

Uso de Películas Comestibles a Base de Carboximetilcelulosa y Goma Xantana para la Disminución de Absorción de Grasa de Malanga Frita (*Xanthosoma Sagittifolium*)

Morales Vanessa¹, Santacruz Stalin²

¹Universidad San Francisco de Quito. Cumbayá, Diego de Robles y Vía Interoceánica, Quito, Ecuador. P.O. Box 17-1200-841

²Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí. Avenida circunvalación, Manta, Ecuador. P.O. Box 13-05-2732

Resumen: La malanga es un tubérculo poco explotado en el mercado ecuatoriano cuyas características nutricionales podrían ser un aporte importante a la dieta de sus consumidores. En el presente trabajo se estudió la utilización de películas comestibles a base de carboximetilcelulosa (CMC) y goma xantana como tratamiento previo a la fritura de malanga con el objeto de reducir el contenido de grasa en el producto frito. Para ello se trabajó con concentraciones de 0.5 y 1.5 % (w/v) de cada uno de los hidrocoloides con tiempos de inmersión de 0.5 y 1.5 minutos. Las muestras fueron analizadas mediante el contenido de grasa superficial, grasa total y humedad. Los resultados mostraron que el uso de CMC presentó menores contenidos de grasa superficial y grasa total que la goma xantana, con una reducción de la grasa total de 71.53 y 63.39 % para CMC y goma xantana respectivamente en relación al control. Para los dos hidrocoloides, el tratamiento que tuvo los menores contenidos de las variables antes citadas fue el tratamiento con 1.5% de concentración de CMC y 0.5 min de inmersión. El uso de recubrimientos previos a la fritura representa una buena alternativa para la obtención de malanga frita con menor contenido de grasa.

Palabras clave: pretratamientos, alimentos fritos, grasa total, grasa superficial

Utilization of Edible Films Based on Carboxymethylcellulose and Xanthan Gum to Reduce Fat Uptake in a Deep-Fried Malanga (*Xanthosoma sagittifolium*)

Abstract: Malanga is an underutilised tuber in the Ecuadorian market despite its nutritional characteristics that may be important for the consumers. In the present work the use of edible films based on carboxymethylcellulose (CMC) and xanthan gum as pre-treatment to frying step to reduce the fat content of fried malanga was studied. The concentrations of the hydrocolloid utilised during the study were 0.5 and 1.5 % (w/v) with immersion times of 0.5 and 1.5 min. The fried samples were analysed on the superficial fat content, total fat content and moisture. Results showed that malanga tubers treated with CMC had lower superficial and total fat content than samples treated with xanthan gum. CMC and xanthan gum treatments showed a decrease of total fat content of 71.53 and 63.39 % respectively compared to the control sample (sample with no pre-treatment). The treatment that showed the lowest fat contents corresponded to 1.5% hydrocolloid concentration (CMC or xanthan gum) and 0.5 min immersion time. The use of edible films as an additional and previous step to frying showed to be a good choice to obtain frying malanga tubers with lower fat content.

Keywords: pretreatments, fried foods, total fat, superficial fat

1. INTRODUCCIÓN

El uso de revestimientos y películas por la industria de alimentos ha sido un tema de interés, por su potencial de incrementar la vida útil de varios productos. Las películas comestibles proporcionan varios beneficios de acuerdo al

producto. Estas pueden retardar la deshidratación de la superficie, la absorción de humedad, la oxidación de ingredientes, la pérdida de aromas, la absorción de aceite durante la fritura y el envejecimiento y deterioración microbiana de los productos (Quintero, 2010).

Actualmente, los consumidores tienen preferencia por los productos alimenticios que presentan un valor adicional, tal como por ejemplo la presencia de ingredientes funcionales.

stalin.santacruz@gmail.com

Recibido: 31/03/2016

Aceptado: 19/12/2016

Publicado: 31/10/2017

Aunque los productos fritos aún tienen su preferencia en el mercado, el interés por productos bajos en grasa ha aumentado, debido a que la ingesta excesiva de grasa está relacionada con el aumento del colesterol sanguíneo, presión arterial alta y enfermedades cardíacas (Singthong y Chutima, 2009). Con el objetivo de hacer que los productos fritos sean más saludables y atractivos para los consumidores, se ha recurrido al uso de películas comestibles.

