

Caracterización de la calabaza criolla “*Cucurbita lundelliana*” F-TIR y absorción atómica

SOSA-MEDINA, Alicia†, HERNÁNDEZ-VÉLEZ, Rosa Margarita, ANTONIO-CRUZ, Rocío del C. y ARELLANO-CÁRDENAS, Sofía

Instituto Tecnológico de Villahermosa. Km. 3.5, Carretera Villahermosa-Frontera, Ciudad Industrial, 86010 Villahermosa, Tab

Recibido 3 de Octubre, 2017; Aceptado 2 de Diciembre, 2017

Resumen

El consumo excesivo de harinas puede ocasionar trastornos como desnutrición y obesidad. El objetivo de este proyecto fue caracterizar la harina obtenida a partir de la calabaza “*Cucurbita lundelliana*”, especie que se produce en el Estado de Tabasco. El fruto para la elaboración de la harina se adquirió en los distintos mercados de la Ciudad de Villahermosa, se adquirieron frutos de 1 y 6 meses de corte, los cuales se procesaron hasta la obtención de harina. Posteriormente se caracterizó la harina proveniente de pulpa, semilla y cáscara mediante la técnica de espectroscopía infrarroja. La determinación de minerales se realizó por absorción de flama. Los resultados obtenidos del análisis de espectroscopia infrarroja demostraron la presencia de grupos funcionales como sales de ácido carboxílico di o polihidroxilados en la pulpa. En la semilla sobresalen las cadenas alifáticas de éster posiblemente insaturada, grupos amino y ácidos carboxílicos unidos a éster o cetonas. En la cáscara se detectaron grupos hidroxilo y amino, grupos alquilo y ésteres o cetonas. El contenido de minerales fue de: hierro 167, calcio 1814.5, magnesio 2105.16, zinc 29.83, sodio 1841.5 y potasio 55361.16 en mg/kg. No se apreciaron diferencias de grupos funcionales al variar al grado de madurez del fruto.

Lodos residuales, estabilizadores, drenado, polímeros

Abstract

Flours are the main basis of various food products, however the excessive consumption of these can cause disorders such as malnutrition and obesity. The objective of this project is to elaborate and to know the nutritional content of flour obtained from the pumpkin “*Cucurbita lundelliana*”, which is produced in the state of Tabasco. The fruit for the flour preparation was acquired in the different markets in the City of Villahermosa. For its preparation, fruits of 1 and 6 months cut were used, which were cut, separated and subjected to the drying and milling process. Subsequently the flour from the different components of the fruit (pulp, seed and husk) were characterized by the technique of infrared spectroscopy. Mineral determination was performed by flame absorption. Proximal analyzes were performed to know the nutritional content of the flour and microbiological analysis to determine the safety of the product, following the guidelines of the corresponding Mexican regulations. The results obtained from the infrared spectroscopy analysis showed the presence of functional groups such as di- or polyhydroxylated carboxylic acid salts in the pulp. In the seed the aliphatic chains of possibly unsaturated ester, amino groups and carboxylic acids attached to ester or ketones protrude. Hydroxy and amino groups, alkyl groups and esters or ketones were detected in the shell. There were no differences in functional groups as they varied to the degree of maturity of the fruit. The mineral content was: iron 167, calcium 1814.5, magnesium 2105.16, zinc 29.83, sodium 1841.5 and potassium 55361.16 in mg / kg

Cucurbita lundelliana, FTIR, Atomic absorption

Citación: SOSA-MEDINA, Alicia, HERNÁNDEZ-VÉLEZ, Rosa Margarita, ANTONIO-CRUZ, Rocío del C. y ARELLANO-CÁRDENAS, Sofía . Caracterización de la calabaza criolla “*Cucurbita lundelliana*” F-TIR y absorción atómica. Revista de la Invención Técnica 2017. 1-4:10-21

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

La calabaza es una fuente útil de muchos nutrientes esenciales para los seres humanos por su alto contenido en proteínas, ácidos grasos esenciales como el ácido linoleico y minerales, representa además una buena fuente de fibras solubles que ofrecen valor de saciedad (FAO, 2011).

Glew *et al.*, 2006 demuestran que la calabaza tiene un alto contenido proteico, ácidos grasos, minerales y betacarotenos precursores de la vitamina A, fibra soluble y propiedades antioxidantes requeridos en la dieta de los seres humanos. Así mismo Rodríguez *et al.*, 2012 determinaron las propiedades funcionales en la semilla de la calabaza *Cucúrbita pepo* y muestran que por su alto contenido proteico y aceites, representan una potencial alternativa en la industria alimentaria.

