

Caracterización física y nutricional de harina del tubérculo de “Malanga” (*Colocasia esculenta* L. Schott) de Actopan, Veracruz, México.

Laura Virginia Madrigal-Ambriz¹, Julia Verónica Hernández-Madrigal¹, María Elena Carranco-Jáuregui², María de la Concepción Calvo-Carrillo², Rosa de Guadalupe Casas-Rosado³.

¹Facultad de Ciencias Químicas, Universidad de Colima, Coquimatlán, Colima, México.

²Departamento de Nutrición Animal Dr. Fernando Pérez-Gil Romo, Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán, Ciudad de México, México. ³Hospital Ángeles Metropolitano. Ciudad de México, México.

RESUMEN: *Colocasia esculenta* (L.) Schott, conocida comúnmente como taro o malanga se cultiva en los trópicos húmedos en varios países de África, América y Asia y su tubérculo es un alimento esencial para humanos y animales. El objetivo de este estudio fue caracterizar física y nutricionalmente la harina del tubérculo de malanga cultivada en Actopan, Edo. De Veracruz, México. Se llevaron a cabo análisis químico proximal, aminoácidos, fracciones de fibra, minerales, actividad de agua, color, factores antinutricionales y contenido de fenoles totales. Los resultados indican un contenido de humedad de 6,87 g/100 g, proteína cruda de 5,93 g/100 g, extracto etéreo 1,25 g/100 g, fibra dietaria 12,08 g/100g, cenizas 3,47 g/100 g y extracto libre de nitrógeno 77,27 g/100g. El contenido de fenoles totales fue de 113,57±14 expresado como miligramos de equivalente de ácido gálico (mg EAG/100g). La harina de malanga presentó un alto contenido de K (1743 mg/100 g) y bajo en Na (9,25 mg/100 g). Se concluye que a pesar de no ser una fuente importante de proteína el perfil de aminoácidos esenciales supera los valores de FAO, en relación a la fibra dietética total podría ser un ingrediente en formulaciones alimenticias que además aportaría K, Ca y Mg. De acuerdo a las fracciones de fibra la harina es una alternativa para la elaboración de alimentos balanceados. El contenido de fenoles totales abre la posibilidad de que se complemente con la identificación de su actividad antioxidante.

Palabras clave: Malanga, composición proximal, fenoles totales, harina, fibra.

SUMMARY: Physical and nutritional characterization of tuber meal of “Malanga” (*Colocasia esculenta* L. Schott) of Actopan, Veracruz, Mexico. *Colocasia esculenta* (L.) Schott, commonly known as taro, malanga or yam, is grown in the humid tropics in several countries in Africa, America and Asia and its tuber is an essential food for humans and animals. The objective of this study was to characterize malanga meal physicochemically and content of phenolic compounds cultivated in Actopan, Edo. Veracruz, Mexico. The proximal chemical analyzes, aminoacid, fiber fractions, minerals, water activity, color, antinutritional factors and total phenol content were carried out. The results indicate a moisture content of 6.87g /100 g, crude protein of 5.93 g /100 g, ether extract 1.25g /100g, dietary fiber 12.08 g /100 g, ash 3.47g/100g and nitrogen-free extract 77.27g/100g The total polyphenol content in this study was 113.57 ± 14 expressed as milligrams of gallic acid equivalent (mg EAG/100g). It concluded that despite not being an important source of protein the profile of essential amino acids exceeds the values of FAO, in relation to total dietary fiber could be an ingredient that in food formulations that also provide K, Ca and Mg. According to fiber fractions, meal is an alternative for the elaboration of balanced foods. The content of total phenols opens the possibility that it complements with the identification of its antioxidant activity.

Key words: Malanga, proximal composition, total phenols, meal, fiber.

