



Corn flour fortified with *Moringa oleifera* leaves powder: alternative against hunger on vulnerable population

John J. Del Toro Martínez
Universidad de Cartagena

Arturo Carballo Herrera
Universidad de Cartagena

Leobardo Rocha Román
Universidad de Cartagena

Received: June 23, 2016

Accepted: November 17, 2016

Pag. 77-86

Abstract

The plant *Moringa oleifera*, as proven on a previous study by the authors, poses significant values on protein, carbohydrates, minerals and vitamins. The need emerges to investigate a substrate to include this plant on the diet of vulnerable population. The methodology employed for this study was developed through the fabrication of corn flour fortified with Moringa leaf powder. The two factors to be studied are: the weight percentage of corn flour and the weight percentage of Moringa leaf flour. Subsequently, comparative bromatological trials were carried out. Initially, when comparing Moringa leaf powder with other references around the globe, it was found that the quantity of lipids, carbohydrates, phosphorus, sodium, iron, magnesium, zinc and vitamin A is significantly greater. Moreover, the quantity of crude fiber and vitamin B1 is similar. It was observed that when substituting 20% and 40% of dehydrated moringa leaf flour in corn fortified flour, the quantities of the micro-nutrients calcium, phosphorus, potassium, sodium, iron, magnesium, vitamin C and vitamin B2 are significantly greater. Likewise, only with a substitution of 40%, the quantity of protein (11,6g/100g) and vitamin B1 (1,3mg/100g) is greater. Thus, a new product with industrial scaling possibilities and outstanding nutritional properties is obtained.

Keywords: Food security, *Moringa oleifera*, fortification, sub-nutrition.

Harina de maíz fortificada con polvo de *Moringa oleifera*: alternativa para la lucha contra el hambre en la población vulnerable

Resumen

La planta *Moringa oleifera*, como fue probado por los autores en estudio previo, posee valores significativos de proteína, carbohidratos, minerales y vitaminas. Surge la necesidad de investigar bajo qué medio esta planta puede insertarse en la dieta de la población vulnerable. La metodología empleada para este estudio se desarrolló mediante la fabricación de harina de maíz fortificada con Moringa. Los dos factores estudiados son: el porcentaje de peso de harina de maíz y el porcentaje de peso de harina de Moringa. Seguidamente, se realizaron ensayos bromatológicos comparativos. Inicialmente, al comparar la harina de Moringa con otras referencias alrededor del mundo, se notó que la cantidad de lípidos, carbohidratos, fósforo, sodio, hierro, magnesio, zinc y vitamina A es significativamente mayor. Además, la fibra cruda y la vitamina B1 son similares. En cuanto a la harina de maíz fortificada con harina de Moringa, se observa, en las mezclas con 20 y 40% de sustitución con harina de hojas

deshidratadas de Moringa, que los micronutrientes calcio, fosforo, potasio, sodio, hierro, magnesio, vitamina C y vitamina B2 son significativamente mayores. Igualmente, solo con un 40% de sustitución, la cantidad de proteína (11,6g/100g) y vitamina B1 (1,3mg/100g) resultó significativamente mayor. Como resultado, se tiene el perfil de un nuevo producto con posibilidades de escalamiento industrial y propiedades nutricionales sobresalientes.

Palabras clave: Seguridad alimentaria, Moringa oleífera, fortificación, subnutrición.

1 Introducción

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) a través de su programa mundial de alimentos desarrolló una investigación sobre la inseguridad alimentaria dividiendo el panorama mundial en cinco categorías: 1, menor al 5% de personas subalimentadas (Muy bajo); 2, entre el 5 y 14,9% (Moderadamente bajo); 3, entre el 15 y 24,9% (Moderadamente alto); 4, entre el 25 y 34,9% (Alto) y 5, más del 35%. (Muy Alto). América Latina no se encuentra ajena al flagelo del hambre con la mayoría de países en la categoría 2. Colombia en particular se encuentra con un índice entre 5 y 14,9% de personas en condiciones de subalimentación [1].

