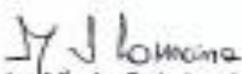


San José de Gualeguaychú, 7 de Noviembre del 2018.

SEÑOR DIRECTOR DEL
DOCTORADO EN INGENIERÍA DE LA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE ENTRE RÍOS
DR. RUBÉN CARLOS ACEVEDO
SU DESPACHO

Me dirijo a usted a fin de solicitar la conformación del tribunal de evaluación de la tesis doctoral denominada "Innovaciones en el desarrollo de productos vegetales fortificados. Optimización mediante técnicas de impregnación a vacío y de nanoencapsulación", para obtener el Título de Doctora en Ingeniería, con la mención en Ciencia y Tecnología de los Alimentos.

Sin otro particular y agradeciendo la atención que dispense al presente pedido, saludo a usted con atenta y distinguida consideración.


Lic. María Sabrina Lencina

(5 folios)

San José de Gualeguaychú, 7 de noviembre del 2018.

SEÑOR DIRECTOR DEL
DOCTORADO EN INGENIERÍA DE LA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE ENTRE RÍOS
DR. RUBÉN CARLOS ACEVEDO
SU DESPACHO

Me dirijo a usted a fin de informarle que la tesista Lic. María Sabrina Lencina ha completado las tareas previstas en el Plan de Tesis y que la misma se encuentra apta para su presentación y defensa oral.

Sin otro particular hago propicia la oportunidad para saludarlo con atenta consideración.


DRA. MARÍA BEATRIZ GÓMEZ

RESUMEN

Título de la tesis doctoral: Innovaciones en el desarrollo de productos vegetales fortificados. Optimización mediante técnicas de impregnación a vacío y de nanoencapsulación. Lic. María Sabrina Lencina

En los últimos años, el considerable aumento de enfermedades de malnutrición asociadas a una alimentación inadecuada, con hábitos alimentarios monótonos y de bajo consumo de vegetales, ha incrementado la preferencia de los consumidores por alimentos de calidad, saludables y nutritivos. Según las estimaciones del Programa de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura indican que 868 millones de personas están subnutridas en cuanto al consumo de energía alimentaria, 2.000 millones de personas padecen la deficiencia de micronutrientes (uno o más) y 1.400 millones de personas presentan sobrepeso, de los cuales 500 millones son obesos. Entre unas de las causas de malnutrición se halla la insuficiente disponibilidad de alimentos inocuos, variados y nutritivos. Por esto, la FAO propone que para una mejor nutrición y reducción de los costos humanos y económicos impuesto por la malnutrición, las estrategias deben comenzarse por la alimentación y la agricultura, incluido todo el sistema alimentario -desde la producción, elaboración, almacenamiento, transporte y la venta al por menor, hasta el consumo, que pueden contribuir en medida a la erradicación de la malnutrición. Entre la deficiencia de micronutrientes, se considera a la de hierro como la causante del 50% de los casos de anemia, la cual se estima afecta a 800 millones de niños, niñas y mujeres en edad fértil. En el contexto de la economía regional de Entre Ríos, la mayor parte de la producción hortícola se destina a la comercialización de hortalizas frescas sin valor agregado, sólo una parte se comercializa como conserva, congelados y deshidratados. Por tal motivo, se pretende brindar alternativas de productos que permitan diversificar la oferta en el mercado, dándole valor agregado a la producción de la hortaliza y de este modo, fomentar el consumo saludable de este alimento en la población. Paralelamente, la industria alimentaria se ha enfocado en el desarrollo de productos fortificados, que aportan efectos beneficiosos a la salud y ayudan a la prevención de enfermedades. Las nuevas tecnologías de microencapsulación aplicadas para el desarrollo de compuestos fortificantes permiten en gran medida la protección ante los agentes oxidantes, prevención de cambios sensoriales y controlar la liberación del hierro en los alimentos fortificados. Sin embargo, la oferta de productos vegetales fortificados es limitada y poco atractiva para el consumidor. La impregnación a vacío representa una tecnología innovadora para el desarrollo de vegetales mejorados en su composición nutricional. Ésta aprovecha la estructura porosa del vegetal fresco e incorpora compuestos activos, con el fin de obtener un producto fortificado y a su vez, conserva la estructura nativa del vegetal. Por lo tanto, en el presente estudio se evaluaron las mejores condiciones para realizar la impregnación y encapsulación para lograr un producto con características nutricionales y sensoriales optimizadas. A

