

## **Efecto del microencapsulamiento del aceite de nuez pecanera *Carya illinoensis* (Wangenh) C. Koch en alginato de calcio sobre algunos parámetros de calidad**

Reyes-Cano, L.<sup>2</sup> y Reyes-Vázquez, Nohemí del C.<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Ingeniería en Nanotecnología. Instituto Tecnológico Superior de Poza Rica C. Luis Donaldo Colosio Murrieta S/N. Arroyo del Maíz C.P. 93230. Poza Rica de Hidalgo, Veracruz, México.

<sup>2</sup> Subsele Noreste. Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco A. C. Vía de la Innovación 404. Autopista Mty-Aeropuerto Km 10, Parque PIIT. C.P. 66629. Apodaca, Nuevo León, México.\* [nreyes@ciatej.mx](mailto:nreyes@ciatej.mx).

### **RESUMEN**

En esta investigación se extrajo aceite de nuez pecanera variedad criolla por prensado en frío, y posteriormente se micro encapsuló en esferas de alginato de calcio, evaluándose la relación aceite-alginato 20:80, 30:70 y 40:60 sobre estabilidad de la emulsión, eficiencia de encapsulamiento, diámetro y cantidad de esferas. El incremento en la cantidad de aceite produjo emulsiones estables con eficiencia de encapsulamiento distintas ( $P < 0.05$ ) con 93, 91 y 85% respectivamente sin modificar ( $P > 0.05$ ) el diámetro con 1 mm y cantidad de esferas de 25g. Para las pruebas del efecto de encapsulamiento sobre la calidad del aceite se prepararon lotes de aceite encapsulado sin antioxidante (AE), con antioxidante (AEax), y aceite sin encapsular sin antioxidante (AL) y con antioxidante (ALax), sometidos a 0, 10 y 20 días de almacenamiento a 37 °C, para después evaluar los índices de acidez, yodo y peróxidos. Después de 20 días de almacenamiento estos índices permanecieron sin cambios ( $P > 0.05$ ). El AEax presentó peroxidación a un nivel de 1.4 m.e.O<sub>2</sub>/Kg aceite menor ( $P > 0.05$ ) a ALax con 1.6 m.e.O<sub>2</sub>/Kg de aceite. Estas microcápsulas tienen potencial para su aplicación dentro de la industria alimentaria en productos nutracéuticos y funcionales.

**Palabras clave:** Aceite de nuez pecanera, Alginato de calcio, Encapsulamiento, Índice de peróxidos

### **ABSTRACT**

In this research, pecan nut oil was extracted from the criolla variety by cold pressing, and subsequently it was microencapsulated in calcium alginate spheres, evaluating the oil-alginate ratio 20:80, 30:70 and 40:60 on emulsion stability, encapsulation efficiency, diameter and number of spheres. The increase in the amount of oil in the emulsion produced stable emulsions with different encapsulation efficiency ( $P < 0.05$ ) with 93, 91 and 85% respectively without modifying ( $P > 0.05$ ) the diameter with 1 mm and number of spheres of 25g. For the tests of the effect of encapsulation on the quality of the oil, batches of encapsulated oil without antioxidant (AE), with antioxidant (AEax), and unencapsulated oil without antioxidant (AL) and with antioxidant (ALax) were prepared, subjecting them to 0, 10 and 20 days of storage at 37 °C, to later evaluate the acidity, iodine and peroxide values. After 20 days of storage these indices remained unchanged ( $P > 0.05$ ). The AEax presented peroxidation at a level of 1.4 m.e.O<sub>2</sub>/Kg of oil lower ( $P > 0.05$ ) than ALax with 1.6 m.e.O<sub>2</sub>/Kg of oil. These microcapsules have potential for application within the food industry in nutraceutical and functional products.

