

## Desarrollo de una botana a base de jícama, chayote y quelite que diversifique el consumo de productos hortícolas

S. Melo-Cruz<sup>1</sup>, Ma. A. Trejo-Márquez<sup>1\*</sup>, A. Lira-Vargas<sup>1</sup>, S. Pascual-Bustamante<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Laboratorio de Postcosecha de Productos Vegetales, Centro de Asimilación Tecnológica. Jiménez Cantú s/n, San Juan Atlamica, C. P. 54729, Cuautitlán Izcalli, Edo. de México, México.\*e-mail: [andreatrejo@unam.mx](mailto:andreatrejo@unam.mx)

**RESUMEN:** El objetivo fue elaborar una botana adicionada con quelite, chayote y jícama para incrementar el consumo de estos. Se formularon las botanas (50% harina de maíz-50% producto hortofrutícola), realizando una extrusión y posteriormente la cocción por dos métodos (horneado a 160°C por 30 minutos y freído 160°C por 6 minutos). A la botana se le determinaron: parámetros químicos (fenoles totales, capacidad antioxidante y capacidad de absorción de grasa) y parámetros de textura (dureza y fracturabilidad). La botana horneada de quelite presentó mayor capacidad antioxidante ( $4.99\pm 0.52\mu\text{moles Trolox/g}$ ); mientras que la botana frita de jícama mostró mayor contenido de fenoles ( $4.99\pm 0.23\text{mg ácido gálico/g}$ ); la capacidad de absorción de grasa en las botanas con productos hortofrutícolas fue menor en comparación con una botana patrón a base de maíz. La dureza de las botanas se afectó por la cantidad y tipo de producto hortícola que se fue añadido, así como el método de cocción empleado. La botana horneada de quelite presentó la menor dureza ( $999\pm 78.15\text{ g}$ ) mientras que la frita a base de esta hortaliza fue la de mayor ( $2295.50\pm 82.34\text{ g}$ ). Los resultados obtenidos indicaron que es posible mejorar las características nutrimentales de los alimentos tipo botana si son enriquecidos con estas materias primas.

**Palabras clave:** Extrusión, botanas de tercera generación, productos hortofrutícolas.

**ABSTRACT:** The objective was to elaborate a snack added with quelite, chayote and jicama to increase the consumption of these. The snacks were formulated (50% corn flour - 50% fruit and vegetable product), extruding and then cooking by two methods (baked at 160°C for 30 minutes and fried 160°C for 6 minutes). The snack was determined: chemical parameters (total phenols, antioxidant capacity and fat absorption capacity) and texture parameters (hardness and fracturability). The baked snack of quelite presented greater antioxidant capacity ( $4.99\pm 0.52\mu\text{mol Trolox/g}$ ); while the jicama fried snack showed higher phenolic content ( $4.99\pm 0.23\text{mg gallic acid/g}$ ); the fat absorption capacity in the snacks with fruit and vegetable products was lower compared to a standard snack based on corn. The hardness of the snacks was affected by the amount and type of horticultural product that was added, as well as the cooking method used. The baked snack of quelite presented the lowest hardness ( $999\pm 78.15\text{ g}$ ) while the frit based on this vegetable was the highest ( $2295.50\pm 82.34\text{ g}$ ). The results obtained indicated that it is possible to improve the nutritional characteristics of botanical foods if they are enriched with these raw materials.

**Keywords:** Extrusion, snacks third generation, horticultural products.

**Área:** Alimentos funcionales

### INTRODUCCIÓN

Existen reportes que indican que el consumo de botanas en México se ha incrementado en los últimos años, generando grandes ganancias al sector industrial (INEGI, 2016). En México la mayoría de las botanas comerciales y de mayor consumo son elaboradas a base de harinas refinadas de maíz nixtamalizado o de trigo por lo que su valor nutricional es considerado bajo debido a su alto grado de procesamiento, así como su elevado contenido de grasas saturadas, carbohidratos y sodio. Sin embargo, el consumo excesivo de este tipo de alimentos aunado a un bajo consumo de frutas y hortalizas, está relacionado con la obesidad; dichas circunstancias ha derivado en la aparición de una tendencia en la industria de botanas dirigida al consumidor interesado en cuidar su salud y llevar un mejor control de la ingesta calórica, es decir, botanas con mayor contenido de fibra dietética, proteínas, vitaminas, minerales y antioxidantes, utilizando ingredientes alternos a los tradicionales, que aporten

esos nutrientes tales como frutas, hortalizas, leguminosas, semillas germinadas, etc. (Fernández-Ibarra *et al.*, 2018).

