



APROVECHAMIENTO INTEGRAL DE MANGO CRIOLLO (*Mangifera Indica L.*) EN LA REGIÓN DE ACATLÁN

Erika López Aranda¹; Anabel Romero Cruz²; Rosalinda Escamilla Ramírez³; Narciso Luna Esquivel⁴

^{1,2} Tecnológico Nacional de México/ITS de Acatlán de Osorio, División de Ingeniería en Industrias Alimentarias, ³ División de Ingeniería Industrial, ⁴ División de Ingeniería en Gestión Empresarial, erika.lopez@itsao.edu.mx

RESUMEN

A pesar de las condiciones climáticas que se presentan en la región mixteca del estado de Puebla ciertos árboles frutales se han adaptado. Existe registro que en el año 2011 se produjeron aproximadamente 8,167 Ton/año de mango criollo, en los meses de abril hasta agosto, y solo el 5.62% se consumieron localmente en fresco y en conservas. Durante la temporada de producción se presentan una serie de problemas, entre los que se encuentran la saturación del mercado por la sobreproducción de este fruto, unidades de producción pequeñas y dispersas, problemas fitosanitarios y problemas de calidad (tamaño y madurez) además, de la inexistencia de empresas procesadoras de este fruto en la mixteca baja poblana.

El TecNM: Instituto Tecnológico Superior de Acatlán de Osorio con la implementación del proyecto “ pretende generar alimentos a partir de la pulpa y subproductos de este fruto y así incentivar el desarrollo socioeconómico de la región de Acatlán para impulsar la generación de empleos, en una región con elevado índice de migración, así como la transferencia científica y tecnológica entre los productos de este fruto. Por medio de este proyecto de innovación tecnológica, en el cual participan docentes y estudiantes, se pretende transformar y conservar la pulpa del mango mediante la deshidratación y fortificación con cloruro de calcio, obtener pectinas de cáscara y polvos de cáscara, semilla y pulpa para mejorar el aporte nutricional y funcional de productos de panificación.



Este proyecto se alinea a la Agenda estratégica de autosuficiencia alimentaria y rescate del campo mexicano, a través del objetivo estratégico 1, trabajando en su implementación para reducir las pérdidas anuales de la elevada producción de este fruto.

Todos productos alimentarios obtenidos son alternativas que los productores de mango de la región de influencia del TecNM: Instituto Tecnológico Superior de Acatlán de Osorio pueden considerar para la generación de fuentes de empleo y beneficios económicos.

PALABRAS CLAVE: Mango, transformación, productos, innovación

INTRODUCCIÓN

Acatlán se encuentra en la Mixteca Baja poblana y pertenece a la región socioeconómica VI Izúcar de Matamoros, de Puebla. En la actualidad existe un proceso migratorio hacia los Estados Unidos que lo han convertido en una zona emergente de migración, que se presenta ante la falta de oportunidades y mejores opciones, con el consecuente desajuste social y otros problemas derivados. Este municipio poblano presenta un clima cálido semiseco árido, pese a estas condiciones climáticas se han domesticado diversos frutales tales como pitaya de mayo (*Stenocereus stellatus*), ciruela roja y amarilla (*Spondias purpurea*) y mango (*Mangifera indica* L) (López-Aranda *et al.*, 2019). El TecNM: Instituto Tecnológico Superior de Acatlán de Osorio (ITSAO) con apoyo de la comunidad tecnológica de Ingeniería en Industrias Alimentarias (IIA) y a través de la investigación “Frutales: Estudio de Recursos Fitogenéticos” (López, 2011) le que ubicó siete variedades de mango, chapita, criollo, manila, oro, perón, pescado y petacón, en los márgenes del río Tizac, en huertos familiares o de traspatio en la región de Acatlán principalmente en Amatitlán de Azueta, Tianguistengo, La Huerta, Garzones, Tetelcingo y en el municipio de Xayacatlán de Bravo. Para el año 2011, se registró una producción de aproximadamente 8,167 Ton de mango en los meses de abril hasta agosto. De la producción total de mango generada en la región mixteca, aproximadamente el 5.62 % es consumido localmente en fresco y en conservas (López-Aranda *et al.*, 2019; López-Aranda *et al.*, 2023).