Existen datos sobre la composición mineral de carboxilpolisacarido de la pared celular de la calabaza, que muestran que la biopectina tiene un alto contenido de minerales principalmente calcio y magnesio, sodio, potasio, fierro, plomo y cobre entre otros minerales (Kamnev *et al.*, 1997).

Rodríguez *et al.*, 2006 realizaron estudios analíticos y de preformulación de un sólido pulverulento obtenido a partir de las semillas de *Cucurbita moschata* Duch en donde demuestra que el ingrediente activo obtenido presenta propiedades físicas, químicas y tecnológicas que permiten su utilización en la elaboración de formas farmacéuticas con acción antihelmíntica.

Así mismo Lucas *et al.*, 2015 reportaron que la almendra de la calabaza hedionda (*Apodanthera undulata*), tiene una alta concentración de grasa y proteína mayor al 75%, el cual presenta una buena disponibilidad, la digestibilidad in vitro fue mayor al 70%. También encontraron que los factores tóxicos naturales analizados como ácido fítico, no representan ningún riesgo ya que se encuentra debajo del nivel de 2% en peso de la semilla y dentro del rango que tienen los cereales y leguminas convencionales. Los inhibidores de tripsina se encuentran en cantidades menores a los permitidos (10 UTI/mg); las saponinas tampoco representan ningún problema de toxicidad encontrándose por debajo del límite con el método aplicado. El índice de yodo indicó que tanto la grasa cruda, como el aceite refinado se encuentran dentro del grupo “oleico-linoleico”, lo anterior indica que se podría usar con fines comestibles.

Ekpedeme *et al.*, 1999, encontraron que la mayor cantidad de minerales esenciales como fierro, calcio, magnesio, zinc, fósforo, sodio, potasio y cobre, al igual que antinutrientes como oxalatos, cianuros, taninos y filatos se incrementaban sustancialmente en harinas elaboradas con semillas de calabaza buido (*Telfairia occidentalis*) de edad de 8 a 32 semanas. Así mismo al disminuir la humedad incrementando la madurez en las semillas, la proteína cruda se mantuvo en el mismo valor, la grasa incrementó significativamente, la fibra cruda incremento ligeramente y los carbohidratos disminuyeron significativamente.

Por su parte Ponka *et al.*, 2015 determinaron el contenido de proteínas, minerales y aminoácidos en diferentes platillos tradicionales del norte de Camerún preparados a base de calabaza *Cucurbita máxima* Duch, encontrando importantes aportaciones en minerales como K (1290-2753 mg/100 g), Ca (150-60.3 mg/100 g), Mg (80.4-131.9 mg/100 g), Fe (4.3- 8.5 mg/100 g), así como proteínas (2.2 a 5.1 %). aminoácidos esenciales (138.2 a 278.2 mg/g de proteína), y aminoácidos no esenciales (455.8 a 500.5 mg/g de proteína).

Saucedo *et al.*, en 2011, caracterizaron los aceites de semilla de calabaza de las especies *máxima*, *peppo* y *moschata* por medio reflexión atenuada y espectroscopía infrarroja identificando 23 grupos funcionales en un rango de 3016 a 639 cm⁻¹ así como su modelo de vibración y su frecuencia nominal.

México es uno de los principales productores de calabaza a nivel mundial. En el sureste mexicano predomina la variedad *Cucurbita lundelliana* que se cultiva principalmente en los Estados de Tabasco, Campeche, Yucatán y Quintana Roo.

En este trabajo se realiza la caracterización de la especie "*Cucurbita lundelliana*" que se produce en Tabasco, la cual puede representar una buena alternativa nutrimental para consumo humano, que permitirá a su vez incrementar la economía de los productores del estado dándole un valor agregado a este fruto.

Justificación

El sobrepeso y la obesidad se han convertido en uno de los factores de riesgo de salud pública más importante en México, en donde el consumo energético promedio es de 3145 kilocalorías por persona al día, uno de los índices más elevados del mundo.

En noviembre de 2016 la Secretaría de Salud emitió la declaratoria de emergencia sanitaria por una enfermedad no infecciosa, la obesidad y diabetes debido a que el 71.2% de la población sufre de sobrepeso y el 9.2% padece diabetes (Proceso, 2016).

Otro de los problemas importantes de salud de la población es la elevada prevalencia de anemia que es cuatro veces mayor a la encontrada en la población mexicana que vive en Estados Unidos de América, la cual es comparable a la de países africanos que sufren condiciones de pobreza y marginación mayores a las de México. El incremento de la prevalencia de anemia conforme aumenta la edad se puede vincular con dietas insuficientes en micronutrientes, y en el deterioro de la capacidad para absorber hierro, folato y vitamina B12 (Shamah *et al.*, 2008).

