).

En cuanto a los contenidos medios de Mg, K y Na en la harina del mesocarpio de la coroba, los resultados mostraron variación significativa ($p < 0,05$) en la concentración de estos elementos posiblemente relacionada con la zona de recolección de los frutos. Estos resultados concuerdan con los datos comunicados por otros autores (Martínez 2008, Okullo *et al.* 2010), quienes indicaron diferencias significativas en la concentración de Ca, Mg, K y Na en frutos recolectados en distintas zonas de una misma localidad. Probablemente, las diferencias encontradas para los valores del contenido medio de los macrominerales en cada una de las zonas de cultivo del municipio Cedeño, se deben a la edad de la palmera, el índice de maduración del fruto, la zona de recolección, la genética del suelo, la humedad, entre otros factores que pueden contribuir al grado de variación del contenido mineral (Sergent 1999, Albornoz *et al.* 2008, Martínez 2008, Okullo *et al.* 2010, Ogbe y Affiku 2012).

Con relación al contenido de humedad de la harina se obtuvo un valor medio de 64 ± 6 g/100 g, resultado 1,3 veces mayor al reportado por Belén *et al.* (2001). La diferencia podría estar influenciada por el grado de madurez de los frutos, las zonas de muestreo y los cambios climáticos (Belén *et al.* 2001, Fernández *et al.* 2007).

Se ha demostrado que las propiedades funcionales y el comportamiento reológico que presenta la harina del mesocarpio de la coroba la posicionan como materia prima de posible utilidad como sustituta parcial de la harina de trigo en la preparación de productos de panadería y pastelería (Belén *et al.* 2004). En este sentido, se realizó una comparación de los resultados obtenidos en el presente estudio con los obtenidos por otros autores para las harinas de algunos cereales y con los valores de la ingesta diaria recomendada (DRI) establecidos por el Consejo de Alimentos y Nutrición del Instituto de Medicina de los Estados Unidos de América (FNB: IOM 2006), con el fin de establecer la importancia nutricional de la harina del mesocarpio de la coroba.

De acuerdo con Ekholm *et al.* (2007), los productos derivados de los cereales y de las frutas poseen el mayor contenido de macroelementos en comparación con los vegetales o las frutillas, siendo el K el macroelemento que se encuentra con mayor proporción. En la Tabla 5, se puede observar que la harina de la coroba presenta la siguiente secuencia en el contenido de los macroelementos: $K > Mg > Ca > Na$. Estos resultados coinciden con los reportados por otros autores para diferentes tipos de harina (Ekholm *et al.* 2007, Tejera *et al.* 2013).

Tabla 5. Contenido de Ca, Mg, K y Na en las harinas de algunos cereales y los valores diarios recomendados para la ingesta.

Elemento (mg/100 g)	Tipo de harina				DRI (adultos) mg/día
	Trigo ^a	Arroz ^b	Cebada ^b	Coroba	
Ca	20,06	18	19	(7,2-26,5)	[1000-1300]
Mg	22,67	47	78	(58-196)	[255-265] ^x ; [330-350] ^y
K	93,39	120	340	(200-737)	4700
Na	12,65			(5,8-7,8)	[1300-1500]

^a Tejera *et al.* 2013 ^b Ekholm *et al.* 2007 ^x = mujeres, ^y = hombres, () Promedio mínimo y máximo encontrado en este estudio, [] Rango de ingesta dietética de referencia (FNB: IOM, 2006).

Los resultados obtenidos en este estudio señalaron que la harina del mesocarpio de la coroba contiene un nivel medio de Ca (7,2-26,5 mg/100 g) similar al reportado por otros autores para las harinas de trigo, arroz y cebada. De acuerdo con la Tabla 5, al consumir 100 g de ésta se obtendrían entre 1,2 a 1,5% del Ca requerido diariamente. En cuanto a la concentración media de Mg se encontró que dicha harina presenta una concentración mayor (58-196 mg/100 g) a la reportada para las harinas de trigo, arroz y cebada (22,67, 47 y 78 mg/100 g respectivamente). Al consumir 100 g de harina

de mesocarpio de coroba se obtendría un aporte diario de 42% de Mg para las mujeres y de 32% para los hombres, lo cual sugiere que esta harina podría ser una buena fuente de Mg que contribuiría al mantenimiento de los niveles intracelulares de K y de Ca en el hombre (FNB: IOM 2006).