UNICEF reveló que en Colombia 5000 niños mueren cada año por causas relacionadas con desnutrición. [2]. Igualmente, cifras reportadas por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) evidencian que en 2015 más de 13 millones de personas se encontraban en situación de pobreza en Colombia para un 27,8%. En el departamento Bolívar esta cifra era de un 39,3%; lo que representa más de ochocientos mil personas. Igualmente, cerca de 4 millones de personas se encontraban en situación de pobreza extrema para un 7,9%. En Bolívar 8.3%; es decir; cerca de doscientas mil personas [3].

Ante la problemática señalada surge la necesidad de buscar alternativas factibles que ayuden a reducir estos índices negativos. En este sentido se experimentó con el árbol *Moringa oleífera*, perteneciente a la familia Moringaceae, considerado un efectivo remedio contra la subnutrición [4]. La *Moringa oleífera* posee cualidades nutricionales y medicinales sobresalientes. De acuerdo con análisis bromatológicos realizados por los autores en un estudio previo, se muestran valores similares a los de la planta, según la literatura, para proteínas, carbohidratos, calcio, potasio y vitamina A. Además, se observan valores significativamente mayores en fibra, sodio, hierro, magnesio y vitaminas B1 y B2. Con estos resultados se comprueba que la *Moringa oleífera* se adapta y conserva e incluso mejora las propiedades en la Región Caribe con relación a las del lugar de origen [5].

Los usos más comunes de la *Moringa oleífera* pueden clasificarse en cuatro categorías: nutrición, medicina, industria y medio ambiente. En el campo nutricional se utiliza; entre otros; como condimento, aceite de cocina, ayudante de cultivo y por supuesto como alimento con todas sus estructuras que son comestibles. La hoja se puede consumir en forma directa (ensaladas, guisos y sopas) y convertida en harina para variadas preparaciones. A nivel medicinal se usa en el tratamiento de la anemia, como ungüento, en la prevención de enfermedades, como hipertensión, asma, entre otras. En la industria ha sido utilizada en la fabricación de cosméticos, ungüentos, tintes, suplementos alimenticios y en la impresión textil. En el ámbito medio ambiental es útil como floculante natural, en la purificación de

agua, en la clarificación de miel de abeja y en el jugo de caña. Igualmente, la Moringa puede usarse como insecticida y fungicida natural; así mismo, para el control de la erosión y como cerca viva [6].

Las carencias de micronutrientes más habituales en el mundo son las de hierro, yodo y vitamina A. Junto con la malnutrición proteino-energética, estas deficiencias constituyen los cuatro grandes problemas nutricionales [7]. Los productos a base de harina de maíz son alimentos de habitual consumo en Colombia, Venezuela, México y, en general, en toda América Latina. La mejora de las características nutricionales en estos alimentos tendría un impacto positivo en la ingesta de micro y macro nutrientes de toda la población, en especial, de los países en vías de desarrollo de centro y sur América.

Existen en general, dos metodologías para el mejoramiento de estos alimentos: la fortificación directa con micronutrientes o la combinación con alimentos que mejoren sus características nutricionales. La fortificación de la harina de maíz es una práctica ya difundida y estudiada a nivel mundial. La Iniciativa de fortificación de alimentos (FFI por sus siglas en inglés) recomienda el uso de NaFeEDTA, sulfato ferroso y fumarato ferroso como fortificantes de hierro en harina de trigo y maíz. Existen igualmente una amplia gama de fortificantes de Zinc y de Vitamina A; acetato de retinol y palmitato de retinol son los más usados. Sin embargo, el problema de la fortificación es el posible cambio en las características organolépticas que los fortificantes pueden causar. La fortificación con hierro, en especial, provoca un cambio de color en los alimentos fortificados que, en general, resulta inaceptable para los consumidores potenciales [8].

Otro problema que surge con la fortificación es la biodisponibilidad, que es una medida del grado de absorción del micronutriente en el cuerpo humano. Para la harina de trigo fortificada, la biodisponibilidad relativa se encuentra entre 5 y 90%; es decir, que entre el 5 y el 90% del hierro presente es en realidad absorbido. A pesar de esta amplia variabilidad, la harina de trigo y otros cereales siguen siendo el mejor vehículo para la fortificación ya que cerca del 95% de la población, en los países en vías de desarrollo, consume cereales en su dieta [8].