La fritura es un proceso de cocción y secado que implica tanto la transferencia de calor como de masa, dando como resultado el flujo en direcciones opuestas de vapor de agua y aceite (Bouchon et al., 2003), existiendo una relación directa entre la absorción de grasa durante la fritura y el contenido de humedad. Las películas comestibles limitan la pérdida de humedad del producto, disminuyendo así la absorción de aceite. La efectividad de una película comestible depende de su composición y micro-estructura, las cuales que van a determinar las propiedades mecánicas y de barrera protectora en los alimentos.

Las películas pueden ser compuestas de polisacáridos, proteínas, lípidos o de sus combinaciones. En el grupo de los polisacáridos se encuentran pectinas, gomas, quitosano, carragenina y los derivados de celulosa que son principalmente metilcelulosa (MC), hidroxipropilmetilcelulosa (HPMC) y carboximetilcelulosa (CMC). En la formación de películas comestibles, la goma guar se utiliza como ligante de agua, estabilizador y formador de viscosidad. La goma xantana se dispersa fácilmente en agua, por lo tanto, se obtiene alta consistencia rápidamente tanto en sistemas calientes como en fríos (Skurtys et al., 2010). Por su parte, los derivados de celulosa, poseen habilidades de formar películas gelatinosas inducidas térmicamente y son usados como barreras para la absorción de lípidos (Bourtoom, 2008; Skurtys et al., 2010). Otro de los materiales utilizados en las películas es el propilenglicol debido a su función de aumentar la dureza y la flexibilidad de las mismas, además de incrementar su permeabilidad al vapor de agua y los gases (Shafiur, 2007).

La malanga o *Xanthosoma sagittifolium* (L.) es originaria de los trópicos americanos. Es un tubérculo ubicado en el puesto seis en las áreas de producción y plantación mundial, después de la yuca, papa, camote (*Ipomoea batatas*), ñame (*Dioscorea esculenta*) y taro (*Colocasia esculenta*). Las áreas principales de distribución del cultivo son el Caribe, América Central, Sudamérica, Estados Unidos y Asia tropical (FAO, 2010). La producción de malanga en el año 2007 a nivel mundial fue de aproximadamente 10 millones de toneladas, siendo Estados Unidos y los países asiáticos los principales consumidores. En América Latina, la producción de malanga no figura como un cultivo principal, sin embargo, se produce en Nicaragua, Ecuador, Puerto Rico, República Dominicana y Costa Rica. La malanga tiene contenidos de proteína y compuestos fenólicos superiores a

la papa (Rodríguez et al., 2011) por lo que podría considerarse como una materia prima de gran potencial debido a que aporta con una ingesta importante de antioxidantes fenólicos.

Las papas fritas son consumidas mundialmente por lo que ha habido interés en el empleo de películas comestibles que reduzcan la absorción de grasa durante la fritura. Paralelamente en el mercado ecuatoriano se ha observado el desarrollo de productos similares como son chips de yuca y camote. Sin embargo, no se han realizado estudios del desarrollo de chips de malanga como tampoco del empleo de películas comestibles en malanga frita.