INTRODUCCION

La producción agrícola está diversificándose

cada vez más, debido a la búsqueda de alternativas potenciales que involucren la producción de alimentos de alto valor nutricional y de bajos

costos. Los tubérculos, raíces y rizomas cumplen estos requisitos y entre ellos se encuentra la malanga (*Colocasia esculenta* L. Schott) que es un cultivo alternativo y exótico, conocido también como taro o dashen, con gran potencial para las zonas tropicales y los principales países productores son Nigeria (71%), Ghana (11%) y Costa de Marfil (9%). La malanga es una planta cultivada por sus cormos que se utilizan en la alimentación humana, animal y para diferentes usos industriales, como lo menciona la Comisión Veracruzana de Comercialización Agropecuaria (1). En México, la malanga se cultiva en los estados de Oaxaca, Veracruz y Puebla; en Oaxaca se cultivan aproximadamente 300 hectáreas para exportación a Estados Unidos y Canadá, con un rendimiento promedio de 25 toneladas por hectárea (t/ha), generando una derrama económica superior a los 6 millones de pesos (2). En Latinoamérica los únicos países que están exportando malanga actualmente son Costa Rica y Nicaragua, pero no superan las 15 mil toneladas, quedando un déficit de 50% que era cubierto por Puerto Rico y República Dominicana, pero su producción no es suficiente. Considerando los datos anteriores, México puede colocarse como el principal proveedor de malanga a Estados Unidos, dadas sus ventajas competitivas, tales como la cercanía con el mercado y su buen desarrollo tecnológico (2).

La malanga es un tubérculo comestible que pertenece a la familia de las Araceae originaria de Asia, África y Oceanía. Su forma es ovoide-redonda con pulpa almidonosa y cáscara de color marrón oscura (3). A partir de 2006 se comenzó a sembrar malanga en el Estado de Veracruz en el Municipio de Actopan, reportando una producción de 19,500 toneladas para 2016, duplicada en solo 2 años, y esto se ha visto favorecido por el buen clima (25-30°C), tierras fértiles, altitud (1500 msnm) y abasto de fuente natural de agua, logrando un producto que cumple con los estándares de la más alta calidad a nivel internacional (2).

En cuanto a su composición química Antonio-Estrada et al. (4) reportan, para el cormo en base húmeda (g/kg): humedad (719,1), proteína (3,8), cenizas (6,3), grasa (6,8), fibra cruda (1,6) y carbohidratos (262,4). Por lo antes mencionado, los cormos son la base de alimentación de países en desarrollo elaborando productos a nivel casero como harina, tortillas, pan, pastas, bebidas y galletas. También es un alimento para los animales, siendo las hojas, tallos y cormos hervidos para alimento de cerdos y la harina integral se utiliza para alimento de ovinos. La malanga también se ha utilizado a nivel industrial como un relleno modificador para plástico biodegradable y hay evidencias que también se utiliza para la obtención de etanol obteniendo un rendimiento de 142 litros por tonelada de cormo en peso húmedo (4). Sin embargo, el tubérculo malanga procedente del Estado de Veracruz, México, ha sido poco estudiado en cuanto a su composición química en comparación con el cultivado en el Estado de Oaxaca y otros países, por lo que el presente estudio se planteó con el objetivo de evaluar física y químicamente tubérculos de malanga (*Colocasia esculenta* L. Schott) procedente de Actopan, Estado de Veracruz, México.

MATERIALES Y MÉTODOS

Obtención y preparación de los tubérculos de malanga

Las muestras de tubérculos de malanga provinieron del Municipio de Actopan, Veracruz, México con una altura promedio de 135 msnm, clima cálido subhúmedo con lluvias en verano, humedad media de 93% y temperatura que oscila entre 20-26°C (6). A los 11 meses de siembra los tubérculos se extraen de la tierra, se seleccionan y clasifican de acuerdo a su tamaño y se llevan a una procesadora para su lavado, secado y empaquetado. De esta cosecha se seleccionaron 20 piezas

aleatoriamente y de éstas se tomaron 4 tubérculos y se transportaron al Departamento de Nutrición Animal Dr. Fernando Pérez-Gil Romo del Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán, Ciudad de México

Medición de las características físicas de los tubérculos de malanga

Los 4 tubérculos, por separado, se lavaron para eliminar tierra y material ajeno al estudio, se midió longitud (cm), diámetro centro y punta (cm) y peso (cáscara + pulpa) (kg), posteriormente se pelaron manualmente y se pesó la pulpa (kg). Ésta se rebanó en una rebanadora automática para carnes frías en porciones aproximadas de 1-2 mm de ancho, se colocaron en charolas y se procedió a secarlas en un secador de charolas de tiro forzado a 50°C/24 horas hasta un contenido menor de humedad de 15%. Posteriormente estas hojuelas se molieron en un molino de cuchillas Thomas Wiley, Mod. 4 con malla de 1 mm, estas harinas se pesaron (kg) y se guardaron en bolsas de polietileno de alta densidad con cierre hermético a temperatura de 4°C hasta su análisis químico.