**Keywords:** Pecan nut oil, Calcium alginate, Encapsulation, Peroxide value.

## INTRODUCCIÓN

En los últimos años y de acuerdo con cifras del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) (2021), México se ubicó en el 2020 como el segundo exportador en volumen de nuez pecanera, con una participación del 14.9% a nivel mundial. Este organismo señala que el principal estado productor en ese mismo año fue Chihuahua con una participación de 62.9 % y una tasa media anual de crecimiento de 5.4%, seguido de Sonora con una participación de 14.3 %, Coahuila, con 10.7 % y en el estado de Nuevo León la producción de nuez pecanera representa una importante fuente de ingresos para el estado, ya que de acuerdo con Olivas et al. (2019) el Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) para el año 2018 se registraron 4, 534 toneladas que representan 310 millones de pesos para la entidad federativa. Dentro del estado de Nuevo León aproximadamente 26 municipios distribuidos en cuatro distritos de desarrollo rural; siendo Rayones, Bustamante y General Terán los que concentran el 57% del total del área sembrada y el 54 % del total de la producción a nivel estatal que ascendió en el 2017 a 4,248 toneladas aproximadamente

Existen diferentes maneras de comercializar la nuez pecanera o sus derivados, tales como el aceite. Para extraer el aceite de la nuez pecanera, actualmente existen diferentes métodos que ayudan a facilitar el trabajo, sin embargo, no todas suelen extraer la máxima cantidad de aceite de la almendra de la nuez.

Uno de los dispositivos más conocidos para extraer aceite de diferentes semillas es la prensa Expeller; también conocida como prensa de tornillo, la cual, de acuerdo con Galarraga (2015), menciona que, en este dispositivo, la extracción del aceite se realiza de manera continua, donde la obtención del aceite ocurre en un solo paso y este se realiza por medio de un husillo el cual transporta el alimento por los diferentes componentes de la máquina, hasta obtener el aceite.

Sin embargo, no basta con solo extraer el aceite, ya que esté; para su conservación, debe de presentar ciertas características químicas que ayuden a prolongar el tiempo de vida de anaquel.

En su composición química el aceite de nuez pecanera está compuesto por una alta proporción de ácidos grasos monoinsaturados, particularmente de ácido oleico (omega 9), cuyo rango de variación es de entre 49,5 y 67,7 %; además, contiene ácido linoleico (omega 6) el cual está comprendido entre 22,6 y 39,0 %, y el ácido linolénico (omega 3) mismo que está presente entre una variación del 0,9 y 1,7 % (Panozzo, 2018).

Existen varios métodos de conservación de aceite, uno de ellos es el uso de antioxidantes, los que pueden ser naturales y sintéticos. Entre los naturales se encuentran la vitamina E (en sus diversas formas alfa, gama, delta, etc., tocoferol), los betacarotenos y el ácido ascórbico, entre otros (Mejía, Pérez & Rosas, 2014). Respecto a los antioxidantes sintéticos, de los más conocidos y aprobados están el TBHQ (Terbutil Hidroquinona o Tertiary ButylHidroQuinone), BHA (Butil Hidroxi Anisol), BHT (Butil Hidroxi Tolueno) y PG (éster Propílico del ácido Gálico). Adicionalmente, otros métodos de conservación novedosos como son los micro encapsulamiento y nano encapsulamiento que se caracterizan por interacción del material central y el ambiente externo, en ingredientes como aceite que son sensibles al calor, luz y humedad que tienden a oxidarse (Rodríguez y Ayala, 2014). Entre los materiales utilizados para encapsular se encuentran gomas, proteínas y carbohidratos como maltodextrinas, gomas y alginato los cuales son ser grado alimenticio, biodegradables y capaces de formar una barrera entre la fase interna y su alrededor (Nedovic et al., 2011).

El presente proyecto tuvo como propósito el extraer aceite de nuez pecanera criolla, encapsularlo con alginato de calcio en diferentes proporciones, evaluando la estabilidad de la emulsión, eficiencia del

encapsulamiento, diámetro y cantidad de esferas formadas. Una vez encapsulado, se determinó el efecto de la temperatura y tiempo de almacenamiento sobre la calidad química del aceite en cuanto a sus índices de acidez, yodo y peróxidos.

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **Materiales**

Lote descascarado de 10kg de nuez pecanera variedad criolla. Proveniente del huerto Los Corcovados del municipio de Rayones, Nuevo León. A partir de este lote se obtuvo aceite mediante prensado utilizando un tornillo speller. Se utilizó alginato de sodio de marca Sigma-Aldrich, lote SHBL1627, y cloruro de calcio ( $\text{CaCl}_2$ ) para el encapsulamiento del aceite. Se prepararon y valoraron algunos reactivos como etanol neutro y el hidróxido de sodio 0.01N. El resto de los reactivos para pruebas de caracterización como n-hexano, cloroformo, ácido acético, tiosulfato de sodio 0.1N, fenoltaleína, solución Hanus, etanol, hidróxido de potasio y almidón fueron obtenidos de Desarrollo de Especialidades Químicas SA de CV (Monterrey, Nuevo León, México) y Sigma-Aldrich (St. Louis, Mo, EE UU).