Los alimentos a ser fortificados deben ser consumidos adecuadamente por una gran proporción de los individuos objetivos en una población. El fortificante también debe estar disponible, accesible y tener buena absorción en el alimento sin causar cambios significativos en los atributos sensoriales del alimento fortificado [9]. Un estudio realizado en 2009 utiliza harina de frijol añadida a harina de maíz para producir aperitivos crujientes fortificados en los cuales se evidencia un incremento importante en proteína y antioxidantes [10]. En la misma línea de aperitivos crujientes, en 2011 se utilizó harina de Taro (*Colocasia esculenta*), un tubérculo comestible ampliamente cultivado en regiones tropicales y subtropicales y harina de maíz. Este estudio probó que una mezcla de harina de taro y maíz puede producir aperitivos crujientes con buena aceptación del consumidor [11].

En 2010, un estudio con un corte distinto a los observados tuvo éxito en la fortificación de harina de maíz con harina de nopal, con el objetivo de incrementar el contenido de calcio y de fibra soluble e insoluble de las harinas de maíz comerciales. El nopal es una planta de la familia de las cactáceas de amplio uso en México [12]. De esta manera, es posible

utilizar las propiedades positivas de otros alimentos para mejorar los cereales y, a través de éstos, la ingesta de micro y macronutrientes. Con esta idea en mente, un estudio realizado en Nigeria reveló que la incorporación de 15% de harina de hojas de *Moringa oleífera* en la producción de harina de Ogi, un alimento tradicional a base de maíz, significativamente mejora las cualidades nutricionales de las muestras de Ogi. Además, la muestra con 10% de harina de hojas de moringa presenta propiedades sensoriales comparables con las muestras sin fortificación [13].

En conclusión, las consecuencias de la deficiencia de micronutrientes son un problema de salud pública que amenaza a la población vulnerable en los países en vías de desarrollo. La fortificación de alimentos de consumo habitual como la harina de maíz es un medio viable para la mejora de la dieta, aumentando la ingesta de macro y micronutrientes.

2 Materiales y métodos

La muestra del material vegetal (hojas) de *Moringa oleífera*, fueron recolectadas en el campo experimental de la granja de la Universidad de Cartagena ubicada en el municipio de Turbaco, Bolívar (ubicada en las coordenadas 10°20'25.36" N 75°25'00.78" O a una altura de 186 m.s.n.m, con una temperatura promedio de 27°C y precipitación promedio anual de 1189 mm); luego fueron llevadas al Laboratorio de Eco-toxicología de la Universidad de Cartagena sometiéndola a secado con temperatura de 55 °C durante 12 horas, en un horno eléctrico referenciado E8, E&Q, HDF 120, serial 178, B.A.C. 110, WATT 1200. Posteriormente se envió al Laboratorio de Ingeniería de Alimentos para la molienda y tamizado de las hojas deshidratadas. Para ello se utilizaron los siguientes equipos: molino eléctrico para granos, marca Siemens, número de serie 42990706; balanza analítica, marca Ohaus, modelo: PA214, capacidad máxima 210 gramos; división de escala 0,1 mg., tamizador estándar con tamices de malla 10 a 200. El maíz seleccionado fue adquirido a un productor local. Mediante molienda, se elaboró harina de maíz y se mezcló con harina de moringa, realizándose análisis comparativos mediante prueba t para harina de maíz fortificada con *Moringa oleífera* a razón de 20 y 40% en peso. De igual manera se realizó la prueba con harina de moringa y maíz puro. Estas muestras fueron llevadas al Laboratorio de Química de la Facultad de Ciencias Farmacéuticas de la Universidad de Cartagena para cuantificar los macro y micronutrientes. Los métodos usados fueron: Soxhlet para extracto etéreo; Weende para fibra cruda; incineración directa para cenizas; gravimétrico por secado en estufa para humedad; Kjeldahl para proteínas con factor de 6,25% nitrógeno; por diferencia para carbohidratos; espectrofotometría de absorción atómica para calcio, potasio, sodio, hierro, magnesio y zinc; se aplicó AOAC 995.11 para fósforo; AOAC 974.29 para vitamina A; AOAC 967.21 para vitamina C; AOAC 942.23 para vitamina B1 y AOAC 970.65 para vitamina B2[14].