Durante la temporada de producción se presenta una saturación del mercado por una sobreproducción de mango, unidades de producción pequeñas y dispersas, problemas fitosanitarios y problemas de calidad (tamaño y madurez). La demanda es menor a la cantidad ofertada debido a la existencia de huertos familiares. De esta forma, más del 90% del fruto se considera como desecho debido a que no existen empresas procesadoras de este fruto en la mixteca baja poblana, estos frutos son afectados por factores ambientales como lluvias y corrientes de aire que provocan que los mangos de diferentes grados de madurez se desprendan del árbol y ya no sean aptos para la venta, aprovechándose para la alimentación de ganado caprino y el resto se convierte en materia orgánica que se queda esparcida por los terrenos (López-Aranda *et al.*, 2019).

De las cuatro variedades de mango cosechadas en la región de Acatlán destacan la variedades criolla con una producción anual de 7,290 Ton/año, aproximadamente (López, 2011; López-Aranda *et al.*, 2019). La pulpa de mango aporta una gran cantidad de hidratos de carbono, potasio, fósforo, calcio y magnesio, además de tener un aporte biofuncional por su contenido de antioxidantes y fibra alimentaria (López-Aranda *et al.*, 2024). Estos frutos tienen un peso promedio de 236.1 g, del cual la cáscara puede constituir el 15 a 18 % del peso total del fruto y el hueso(semilla) del 13 al 29 %; tomando en cuenta las toneladas producidas por el número de árboles que existen, cada año se generan aproximadamente 302.39 y 438.46 Ton/año de estos subproductos. Existe evidencia científica para considerar a la cáscara y semilla como fuente de aceite (Kittiphoom, 2012), fibra alimenticia, polifenoles (Aslam *et al.*, 2014; Ajila *et al.*, 2007, 2013), pectina (Berardini *et al.*, 2005) los cuales poseen varios efectos benéficos en la salud humana.

Considerando lo anterior, la pulpa, cáscara y semilla del mango criollo son susceptibles de incorporarse en productos alimenticios, aumentando su valor nutritivo y funcional, que pueden ser considerados como alternativas para comercializar la elevada producción de mango y generar beneficios económicos a los productores de la región, aumentar la productividad del



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



campo, impulsar el desarrollo científico e innovación tecnológica a través de la comunidad tecnológica de la carrera de Ingeniería en Industrias Alimentarias (IIA). A partir del 2019 se ha implementado el proyecto “Aprovechamiento integral de mango del mango criollo (*Mangifera Indica L.*) en la región de Acatlán” que tiene como finalidad evaluar el aprovechamiento integral mango criollo a través de la elaboración de productos alimenticios con pulpa y subproductos, esto se ha logrado de la participación de docentes-investigadores de la carrera de IIA y miembros de cuerpo académico ITSAO-CA-02 “Transformación de Alimentos y Transferencia de Tecnología” así como estudiantes a través de la realización de actividades complementarias inherentes a la investigación y a la titulación integral. Con este proyecto se pretende reducir en un 20% las pérdidas de la producción anual de este fruto, dando cumplimiento de los siguientes objetivos específicos: 1) Caracterizar propiedades físicas del mango criollo para establecer los estados de madurez óptimos para la venta en fresco y transformación en productos alimentarios con valor agregado; 2) Determinar las propiedades fisicoquímicas, funcionales y bioquímicas de polvos de cáscara y almendra; 3) Generar al menos tres alternativas de procesamiento de pulpa y subproductos de mango criollo como alternativas de transformación en productos alimentarios.