En 2012 en México el 23.3 % de niños entre 1 y 4 años, así como el 7.7% de mujeres adolescentes y el 3.6% hombres padecían anemia. Por lo cual se recomienda ampliar la distribución y consumo de micronutrientes en niños y mujeres así como incentivar la ingesta de alimentos ricos en hierro (De la Cruz, *et al.*, 2013).

Por lo que en la actualidad se vislumbra la necesidad cada vez más apremiante por consumir alimentos que además de su función nutritiva básica aporten propiedades fisiológicas beneficiosas y reduzcan el riesgo de contraer enfermedades crónicas. La dieta normal de ingredientes naturales que aporten beneficios para lograr una ingesta diaria suficiente de proteínas, minerales, ácidos grasos y vitaminas puede mejorar la salud de la población.

Objetivos

Objetivo General

Caracterizar la harina integral de calabaza criolla "*Cucurbita lundelliana*" por espectroscopía infrarroja y espectroscopía de absorción atómica.

Objetivos específicos

- Caracterizar la harina integral de calabaza "*Cucurbita lundelliana*" y de cada uno de sus componentes (pulpa, semilla y cáscara) mediante espectroscopía IR
- Caracterizar la harina integral de calabaza "*Cucurbita lundelliana*" y de cada uno de sus componentes (pulpa, semilla y cáscara) mediante absorción atómica.

Marco Teórico

Fundamentos para la caracterización FTIR

La espectroscopía infrarroja es la rama de la espectroscopía que trata con la parte infrarroja del espectro electromagnético. Esta comprende un conjunto de técnicas, siendo la más común la forma de espectroscopía de absorción, la cual puede usarse para identificar y cuantificar el componente de una muestra. La espectroscopía infrarroja es una de las técnicas más versátiles y de mayor aplicación. Se aplica en la caracterización de polímeros, sólidos orgánicos, productos farmacéuticos y de síntesis, análisis de contaminantes, en agricultura y reacciones catalíticas, entre otras (Piña, 2012).

El espectro IR de una molécula, se obtiene como resultado de medir la intensidad de radiación exterior absorbida, para cada longitud de onda, que hace posible la transición entre dos niveles de energía vibracional diferentes.

Cada una de estas absorciones características de energía corresponde con un movimiento vibracional de los átomos en la molécula. El espectro IR se extiende desde 10 a 14300 cm^{-1} .

La región infrarroja se puede dividir en tres regiones: infrarrojo cercano con una longitud de onda de 700-2500 nm y 14300-4000 cm^{-1} ; el infrarrojo medio con longitud de onda de 2500- 5x10⁴ nm y 4000 – 600 cm^{-1}) y finalmente el infrarrojo lejano con longitud de onda de 5x10⁴ – 10⁶ nm y 600 a 10 cm^{-1} (Piña, 2012).

El infrarrojo medio revela la estructura de un compuesto mostrando los grupos funcionales presentes en la molécula. Un grupo particular de átomos da como resultado algunas bandas de absorción características, es decir, el grupo funcional absorbe radiación a ciertas frecuencias las cuales son muy distintas de un compuesto a otro (Morrison y Boyd, 1992).

Fundamentos para la caracterización por absorción atómica

Los metales que se encuentran presentes en las aguas y por lo tanto también en los alimentos que consume el ser humano tienen un efecto sobre su salud, pueden ir desde el intervalo de benéficos, causantes de problemas e incluso hasta tóxicos, esto es dependiendo de su concentración, por lo que su cuantificación es importante. Algunos metales son esenciales, otros pueden afectar adversamente a los consumidores. Para su determinación se utiliza la espectrofotometría que es la medición de la cantidad de energía radiante que absorbe un sistema químico en función de la longitud de onda (NMX-AA-051-SCFI-2001).

El método de absorción atómica se basa en hacer pasar un haz de luz monocromática de una frecuencia tal que puede ser absorbido por el analito que se encuentra presente en forma de vapor atómico.

La medida de la intensidad luminosa antes y después de su paso por el vapor atómico permite determinar el porcentaje de absorción. La cantidad de absorción aumenta con la concentración de los átomos en el medio absorbente, es decir, la medida de la absorción aumenta con la concentración del elemento en la muestra, ya sea que esté en su condición original o sujeta a pretratamiento (NOM-247-SSA1-2008).

Metodología de Investigación

Este trabajo se llevó a cabo en el Laboratorio de Investigación I, el Laboratorio de Bioprocesos y el Laboratorio de Microbiología del Instituto Tecnológico de Villahermosa y con el apoyo del Laboratorio de Biofísica de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del IPN. Para la elaboración de la harina de calabaza se utilizó la especie "*Cucurbita lundelliana*" predominante en el Estado de Tabasco, la materia prima seleccionada fueron frutos de 1 y 6 meses de corte (ver fig. 1) adquiridos en los principales mercados de la Ciudad de Villahermosa en los meses de enero a mayo de 2017.