Análisis químicos a las harinas de pulpa de malanga (HPM)

Se llevaron a cabo de acuerdo a los métodos estandarizados descritos en AOAC (5): Humedad (método 934,01), proteína cruda por Kjeldahl (N x 6,25) (método 976,05), extracto etéreo (método 2003,06), cenizas (método 942,05), fibra dietética (método 985,29), medición de pH (método 943,02) con potenciómetro HANNA Instruments, Modelo 211, previamente calibrado con soluciones buffer de pH 4 y 7, acidez titulable (método 942,15), por titulación con solución de NaOH 0.1N hasta pH de 8,10 ± 0,2 y expresada como porcentaje de ácido oxálico/100 mL de muestra, actividad de agua (aw) (método 931,04) utilizando un higrómetro de punto de rocío marca Aqua-Lab Decagón, 3TE, perfil de aminoácidos por los métodos de cromatografía de intercambio iónico

y espectrofotométrico Ultravioleta (Departamento de Ciencia y Tecnología de los Alimentos, Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán, Métodos internos acreditados, 2011) y minerales por espectrofotometría de absorción atómica Na, K, Ca, Mg, Cu, Fe y Zn (6).

El color se midió en un Colorímetro Hunter-Lab, mod. LabScan XE, los valores de color fueron L* (luminosidad) con valores de 100 (blanco) a 0 (negro), los parámetros a* y b* indican la cromaticidad y se miden en valores positivos y negativos. La escala de a* va del rojo (+) al verde (-) y la escala de b* va de amarillo (+) al azul (-).

Factores Antinutricionales a las harinas de pulpa de malanga (HPM)

Inhibidor de tripsina y actividad ureásica (7), taninos (método 9,110) y glucósidos cianogénicos (método 936,11) (5), saponinas método cualitativo (8), alcaloides método cualitativo (9).

Fenoles totales extraíbles de las harinas de pulpa de malanga (HPM)

Se cuantificaron por espectrofotometría, a una longitud de onda de 740 nm, por la prueba colorimétrica de Folin-Ciocalteus usando ácido gálico como estándar (10).

Análisis estadístico

Se utilizó estadística descriptiva para las variables estudiadas y los datos son expresados como media y desviación estándar.

RESULTADOS

Todos los datos reportados corresponden al promedio de tres repeticiones de cada muestra.

Los resultados de la inspección física se incluyen en la Tabla 1, observándose en general las mismas características físicas en los 4 tubérculos a excepción del tubérculo No. 2 que fue un poco más grande que los otros tres.

TABLA 1. Características físicas de los tubérculos de malanga
(*Colocasia esculenta* L. Schott)

| Características físicas | Tubérculo | | | | Media y DS |
|----------------------------|-----------|-------|-------|-------|--------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| Longitud (cm) | 37 | 39 | 35 | 37 | 37 ± 1,6 |
| Diámetro centro (cm) | 39 | 41,5 | 30,5 | 35 | 37,7 ± 4,2 |
| Diámetro punta (cm) | 18 | 18,5 | 12,5 | 17,3 | 16,5 ± 2,7 |
| Peso fresco tubérculo (kg) | 2,55 | 3,60 | 2,57 | 2,90 | 2,24 ± 1,04 |
| Peso fresco pulpa (kg) | 2,30 | 3,04 | 2,12 | 2,48 | 2,48 ± 0,39 |
| Humedad pulpa* (%) | 66,45 | 70,78 | 66,42 | 67,88 | 67,88 ± 2,04 |
| Peso seco pulpa* (kg) | 0,94 | 0,92 | 0,77 | 0,86 | 0,87 ± 0,07 |

*Resultados promedio ± desviación estándar de tres réplicas de cada tubérculo.

En la Tabla 2 la composición química y de minerales se destaca el extracto libre de nitrógeno, fibra dietética, K, Mg y Ca, sin embargo es baja en proteína y extracto etéreo.

El perfil de aminoácidos analizados se puede apreciar que en general los valores fueron altos, incluyendo los azufrados metionina+cisteína y aromáticos fenil-alanina+tirosina (Tabla 3).