Así pues, debido a lo mencionado anteriormente ha surgido la necesidad de evaluar el efecto de nuevas materias primas con el fin de enriquecer los refrigerios que la población consume, una opción es el uso de chayote. Cabe destacar que el chayote tiene actividad diurética (Jensen y Lai, 1986), anti-inflamatoria, ayuda a la eliminación de cálculos renales, es utilizado como complemento en el tratamiento de arteriosclerosis e hipertensión (Diré *et al.*, 2003). Otra opción es la jícama ya que contiene un sin número de propiedades nutricionales y medicinales (evita el estreñimiento, desinflama el colon, ayuda a controlar los niveles de azúcar en los diabéticos) (Arrobo-Reyes, 2013). Finalmente, el número de publicaciones sobre diversos aspectos de *Amaranthus* spp., como el cultivo, la composición, las aplicaciones y los efectos sobre la salud, ha ido aumentando constantemente. En lo referente al valor nutricional, se sabe que los quelites son una buena fuente de proteína y fibra, necesaria para un buen funcionamiento del intestino. Por tanto, la ingesta de quelite aporta una buena cantidad de fibra dietética la cual puede bajar el nivel de colesterol sérico, disminuir el riesgo de padecer la enfermedad coronaria del corazón, hipertensión, estreñimiento, diabetes, colon y cáncer de mama (Ishida *et al.*, 2000; Rao y Newmark, 1998). Por lo tanto, el objetivo del presente trabajo fue el desarrollo de una botana funcional a base de jícama, chayote y quelite que diversifique el consumo de productos hortícolas endémicos de México.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Materias primas**

La materia prima que se empleó para la elaboración de las masas, fue harina de maíz nixtamalizada comercial (Minsa, S.A. de C.V., México), jícama (*Pachyrhizus erosus*) y chayote (*Sechium edule* var. *virans levis*), con características de madurez homogénea (color, dureza y tamaño), libre de defectos, se empleó quelite “quintonil” (*Amaranthus hybridus*) sin daño aparente en las hojas, los productos hortícolas empleados fueron adquiridos en el mercado de la central de abastos de la ciudad de México. Los condimentos empleados fueron adquiridos en un Molino ubicado en Cuautitlán, de Romero Rubio, Edo. de México.

### **Proceso de elaboración de la botana**

Los productos fueron lavados y pelados, para posteriormente desinfectarlos y proceder a realizar la reducción de tamaño en una licuadora (Orter Mod. M6812-13 de 16 velocidades) hasta obtener una consistencia de puré. Cada producto se molió por separado.

Las formulaciones de masa se elaboraron, primero se pesaron los sólidos secos, se mezclaron homogéneamente, se añadió el puré, amasando de manera manual, con una humedad final de entre 50-52%. Después cada masa por separado se colocó en la tolva del extrusor de laboratorio de tornillo simple, marca Philips (modelo Hr2355/08) con el disco de moldeado penne, tiempo de residencia de 15 minutos, los materiales extruidos, fueron cortados de manera manual a trozos de aproximadamente 2.0 cm de largo. Posteriormente se estudiaron dos métodos de cocción, horneado y freído. Para la botana horneada se utilizó un horno de convección mecánica HND-E136 Luzeren a 160°C por 30 minutos, se dejaron enfriar entre 30-45 minutos y se añadió el condimento (polvo adobo). Para la botana frita, se utilizó una relación de aceite de 1:6, las botanas se frieron por 6 minutos a 160°C. El exceso de aceite fue retirado con papel absorbente, posteriormente fueron condimentados con polvo adobo, se dejaron enfriar entre 30-45 minutos.