En base a la información antes presentada, se puede observar que en el mercado ecuatoriano el consumo de malanga es prácticamente inexistente por lo que el presente trabajo desea presentar una alternativa al consumo de papas fritas, con un tubérculo que no ha sido explotado en el ámbito nacional. Para ello, se pretende evaluar el efecto de la aplicación de películas comestibles a base de CMC y goma xantana previo a la fritura de malanga con el objetivo de reducir la absorción de grasa.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Los cormos de malanga fueron adquiridos en Santo Domingo de los Colorados, Ecuador. Los cormos fueron lavados con agua para eliminar las impurezas. Posteriormente, se los peló manualmente y se los cortó en tiras con una base de 1x1 cm. Las tiras de malanga se lavaron en agua fría por 30 segundos para remover el almidón superficial y a continuación fueron sumergidas en una solución de ácido cítrico al 1%. Posteriormente las muestras se escaldaron a temperatura de 85 °C por 6 minutos (Pahade y Sakhale, 2012) e inmediatamente se sumergieron en soluciones de CMC o goma xantana con concentraciones de 0.5 y 1.5 % (w/v) por tiempos de 0.5 y 1.5 minutos. Las soluciones de CMC y goma xantana contenían propilenglicol en una concentración del 50% (p/p) en base al peso del hidrocoloide. Las muestras de malanga recubiertas se secaron en una estufa a 135 °C por 3 minutos (Singthong y Chutima, 2009). Posteriormente, se realizó la fritura en una freidora (DeLonghi, Italia) de capacidad 2.5 litros con aceite comercial marca Sabrofrito (La Fabril, Manta, Ecuador) a una temperatura de 180°C por 5 min con una relación aceite: malanga de 6:1 (p/p).

La determinación de humedad de las muestras de malanga se realizó gravimétricamente de acuerdo a método descrito en la AOAC (1984).

2.1 Grasa superficial

La determinación de grasa superficial se realizó basada en el método de Bouchon et al. (2003). La grasa superficial se define como la cantidad de grasa que permanece en la

superficie del producto y que es de fácil remoción. Las muestras de malanga fritas fueron sumergidas por un lapso de 1 segundo en 150 mL de hexano a temperatura ambiente (aproximadamente 15 °C). El hexano utilizado fue sometido a evaporación mediante calentamiento en un rotavapor (Buchi, Suiza). El residuo de la evaporación, que contenía la grasa extraída, fue secado a 105 °C. El porcentaje de grasa extraído fue calculado mediante la ecuación 1.

$$\% \text{grasa superficial} = \frac{\text{peso grasa extraída (g)}}{\text{peso muestra inicial (g)}} \times 100 \quad (1)$$

2.2 Grasa total

La determinación de grasa total se realizó basada en los métodos de Bouchon et al. (2003) y de la AOAC (1984). Las muestras de malanga fueron finamente cortadas y luego transferidas a un dedal de extracción conjuntamente con 130 mL de hexano. La extracción se realizó por 4 horas usando un equipo soxhlet (Labotec, Sudáfrica). El hexano utilizado en la extracción fue transferido a un rotavapor donde fue sometido a evaporación. El residuo de la extracción fue secado a 105 °C. El porcentaje de grasa total se determinó mediante la ecuación 2.

$$\% \text{grasa total} = \frac{\text{peso grasa extraída (g)}}{\text{peso muestra inicial (g)}} \times 100 \quad (2)$$

2.3 Diseño experimental

Se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con arreglo factorial 2² (Tabla 1). Los factores utilizados fueron la concentración del hidrocoloide y el tiempo de inmersión. Las variables de respuesta fueron grasa superficial, grasa total y humedad. Adicionalmente se utilizó un control que correspondió a malanga frita sin ningún recubrimiento. Los resultados se procesaron en base a análisis de varianza individuales (ANOVA) y mediante la prueba de separación de medias de Tukey ($p < 0.05$).

Tabla 1. Diseño experimental DCA 2² con sus factores concentración de hidrocoloide y tiempo de inmersión

Hidrocoloide	Concentración (%) A	Tiempo de inmersión (min) B	
Goma xantana ó	0.5	0.5	A1B1
	0.5	1.5	A1B2
CMC	1.5	0.5	A2B1
	1.5	1.5	A2B2

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Recubrimiento con películas de goma xantana