TABLA 2. Composición química y contenido de minerales en harina de tubérculos de malanga (*Colocasia esculenta* L. Schott).

| Componente | Tubérculo | | | | Media y DS |
|---------------------------|-----------|---------|---------|---------|-----------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| | (mg/100g) | | | | |
| Humedad | 6,66 | 7,22 | 6,79 | 6,79 | 6,87 ± 0,24 |
| Proteína cruda (N x 6.25) | 5,54 | 5,01 | 6,4 | 5,12 | 5,52 ± 0,63 |
| Extracto etéreo | 1,04 | 1,09 | 1,26 | 1,23 | 1,16 ± 0,11 |
| Cenizas | 2,93 | 3,08 | 3,83 | 3,09 | 3,23 ± 0,41 |
| ELN ¹ | 71,79 | 73,55 | 70,02 | 72,57 | 71,98 ± 1,5 |
| Fibra dietética total | 12,04 | 10,05 | 11,70 | 11,20 | 11,25 ± 0,87 |
| | (mg/100g) | | | | |
| Cobre | >9 | >9 | >9 | >9 | >9 |
| Zinc | 11,68 | 7,00 | 6,47 | 4,22 | 7,34 ± 2,71 |
| Hierro | 17,46 | 17,75 | 14,74 | 12,61 | 15,64 ± 2,11 |
| Calcio | 69,42 | 88,77 | 69,81 | 85,59 | 78,4 ± 8,86 |
| Sodio | 8,28 | 7,00 | 9,61 | 12,10 | 9,25 ± 1,89 |
| Potasio | 1629,19 | 1951,55 | 1782,18 | 1609,74 | 1743,17 ± 137,6 |
| Magnesio | 93,43 | 97,33 | 92,03 | 78,12 | 90,23 ± 7,26 |

Los resultados se reportan en base a la humedad de la harina. Los valores representan el promedio de 3 determinaciones ± desviación estándar. ¹ Extracto Libre de Nitrógeno calculado por diferencia.

TABLA 3. Aminoácidos presentes en harina de tubérculos de malanga (*Colocasia esculenta* L. Schott).

| Tubérculo | 1 | 2 | 3 | 4 | Media y DS | FAO/OMS/UNU (1995) (16) |
|---|-------|-------|-------|-------|--------------|-------------------------|
| Perfil de aminoácidos (g/100 de proteína) | | | | | | |
| Esenciales | | | | | | |
| Triptófano | 0,65 | 1,03 | 0,57 | 0,89 | 0,78 ± 0,21 | 0,5 |
| Valina | 3,69 | 4,53 | 3,63 | 4,49 | 4,08 ± 0,49 | 1,3 |
| Isoleucina | 2,48 | 3,04 | 2,44 | 3,08 | 2,76 ± 0,34 | 1,3 |
| Treonina | 3,24 | 4,19 | 2,98 | 3,64 | 3,51 ± 0,52 | 0,9 |
| Fenilalanina+tirosina | 8,36 | 10,38 | 7,76 | 9,13 | 8,90 ± 1,13 | 1,9 |
| Leucina | 6,49 | 8,35 | 6,12 | 7,49 | 7,11 ± 1,00 | 1,9 |
| Lisina | 4,43 | 5,62 | 4,22 | 5,07 | 4,83 ± 0,63 | 1,6 |
| Metionina+Cisteína | 4,5 | 5,9 | 3,87 | 4,59 | 4,71 ± 0,82 | 1,7 |
| No esenciales | | | | | | |
| Histidina | 1,53 | 1,70 | 2,05 | 3,17 | 2,11 ± 0,73 | 1,9 |
| Ácido aspártico | 14,25 | 19,68 | 12,44 | 13,40 | 14,94 ± 3,24 | --- |
| Serina | 5,04 | 6,86 | 4,66 | 5,14 | 5,42 ± 0,97 | --- |
| Ácido glutámico | 9,01 | 11,45 | 8,30 | 9,76 | 9,63 ± 1,35 | --- |
| Prolina | 4,03 | 5,11 | 3,63 | 4,45 | 4,30 ± 0,63 | --- |
| Glicina | 4,39 | 5,57 | 3,99 | 5,01 | 4,74 ± 0,69 | --- |
| Alanina | 4,69 | 6,04 | 4,17 | 5,25 | 5,03 ± 0,80 | --- |
| Arginina | 5,21 | 6,75 | 5,03 | 5,85 | 5,71 ± 0,77 | --- |

En la Tabla 4, en las fracciones de fibra se subrayan las paredes celulares y hemicelulosa. Así mismo en cuanto a los factores antinutricios se observa la presencia de inhibidor de tripsina, tatinos y fenoles totales y no se detectaron saponinas, alcaloides ni glucósidos cia-

nogénicos. El pH estuvo en el rango entre ácido y casi neutro, la acidez titulable fue de 0,47 g de ácido oxálico/100g, aw (0,26) y para los valores de color fue mayor para la luminosidad (L*) que para los colores de a* y b* lo que indica que la harina fue más blanca que rosa.