3 Resultados

Después de realizados los análisis en los laboratorios de la Universidad de Cartagena para harina de hojas de *Moringa oleífera* (HHMO); para la mezcla de 40% de HHMO y 60% de harina de maíz (M40/60); para la mezcla de 20% de HHMO y 80% de harina de maíz (M20/80) y para la harina de maíz pura, los resultados para las diferentes propiedades nutricionales se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 1. Resultados ensayos bromatológicos en HHMO, mezclas de HHMO y harina de maíz al 40% y 20% y harina de maíz

Parámetro	Harina Moringa		M40/60		M20/80		Maíz	
	Media	Desv. Est	Media	Desv. Est	Media	Desv. Est	Media	Desv. Est
Humedad, g/100g	5	1,41	6,8	0,57	8,2	0,14	11	0,78
Cenizas, g/100g	9,9	0,14	4,9	1,13	3,1	0,28	1,3	0,14
Lípidos, g/100g	5,7	0,57	4,8	0,85	4,2	0,28	4,4	0,14
Carbohidratos, g/100g	52,1	1,56	68	2,83	72,6	3,68	74	1,41
Fibra, g/100g	7,8	0,28	3,9	0,99	2,4	0,57	1,3	0,07
Proteínas, g/100g	19,5	0,71	11,6	0,28	9,5	0,42	8	0,71
Calcio, mg/100g	791,32	5,89	486,96	5,87	303,92	2,21	237,04	4,08
Fosforo, mg/100g	366,88	2,92	279,23	1,41	194,54	1,06	109,9	1,54
Potasio, mg/100g	784	5	412	2,5	305	2	108	3
Sodio, mg/100g	336,36	2,91	306,89	2,51	227,29	1,08	187,27	1,45
Hierro, mg/100g	60,45	1,02	43,47	1,28	37,11	0,62	31,66	0,74
Magnesio, mg/100g	661,83	2,96	397,82	2,56	289,55	2,46	198,22	2,03
Zinc, mg/100g	5,51	0,15	4,45	0,19	4,11	0,13	4,03	0,06
Vitamina A, mg/100g	18,35	0,14	15,72	0,66	12,27	0,74	10,84	0,26
Vitamina C, mg/100g	53,9	0,88	23,39	0,85	13,28	0,19	3,25	0,45
Vitamina B1, mg/100g	2,83	0,18	1,3	0,16	0,81	0,11	0,32	0,04
Vitamina B2, mg/100g	21,69	0,19	9,01	0,18	4,86	0,42	0,17	0,02

4 Discusión

Se toman como referentes, los parámetros de la investigación realizada por las fuentes [15,16] en los que se muestran los valores nutricionales de harina de hojas deshidratadas de *Moringa oleífera*. Estos parámetros se comparan con los resultados obtenidos en esta investigación. Para ello, se utiliza una prueba *t* para determinar si estos resultados son estadísticamente mayores, iguales o menores a los observados en la literatura.

Tabla 2. Cuadro comparativo de propiedades nutricionales harina de *Moringa oleifera*

Parámetro	Literatura	Resultados Autores	Estadístico de Prueba (t_0)	Rango
Humedad, g/100g	7,5 ^a	5	-2,5	Menor
Lípidos, g/100g	2,3 ^a	5,7	8,5	Mayor
Carbohidratos, g/100g	38,2 ^a	52,1	12,6	Mayor
Fibra cruda, g/100g	9 ^b	7,8	-6,0	Igual
Proteínas, g/100g	24 ^b	19,5	-9,0	Menor
Calcio, mg/100g	1897 ^b	791,32	-265,5	Menor
Fosforo, mg/100g	204 ^a	366,88	78,9	Mayor
Potasio, mg/100g	1324 ^a	784	-152,7	Menor
Sodio, mg/100g	220 ^b	336,36	56,5	Mayor
Hierro, mg/100g	28,2 ^a	60,45	44,7	Mayor
Magnesio, mg/100g	368 ^a	661,83	140,4	Mayor
Zinc, mg/100g	2,4 ^b	5,51	29,3	Mayor
Vitamina A, mg/100g	16,3 ^a	18,35	20,7	Mayor
Vitamina C, mg/100g	17,3 ^a	53,9	58,8	Mayor
Vitamina B1, mg/100g	2,64 ^a	2,83	1,5	Igual
Vitamina B2, mg/100g	20,5 ^a	21,69	8,9	Mayor