En el caso del K, los contenidos medios reportados para la harina de la coroba de las cinco zonas fueron mayores en comparación con las harinas de los cereales antes mencionados (Tabla 5), razón por la cual esta

harina puede considerarse como una fuente alterna de este macromineral cuyo déficit está asociado a pérdida de la memoria y confusión, insuficiencia cardíaca y, en menor medida, dificultades en la coordinación muscular (Schaefer y Wolford 2005).

Finalmente, los valores medios de Na de la harina de la coroba (5,8-7,8 mg/100 g) fueron menores que los indicados para la harina de trigo (12,65 mg/100 g), situación que redundaría en beneficio para la salud, dado que la ingesta de alimentos ricos en contenido de Na es un factor de riesgo para la aparición de problemas cardiovasculares (FNB: IOM 2006). El consumo de 100 gramos de harina de coroba aportaría hasta 0,51% del Na requerido por día para un adulto.

Con base en los resultados obtenidos, se puede concluir que el consumo de la harina del mesocarpio de la coroba podría contribuir con un aporte mineral suficientemente aceptable para satisfacer las necesidades de estos elementos en la nutrición humana, aprovechando de esta manera las bondades de una fruta que crece en forma silvestre en el municipio Cedeño y que hasta ahora sólo ha sido consumida por sus pobladores y zonas vecinas.

CONCLUSIONES

El método desarrollado para la determinación de los macroelementos en la harina del mesocarpio del fruto de la coroba fue exacto, preciso y libre de interferencias. El contenido medio de Ca, Mg, K y Na estuvo entre los rangos de 7,2 a 26,5 mg/100 g, 58 a 196 mg/100 g, 200 a 737 mg/100 g y 5,8 a 7,8 mg/100 g, respectivamente. Los resultados mostraron que las concentraciones de los macroelementos Ca, Mg, K y Na presentaron variaciones significativas (ANOVA, $p < 0,05$) relacionadas con la zona de recolección de los frutos. Estas variaciones podrían estar asociadas a la genética del suelo, la disponibilidad acuífera, la madurez organoléptica y la edad de la palmera, entre otros factores, que contribuyen al grado de variación del contenido de los minerales en el fruto. La harina del mesocarpio de la coroba contiene Ca en cantidades similares a las harinas de trigo, arroz y cebada. El contenido de Mg y K presente en la harina del mesocarpio de la coroba fue mayor con respecto a las harinas antes mencionadas. El contenido de sodio fue menor al indicado para la harina de trigo. De acuerdo a los valores de la ingesta dietética diaria (DRI), el consumo de 100 g de harina aportaría aproximadamente 1,5% de Ca, 42% de Mg, 10% de K y sólo un 0,4% de Na. Estos resultados indican que la harina del mesocarpio de la

coroba puede considerarse como una fuente importante de nutrientes esenciales, que luego de realizar estudios complementarios en diversos campos, pudiera resultar en una alternativa para complementar las harinas comerciales utilizadas por la población venezolana.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBORNOZ Y, SULBARÁN B, OJEDA G, NAVA R, FERNÁNDEZ V, DELGADO J, BERRRADRE M, PEÑA J. 2008. Caracterización fisicoquímica y contenido de minerales en pulpas de níspero (*Achras sapota* L.). Bol. Centro Invest. Biol. 42(2):229-242.
- ALEMÁN R, BELÉN D, ZORRILLA M, BASTARDO L, ALVAREZ F, MORENO M. 2002. Características fisicoquímicas del aceite del mesocarpio de la coroba (*Jessenia polycarpa* Karst). Grasas y Aceites. 53(4):396-399.
- ANGÓN-GALVÁN P, SANTOS-SÁNCHEZ N, HERNÁNDEZ C. 2006. Índices para la determinación de las condiciones óptimas de maduración de un fruto. Temas Ciencia y Tecnología. 10(30):3-8.
- BELÉN D, ALVAREZ F, ALEMÁN R. 2001. Caracterización fisicoquímica de una harina obtenida del mesocarpio del fruto de la palma de coroba (*Jessenia polycarpa* Karst). Rev. Fac. Agron. (LUZ). 18:290-297.
- BELÉN D, ALEMÁN R, ALVAREZ F, MORENO M. 2004. Evaluación de algunas propiedades funcionales y reológicas de harinas de coroba (*Jessenia polycarpa* Karst). Rev. Fac. Agron. (LUZ). 21(2): 161-171.
- BELÉN D, RAMÍREZ N, MORENO M, GARCÍA D, MEDINA C. 2005. Evaluación fisicoquímica de pulpa de coroba (*Jessenia polycarpa* Karst) almacenada en condiciones de congelación. Cienc. Tecnol. Aliment. 5(001):25-29.
- BELÉN D, ROMÁN J, GARCÍA D, MORENO M, MEDINA C, OJEDA C. 2007. Efecto del secado solar en los contenidos de humedad, carbohidratos, carotenoides total e índice de peróxidos del mesocarpio de la palma coroba (*Attalea* spp.). Interciencia. 32(4):257-261.
- CNTI. 2005. Productos Alimenticios de la Palma Coroba. Aprovechando los recursos locales para el desarrollo endógeno de los caicareños. Informe de