TABLA 4. Fracciones de fibra, factores antifisiológicos, polifenoles totales, pH, acidez titulable, Aw y color en harina de tubérculos de malanga (*Colocasia esculenta* L. Schott).

| Tubérculo | 1 | 2 | 3 | 4 | Media y DS | |
|--|---------|--------|---------|---------|-----------------|--------------|
| | g/100g | | | | | |
| Paredes celulares (FND) ¹ | 33,86 | 32,29 | 38,76 | 38,52 | 35,85 ± 3,27 | |
| Contenido celular (FAD) ² | 2,25 | 1,88 | 1,91 | 2,19 | 2,05 ± 0,18 | |
| Hemicelulosa | 31,19 | 30,41 | 36,85 | 36,33 | 33,69 ± 3,36 | |
| Lignina | 3,87 | 3,83 | 3,76 | 3,66 | 3,78 ± 0,09 | |
| Celulosa | 1,76 | 1,30 | 1,35 | 1,70 | 1,52 ± 0,23 | |
| Inhibidor de tripsina (UIT/g) ³ | 2262,98 | 2022,4 | 1991,41 | 1424,58 | 1925,3 ± 355,22 | |
| Taninos (mg/100g) | 180,9 | 212,5 | 200,6 | 216,5 | 202,6 ± 15,98 | |
| Actividad ureásica ⁴ | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,012 ± 0,005 | |
| Fenoles totales ⁵ | 119,15 | 99,01 | 130,83 | 105,28 | 113,57 ± 14,26 | |
| pH | 5,80 | 5,87 | 6,05 | 5,91 | 5,91 ± 0,11 | |
| Acidez titulable ⁶ | 0,50 | 0,45 | 0,46 | 0,46 | 0,47 ± 0,02 | |
| Actividad de agua (aw) | 0,26 | 0,27 | 0,25 | 0,25 | 0,26 ± 0,01 | |
| Color | | | | | | |
| | L* | 86,53 | 89,25 | 88,72 | 88,70 | 88,30 ± 1,21 |
| | a* | 2,65 | 1,75 | 1,75 | 1,72 | 1,92 ± 0,5 |
| | b* | 7,46 | 5,05 | 5,86 | 5,33 | 5,93 ± 1,08 |

Los resultados se reportan en base a la humedad de la harina.

Los valores representan el promedio de 3 determinaciones ± desviación estándar.

¹Fibra Neutro Detergente. ²Fibra Ácido Detergente. ³Unidades Inhibidas de Tripsina. ⁴Incremento de pH.

⁵mg Equivalente de ácido gálico/100g de harina. ⁶g de ácido oxálico/100g de harina.

DISCUSIÓN

Las características físicas del tubérculo fueron mayores que lo reportado por Ferreira et al (11) para tubérculos procedentes de la región del Bajo Calima (Valle del Cauca), Colombia, cosechados en una edad entre 6 y 9 meses: longitud, diámetro centro y peso fresco (30,77 cm; 18,46 cm y 1,8 kg respectivamente) diferencias que pueden deberse a la edad y lugar de cosecha de los tubérculos.

En cuanto al análisis químico proximal, destaca el alto contenido de carbohidratos constituidos principalmente por almidón (65-78%), lo cual puede ser una alternativa como fuente de energía en la elaboración de alimentos para niños y personas adultas así como en alimentos para animales

(12). Humedad, proteína cruda, extracto etéreo y cenizas están dentro de lo reportado por otros autores oscilando entre 6,9-10,4%, 1,2-8,5%; 0,11-0,88% y 1,2-4,2% respectivamente. El contenido de extracto etéreo es muy bajo en tubérculos y autores refieren que es la grasa de la membrana celular que puede estar entre 0,11 y 0,88% (13, 14). La fibra dietaria cuenta con varias propiedades funcionales como facilitar funciones alimenticias, procesos de reabsorción de compuestos no deseables como el colesterol, reducir tiempo de tránsito intestinal, aumenta la estabilidad de alimentos modificando su estructura, densidad y textura, así como la formación de gel en los alimentos y la capacidad de espesamiento en éstos (12, 15).