Para la selección de la materia prima se tomó en cuenta que los frutos no presentaran defectos en la superficie de la cáscara. Para el lavado y desinfección de las calabazas se utilizó agua a presión y jabón líquido, frotando con cepillo de plástico y fibra para eliminar la suciedad. Posteriormente se enjuagaron con agua clorada a 100 ppm. El fruto se secó con franelas limpias y secas. Se realizaron cortes radiales de 1 cm de espesor. Se separaron los componentes, pulpa, semilla y cáscara tomando en cuenta que la semilla no fuera cortada ni separada de su endospermo. Se distribuyeron en charolas de acero inoxidable dentro de un horno convectivo a gas Modelo GEIT31-96 de capacidad de 1.5 m³ equipado con tres quemadores, ventilador, extractor y termostato.

Se empleó un tiempo de secado de 24 horas para la semilla, 30 horas para la cáscara y 36 horas para la pulpa a una temperatura de 54 a 60 °C, para obtener una humedad aproximada del 8 %. Cabe mencionar que las rejillas se fueron rotando de posición cada 8 horas para considerar homogéneas las condiciones de secado dentro del horno. Una vez seco el producto, se procedió a la molienda utilizando un molino de alta potencia Marca Nutribullet, durante 3-4 minutos por lote. La cáscara y la pulpa fueron sometidas a una segunda molienda. Este producto se pasó por un tamiz estándar Taylor número 14 para la obtención de harina tipo sémola con un tamaño de 1.15 mm, para obtener partículas homogéneas, en el caso de la cáscara se procedió a una segunda molienda para obtener partículas más pequeñas y homogéneas. Las muestras se envasaron en bolsas de plástico selladas herméticamente y se almacenaron en un desecador a temperatura ambiente para su caracterización.

Metodología de caracterización de la harina (FT- IR)

Para la caracterización de la harina por medio de espectroscopía infrarroja (FT-IR) se contó con el apoyo del Laboratorio Central de instrumentación de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional. Los análisis de espectroscopia infrarroja se realizaron utilizando el equipo Perkin Elmer FT-IR Spectrometer SPECTRUM 2000 en infrarrojo medio de 4000 a 400 cm⁻¹ y en rango de longitud de onda de 2500 a 5 x 10⁴ nm. Para realizar la caracterización de la harina elaborada a partir de la cáscara y la pulpa del fruto se utilizaron pastillas de dicromato de potasio con aproximadamente 100 mg de la muestra sólida, las cuales se secaron a 65 °C durante 24 horas para eliminar el exceso de humedad.

Posteriormente se pesaron 10 mg para cada una de las muestras y se añadieron 10 mg de KBr, ésta mezcla se trituroó en un micro mortero de mármol y se compactó a presión en un dado de acero inoxidable para formar una delgada pastilla traslucida de muestra soportada por KBr, se verificó visualmente que la pastilla formada fuera homogénea y permitiera el paso de la luz visible. La muestra así preparada se introdujo en el equipo para efectuar las lecturas de las frecuencias nominales encontradas. En el caso de la semilla debido a la gran cantidad de aceites presentes en esta parte del fruto, se desarrolló y probó un método de película con dos solventes diferentes diclorometano y hexano siguiendo el procedimiento descrito anteriormente. Para lo cual se sometieron a secado 50 mg de muestra a 65 °C durante 24 horas, para los análisis de los cuales se tomaron 10 mg de muestra de harina de semilla que se disolvieron en 500 ml disolvente con una pipeta automática Marca Eppendorf (ver figura 9a), y se agitaron en un agitador Vortex (Genie 2) por 10 segundos. Las muestras se pasaron a microtubos Eppendorf con tapa se centrifugó por 5 minutos a 800 rpm en una microcentrifuga (Thermo Scientific). Del sobrenante obtenido se colocó una muestra de 0.1 ml aproximadamente en un prisma de cuarzo el cual se introdujo en el espectrofotómetro para proceder a la lectura de frecuencias nominales.

Metodología de caracterización de minerales (absorción atómica)

De igual manera para la determinación de minerales se contó con el apoyo del Laboratorio Central de instrumentación de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional. Para la determinación de Hierro, Sodio, Calcio, Potasio, Magnesio y Zinc se siguió el método de absorción por flama descritos en la NMX-AA-051-SCFI-2001, utilizándose el equipo Perkin Elmer FT-IAB Spectrometer SPECTRUM 2000



Figura 1 Calabaza de 1 y 6 meses de corte

Fuente: A. Sosa, 1996.