### **Evaluación de los parámetros físicos y químicos de las botanas**

Una vez desarrolladas las botanas se evaluaron diversos parámetros físicos, textura se realizó con un Texturómetro (Brookfield CT3-25 Kg), el paquete de software instalado que se utilizó fue: “TexturePro CT TV.8 Buid 31”. Se utilizó el Test de compresión (con el accesorio TA-MTP,

dispositivo cilíndrico). Se programó el para que la punta, dispositivo o sensor comprima el alimento a cierta distancia (3 mm) a una velocidad establecida (1.50 mm/s)(Brookfield, 2018). En cuanto a los parámetros químicos evaluados, se determinó capacidad de absorción de aceite en las botanas se hizo por el método de Soxhlet (NMX-F-089-S-1978), los datos se reportan en porcentaje de grasa absorbida; así como fenoles totales (García-Martínez *et al.*, 2015) y Capacidad antioxidante (Kuskoski *et al.*, 2004).

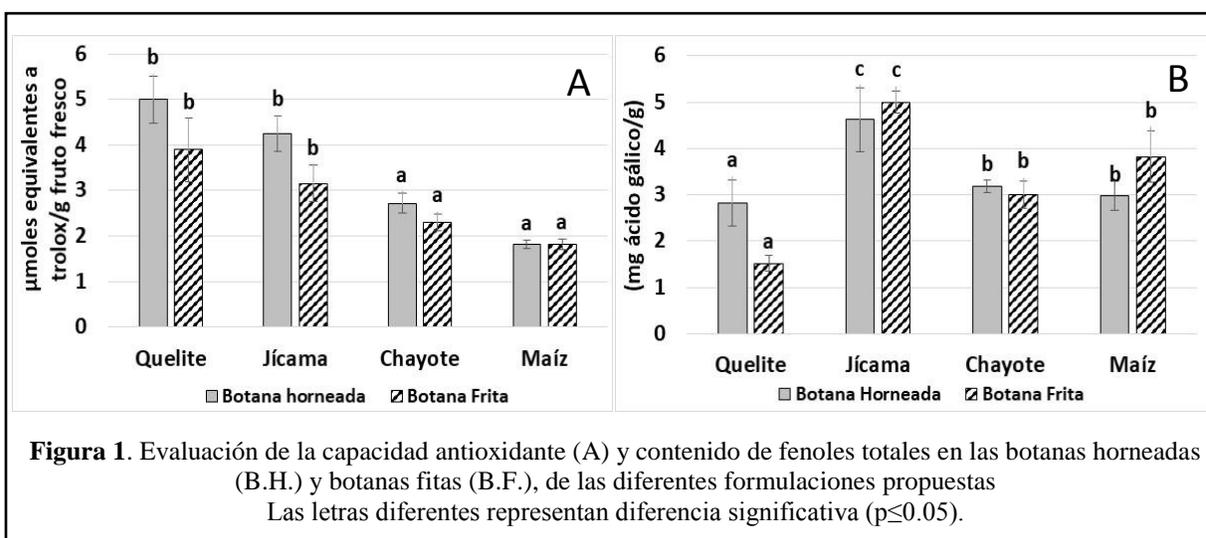
### Análisis estadístico

Para el análisis de los datos, se realizó análisis de varianza (ANOVA), con un nivel de significancia del 0.05% en un software estadístico IBM® SPSS Statistics® versión 25.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