La harina de pulpa de malanga (HPM) es buena fuente de K, Mg, Ca y Fe y fueron datos mayores a lo reportado por Caicedo (12) (40,8, 79,6, 24,7 y 2,33 mg/100g) respectivamente, siendo elementos fundamentales para la regulación cardiaca, presión arterial y función de los músculos.

El contenido de aminoácidos en HPM fue alto, principalmente en los azufrados metionina+cisteína y aromáticos fenilalanina+tirosina, con respecto al patrón de referencia FAO, OMS y ONU (16) para lactantes (2,8 y 5,2), pre-escolar (2,6 y 4,6), escolar-adolescente (2,4 y 4,1) y adulto (2,2 y 3,8) mg/100g de proteína respectivamente.

La fibra detergente neutro y fibra detergente ácido están formadas por lignina, celulosa y hemicelulosa que indican características propias de la planta asociadas con edad o madurez de ésta (tallo, raíz, tubérculo, etc.). Su importancia en la nutrición animal radica en poderse incluir como insumo en la elaboración de alimentos balanceados.

Para cuantificar la fibra dietética, se emplea un procedimiento enzimático que asemeja la digestión en el humano. Se ha reportado para papa cocida 1,99 g/100g de fibra dietética total con una humedad del 77%, que correspondería en base seca a 8,65 g/100g, valor inferior al reportado en malanga. La ingestión de alimentos con una concentración elevada de fibra incrementa sus efectos benéficos con la presencia de fenoles u otros antioxidantes, por lo que se recomienda el consumo de alimentos ricos en fibra (17).

El pH en HPM reportó un rango entre ácido y casi neutro que concuerda con lo reportado por Rodríguez-Miranda *et al* (14) que menciona un pH cercano a neutro (6,78) que puede indicar bajo contenido de ácidos orgánicos y alta concentración de almidones, sin embargo el pH de este estudio limitaría su uso de sustitución de otras harinas para la preparación de productos para

horneado. La acidez titulable se encontró cercana a valores reportados por Mboung *et al.* (18) en 6 variedades de malanga (0,6-1,0 g de ácido oxálico/100g) para HPM de Camerún. Los oxalatos son factores limitantes en la utilización de tubérculos y hojas de malanga responsables del sabor ácido e irritante cuando se consumen crudos o mal procesados. El ácido oxálico es tóxico para el ser humano y puede reducir el valor nutricional de un alimento mediante la unión con el Ca, Mg y Fe formando sales con estos minerales reduciendo su absorción a nivel intestinal y también produciendo lesiones renales (formación de cálculos); sin embargo los valores reportados en este estudio son menores a los encontrados en otras fuentes vegetales como cacao o espinacas (4.5 y 3.2 g/100 de ácido oxálico) respectivamente, pero la cocción del alimento puede destruir parcialmente el ácido oxálico (15). Por otro lado, la actividad acuosa (*aw*) de este estudio fue adecuada ya que se relaciona con un buen proceso de secado, siendo un parámetro importante para la conservación de cualquier producto seco. La *aw* ayuda a predecir la estabilidad y vida útil de los alimentos, también a establecer cualidades nutricionales, textura, cualidades microbianas, sabor, apariencia, aroma, estabilidad química así mismo el biodeterioro, putrefacción, moho, crecimiento de bacterias, reacciones químicas y otros puntos relacionados con la inocuidad y calidad de las harinas (3). Hernández *et al.* (19) menciona algunos intervalos de *Aw* y tipo de reacción deteriorativa: crecimiento de microorganismos, bacterias, levaduras y mohos (1-0,91); reacciones enzimáticas (0,80-0,65); 0,65-0,3 obscurecimiento no enzimático (0,65-0,3) y autooxidación y cambios físicos (0,3- 0,0).