#### **Extracción de aceite de nuez pecanera.**

se utilizó una extractora de prensado HouseHold Oil Press, (Guangdong, China). El aceite obtenido de la máquina de extracción se centrifugó (Thermo Fisher, MEGAFUGER 16R).

#### **Elaboración de la emulsión.**

Se prepararon emulsiones de aceite de nuez pecanera y alginato de sodio de acuerdo a lo reportado por Chan (2011), con algunas modificaciones. Se realizaron experimentos para evaluar el efecto de la relación aceite:alginato en proporciones 20:80, 30:70 y 40:60 sobre la estabilidad de la emulsión.

#### **Microencapsulación.**

El proceso de microencapsulado del aceite de nuez se realizó mediante la técnica extrusión con aguja de 0.3 mm de diámetro para después polimerizar por intercambio iónico con cloruro de calcio 15g/L de acuerdo a lo reportado por Chan (2011). Una vez obtenidas las esferas se evaluó la eficiencia de encapsulamiento, diámetro y forma de las esferas.

#### **Eficiencia de encapsulamiento.**

El aceite que no fue encapsulado antes del secado se determinó midiendo el peso de aceite libre que quedó en la solución de cloruro de calcio con un embudo de separación y una cantidad de hexano, así como en la superficie de las perlas húmedas donde se utilizó papel filtro para absorber el aceite de la superficie en húmedo el cual fue pesado antes y después de agregarle las perlas húmedas. El aceite recuperado fue depositado en una capsula de porcelana previamente tarada en estufa por seis horas a 120°C. Con el fin de evaporar las trazas de hexano

La diferencia entre la cantidad inicial de aceite usado ( $W_1$ ) y el aceite no encapsulado después del secado ( $W_2$ ) da la cantidad de aceite encapsulado ( $W_3$ ), como se muestra en la ecuación (1).

$$w_3 = w_1 - w_2 \quad (1)$$

La eficiencia de encapsulamiento ( $W_4$ ) se determinó dividiendo la cantidad de aceite encapsulado ( $W_3$ ) entre la cantidad inicial de aceite usado ( $W_1$ ) multiplicado por 100, como se muestra en la ecuación (2).

$$w_4 = \frac{w_3}{w_1} \times 100\% \quad (2)$$

#### **Tamaño y forma de esferas.**

El tamaño de las esferas se determinó con ayuda de un asimeto digital micrometer, tomando el diámetro de 10 esferas para cada tratamiento. Para poder visualizar la forma de la esfera se tomó foto en un microscopio 40x (Figura 1) (MICROSCOPE 29AX E250223).

#### **Efecto de encapsulamiento sobre la calidad del aceite.**

Para evaluar el efecto del encapsulamiento sobre la calidad del aceite, se prepararon dos lotes de 500 ml cada uno de aceite de nuez encapsulado a las mejores condiciones de eficiencia de encapsulamiento, tamaño y forma que fueron 30:70 aceite: alginato; en uno de ellos el aceite encapsulado no contenía antioxidante, y en el otro contenía un volumen de antioxidante comercial (Duralox®oxidation management blend NM-110, XT código 62.100.02). Adicionalmente se prepararon lotes de aceite sin encapsular sin y con antioxidante comercial. Estos cuatro tratamientos fueron almacenados a 37°C, tomando muestras a los tiempos 0, 10 y 20 días.

Una vez transcurrido el tiempo de almacenamiento, la recuperación del aceite encapsulado se llevó a cabo en un equipo de agitación marca Thermo científico modelo 4314 en los tubos Falcón con hexano a 250rpm por 2 horas. Fue transferido a un matraz de bola al abrigo de la luz, el cual se adaptó a un rota vapor Modelo: RW-0525G a 45 °C y 200rpm por 30 minutos. Inmediatamente el aceite recuperado se analizó

#### **Parámetros químicos.**

Los parámetros químicos como índice de acidez, yodo y peróxidos se realizaron en base a lo reportado por Pacheco y Acereto, (2015).