partir de esto se planteó la siguiente hipótesis: la impregnación y la fortificación con hierro influyen en las características sensoriales. Los objetivos generales de la presente tesis doctoral fueron desarrollar y evaluar productos vegetales mejorados en su perfil nutricional, para consumo masivo y tendiente a evitar el riesgo nutricional de distintos sectores de la población, pero que conserven el sabor y la textura del alimento tradicional; evaluar la posibilidad de encapsular los compuestos de interés (hierro, ácido ascórbico) para mejorar su estabilidad, incrementar la solubilidad y enmascarar sabores no deseados. Los objetivos específicos fueron: establecer la formulación para fortificar con hierro y ácido ascórbico (AA) en calabaza (*Curcubita moschata*) de acuerdo con recomendaciones nutricionales vigentes; identificar los parámetros tiempo y temperatura adecuados para optimizar la impregnación a vacío de la hortaliza en estudio; analizar el contenido de ácido ascórbico y hierro en el alimento control, en el producto final fortificado y en el producto refrigerado; diseñar, teniendo en cuenta estudios previos realizados, sistemas de nanoencapsulación en β -ciclodextrinas para mejorar la estabilidad, enmascarar sabores desagradables, incrementar solubilidad y bioaccesibilidad de los compuestos activos de interés; caracterizar los sistemas de nanoencapsulación y analizar los mecanismos de solubilización y liberación del hierro; evaluar las características y aceptabilidad sensoriales de los distintos productos fortificados desarrollados.

Se seleccionó la hortaliza calabaza (*Curcubita Moschata*) como materia prima de primera calidad para la elaboración del producto listo para consumir. La calabaza fue provista por la Estación Experimental de INTA de la ciudad de Concordia, Entre Ríos. Para la fortificación de las calabazas se empleó el tratamiento de impregnación a vacío y una formulación de solución de gluconato ferroso, sin y con ácido ascórbico. Se realizó un estudio del tiempo de impregnación de las rodajas de calabazas (35 mm diámetro y 10 mm de espesor) en solución bajo condiciones de presión de vacío a 800 mbar (etapa de vacío) y presión atmosférica (etapa de restauración de la presión atmosférica). Las calabazas luego de la impregnación fueron escurridas, envasadas en bolsas termorresistente y cocidas a baja temperatura a 80°C durante 30 minutos. Posteriormente se realizó un enfriado rápido y refrigeración para obtener un producto listo para consumir. Se analizó la estabilidad del hierro ferroso, también el contenido de hierro total y ácido ascórbico, las características de color y textura en el producto final. Se evaluó el uso de β -ciclodextrinas en solución de hierro con y sin ácido ascórbico, como posible compuesto mejorador de la estabilidad del hierro ferroso y la bioaccesibilidad del hierro ferroso y total solubles, y se compararon las características sensoriales de los productos obtenidos. Se emplearon los siguientes métodos y técnicas: determinación de sólidos solubles, humedad y pH; determinación del hierro ferroso y total mediante espectrofotometría UV o-fenantrolina; determinación del contenido de L+-ácido ascórbico con espectrofotometría UV 2,6 diclorofenol indofenol; análisis de la bioaccesibilidad del hierro ferroso y total "in vitro" por simulación gastrointestinal; análisis instrumental del color y la textura del producto fortificado listo para

consumir y refrigerado durante 21 días; evaluación sensorial con prueba de la aceptabilidad e intensidad de atributos individuales.

En cuanto al tratamiento de impregnación a vacío, se optimizó el parámetro tiempo a 25 minutos en fase de vacío a 800mbar y otros 25 minutos en fase de restauración de presión atmosférica, aplicados al sistema calabazas solución de impregnación. Este tratamiento permitió obtener una porción de 100 g de calabaza lista para consumir (10 rodajas) con el 55% de la Ingesta Diaria Recomendada para una mujer edad fértil con requerimientos diarios de 29 mg de hierro. En las rodajas de calabazas con gluconato ferroso el contenido de hierro ferroso soluble fue menor luego el tratamiento post impregnación. La presencia de β -ciclodextrinas con y sin AA en los sistemas fortificados mejoró la retención del contenido de hierro ferroso. Similar tendencia se observó en los sistemas fortificados almacenados a 4°C durante 21 días. El contenido de hierro ferroso y total solubles fue mayor en los sistemas fortificados que presentaban β -ciclodextrinas con y sin AA luego de la digestión gastrointestinal. Los resultados de análisis de color indican que las rodajas de calabazas que contenía β -ciclodextrinas con y sin AA tuvieron menor cambio de color luego el tratamiento de post-impregnación. El sistema fortificado con gluconato ferroso fue el que más cambió de color y textura luego de tratamiento de post-impregnación. En la evaluación sensorial la aceptabilidad de las calabazas fortificadas y no fortificadas fue valorada de manera similar por el panel de consumidores. En calabazas fortificadas que contenían β -ciclodextrinas y AA los atributos color, brillo, sabor a calabaza, sabor ácido y dureza fueron valorados como similares en relación a la calabaza no fortificada.

Considerando el tratamiento de impregnación a vacío en las condiciones estudiadas, los resultados demuestran que el mismo resultó efectivo para obtener un producto fortificado de calabaza, con características sensoriales similares de color, textura y aceptabilidad a la hortaliza no fortificada. El agregado de β -ciclodextrinas en sistema fortificado con gluconato ferroso con y sin AA, mejoró la estabilidad de hierro ferroso durante el tratamiento post impregnación. Por lo tanto, se concluye que las β -ciclodextrinas podrían actuar previniendo la oxidación del hierro durante el tratamiento del producto listo para consumir y en ensayos in vitro de digestión.