Los parámetros de color para luminosidad (L^*) fue mayor (81,20) y menor para a^* y b^* (3,30 y 10,6) respectivamente de acuerdo a lo reportado por Rodríguez-Miranda *et al* (14). Jamin y Flores (20) plantearon la hipótesis de que la variación del valor b^* entre harinas de malanga de diferen-

tes procedencias puede atribuirse a la cantidad de carbohidratos y proteínas, reportando en general que la harina de malanga es blanca, rosada y amarilla. Estas diferencias en las características de color pueden deberse a contrastes en los pigmentos presentes en éstas, que a su vez dependerán del origen botánico de la planta y también de la composición de estas harinas. Al ser blanca su participación en la elaboración de alimentos tendrá la posibilidad de incluirla con otras materias primas sin que llegue a influir el color del producto final.

Dentro de los factores antinutricionales que están presentes en tubérculos se encuentran glucósidos cianogénicos, saponinas, fitatos, inhibidores de proteasas entre otros. La HPM analizada dio valores superiores a las unidades inhibidoras de tripsina con relación a lo reportado por McEwan (21), 1195 UIT/g, así como para los taninos comparado con lo reportado por Caicedo (12) (0,14 mg/100g). El contenido del primer factor puede eliminarse a través de la aplicación de un tratamiento térmico, mientras que con los taninos hay una dualidad en cuanto a su efecto antinutricional y como antioxidante; en el primer caso llega a reaccionar con algunas proteínas provocando que estas no puedan absorberse, contrastando con su acción antioxidante. No se detectaron saponinas, glucósidos cianogénicos, alcaloides y la actividad ureásica fue baja, indicando que se aplicó una buena temperatura de secado para la obtención de HPM.

El contenido de fenoles totales fue alto en comparación con lo reportado por Eleazu et al (22) (187mg/EqAG/100g) en harina de malanga, así como en otros tubérculos ricos en estos compuestos como papa (33,6mg/100g), zanahoria (8,4mg/100g), mashua 0,92mg/g) y mellocos (0,41mg/g) (23).

Finalmente el tubérculo malanga procedente de Actopan, Estado de Veracruz, México, y haciendo referencia de resultados por otros au-

tores, la diferencia de resultados presentados se puede deber a una gran variedad de factores que deben tomarse en cuenta: genotipos, localización, intensidad de luz, precipitaciones pluviales, temporada de cosecha (madurez), temperatura y tipos de análisis realizados.

CONCLUSIONES

Los valores reportados de harina de malanga (*Colocasia esculenta* L. Schoot) cultivada en Actopan, Estado de Veracruz, México, radica principalmente en su contenido de carbohidratos por lo que se le puede considerar un alimento energético, además de ser también una buena fuente de aminoácidos esenciales, fibra, minerales y fenoles. Por lo tanto, la malanga es de fácil y rápido crecimiento en climas tropicales y subtropicales y tomando en cuenta todos sus atributos la hacen ser una fuerte alternativa en la producción de almidones, bebidas fermentadas, elaboración de frituras y productos horneados con aceptable valor nutricional, así como en la nutrición animal, como fuente de energía, para la elaboración de alimentos balanceados.

REFERENCIAS

1. Martínez MCO, Muñozcano RM, Santoyo JJA. 2004. Paquete tecnológico para el establecimiento de malanga. En línea: www.fps.org.mx/portal/index.php/component/category/35malanga [Consulta]: 20 mar 2017.
2. Martínez A., C. O.; Muñozcano R., y Santoyo Juárez, J. A. 2012. Paquete tecnológico para el establecimiento de malanga. Resultados de Proyectos. Fundación Produce Sinaloa, A. C. y Centro de Validación y Transferencia de Tecnología de Sinaloa, A. C. 12p. En: <http://www.fps.org.mx/portal/index.php/publicaciones/106-otros/1237-paquete-tecnologico-para-el-establecimiento-de-malanga>.
3. SEFIPLAN. 2015. Sistema de información Municipal. Gobierno del Estado de Veracruz. En línea: www.veracruz.gob.mx/finanzas/files/2015/05/Actopan [Consulta]: 19 jul 2017.