A través de la implementación de este proyecto el TecNM: Instituto Tecnológico Superior de Acatlán de Osorio se alinea a la Agenda estratégica de autosuficiencia alimentaria y rescate del campo mexicano, a través del objetivo estratégico 1: lograr la autosuficiencia alimentaria vía el aumento de la producción y la productividad agropecuaria y acuícola pesquera.

DESARROLLO DEL TEMA

A continuación, se presentan las acciones que el TecNM: Instituto Tecnológico Superior de Acatlán de Osorio ha realizado para lograr la autosuficiencia alimentaria vía el aumento de la producción y productividad de los recursos naturales de la región de Acatlán.



1. Incrementar la productividad del campo en la región de Acatlán.

En México más del 70% de la población se concentra en las zonas rurales, cuya actividad principal es la actividad agropecuaria. En la región de la mixteca baja poblana existen 762 localidades distribuidas en 45 municipios, entre los que se encuentra Acatlán, es un municipio considerado con alto grado de marginación y migración; los niveles de alimentación son marginales. Su principal actividad económica es la producción agrícola por lo que el cuidado y el trabajo del campo es primordial, así como el cultivo de maíz, frijol y cacahuate, entre otros. Según la temporada, algunos habitantes se dedican a la venta y reventa de frutas como pitaya de mayo, pitaya de xoconostle y variedades de mango (criollo, pescado, manila, petacón y chapita), esto en mercados locales. Los comerciantes son parte importante del desarrollo económico del municipio de Acatlán con un 5.96% de comerciantes establecidos y un 7.64% como empleados de diferentes tipos de comercio. Mientas que los trabajos de albañilería y oficios afines representan menos del 2.99 %.

Las acciones propuestas por el TecNM: Instituto Tecnológico Superior de Acatlán de Osorio a través del proyecto “Aprovechamiento integral de mango del mango criollo (*Mangifera Indica* L.) en la región de Acatlán” representa una alternativa para incrementar el consumo de este fruto, prologar su vida útil empleando métodos de transformación y conservación que permitan obtener productos alimenticios seguros, nutritivos, funcionales e inocuos, para diversos tipos de consumidores, disminuir su precio de venta en fresco y por ende lograr la productividad del campo en la región de Acatlán a través de la explotación un fruto cuyas características fisiológicas, contenido de carbohidratos(11.5 g/100 g de fruto) y de sólidos solubles totales (15-22°Brix), lo hacen susceptible a grandes pérdidas durante el manejo postcosecha derivadas de cambios en la firmeza causadas por la hidrólisis de los almidones y de las pectinas, por la reducción de su contenido de fibra así como por los procesos degenerativos de las paredes celulares (López-Aranda *et al.*, 2023).

Un primer paso para elevar la productividad en la región de Acatlán. desde el enfoque del aprovechamiento integral de este fruto, es la descripción de los estados de madurez que permitirá la selección adecuada de los frutos que se puedan emplear tanto en consumo en fresco, conserva y productos alternativos, así los productores podrán establecer la categoría de los frutos a comercializar y procesar y con esto. activar la economía basada en los recursos endémico de la región de Acatlán. En el cuadro 1, se retoma a la coloración de la cáscara y firmeza de su pulpa, contenido de sólidos solubles totales (SST), de cuatro estados de maduración, tomando como referencia guías de madurez y maduración para los cultivares Tommy Atkins, Kent, Ataulfo, entre otros, publicadas por la National Mango Board (2023) y los nombres dados por los productores locales (López-Aranda *et al.*, 2023)

Cuadro 1. Estados de maduración del mango criollo (manililla criolla) de la región mixteca.

Cáscara					
Pulpa					
Estado	1 Verde	2 Pintón	3 Atenque*	4 Madurez de consumo	5 Totalmente maduro
Firmeza kg/cm ²	9.1	6.7	5.2	4.36	3.7
SST (°Brix)	6-8.5	10-13	15-17	15-18	19-22

*Palabra de origen náhuatl, regionalismo del estado de Puebla, para indicar que el fruto está a punto de madurar.