#### **Análisis Estadístico.**

Los datos obtenidos de cada uno de los experimentos fueron procesados estadísticamente. Para el análisis de varianza y comparación de medias mediante la mínima diferencia significativa con la ayuda del programa STATGRAPHICS, versión 18.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

La nuez de Rayones criolla, tuvo un 57.3% de la cascara 30% de almendra y 1.02% que corresponde a la merma, con rendimiento de aceite y pasta de 69.07 y 29.12% respectivamente, por tanto, se confirmó su clasificación como nuez tipo criolla de calidad II.

En cuanto a la nuez mejorada es pequeña con cascara delgada, la cual presentó una relación cascara/almendra del 37.3% y 48.3%, además presentó un 6.2% de merma, tuvo un rendimiento de aceite de 64.62% y un 34.11% de pasta. Debido a su porcentaje de almendra del 48.3%, no se clasificó dentro del tipo I mejorada ( $\leq 54\%$ ) ni tipo II ( $\leq 50\%$ ), clasificándose como nuez criolla tipo I. Por tanto, con base a la normatividad de la nuez pecanera, la calidad de la nuez de rayones es respecto a la calidad de la nuez rayones tipo I y II. Además, con base al contenido de aceite se seleccionó la que contenía una mayor cantidad de aceite que fue rayones criolla tipo II.

**Evaluación del efecto de la relación concentración de alginato.**

En el cuadro 1 se muestran los resultados en cuanto a los tratamientos relacionados con las distintas concentraciones aceite: alginato sobre la estabilidad de la emulsión, eficiencia de encapsulamiento, diámetro y cantidad de esferas producidas. Se puede observar que la estabilidad de la emulsión después de una hora de preparación decrementó conforme la cantidad de aceite se incrementa y disminuye la cantidad de alginato. Es decir, para aceite: alginato 20:80;30:70 y 40:60 se separaron 6,5 y 4ml de aceite respectivamente. Estos resultados fueron diferentes de acuerdo a lo reportado por Eng-Seng,2011, quienes obtuvieron emulsiones estables a condiciones aceite: alginato 30:70.

Cuadro 1. Efecto de la relación aceite: alginato sobre estabilidad de la emulsión, eficiencia de encapsulamiento, diámetro y cantidad de esferas.

Tratamiento Aceite: alginato	Estabilidad de la emulsión (mL)	Eficiencia de encapsulamiento. (%)	Diámetro de esfera. (mm)	Esferas húmedas (g)
<b>20:80</b>	6c	93.705±3.22 b	1.1739±0.02 a	24.65±6.12 a
<b>30:70</b>	5b	91.887±0.95 b	1.0627±0.0002 a	25.4±3.38 a
<b>40:60</b>	4a	85.102±0.63 a	1.064±1.68 a	25.25±0.12 a

Letras distintas en columnas indican una diferencia significativa (P<0.05)

**Eficiencia de encapsulamiento.**

Los diferentes tratamientos mostraron que la relación 40:60 fue de 85.10% significativamente (P<0.05) menor que a 20:80 y 30:70 con 93.70 y 91.88% respectivamente los cuales no presentaron diferencia significativa (P>0.05) . Estos resultados concuerdan con lo reportando por Eng- Seng, (2011) quienes reportaron que, a una mayor concentración de aceite, la eficiencia de encapsulación disminuye, es decir la cantidad de aceite encapsulado, es menor al no encapsulado. En estos resultados la relación 40:60 sólo logro encapsular el 85% del aceite. Se pudo observar en los experimentos una mayor cantidad de aceite en la superficie de la esfera y además aceite en la superficie del cloruro de calcio durante el proceso de polimerización para formar la esfera, comportamiento que no se observó en la relación 30:70 y 20:80, por lo que se seleccionó la concentración de 30:70 para experimentos posteriores.

**Tamaño de esfera.**

Las esferas formadas tuvieron un diámetro de 1 mm independientemente a la relación de aceite: alginato, sin diferencia estadística significativa entre ellas (P>0.05) como se puede observar en la Figura 1. Estos diámetros son menores a lo reportado por Eng-Seng.2011, con 1.8 mm.