3.1.1 Grasa Superficial

En la tabla 2 se observa que existió diferencia significativa ($p < 0.05$) en el contenido de grasa de las muestras de malanga tratadas con los diferentes recubrimientos. El tratamiento A2B1 presentó el menor porcentaje de grasa superficial (1.18%), valor que fue estadísticamente diferente a los otros tratamientos y se lo seleccionó como el mejor. Los tres tratamientos restantes presentaron medias estadísticamente iguales. En base al contenido de grasa superficial del control (1.74%), la reducción del contenido de grasa superficial en el mejor tratamiento (A2B1) fue 31.79%. Los resultados obtenidos fueron similares a los presentados por Altunakar et al. (2007) en nuggets de pollo recubiertos con goma xantana. La reducción del contenido de grasa en dicho estudio fue del 33% comparado con el control. En estos dos estudios se comprueba que la formación de una película con goma xantana reduce la absorción de grasa durante la fritura, por su acción como barrera contra la penetración de aceite.

Tabla 2. Efecto de la variación de la concentración de goma xantana y el tiempo de inmersión en el contenido de grasa superficial, grasa total y humedad de malanga frita

Tratamiento	Grasa superficial ^{1,2} (%)	Grasa total ^{1,2} (%)	Humedad ^{1,3} (%)
A2B1	1,18 ^b (32,18)	6,30 ^a (63,39)	65,83 ^a (20,72)
A2B2	1,56 ^a (10,34)	7,26 ^c (57,82)	59,10 ^{a,b} (8,38)
A1B2	1,59 ^a (8,62)	8,24 ^b (52,12)	61,77 ^{a,b} (13,28)
A1B1	1,59 ^a (8,62)	9,23 ^a (46,37)	57,53 ^b (5,50)
Control	1,74	17,21	54,53

¹Letras diferentes indican que existió una diferencia estadística significativa ($p < 0.05$)

²Valores entre paréntesis corresponden al porcentaje de reducción de grasa en base al contenido de grasa del control

³Valores entre paréntesis corresponden al porcentaje de diferencia de humedad en relación al contenido de humedad del control

3.1.2 Grasa total

En la Tabla 2 se observa que la media del contenido de grasa total del tratamiento A2B1 (6.3%) fue menor y estadísticamente diferente a los otros tratamientos. El tratamiento A2B1 presentó una reducción en el contenido de grasa de 63.39% en relación al control, el cual tuvo una absorción de grasa total del 17.21%. Sakhale et al. (2011) reportó una reducción en el contenido de grasa de 53.32% en relación al control para samosa (empanadas vegetarianas de la India). Dicha reducción se obtuvo mediante el uso de goma xantana a un nivel de 1.5%. Sothornvit (2011) obtuvo una disminución en el contenido de grasa de 17.22% en chips de banana recubiertos con goma xantana al 1.5%. Como se puede ver, la concentración de goma xantana del 1.5% del presente trabajo presentó reducciones de absorción de grasa superiores a los de otros estudios. La diferencia en la reducción de grasa entre los estudios puede deberse a las diferentes condiciones de fritura, así como a las características propias del alimento sometido a la fritura. Según Sahin et al. (2005), la efectividad de la goma xantana a esta concentración se relaciona con la alta viscosidad

desarrollada, lo que le confiere las características para su acción de barrera contra la absorción de aceite.

3.1.3 Humedad

En la Tabla 2 se observa que el tratamiento con mayor humedad fue A2B1 (65.83%), siendo su media estadísticamente igual a los tratamientos A2B2 y A1B2, pero diferente a la humedad del tratamiento A1B1. El tratamiento A2B1 tuvo un 20.72% más humedad que el control. En el estudio de Sakhale et al. (2011) se reportó una diferencia de humedad en relación al control de 28.96% para samosa recubiertas con goma xantana al 1.5%. Sahin (2005) encontró que el contenido de humedad en los nuggets de pollo frito cubiertos con goma xantana fue 12.5% más que el control. Este resultado es inferior al obtenido para malanga en el presente estudio. La diferencia de resultados posiblemente se debe a las diferentes condiciones de fritura, así como a las características del producto sometido a fritura. En el presente estudio se observó una relación inversa entre humedad y grasa absorbida. Se conoce que la fritura es un proceso de deshidratación en el cual la transferencia de masa se da por la pérdida de agua y la absorción de aceite. Estas dos transferencias operan en contracorriente, el agua abandona el producto en forma de vapor e internamente migra por diversos mecanismos de transporte (Bermúdez et al., 2010). Otras investigaciones muestran que la mayor absorción de grasa se da después del proceso de fritura, al producirse la condensación del vapor que da lugar a un efecto de vacío, favoreciendo de esta manera la migración de aceite desde el exterior. Cabe anotar que solamente el 15% del total de grasa absorbida se queda en el interior y el restante en la superficie (Pahade y Sakhale, 2012). Sin duda el efecto de barrera de la película podría reducir la absorción de aceite a nivel superficial.