4. Antonio-Estrada C, Bello-Perez LA, Martinez-Sanchez CE, Montanez-Soto JL, Jimenez-Hernandez J, Vivar-Vera MA. (2009). Enzymatic production of maltodextrins from Taro (*Colocasia esculenta*) starch. *CyTA-Journal of Food*. 2009; 7(3), 233-241.
5. Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemist International (AOAC). 2005; 18th Edition, AOAC International Maryland, USA.
6. NOM-117-SSA1. 1994. Norma Oficial Mexicana. Método de prueba para la determinación de cadmio, arsénico, plomo, estaño, cobre, fierro, zinc y mercurio en alimentos, agua potable y agua purificada por espectrofotometría de absorción atómica.
7. Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists (AACC). 10ª ed. 2000.
8. Monroe EE y Rolland ML. Detection and estimation of steroidal sapogenins in plant tissue. *Anal Chem*. 1952; 8(24), 1337-1341.
9. Domínguez XA. Métodos de la investigación fitoquímica. Ed. Limusa, México. 1997.
10. Singleton VL, Rossi Jr JA. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *Am J Enol Vitic*. 1965; 16(3), 144-157.
11. Ferreira S, Ortíz E, Pardo C. Estudio químico bromatológico de la *Colocasia esculenta* (Taro). *Revista Colombiana de Ciencias Químico-Farmacéuticas*. 1990; 18, 53-59.
12. Caicedo WO. Tubérculos de papa china (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) como una fuente energética tropical para alimentar cerdos, una reseña corta sobre las características de la composición química y de los factores antinutricionales. *Rev Computarizada de Producción Porcina*. 2013; 20(1), 278-282.
13. Amon AS, Yadé-Soro RY, Koffi PKB, Dué EA, Kouamé LP. Biochemical Characteristics of Flours from Ivorian Taro (*Colocasia esculenta*, Cv Yatan) Corm as Affected by Boiling Time. *Advance J of Food Sci and Technol*. 2011; 3(6), 424-435.
14. Rodríguez-Miranda J, Rivadeneyra-Rodríguez JM, Ramírez-Rivera EJ, Juárez-Barrientos JM, Herrera-Torres E, Navarro-Cortéz RO, Hernández-Santos B. Caracterización fisicoquímica, funcional y contenido fenólico de harina de malanga (*Colocasia esculenta*) cultivada en la región de Tuxtepec, Oaxaca, México. *Ciencia y Mar*. 2011; 43, 37-47.
15. Temesgen M, y Retta N. Nutritional potential, health and food security benefits of Taro *Colocasia esculenta* (L.): A review. *Food Sci and Quality Management*. 2015; 36, 23-30.
16. Bourges RH, Torres N y Tovar AR. Proteínas y aminoácidos. En: Recomendaciones de ingestión de nutrimentos para la población mexicana. Bourges RH, Casanueva E, Rosado JL. (ed), Vol. 2, Médica-Panamericana, México, 2008.
17. Rosado JL. Fibra dietética. En: Recomendaciones de ingestión de nutrimentos para la población mexicana. Bourges RH, Casanueva E, Rosado JL. (ed), Vol. 2, Médica-Panamericana, México, 2008.
18. Mbofung CMF, Aboubakar YN, Njintag A, Abdou B, Balam F. Physicochemical and functional properties of six varieties of taro (*Colocasia esculenta* L. Schott) flour. *J of Food Technol*. 2006; 4(2), 135-142.
19. Hernández LR, Gassós OLE, Tavares SOL, Estrada AMI. (2013). El agua y su influencia en la textura de los alimentos. En línea: <https://es.slideshare.net/lauragassos/el-agua-y-su-influencia-en-la-textura-de-los-alimentos-hernandez-et-al-2013> [Consulta]: 17 oct 2017.
20. Jamin FF, Flores RA. Effect of additional separation and grinding on the chemical and physical properties of selected corn dry-miller streams. *Cereal Chem*. 1998; 75,166-170.
21. McEwan R. Anti-Nutritional constituent of *Colocasia esculenta* (Amadumbe) a traditional crop food in KwaZulu-Natal. (Doctoral Thesis. University of Zululand UNIZULU, South Africa). Retrieved from <http://hdl.handle.net/10530/88>. 2008.
22. Eleazu CO, Okafor PN, Ifeoma I. Biochemical basis of the use of cocoyam (*Colocasia esculenta* L.) in the dietary management of diabetes and its complications in streptozotocin induced diabetes in rats. *Asian Pacific J of Tropical Disease*. 2014; 4(Suppl 2), S705-S711. Doi: 10.1016/S2222-1808(14): 60711-8.
23. Benítez-Santillán LB, Pagán-Moreno MJ, Martínez-Monzó J y García-Segovia P. Propiedades funcionales de tubérculos nativos de la region andina de Chimborazo (Ecuador): una revision. *Rev Esp Comunitaria*. 2016; 22(4): 28-33.

Recibido: 23-03-2018

Aceptado: 11-05-2018