Fuente: López-Aranda *et al.*, 2023

El conocimiento generado sobre las características físicas y visuales del mango criollo se da la pauta para el inicio del proceso de conservación y transformación de este fruto al poder aprovecharlo en el estado óptimo de maduración, así como lograr dar un valor agregado que se traduzca en más ganancias y negocios a sus productores y, por lo tanto, mejorar la calidad de vida de los productores regionales.

Para una región con elevado índice de migración y marginación, la productividad agrícola a través de la explotación de los frutales endémico, pese a las condiciones climáticas imperantes, representa una ventaja que la hace capaz de producir más alimento y más barato, aumentar la productividad, mejora las posibilidades de crecimiento y competitividad en los mercados agrícolas cercanos, y sobre todo, genera fuentes de empleo que pueden lograr disminuir las migraciones hacia Estados Unidos

2. Innovación tecnológica de la seguridad y autosuficiencia alimentaria.

El TecNM: Instituto Tecnológico Superior de Acatlán de Osorio a través de las dos líneas de Investigación: “Tecnología de Alimentos” y “Alimentos Funcionales” con la que trabaja el cuerpo académico ITSAO-CA-02 “Transformación de Alimentos y Transferencia de Tecnología” conformado por docentes de la carrera de Ingeniería en Industrias Alimentarias, Ingeniería Industrial e Ingeniería en Gestión Empresarial, tiene como tarea concretar el desarrollo científico de su comunidad tecnológica a través de la puesta en marcha de proyectos que involucren las pautas de una metodología para lograr la innovación tecnológica en el sector agroalimentario a través del aprovechamiento integral del mango criollo de la mixteca poblana, en nuevos productos que permitan garantizar la seguridad y autosuficiencia alimentaria.

Para desarrollar los productos alimenticios se procedió previamente a realizar la caracterización de polvos obtenidos de cáscara y semilla de mango, debido a la existencia de investigaciones que reportaban elevado contenido de fibra dietética total y compuestos antioxidantes. Los resultados se presentan a continuación y son acordes de acuerdo con lo reportado por Ashoush & Gadalla (2011), Chaparro-Acuña *et al.* (2010), Jibaja (2014), Serna-Cock & Torres-León, Kaur & Brar (2015), Bandyopadhyay *et al.* (2014), Ajila *et al.* (2010), para otras variedades.

Cuadro 1. *Composición proximal de polvos de cáscara y semilla de mango criollo.*

Componentes	Cáscara	Semilla
Humedad (%)	5.43± 0.08	10.90 ± 0.43
Proteína cruda (%)	4.43± 0.11	5.68 ± 0.07
Grasa cruda (%)	2.38± 0.83	10.03 ± 0.21
Fibra cruda (%)	15.76± 0.70	6.49 ± 0.39
Cenizas (%)	2.25 ± 0.56	1.97 ± 0.35
Carbohidratos totales (%)	69.76 ± 0.42	69.97 ± 0.7
Fibra dietética total (g/100 g base seca)	51.89 ± 0.35	31.92 ± 0.06
Fibra dietética soluble (g/100 g base seca)	14.76 ± 0.08	11.58 ± 0.70
Fibra dietética insoluble (g/100 g base seca)	37.12 ± 0.31	20.34 ± 0.11
Capacidad de absorción de agua (gH ₂ O/g polvo)	4.41 ± 0.05	4.0 ± 0.09
Capacidad de absorción de aceite (g aceite/g polvo)	2.56 ± 0.11	1.45 ± 0.21
Fenoles Totales (mg GAE/g)	31.44 ± 2.12	31.04 ± 3.89
Inhibición de DPPH (IC ₅₀ en mg)	2.38 ± 0.048	2.08± 0.019

Fuente: López-Aranda *et al.*, 2024.