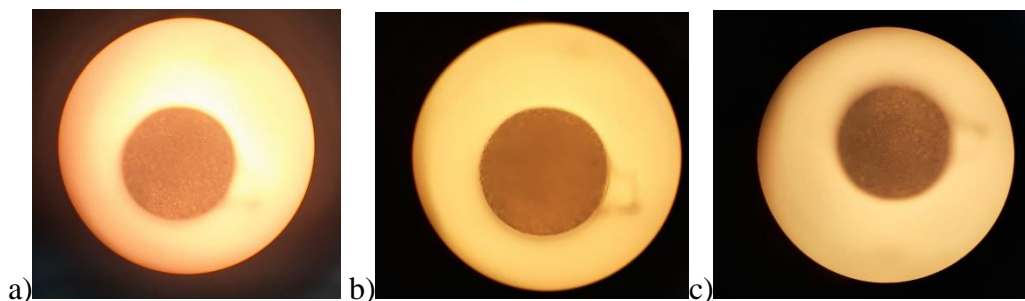


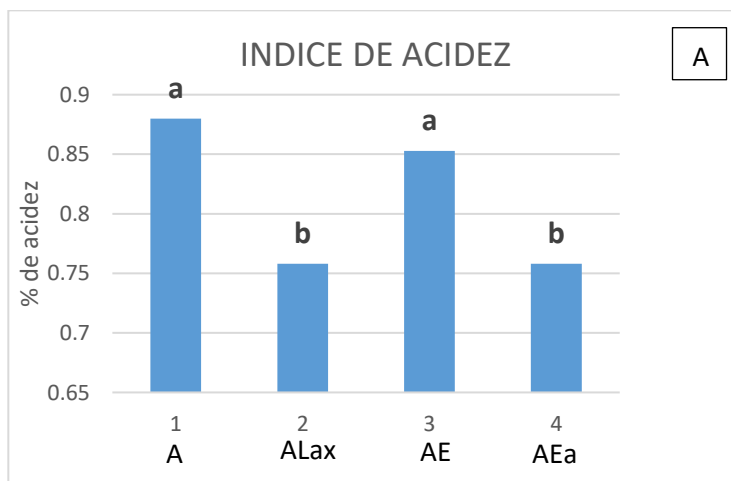
Figura 1 Aspecto de las esferas húmedas obtenidas en diferentes relaciones de aceite alginato bajo MICROSCOPE 29AX E250223 40X. A) capsula relación aceite: alginato 20:80, b) capsula relación aceite: alginato 30:70 y c) capsula relación aceite: alginato 40:60.

### Evaluación de la calidad fisicoquímica del aceite de nuez

se muestran los resultados del almacenamiento a 37° C durante 20 días del aceite de nuez sin y con encapsulamiento, los cuales fueron tratados sin y con antioxidantes respectivamente sobre la calidad fisicoquímica del aceite en los parámetros: índices de acidez, yodo y peróxido.

#### Índice de acidez.

En la Figura 2A se puede observar que el AL tuvo una acidez de 0.87% el cual disminuyó significativamente ( $P < 0.05$ ) en presencia del antioxidante comercial Duralox que contiene 10% de tocoferoles. Cabe destacar que el encapsulamiento no favoreció la disminución de acidez manteniéndola similar ( $P > 0.05$ ) al aceite crudo de nuez sin antioxidante. Los resultados encontrados para el aceite de nuez crudo para el índice de acidez fueron de 0.87% en comparación a lo reportado por Oro, et al, 2009 que obtuvo 0.13 mg KOH/g de aceite de nuez pecanera de Brasil. Debido a que se reportan unidades distintas de evaluación de este índice no es posible compararlos directamente.