Fuente: a[15], b[16], Cálculos de los autores

El estadístico de prueba se compara con la distribución t de Student. Con un nivel de significancia del 95%, se obtiene un estadístico de 6,314.

En el caso de las mezclas de Harina de maíz y harina de moringa, la atención se centró en comparar las diferentes mezclas con el alimento sin fortificar. Para tal efecto, en la siguiente tabla se resumen los diferentes valores nutricionales de harina de moringa y mezclas de harina de maíz con 40 y 20% de sustitución de harina de moringa, estableciendo si éstos son estadísticamente mayores, iguales o menores a nivel nutricional que los de harina de maíz pura.

Tabla 3. Cuadro comparativo de propiedades nutricionales harina de maíz fortificada con harina de *Moringa oleífera*

Parámetro	Harina Moringa	t ₀	Rango	M40/60	t ₀	Rango	M20/80	t ₀	Rango	Harina Maíz
Humedad, g/100g	5	-5,3	Igual	6,8	-6,2	Igual	8,2	-5,0	Igual	11
Cenizas, g/100g	9,9	60,8	Mayor	4,9	4,5	Igual	3,1	8,0	Mayor	1,3
Lípidos, g/100g	5,7	3,2	Igual	4,8	0,7	Igual	4,2	-0,9	Igual	4,4
Carbohidratos, g/100g	52,1	-14,7	Menor	68	-2,7	Igual	72,6	-0,5	Igual	74
Fibra, g/100g	7,8	31,5	Mayor	3,9	3,7	Igual	2,4	2,7	Igual	1,3
Proteínas, g/100g	19,5	16,3	Mayor	11,6	6,7	Mayor	9,5	2,6	Igual	8
Calcio, mg/100g	791,32	109,4	Mayor	486,96	49,4	Mayor	303,92	20,4	Mayor	237,04
Fosforo, mg/100g	366,88	110,1	Mayor	279,23	114,7	Mayor	194,54	64,0	Mayor	109,9
Potasio, mg/100g	784	164,0	Mayor	412	110,1	Mayor	305	77,3	Mayor	108
Sodio, mg/100g	336,36	64,9	Mayor	306,89	58,4	Mayor	227,29	31,3	Mayor	187,27
Hierro, mg/100g	60,45	32,3	Mayor	43,47	11,3	Mayor	37,11	8,0	Mayor	31,66
Magnesio, mg/100g	661,83	182,7	Mayor	397,82	86,4	Mayor	289,55	40,5	Mayor	198,22
Zinc, mg/100g	5,51	13,0	Mayor	4,45	3,0	Igual	4,11	0,8	Igual	4,03
Vitamina A, mg/100g	18,35	36,0	Mayor	15,72	9,7	Mayor	12,27	2,6	Igual	10,84
Vitamina C, mg/100g	53,9	72,5	Mayor	23,39	29,6	Mayor	13,28	29,0	Mayor	3,25
Vitamina B1, mg/100g	2,83	19,3	Mayor	1,3	8,4	Mayor	0,81	5,9	Igual	0,32
Vitamina B2, mg/100g	21,69	159,3	Mayor	9,01	69,0	Mayor	4,86	15,8	Mayor	0,17

Con un nivel de significancia del 95%, el estadístico de prueba se compara con una *t* de Student que es de 6,314.