Resultados

Los resultados obtenidos con espectroscopía infrarroja mostraron la presencia de grupos funcionales tales como sales de ácido carboxílico di o polihidroxilados en la pulpa, en la semilla se presentan cadenas alifáticas de éster posiblemente insaturadas, grupos amino y ácidos carboxílicos unidos a éster o cetonas y en la cáscara predominan los grupos hidroxilo y amino así como grupos alquilo y ésteres o cetonas. No se apreciaron diferencias de grupos funcionales al variar al grado de madurez. Estos resultados son similares a los reportados por Hernández *et al.*, en el 2011 al estudiar el aceite de semilla de calabaza por reflexión atenuada y espectroscopía infrarroja.

Al comparar los resultados de la cáscara de uno y seis meses de corte, como se observa en la figura 2, prevalecen los mismos grupos funcionales con la diferencia de que en la de 6 meses de corte no aparecen las bandas 1736 cm^{-1} , del grupo carbonilo, 1510 cm^{-1} del grupo OH o amida y 1290 cm^{-1}

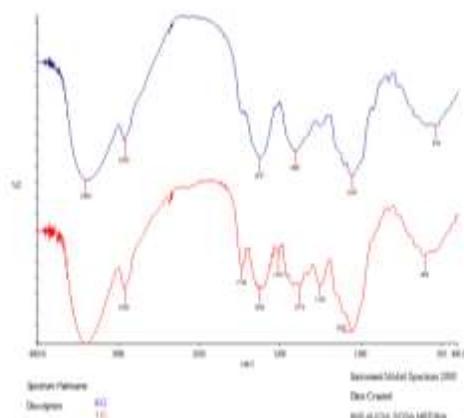


Figura 2 Muestras comparativas de cáscara de 1 y 6 meses (1C) y (6C), 2017

En la figura 3 se presentan las muestras de pulpa analizadas, en donde se observa que al comparar los resultados de uno y seis meses de corte, prevalecen básicamente los mismos grupos funcionales.

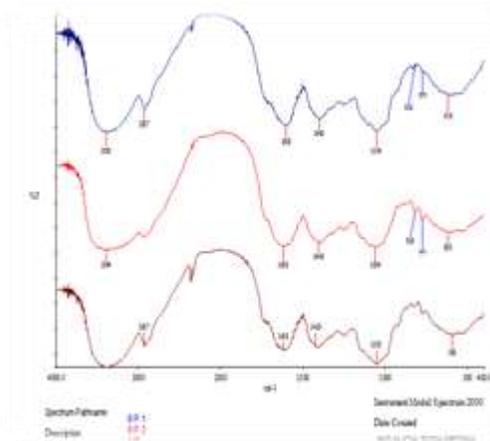


Figura 3 Muestras comparativas de pulpa de 1 y 6 meses (1P) y (6P), 2017.

En la figura 4 se comparan los resultados de la semilla de uno y seis meses de corte y se encuentra que prevalecen básicamente los mismos grupos funcionales con la diferencia de que al utilizar hexano no se observan las frecuencias $1654-1655\text{ cm}^{-1}$ del grupo metileno, $1541-1544\text{ cm}^{-1}$ del grupo amino $-\text{NH}-$ con torsión d.

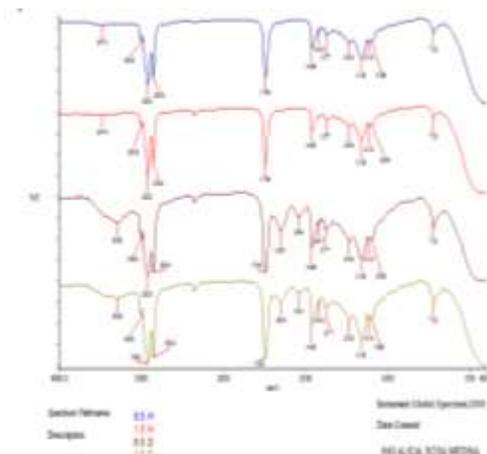


Figura 4 Muestras comparativas de cáscara de 1 y 6 meses (1C) y (6C), 2017.

En las tablas 1, 2 y 3 se muestran los grupos funcionales detectados en la harina de calabaza proveniente de semilla, pulpa y cáscara respectivamente.