- la Gerencia de Educación e Investigación, CNTI, Venezuela. pp 9.
- CRISOSTO C. 1999. Optimum procedures for ripening stone fruit. In: Management of Fruit, Ripening. University of California, Davis, Postharvest Horticulture Series 9, pp. 28-30.
- EKHOLM P, REINIVUO H, MATILLA P, PAKKALA H, KOPONEN J, HAPPONEN A, HELLSTROM J, OVASKAINEN ML. 2007. Changes in the mineral and trace elements of cereals, fruits and vegetables in Finland. *J. Food Compos. Anal.* 20(6):487-495.
- FERNÁNDEZ V, SULBARÁN B, OJEDA G, NAVA R, DELGADO J, BERRADRE M, PEÑA J. 2007. Contenido mineral de la guanabana (*Annona muricata*) cultivada en el occidente de Venezuela. *Bol. Centro Invest. Biol.* 41(1):86-95.
- FNB: IOM (FOOD AND NUTRITION BOARD: INSTITUTE OF MEDICINE). 2006. Dietary Reference Intakes: The Essential Guide to Nutrient Requirements. Washington, DC: National Academy Press: pp. 302-356.
- LÓPEZ J. 2008. Atención alimentaria en instituciones sociosanitarias. Editorial Vértice, España. pp 11-12.
- MARTÍNEZ J. 2008. Evaluación del contenido mineral de tres variedades de mango (*Mangifera indica* L.). Trabajo de Grado. Universidad del Zulia.
- MONTERO C. 2003. Alimentación y vida saludable, ¿somos lo que comemos?. Universidad Pontificia Comillas de Madrid. Servicios Editorial, SL. Madrid, España, pp. 96-100.
- OGBE A, AFFIKU J. 2012. Proximate study, mineral and anti-nutrient composition of moring oleifera leaves harvest from Lafia, Nigeria: Potencial benefits in poultry nutrition and health. *J. Microbiol. Biotechnol. Food Sci.* 1(3):296-308.
- OKULLO JB, OMUJAL F, AGEA JG, VUZI PC, NAMUTEBI A, OKELLO JB, NYANZI A. 2010. Proximate and mineral composition of shea (*Vitellaria paradoxa* C.F Gaertn) fruit pulp in Uganda. *AJFAND.* 10(11):4430-4443.
- OYARZUN M, UAUY R, OLIVARES S. 2001. Enfoque alimentario para mejorar la adecuación nutricional de vitaminas y minerales. *ALAN.* 51(1):7-18.
- PINO K, ALEMÁN R, JIMÉNEZ L, BELÉN D, BASANTA C. 2010. La palma de coroba (*Attalea macrolepis*). “Una alternativa oleífera autóctona de Venezuela”. Aceites No tradicionales. *Revista A & G.* 4:420-422.
- SAAVEDRA O, RONDÓN C. 2008. Distribución de metales en el acibar de hojas de sábila (*Aloe vera* (L) Burm.f). *Avances de la Química.* 3(2):49-58.
- SCHAEFER T, WOLFORD R. 2005. Disorders of Potassium. *Emerg. Med. Clin. North Am.* 23(3):723-747.
- SERGEANT E. 1999. El cultivo del mango (*Mangifera indica* L.) botánica, manejo y comercialización. UCV. Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico. pp. 310.
- TEJERA R, LUIS G, GONZÁLEZ D, CABALLERO J, GUTIERREZ A, RUBIO C, HARDISSON A. 2013. Metals in wheat flour; comparative study safety control. *Nutr. Hosp.* 28(2):506-513 .