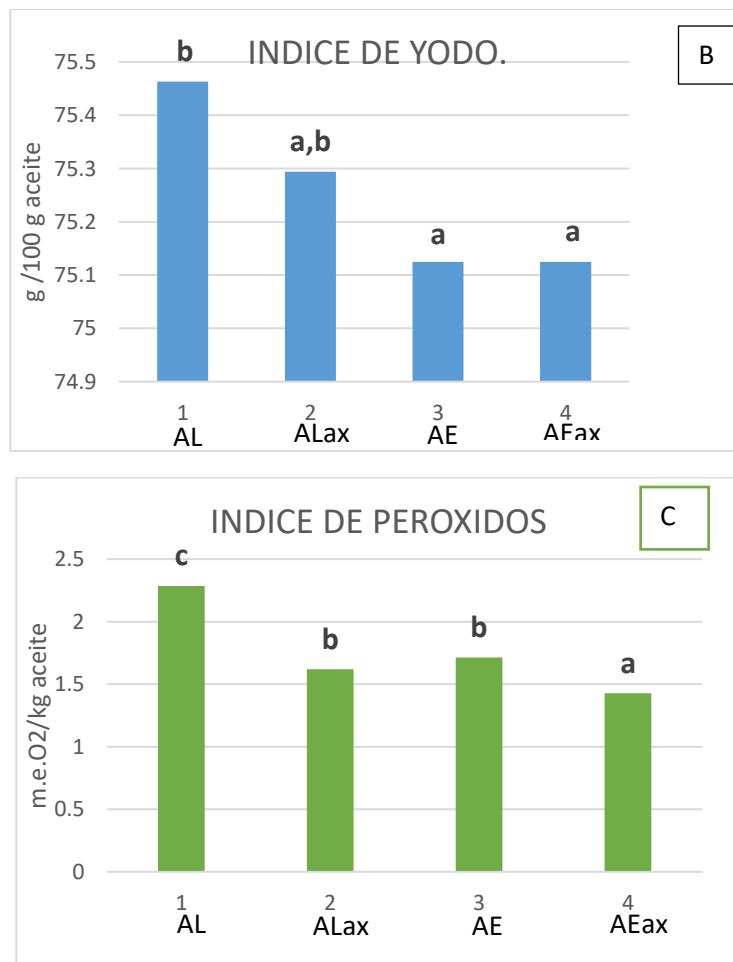


Figura 1 Calidad fisicoquímica en cuanto acidez, yodo y peróxido para aceite libre(AL), aceite libre con antioxidante(ALax), aceite encapsulado(AE) y aceite encapsulado con antioxidante(AEax) Letras distintas en columnas indican una diferencia significativa ( $P < 0.05$ )

### Índice de yodo.

El índice de yodo del aceite de nuez pecanera (Fig. 2B) medida por el método Hanus fue de  $75.46 \pm 0.49$  el cual disminuyó con la presencia del antioxidante a  $75.29 \pm 0.24$  sin diferencia significativa ( $P > 0.05$ ). Sin embargo, la presencia del encapsulamiento y la adición del antioxidante más el encapsulamiento disminuyó mínima pero significativamente ( $P < 0.05$ ) este índice de yodo a 75.12 en ambos casos. Este resultado fue menor al reportado por Oro, *et al*, 2009 con 98.4 para aceite crudo de nuez pecanera cultivado en Brasil evaluado por el método Wijs

### Índice de peróxidos.

El nivel de peróxidos del aceite crudo de nuez pecanera fue de 2.28 m.e  $O_2$ /kg y tanto la presencia de antioxidantes como encapsulamiento disminuyó significativamente ( $P < 0.05$ ) hasta  $1.61 \pm 0.14$  y 1.71 m.e  $O_2$ /kg respectivamente (Fig. 2C). Cabe destacar que cuando se combinó el antioxidante y el encapsulamiento del aceite de nuez pecanera el nivel de peróxidos disminuyó significativamente ( $P < 0.05$ ) hasta 1.42 m.e  $O_2$ /kg lo que significa que, a las condiciones evaluadas, este importante

parámetro de la calidad de los aceites, el uso de antioxidante junto con el encapsulamiento es efectivos para controlar el índice de peróxidos, lo que potencialmente prevendría la rancidez del producto.

Se han reportado por Oro *et al*, 2018 niveles de peróxido de 0.55 m.e  $O_2$ /kg en aceite crudo de nuez pecanera virgen que se incrementó hasta 5.65 m.e  $O_2$ /kg a los 60 días de almacenamiento a 22.5° C. En otros resultados, Romero-Hernández *et al* 2021 en de aceite de aguacate encapsulado con almidón modificado de *Colocasia esculenta* var, Esculenta, taro, utilizando secado por aspersión para la encapsulación presentó un valor de peróxidos mayor con 26.19 m.e  $O_2$ /kg a las cuatro semanas de almacenamiento a 60° C, mientras que en el aceite libre presento 57.59 m.e /kg bajo las mismas condiciones.

### CONCLUSIÓN

Con base a la normatividad la calidad de la nuez de rayones se clasifico como criolla tipo I y II con rendimientos de aceite de 69%, por lo que se sugiere su explosión comercial de este tipo de nuez para producción de aceites gourmet.