No.	Longitud de onda (cm^{-1})	Grupo funcional
1	3474	
2	3288	
3	3008	=C-H (cis)
4	2925	-C-H (CH_2)
5	2854	-C-H (CH_2)
6	1746	-C=O
7	1654-1655	-C=O
8	1541-1544	-C-H (CH_2)
9	1465-1464	-C-H (CH_2)
10	1418-1417	=C-H
11	1377	=C-H
12	1238	-C-O- CH_2 -
13	1163	-C-O- CH_2 -
14	1118	-C-O
15	1098-1099	-C-O
16	722	

Tabla 1 Grupos funcionales de la harina de semilla de calabaza

No.	Longitud de onda (cm ⁻¹)	Grupo funcional
1	3393-3394	
2	2927	-C-H (CH ₂)
3	1608-1618	
4	1406-1420	=C-H
5	1059-1053	C-O
6	816	=CH ₂
7	777	-C-H
8	610-598	

Tabla 2 Grupos funcionales de la harina de pulpa de calabaza

No.	Longitud de onda (cm ⁻¹)	Grupo funcional
1	3400	
2	2925-2922	-C-H (CH ₂)
3	1736	-C=O
4	1626-1627	
5	1510	-C-H (CH ₂)
6	1409-1378	=C-H
7	1280	=C-H (cis)
8	1025-1053	-C-O
9	606-534	

Tabla 3 Grupos funcionales de la harina de cáscara de calabaza

Los resultados del análisis de espectrofotometría de absorción atómica por flama para muestras de harina de semilla, pulpa y cáscara de 1 y 6 meses de corte se presentan en la tabla 4.

Se observa que las muestras de harina elaboradas a partir de los diferentes componentes del fruto (cáscara, pulpa y semilla) contienen todos los minerales recomendados en la norma oficial mexicana para la ingesta diaria de la población, incluso algunos en cantidades superiores a los establecidos en la norma.

La cantidad de hierro oscila entre 81 a 332 mg/kg, encontrándose el valor más bajo en la semilla y el más alto en la pulpa del fruto de 6 meses de corte. Con respecto al calcio se obtuvieron valores de 476-3720 mg/kg, presentándose en forma más abundante en la cáscara, los valores de sodio fueron de 33-94, el valor mayor se obtuvo en la harina de pulpa de 6 meses de corte. En cuanto al potasio se obtuvieron valores muy altos de este mineral localizándose el mayor contenido de 70314 mg/kg en la pulpa de 6 meses de corte. El contenido de magnesio y zinc fue mayor en la harina de semilla elaborada a partir de 6 meses de corte aunque también se presenta elevado en la semilla de 1 mes de corte.

Muestra	Fe	Ca	Na	K	Mg	Zn
1s	150	798	47	45861	3286	51
6 s	81	476	33	37905	4150	60
1p	105	1839	48	57340	846	12
6p	332	2302	94	70314	1319	15
1c	191	1916	76	64697	887	20
6c	146	3720	58	56074	2143	21

Tabla 4 Contenido de minerales en la harina de calabaza (mg/kg)

En la tabla 5 se presenta la comparación de la cantidad de minerales presentes en diferentes tipos de harinas comerciales y el valor promedio en mg/100 g de cada uno de los minerales determinados en las harinas elaborados a partir de los componentes de la calabaza (cáscara, pulpa y semilla). Se observa que la harina de calabaza contiene una mayor cantidad de potasio, calcio y magnesio que las otras harinas comerciales. Con respecto al hierro se aprecia que este mineral tan importante para la dieta del humano se encuentra en cantidades superiores a las otras harinas comerciales. Finalmente en cuanto al sodio y el zinc se obtienen valores similares a las otras harinas comerciales. Estos resultados demuestran que la harina de calabaza ofrece importantes aportaciones de minerales que contribuyen a cumplir con la ingesta diaria recomendada.

Minerales	Harina de trigo	Harina de kamut	Harina de soya	Harina de arroz integral	Harina de calabaza
Sodio	75.0	3.8	4.0	10.0	5.8
Potasio	135	446	1 870	23.8	5 536
Calcio	16.0	31.0	195	21.0	1105
Magnesio	20.0	153	2 47	110	210.5
Zinc	4.8	-----	4.9	1.6	2.98
Hierro	4.5	4.2	12.0	1.7	16.75

Tabla 5 Comparación de minerales en diferentes tipos de harinas comerciales

Recomendaciones de ingesta diaria: fierro de 17 mg, calcio 900 mg, magnesio 250 mg y zinc 10 mg, potasio 3510 mg y sodio máximo 2000 mg de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana (NOM-247-SSA1-2008), Productos y servicios. Cereales y sus productos. Cereales, harinas de cereales, sémolas o semolinas.