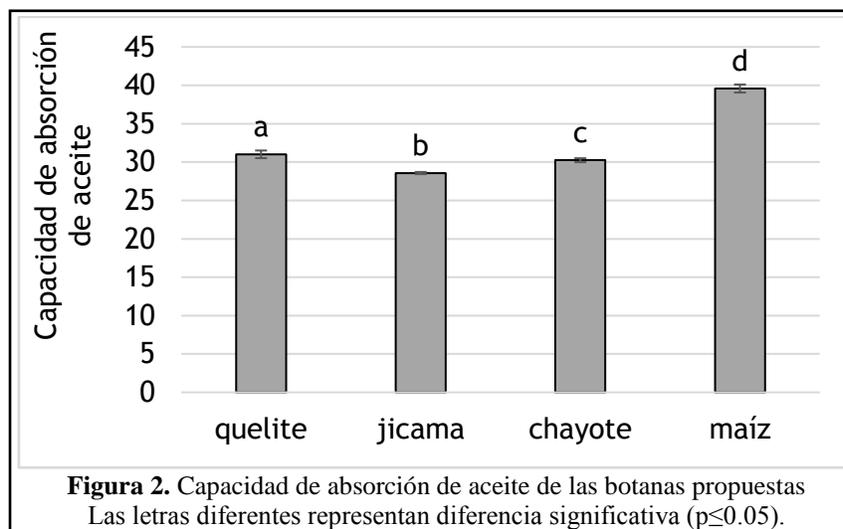
### Caracterización fisicoquímica y química de las botanas

En la Figura 1A, se observa que la botana horneada de quelite presenta la mayor capacidad antioxidante ( $4.99 \pm 0.52$   $\mu$ moles Trolox/g), seguida de la botana de jícama, mientras que la botana desarrollada con el chayote presentó la mitad de capacidad antioxidante, con ello se puede decir que la aplicación de las hortalizas en las botanas afecta directamente las propiedades nutricionales de la misma. Esta capacidad antioxidante se encuentra relacionada con el contenido de fenoles. Para el contenido de compuestos fenólicos (CF), se puede observar en la Figura 1B que la botana freida de jícama tiene el mayor contenido de fenoles ( $4.99 \pm 0.23$  mg ácido gálico/g). El horneado a una temperatura superior a 60°C posiblemente induce condensación oxidativa o descomposición de compuestos fenólicos termolábiles (Asami *et al.*, 2003), es por dicha razón que la botana de quelite al tener la mayor cantidad de harina de maíz fue la más afectada al ser sometida a altas temperaturas de cocción (160°C), ya que la exposición prolongada a altas temperaturas durante la cocción también puede destruir algunos de los complejos formados entre los compuestos fenólicos unidos a otros componentes de los alimentos; sin embargo al combinar 50% harina de maíz con 50% de producto hortícola existe una interacción con las proteínas del maíz a través de enlaces durante la preparación de las masas, recuperando los compuestos fenólicos que se pudiesen llegar a perder tras la cocción, como es el caso de la botana de jícama y de chayote.



### Capacidad de absorción de aceite

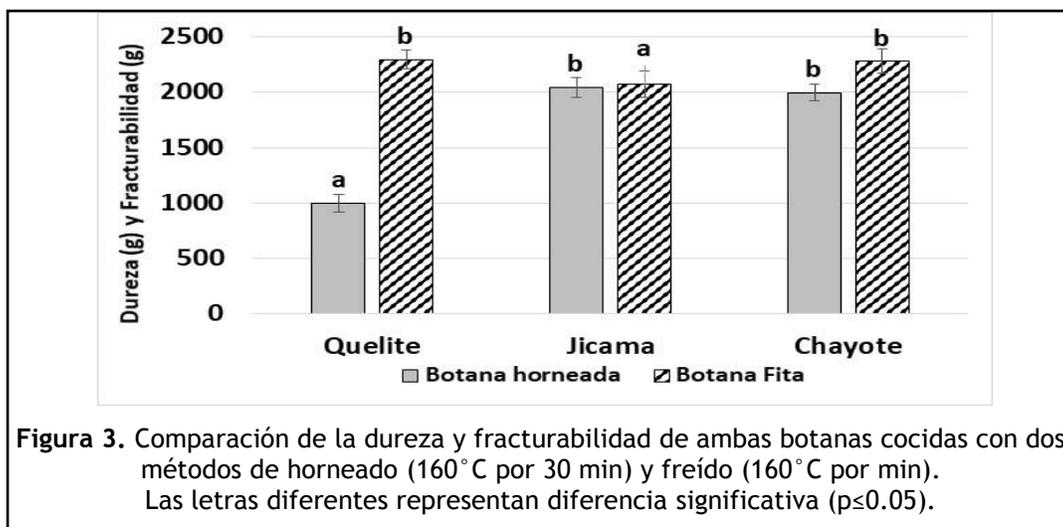
Las materias primas del estudio son bajas en grasa, (<1%), en el proceso de freído si se tiene en cuenta ya que hay migración del aceite hacia el alimento, aumentando el contenido de grasa y por consiguiente su aporte calórico.