5 Conclusiones

Realizados los análisis bromatológicos de harina de *Moringa oleífera*. Se evidencia, al comparar con referentes de la literatura, que la harina resultante de hojas deshidratadas de *Moringa* cultivado en la región Caribe conserva e incluso supera algunos componentes nutricionales. Es así como los macronutrientes lípidos y carbohidratos resultan mayores en la harina de *Moringa oleífera* obtenido. Igualmente, los micronutrientes fósforo, sodio, hierro, magnesio, zinc y vitamina A también son significativamente mayores. Además, la fibra cruda y la vitamina B1 son comparables con los valores nutricionales observados en otros países. De esta manera, se confirma que la harina de esta planta, seleccionada por la FAO para solventar problemas de inseguridad alimentaria, se convierte en una alternativa en la lucha contra la subnutrición en Colombia.

Ahora bien, el objetivo principal de esta investigación es encontrar un vehículo para llevar las propiedades sobresalientes de la *Moringa oleífera* a la población vulnerable del país. Como se discutió anteriormente, el maíz es un alimento consumido ávidamente por la mayoría de las personas en Colombia. Luego de análisis bromatológicos comparativos a la harina de *Moringa* y a la harina de maíz, se concluye que el primero tiene niveles significativamente mayores en fibra, proteínas, calcio, fósforo, potasio, sodio, hierro, magnesio, zinc, vitamina A, vitamina C, vitamina B1 y vitamina B2. Por lo tanto, la harina de hojas de *Moringa oleífera* resulta un excelente fortificante nutricional para la harina de maíz.

Al evaluar la fortificación de harina de maíz con harina de *Moringa oleífera* a nivel nutricional, se observa, en las mezclas con 20 y 40% de sustitución con harina de hojas deshidratadas de *Moringa*, que los micronutrientes calcio, fósforo, potasio, sodio, hierro, magnesio, vitamina C y vitamina B2 son significativamente mayores, lo cual indica que estos micronutrientes son efectivamente suplementados en la harina de maíz. Cabe resaltar que en el caso de proteína y vitamina B1 se requiere de 40% de sustitución con harina de *Moringa* para lograr que estos parámetros sean significativamente mayores. Asimismo, los demás parámetros muestran los mismos niveles nutricionales de la harina de maíz.

Mediante el documento del Consejo Nacional de Política Económica y Social, CONPES, aprobado el 31 de marzo de 2007, se estableció la Política Nacional de Seguridad Alimentaria y Nutricional, la cual contempla, como uno de sus ejes fundamentales, la calidad e inocuidad de los alimentos [17]. En aras de cerrar la brecha nutricional que existe en Colombia, la fortificación de alimentos de consumo masivo es una opción viable. En este sentido la harina de maíz fortificada con harina de *Moringa oleífera* surge como una alternativa en la lucha contra la subnutrición en la población vulnerable.

Agradecimientos. El grupo AGROIME agradece el apoyo de la Universidad de Cartagena en cabeza del señor rector Doctor Edgar Parra Chacón; Raúl Quejada Pérez, vicerrector de extensión y proyección social; Harold Gómez Estrada, director del programa de química farmacéutica; Deniles De Arco Rosano, profesora titular de la Facultad de Ciencias Farmacéuticas; Arturo Rodríguez Gutiérrez, decano de la Facultad de Ciencias económicas; Ángel Camacho Vergara, coordinador de laboratorio Ingeniería de Alimentos; Sindy Rocha Gomez, semillero de investigación y el Departamento de Investigaciones Económicas y Sociales.