3.2 Recubrimiento con películas de carboximetilcelulosa (CMC)

3.2.1 Grasa superficial

En la Tabla 3 se puede observar que el tratamiento que presentó el menor porcentaje de grasa superficial y estadísticamente diferente a los otros fue A2B1. El tratamiento A2B1 con un porcentaje de 0.32% de grasa superficial presenta una reducción en la absorción de grasa de 81.61% en relación al control, el cual tuvo una absorción de 1.74%. Priya et al. (1996) reportó que la adición de CMC al 2% resultó en una reducción en el contenido de grasa de 26.2% en boondis fritos (snack de la India). Aunque la reducción del contenido de grasa en ese estudio es menor al obtenido en la malanga frita, en ambos se reporta que la acción de la película de CMC presenta una reducción en la absorción de grasa. Según Sahin et al. (2005) los grupos metilos de los derivados de celulosa producen asociaciones intermoleculares con moléculas adyacentes durante la

gelificación. Esta matriz de gel al parecer influye en las propiedades de barrera, lo que explica la reducción en la absorción de grasa.

Tabla 3. Efecto de la variación de la concentración de carboximetilcelulosa y el tiempo de inmersión en el contenido de grasa superficial, grasa total y humedad de malanga frita

Tratamiento	Grasa superficial ^{1,2} (%)	Grasa total ^{1,2} (%)	Humedad ^{1,3} (%)
A2B1	0,32 ^d (81,61)	4,90 ^c (71,53)	74,05 ^a (35,79)
A2B2	0,66 ^c (62,07)	7,28 ^b (57,70)	65,74 ^b (20,56)
A1B2	0,93 ^b (46,55)	7,41 ^b (56,94)	64,83 ^b (18,89)
A1B1	1,29 ^a (25,86)	10,26 ^a (40,38)	57,76 ^c (5,92)
Control	1,74	17,21	54,53

¹Letras diferentes indican que existió una diferencia estadística significativa ($p < 0.05$)

²Valores entre paréntesis corresponden al porcentaje de reducción de grasa en base al contenido de grasa del control

³Valores entre paréntesis corresponden al porcentaje de diferencia de humedad en relación al contenido de humedad del control

3.2.2 Grasa total

Se observa en la tabla 3 que el tratamiento que tuvo el menor porcentaje de grasa total fue A2B1 (4.90%), con una reducción de grasa de 71.53% en relación al control, el cual tuvo una absorción de grasa de 17.21%. Este resultado es superior al obtenido por Singthong y Chutima (2009) en chips de banana con recubrimientos a base de pectina y CMC, ambos al 1%. En dicho estudio el contenido de grasa se redujo en un 43.04%. Rimac et al. (2004) obtuvo una reducción de grasa del 54% en papas fritas recubiertas con CMC al 1%. En ambos casos la diferencia de resultados puede deberse a las condiciones de fritura y a las características del material sometido a fritura. La efectividad del CMC se atribuye a que los derivados de celulosa a través de la formación de películas a temperaturas por encima de su temperatura de gelificación reducen la absorción de aceite, especialmente cuando se añade en forma pre-hidratada Funami et al. (1999).