De acuerdo a la Figura 2, se observa que la capacidad de absorción de aceite se reduce alrededor del 25% con la presencia de los productos hortícolas con respecto a lo observado en la botana elaborada solo con harina de maíz, la botana de quelite absorbió más grasa a comparación de la de chayote y jícama, alrededor de 5% más, lo cual está relacionado con la cantidad de harina de maíz empleada en la formulación. Se ha reportado que, durante los procesos de fritura, el almidón sufre cambios estructurales en los cuales los cristales de la amilosa y de la amilopectina se reorganizan. Esta conformación promueve la formación de un gel que funciona como una barrera protectora contra la entrada del aceite a nivel de fritura (Severini *et al.*, 2005), es por eso que las botanas de jícama y chayote absorbieron menos cantidad de aceite, ya que están aportando mayor cantidad de almidón a comparación de la botana de quelite.

### Análisis de perfil de textura (TPA)

Para el caso de las botanas (horneadas y fritas) se determinó la dureza y fracturabilidad (Figura 3). Es importante medir la dureza, ya que se refiere a la fuerza requerida para comprimir un alimento entre los molares o entre la lengua y el paladar (Civille *et al.*, 1976). La fracturabilidad se refiere a la dureza con el cual el alimento se desmorona, cruje o se revienta (Bourne, 1978). En la Figura 3 se puede apreciar que las botanas fritas presentan la mayor dureza y fractura; quelite ( $2295.50 \pm 82.34$  g), chayote ( $2280.50 \pm 108.56$  g) y jícama ( $2072 \pm 121.31$  g); La botana de quelite al tener menor cantidad de hortaliza, afecta directamente en la botana horneada en cuanto a su dureza ( $999 \pm 78.15$  g).



Los cambios en la textura después de la cocción pudieron ocurrir debido a la gelatinización y caramelización del almidón en las formulaciones, ayudando en la formación de la corteza, provocando un producto finalmente duro, como es el caso de la jícama y chayote, ya que como se sabe son productos hortícolas ricos en almidón. La jícama tiene hasta 10%, en base seca (Martínez-Bustos, 2005); el chayote contiene hasta 20% de almidón de alta calidad, similar al de papa (Garzón, 2006). Sin embargo, se ha reportado que con tiempos de fritura cortos y temperaturas de freído elevadas, la dureza del producto final se puede dar por la rápida formación de la costra (Bertrand, 2006), lo cual evita el desplazamiento del agua desde interior del alimento hacia la superficie del mismo, quedando atrapada en las paredes del producto y ocasionando fragilidad. Las diferencias en la textura entonces están asociadas con el proceso de gelatinización y retrogradación del almidón en las formulaciones de las botanas.

## CONCLUSIONES

El desarrollo de botanas adicionadas con productos hortofrutícolas es una buena opción en la generación de alimentos más saludables, puesto que aumenta el valor nutrimental de los productos, además de que reduce de forma significativa en el proceso de freído la absorción de aceite, además de que la presencia de dichos vegetales aumenta propiedades como la capacidad antioxidante.

## AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo fue financiado por el proyecto “Aplicación de tratamientos de ultrasonido, campos eléctricos y cocción solar en el procesamiento de productos hortofrutícolas típicos de México” (IT202419). Asimismo, se agradece al I.Q. Ángel Raygoza Trejo por apoyo técnico en el mantenimiento de los equipos utilizados para la experimentación del presente trabajo.