Conclusiones

En este trabajo se elaboró harina integral de calabaza a partir de la especie "*Cucurbita lundelliana*" que se cultiva en el estado de Tabasco. La harina proveniente de los componentes para frutos de 1 y 6 meses de corte, se analizó mediante espectroscopia infrarroja para identificar los grupos funcionales en las muestras. Los resultados en infrarrojo mostraron entre los grupos funcionales en la pulpa, sales de ácido carboxílico di o polihidroxilados lo que indica muy posiblemente la presencia de celulosa, vitamina A y carbohidratos. En la cáscara se observaron grupos hidroxilo y amino así como grupos alquilo y ésteres o cetonas, relacionados con la presencia de celulosa, proteínas o vitaminas y ácido fólico. En la semilla de calabaza se encontraron cadenas alifáticas de éster posiblemente insaturada, grupos amino y ácidos carboxílicos unidos a éster o cetonas indicando muy probablemente la presencia de proteínas, ácido fólico y ácidos grasos. Al comparar los espectros de 1 y 6 meses de corte, no se apreciaron diferencias de grupos funcionales en las muestras de pulpa, semilla y cáscara, con respecto a los diferentes grados de madurez del fruto.

Los resultados obtenidos son semejantes a los reportados por Hernández *et al.*, 2011 al estudiar el aceite de semilla de calabaza por reflexión atenuada y espectroscopia infrarroja y también a los reportados por Lankmayr *et al.*, 2004 en la clasificación quilométrica en aceite de semilla de calabaza usando espectro UV-Vis, NIR y FTIR. Rodríguez en el 2006, presenta resultados similares en los espectros obtenidos por FTIR en semilla de calabaza (*C. moschata* Duch) utilizando el método con pastillas de KBr.

Los resultados de los análisis de espectroscopía por absorción atómica por el método de flama indicaron la presencia de minerales de importancia para la salud de los seres humanos, en cantidades suficientes para cubrir la aportación a la ingesta diaria recomendada por la OMS. Los resultados por absorción atómica de minerales en harina de frutos de 1 y 6 meses de corte tampoco presentan diferencias con respecto al grado de madurez.

Las aportaciones de hierro son suficientes, el valor mínimo se encontró en la semilla de 6 meses de corte y aun es mucho mayor a la dosis diaria recomendada, lo cual representa un buen aporte para niños, mujeres embarazadas y personas con déficit de este mineral. La harina de calabaza sería una buena fuente de calcio ya que la semilla de 6 meses de corte corresponde a la mitad de la dosis diaria recomendada y el máximo valor lo encontramos en la cáscara de 6 meses de corte. También se observa que esta harina representa una fuente rica en magnesio y zinc, los cuales podrían complementar la dieta en poblaciones con deficiencias nutricionales.

Estos resultados cobran relevancia ya que en la industria alimentaria en muchas ocasiones las harinas obtenidas de otros cereales se tienen que fortificar con fierro y calcio para poder cumplir con las cantidades recomendadas, por lo que la harina de calabaza aporta una cantidad suficiente para la ingesta diaria en la mayoría de los minerales analizados (NOM-247-SSA1-2008 ; OMS, 2004).

Sólo en cuanto al contenido del potasio se obtuvieron valores superiores a las recomendaciones para la ingesta diaria, se observó con mayor contenido de este mineral particularmente en la harina proveniente de la cáscara.

Sin embargo este factor podría contribuir a mantener la relación equilibrada (1 a 1) con las altas cantidades de sodio que normalmente se consumen, cabe mencionar que la Organización Mundial de la Salud en los últimos años ha sugerido aumentar la ingesta de potasio en la dieta, ya que estudios realizados han demostrado que reduce la tensión arterial sistólica y diastólica tanto en niños como en adultos y se asocia con la prevención de accidentes cerebrovasculares, enfermedades cardiovasculares o cardiopatía coronaria (OMS, 2013).

Referencias

De la Cruz G. V., Villalpando S., Mundo R. V., Shamah L. T. Prevalencia de anemia en niños y adolescentes mexicanos: comparativo de tres encuestas nacionales. *Salud Pública de México* 2013. 55 supl 2:S180-S189.

Ekpedeme U. A., Basse A. N., Ekaete U. Etuk. Minerals and antinutrients in fluted pumpkin (*Telfairia occidentalis* Hook f.). *Food Chemistry* 70 (2000) 235-240. Analytical, Nutritional and Clinical Methods Section. Nigeria. 1999.

Glew R.H., Glew R.S., Chuang L.T., Huang Y. S., Millson M., Constans D.y Vanderjag D.J., *Plant Foods For Human Nutrition* 61: 51-56. Amino Acid, Mineral And Fatty Acid Content Of Pumpkin Seeds (*Cucurbita Spp*) And *Cyperus Esculentus* Nuts In The Republic Of Niger. 2006.