Referencias bibliográficas

- [1] El estado de la inseguridad alimentaria en el mundo, mapa del hambre 2015 de la FAO. (2015). En *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO*. Recuperado de www.fao.org/hunger/es/
- [2] Marin, L. (2009). Colombia sigue con hambre. *La silla vacía*. Recuperado de <http://lasillavacia.com/historia/2203>
- [3] Pobreza monetaria y multi dimensional en Colombia 2015. En *Departamento Administrativo Nacional de Estadística*. Recuperado de <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/pobreza-y-condiciones-de-vida/pobreza-y-desigualdad/pobreza-monetaria-y-multidimensional-en-colombia-2015#pobreza-monetaria-por-departamentos-2015>
- [4] Gopalakrishnan, L., Doriya, K., & Kumar, D. S. (2016). *Moringa oleífera*: A review on nutritive importance and its medicinal application. *Food Science and Human Wellness*, 5(2), 49-56.
- [5] Del Toro Martínez, J., Carballo, A., & Rocha, L. (2011). Valoración de las propiedades nutricionales de *Moringa oleífera* en el departamento de Bolívar. *Revista de Ciencias*. 15, 23-30.
- [6] Fahey, J. W. (2005). *Moringa oleífera*: A review of the medical evidence for its Nutritional, Therapeutic, and Prophylactic Properties. Part 1. *Trees for Life Journal*, 1:5.
- [7] Latham, M. C. (2002). Nutrición humana en el mundo en desarrollo. Roma, Italia : Colección FAO, Alimentación y nutrición, 29.
- [8] Taller técnico de la Food Fortification Initiative, FFI. (2009). Recomendaciones sobre la fortificación de las harinas de trigo y de maíz. Informe de reunión: Declaración de consenso provisional. Ginebra, Suiza : OMS.
- [9] Oyeyinka, A. T., & Oyeyinka, S. A. (2016). *Moringa oleífera* as a food fortificant: Recent trends and prospects. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*. Article in press. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jssas.2016.02.002>.
- [10] Anton, A. A., Fulcher, R. G. & Arntfield, S. D. (2009). Physical and nutritional impact of fortification of corn starch-based extruded snacks with common bean (*Phaseolus vulgaris*L.) flour: Effects of bean addition and extrusion cooking. *Food Chemistry*, 113(4), 989–996.
- [11] Rodríguez-Miranda, J., Ruiz-López, I. I., Herman-Lara, E., Martínez-Sánchez, C. E., Delgado-Licon E., & Vivar-Vera, M.A. (2011). Development of extruded snacks using taro (*Colocasia esculenta*) and nixtamalized maize (*Zea mays*) flour blends. *LWT - Food Science and Technology*, 44(3), 673-680.

- [12] Cornejo-Villegas, M. A., Acosta-Osorio, A. A., Rojas-Molina, I., Gutierrez-Cortéz, E., Quiroga, M. A., Gaytán, M., Herrera, G., & Rodríguez-García, M. E. (2010). Study of the physicochemical and pasting properties of instant corn flour added with calcium and fibers from nopal powder. *Journal of Food Engineering*, 96(3), 401–409.
- [13] Funmilayo, V., & MO, Aka. (2015). Proximate Composition and Sensory Properties of Moringa Fortified Maize-Ogi. *Journal of Nutrition & Food Sciences*. doi:10.4172/2155-9600. S12-001
- [14] Espitia-Baena, J. E., Duran-Sandoval, H., Fandiño-Franky, J. E., Diaz-Castillo, E., Gomez-Estrada, H. A. (2011). Química y biología del extracto etanólico del epicarpio de *Crescentia cujete* L. (totumo). *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 16(4), 337-346.
- [15] Fuglie, L. J. (2001). *The miracle tree. Moringa oleifera: Natural nutrition for the tropics training manual*. New York : Church World Service.
- [16] Witt, K. A. (2013). *The Nutrient Content of Moringa oleifera Leaves*. Miracletrees.org. Fecha de recuperación (16.06.16). Recuperado de <http://miracletrees.org/moringa-doc/nutrient-content-of-moringa-oleifera-leaves.pdf>
- [17] Carballo, A. R., Del Toro, J. J., & Villarreal, A. (2012) La etiqueta nutricional, política de seguridad alimentaria. *Investigación y Desarrollo*, 20(1), 168-189.

Dirección de los autores

Arturo Rafael Carballo Herrera

Facultad de Ciencias Económicas. Universidad de Cartagena, Cartagena - Colombia
artucarba@yahoo.com

Leobardo Rocha Roman

Facultad de Ciencias Económicas. Universidad de Cartagena, Cartagena - Colombia
leororoman@yahoo.es

John Jairo Del Toro Martínez

Facultad de Ciencias Económicas. Universidad de Cartagena, Cartagena - Colombia
jdeltorom@unicartagena.edu.co