## BIBLIOGRAFÍA

- Asami D. K., Hong Y. J., Barrett D. M., Mitchell A. E. 2003. Comparison of total phenolic and ascorbic acid content of freeze dried and air dried marionberry, strawberry and corn grown using conventional, organic and sustainable agricultural practices. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51, 1237–1241.
- Arrobo-Reyes J. 2013. La fruta de jícama una alternativa de nutrición y salud. *Revista científica Yachana*, 2 (2), 219-223.
- Bertrand M. 2006. Utilization of high-oleic rapeseed oil for deep-fat frying of French fries compared to other commonly used edible oils, *Eur. J. Lipid Sci. Technol*, 108 (3), 200–211.
- BrookField 2018. CT3 Texture Analyzer. Consultado el 12 de diciembre del 2018 en : <https://www.brookfieldengineering.com/products/texture-analyzers/ct3-texture-analyzer>

- Bourne M. 1978. Texture Profile Analysis. *Food Technology*, 37 (72), 62-66.
- Civille G., Szczesniak A. 1976. Guideleines to training a texture profile panel. *Journal of texture Studies*, 4, 204-223.
- Diré F., G., E. Lima, M. Gomes, M. Bernardo-Filho. 2003. The effect of chayote (*Sechium edule*) extracts (decoct and macerated) on the labeling of blood elements with Technetium-99m and on the biodistribution of the radiopharmaceutical sodium pertechnetate in mice: an in vitro and in vivo analysis. *Pakistan Journal of Nutrition*, 2(4), 221-227.
- Fernández-Ibarra R.P., García-Guerrero D.C., Millán J. de la Rosa., Chávez-Murillo C.E., 2018. Botanas de harina de maíz nixtamalizado y hortalizas: Caracterización nutricional parcial. *Investigación y desarrollo en ciencia y tecnología de alimentos*, 3, 436-440.
- García-Martínez, E.; Fernández-Segovia, I. y Fuentes-López, A. 2015. Determinación de polifenoles totales por el método de Folin-Ciocalteu. Universidad Politécnica de Valencia. España
- Garzón S., M.L. 2006. Almidón retrogradado para uso en compresión directa. I. Caracterización y pregelatinización del almidón de chayote. *Revista Mexicana de Ciencias Farmacéuticas*, 37 (1), 18-28.
- INEGI Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 2016. Banco de Información Económica. Disponible en: <http://www.inegi.gob.mx/inegi/default.asp>. Acceso 01 de Febrero de 2016.
- Ishida H., Suzuno H., Sugiyama N., Innami S., Todokoro T., Maekawa A. 2000. Nutritional evaluation of chemical component of leaves, stalks and stems of sweet potatoes (*Ipomea batatas* poir). *Food Chem.* 68, 359-367.
- Jensen, L.P., Lai A.R. 1986. Chayote (*Sechium edule*) causing hypokalemia in pregnancy. *American Journal of Obstetrics and Gynecology*, 155 (5), 1048-1049.
- Kuskoski E. M., Asuero A. G., Troncoso A. M., García-Parilla M. C., Fett R. 2004. Actividad antioxidante de pigmentos antocianicos. *Rev. Bras. Cienc. Tecnol. Alim.*, 24 (4), 691-693.
- Martínez-Bustos F., López-Soto M., Zazueta-Morales J. J., Morales-Sánchez Eduardo. 2005. Preparación y propiedades de almidones pregelatinizados de yuca (*manihot esculenta*. crantz) y jícama (*pachyrhizus erosus*) usando calentamiento óhmico. *Agrociencia*, 39 (3), 275-283.
- Rao C.V., Newmark H.L. 1998. Chemo-preventive effect of Squalene on colon cancer. *Carcinogenesis* 19: 287-290
- Severini C., Baiano A., Pilli T., Carbone B., Derossi A. 2005. Combined treatments of blanching and deshydration: study on potato cubes. *Journal of Food Engineering*, 68, 289-296.