Kamnev A.A., Colina M., Renou. M.E., Frolov I., Ptitchkina N. M., and Ignatov V. V. Monutshe fuir Chem, *Chemical Monthly*, Springer-Verlag. Printed in Austria Monatshefte fur Chemie 128, 211-216 Atomic Absorption Spectroscopic Investigation of the Mineral Fraction of Pectins Obtained from Pumpkin and Sugar Beet. Austria. 1997.

Lankmayr E., Mocak J., Serdt K., Balla B. Wenzl T., Bandoniene M., Wagner S. Clasificación quilométrica en aceite de semilla de calabaza usando espectro UV-Vis, NIR y FTIR. Austria 2004.

Lucas F.B., Hernández J.L.I., Boettler B.R. Análisis proximal y determinación de factores tóxicos de la almendra y caracterización fisicoquímica de la grasa de calabaza hedionda (*Apodanthera Undulata*). México. 2015.

Morrison R.T. y Boyd R.N. Química Orgánica. Sexta Edición. Ed. Pearson Addison W. EU. New York 1992.

NORMA Oficial Mexicana NOM-247-SSA1-2008, Productos y servicios. Cereales y sus productos. Cereales, harinas de cereales, sémolas o semolinas. Alimentos a base de: cereales, semillas comestibles, de harinas, sémolas o semolinas o sus mezclas. Productos de panificación. Disposiciones y especificaciones sanitarias y nutrimentales. Métodos de prueba.

NMX-AA-051-SCFI-2001 Análisis De Agua - Determinación de Metales por Absorción Atómica en Aguas Naturales, Potables, Residuales y Residuales Tratadas - Método de Prueba (Cancela A La Nmx-Aa-051-1981)

Piña B.A. Desarrollo de modelos quimiométricos acoplados a espectrofotometría MID-FTIR-HATR para la identificación y cuantificación de olote como adulterante en la masa nixtamalizada y tortilla de maíz blanco y azul. Instituto Politécnico Nacional. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. México 2012.

Ponka R., Abdou B. A., Fokou E., Tabot S.T., Beaucher E., Piot M., Leonil J., Gauchero F., Protein, mineral and amino acid content of some Cameroonian traditional dishes prepared from pumpkin (*Cucurbita maxima* Duch.), 2015. Journal of Food Composition and Analysis 43 (2015) 169–174.

Rodríguez J.M., Un ingrediente activo con acción antihelmíntica, a partir de las semillas de *Cucurbita moschata* Duch: Estudios analíticos y de preformulación. Instituto de Farmacia y Alimentos Departamento de Tecnología y Control de los Medicamentos. La Habana, Cuba. 2006.

Rodríguez M. J., Hernández S.B., Lara H.E., Vivar V.M.A, Carmona G.R., Gómez A.C., y Martínez S.C. Physicochemical and functional properties of whole and defatted meals from Mexican (*Cucurbita pepo*) pumpkin seeds. International Journal of Food Science and Technology. 47, 2297-2303. 2012.

Saucedo H.Y., Lerma G.M.J., Herrero M.J.M., Ramos R.G., Rodríguez E.J., Simón A.E.F. Classification of Pumpkin Seed Oils According to Their Species and Genetic Variety by Attenuated Total Reflection Fourier-Transform Infrared Spectroscopy. ACS Publications. American Chemical Society dx.doi.org/10.1021/jf104278g | J. Agric. Food Chem. 2011, 59, 4125–4129. 2011.

Shamah L. T, Cuevas N. L, Mundo R. V., Morales R. C., Cervantes T. L., Villalpando H.S. Estado de salud y nutrición de los adultos mayores en México: resultados de una encuesta probabilística nacional. Salud Pública de México 2008. 50:383-389.

Shamah L. T., Villalpando S., Mundo R. V., De la Cruz G. V., Mejía R. F., Méndez G., Humarán I. Prevalencia de anemia en mujeres mexicanas en edad reproductiva, 1999-2012. Salud Pública de México 2013. 55 supl 2:S190-S198.

<http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/S>
FAOSTAT 2016

<http://es.slideshare.net/yames0801/monografa-calabazaene2011vf>. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2012. Panorama agropecuario en Tabasco, censo agropecuario Tabasco 2007-2012.

[http://www.fao.org/right-to-food-around-the-globe/methodology/es/Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura](http://www.fao.org/right-to-food-around-the-globe/methodology/es/Organización%20de%20las%20Naciones%20Unidas%20para%20la%20alimentación%20y%20la%20agricultura), 2014.

<http://www.proceso.com.mx/462525>

Agradecimientos

Agradecemos a la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del IPN y al Tecnológico Nacional de México por el financiamiento para el desarrollo de la presente investigación.