El método de extrusión mediante polimerización por intercambio iónico con alginato de calcio tiene potencial para producir microsferas de 1 mm de diámetro y eficiencia de encapsulamiento de 91.88 %.

El proceso de encapsulamiento con alginato de calcio; en combinación con antioxidantes, favorece una mayor estabilidad del aceite en cuanto a su parámetro critico de calidad que es el nivel de peroxidación. Estas microcápsulas tienen potencial aplicación en productos alimenticios fortificados que pueden incrementar sus propiedades funcionales tales como más ácidos grasos insaturados y mayor actividad antioxidante que pueden favorecer la salud del consumidor.

### BIBLIOGRAFÍA

- Acereto, F. E. (2015). *ALIMENTOS Manual de analisis fisicoquimicos*. Mérida, Yucatán, México.
- Eng-Sen, C. (2011). Preparation of Ca-alginate beads containing high oil contends Influence of process variables on encapsulation efficiency and bead properties. *Carbohydrate polymers*, 1215-1436.
- Mejía, D., Pérez, M., & Rosas, M. (2014). ¡ALERTA! TBHQ en alimentos con grasa. *Revista de Divulgación Científica y Tecnológica de la Universidad Veracruzana*, 5-10.
- Nevodic, V., Kalusevic, A., Manojlovic, V., Levic, S., & Bugarski, B. (2011). An overview of encapsulation technologies for food applications. *Procedia Food Science*, 1806-1815.



- Olivas, A., Rodríguez, C., Cabrera, E., Obregón, E., Longoria, G., García, J., . . . Tarango, S. (2019). *Agronomía sustentable y aprovechamiento alternativo de la nuez*. Obtenido de CIATEJ: <https://ciatej.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1023/671/1/LIBRO%20NUEZ%20Noreste.pdf>
- Oro, T., Bolini, H. M. A., Arellano, D. B., & Block, J. M. (2009). Physicochemical and sensory quality of crude brazilian pecan nut oil during storage. *JAACS, Journal of the American Oil Chemists' Society*, 86(10), 971–976. <https://doi.org/10.1007/s11746-009-1434-z>
- Panozzo, M. (08 de Agosto de 2018). *Caracterización de aceite varietal de nuez pecán*. Obtenido de Artículo de Divulgación : <https://inta.gov.ar/documentos/caracterizacion-de-aceite-varietal-de-nuez-pecan>
- Sandoval, A., Rodríguez, E., & Ayala, A. (30 de Abril de 2014). *Encapsulación de Aditivos para la Industria de Alimentos*. Obtenido de CORE: <https://core.ac.uk/download/pdf/11861481.pdf>
- Tatiana, O., Paulo, J., Dias, R., & Daniel, B. J. (Junio de 2018). *Centro de Ciencias Agrárias, Departamento de Ciência de Alimentos, UFSC – Florianópolis – SC, Brasil*. Obtenido de Evaluación de la calidad durante el almacenamiento de nueces Pecán [*Carya illinoensis* (Wangenh.) C. Koch] acondicionadas en diferentes envases: [https://www.researchgate.net/publication/26524153\\_Evaluacion\\_de\\_la\\_calidad\\_durante\\_el\\_almacenamiento\\_de\\_nueces\\_Pecan\\_Carya\\_illinoensis\\_Wangenh\\_C\\_Koch\\_acondicionadas\\_en\\_diferentes\\_envases/fulltext/00af6b5e0cf2dee9aed141d6/Evaluacion-de-la-calidad-durante](https://www.researchgate.net/publication/26524153_Evaluacion_de_la_calidad_durante_el_almacenamiento_de_nueces_Pecan_Carya_illinoensis_Wangenh_C_Koch_acondicionadas_en_diferentes_envases/fulltext/00af6b5e0cf2dee9aed141d6/Evaluacion-de-la-calidad-durante)
- Valdiviezo-Morales, L., Ortega-Cerrilla, M., Vaquera-Huerta, H., Kawas-Garza, J., Zetina-Córdoba, P., & Miranda-Jiménez, L. (2017). Micro Y Nanoencapsulación: Una Perspectiva Biotecnológica En La Producción Animal Micro and Nano Encapsulation: a Biotechnological Perspective in Animal Production. *Agroproductividad*, 63-68.