3.2.3 Humedad

En la Tabla 3 se observa que el mayor porcentaje de humedad lo tuvo el tratamiento A2B1 (74.05% humedad) el cual además fue estadísticamente diferente a los otros tratamientos. Adicionalmente el tratamiento A2B1 tuvo un 35.79% de humedad más que el control, el cual tuvo un contenido de humedad de 54.53%. En el estudio de Singthong y Chutima, (2009) en chips de banana cubiertos con películas comestibles al 1% de CMC el aumento en el contenido de humedad con el uso de CMC en comparación con el control fue de 28.63%. El CMC en los dos estudios actúa como barrera para retención de humedad, sin embargo, puede variar la retención de humedad por ser alimentos y condiciones de fritura diferentes. La propiedad que permite que el CMC contribuya a la retención de agua es la capacidad ligante de agua de las moléculas que lo conforman

(Pomeranz, 1991). La mayor retención de humedad en el tratamiento A2B1 se relaciona directamente con los menores porcentajes de absorción de grasa total y superficial del mismo tratamiento.

En base a los resultados previos se muestra que el uso de CMC presenta menores contenidos de grasa superficial y grasa total que la goma xantana. En ambos casos el tratamiento que tuvo los menores contenidos de las variables antes citadas fue el tratamiento A2B1, con 1.5% de concentración de hidrocoloide y 0.5 min de inmersión.

Se sabe que el CMC y la goma xantana forman una película en la superficie del producto, misma que disminuye la absorción de aceite y la pérdida de humedad, por lo que la transferencia de masa tanto de aceite como de agua se reduce. El contenido de aceite de las malangas fritas se redujo considerablemente con la adición de cualquiera de los dos hidrocoloides en comparación con el control. El CMC es el hidrocoloide que mostró los mejores resultados en todas las variables de respuesta. Esto se pudo dar posiblemente a la mayor viscosidad que desarrolla el CMC (13000 cP para una solución 1%), en relación a la de goma xantana (1600 cP para una solución 1%) (Embuscado y Kerry, 2009). La mayor viscosidad de la solución de CMC pudo favorecer a que el hidrocoloide se deposite de manera más uniforme sobre el producto que la goma xantana. En un estudio realizado por Garmakhany et al. (2008) en chips de papas recubiertas con hidrocoloides, la mayor reducción del contenido de grasa fue de 57.03% para CMC al 1% y de 55.94% para goma xantana al 0.5%, resultados similares al presente estudio.

4. CONCLUSIONES

El uso de recubrimientos a base de CMC y goma xantana previos a la fritura de malanga ayudó a disminuir la absorción de grasa total en un 71.53% y 63.39% respectivamente. Dichos resultados se obtuvieron para malangas tratadas con hidrocoloide al 1.5% con tiempos de inmersión de 0.5 min. El uso de recubrimientos previos a la fritura representa una buena alternativa para la obtención de malanga frita con menor contenido de grasa. Se recomienda la realización de un análisis sensorial de las malangas sometidas a fritura, previamente recubiertas con películas comestibles a base de CMC o goma xantana para conocer si existe algún efecto adverso en las características organolépticas del alimento frito.

REFERENCIAS

Altunakar, B., Sahin, S., Sumnu, G. (2007). Effects of hydrocolloids on apparent viscosity of batters and quality of chicken nuggets. *Chemical Engineering Communications*. (193), 675-682.

AOAC. (1984). Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists. EEUU, Washington.

Bermúdez, A., Velez, C., Arrázola, G. (2010). Efecto de las condiciones de freído sobre la pérdida de humedad y ganancia de aceite en trozos de ñame (*Dioscorea alata*). *Ingeniería e Investigación*. (30), 41-44.

Bouchon, P., Aguilera, J., Pyle, D. (2003). Structure Oil-Absorption Relationships During Deep-Fat Frying. *Food Engineering and Physical Properties*. (68), 2711-2716. DOI: 10.1111/j.1365-2621. 2003.tb05793

Bourtoom, T. (2008). Edible films and coatings: characteristics and properties. *International Food Research Journal*. (1), 237-248.

Embuscado, M., Kerry, C. (2009). *Edible Films and Coatings for Food Applications*. New York: Springer Science.

FAO. (2010). Quality declared planting material. *Food and Agriculture Organization of the United Nations*. Roma: CIP.

Funami, T., Funami, M., Tawada, T., Nakao, Y. (1999). Decreasing Oil Uptake of Doughnuts During Deep-fat Frying Using Curdlan. *Journal of Food Science*. (64), 883-888.

Garmakhany, A., Habib, O., Mahdi, K., Yahya, M. (2008). Study of oil uptake and some quality attributes of potato chips affected by hydrocolloids. *European Journal of Lipid Science and Technology*. (110), 1045-1049

Pahade, P., Sakhale, B. (2012). Effect of blanching and coating with hydrocolloids on reduction of oil uptake in french fries. *International Food Research Journal*. (19), 697-699.

Priya, R., Singhal, R., Kulkarni, P. (1996). Carboxymethyl cellulose and hydroxypropyl methyl cellulose as additives in reduction of oil content in batter based deep-fat fried boondis. *Carbohydrate Polymers* (29), 333-335.

Pomeranz, Y. (1991). *Functional Properties of Food Components*. California Academic Press Inc.

Quintero, C. (2010) Películas y recubrimientos comestibles: importancia y tendencias recientes la cadena hortofrutícola. *Revista Tumbaga*. (5), 93-118.

Rimac, B.S., Lelas, V., Rade, D., Simundic, B. (2004). Decreasing of oil absorption in potato strips during deep fat frying. *Journal of Food Engineering*. (64), 237-241.

Rodríguez, J., Miguel, José., Rivadeneyra, R., Ramírez, E., Juárez-Barrientos, Esperanza, J., Herrera, T, Navarro, R., Hernández, B. (2011). Caracterización físicoquímica, funcional y contenido fenólico de harina de malanga (*Colocasia esculenta*) cultivada en la región de Tuxtepec, Oaxaca, México. *Ciencia y Mar*. (15), 37-47.

Sahin, S., Sumnu, G., Altunakar, B. (2005). Effects of batters containing different gum types on the quality of deep-fat fried chicken nuggets. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. (85), 2375-2379.

Sakhale, B., Badgujar, J., Pawar, V., Sananse, S. (2011). Effect of hydrocolloids incorporation in casing of samosa on reduction of oil uptake. *Journal of Food Science and Technology*. (10), 769-772.

Shafiur, M. (2007). *Surface treatments and edible coatings in food preservation*". *Handbook Of Food Preservation*. United States: CRC Press.

Singthong, J., Chutima, T. (2009). Using hydrocolloids to decrease oil absorption in banana chips. *LWT - Food Science and Technology*. (42) 1199-1203.

Skurtys, O. Acevedo, C., Pedreschi, F., Enrione, J., Osorio, F., Aguilera, J. M (2010). Food Hydrocolloid Edible Films and *Coatings*. New York: Nova Science Publishers.

Sothornvit, R. (2011). Edible coating and post-frying centrifuge step effect on quality of vacuum-fried banana chips. *Journal of Food Engineering*. (107), 319–325



Vanessa Morales. Graduada de Ingeniería de Alimentos de la Universidad San Francisco de Quito, actualmente trabajando como nutricionista clínica en el Área de Nutrición y Alimentación del Hospital Carlos Andrade Marín de Quito.



Stalin Santacruz. Graduado como Ingeniero Químico en la Escuela Politécnica Nacional, luego de lo cual se desempeñó como asistente de investigación en el entonces Instituto de investigaciones Tecnológicas (actual DECAB). Realizó su maestría en la misma institución, y luego de ello trabajó como investigador en North East Wales Institute (UK). Seguidamente hizo sus estudios de doctorado en Swedish University of Agricultural Sciences, Suecia y en Lund University el postdoctorado. De regreso al Ecuador trabajó como docente en la Universidad San Francisco de Quito y actualmente labora como docente-investigador en la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.