A continuación, se presentan las propuestas del aprovechamiento de pulpa, cáscara y semilla de mango criollo en producto alimenticios, con las cuales el TecNM: Instituto Tecnológico Superior de Acatlán de Osorio ha aplicado tecnología para la seguridad y autosuficiencia alimentaria.



a. Pulpa deshidratada por métodos combinados adicionada fortificada con calcio.

La Pulpa deshidratada osmóticamente con solución de sacarosa 70% (p/v) y 1.5% (p/v) de cloruro de calcio y posteriormente sometida a secado convectivo, resulta ser una opción de aprovechamiento de mangos en estado 1(verde) y 2 (pintón), alcanzando una concentración de sólidos solubles totales entre 16-19.5 °Brix, ligeramente cercana a la que presenta el estado de madurez 4 (madurez comercial). Este producto representa una opción para fortificar frutas con calcio que permite mantener dientes y huesos sanos. Se determinaron los costos directos e indirectos, equipos, mano de obra, suministros; el precio de venta unitario se estima en \$52.33 pesos, por 100 g de producto, y de acuerdo con la proyección estimada de la demanda, presenta una rentabilidad del 35.5%, la cual se considera como buena tratándose de un producto artesanal y materia prima disponible, teniendo posibilidades de mejorar al aumentar la producción, lo que reduciría los costos de producción (López-Aranda *et al.*, 2023).

b. Polvos de cáscara y semilla incorporados en productos de panificación.

Los productos de panificación son productos con gran valor nutritivo, el cual depende mucho de la calidad de los ingredientes y aditivos en su composición, por tal motivo pueden ser empleados como acarreadores de compuestos bioactivos y otros componentes nutricionales, al incorporar otras harinas (derivadas de semillas, frutas, legumbres, raíces o tubérculos), que pueden ser consideradas como materia prima no convencional en su elaboración (Domínguez-Zarate *et al.*, 2019) y hacerlos alimentos funcionales. Como parte de la propuesta de alimentos saludables, se elaboró una galleta con incorporación de polvos de cáscara y semilla de mango en galletas en un nivel de sustitución del 13% y 23%, respectivamente, que resultó organolépticamente aceptable con un contenido de proteína (6.14 %) fibra dietética total (27.61 %), fenoles totales (34.92 mgAG/1 g) e inhibición del radical DPPH (1.95 IC50 en mg), (López-Aranda *et al.*, 2023). El tiempo de vida de anaquel es de 5.04 meses (López-Aranda *et al.*, 2023).



Otra propuesta de producto de panificación resulta ser la incorporación de 17 % de harina de trigo con una mezcla de polvos de pulpa, cáscara y semilla en la formulación de un pan de molde que presentó mayor contenido de proteína (5.95%), fibra dietética total (4.85%), fenoles (10.386 mgAG/ 1g de producto). El reemplazo parcial de harina de trigo por 10% de harina de mango presentó una alta puntuación en la evaluación sensorial (Escamilla, 2023).

Las combinaciones de polvos de cáscara, pulpa y semilla de mango pueden ser empleadas como un sustituto de la harina de trigo, obteniéndose productos de panificación con buena calidad nutricional, con características fisicoquímicas, funcionales y sensoriales aceptables para la población en general haciendo los alimentos seguros e inocuos.

c. Pectina de cáscara de mango criollo.

Las pectinas son utilizadas en la industria alimentaria, en la elaboración de mermeladas, jugos y néctares de frutas, productos lácteos, entre otros como agente espesante, gelificante, emulsificante y estabilizante en productos que contienen una concentración entre 60 a 65% de sólidos solubles. A partir del aprovechamiento de los subproductos de mango criollo, es posible emplear cáscaras de mango (madurez 4 y 5) para obtener pectina de bajo metoxilos que puede formar geles transparentes e irreversibles con o sin azúcar en presencia de cationes divalentes como el calcio (López-Aranda *et al.*, 2019)

Las propuestas de aprovechamiento integral del mango criollo que se ha desarrollado a través del trabajo colaborativo multidisciplinario de los docentes del Instituto cumplen con las cuatro dimensiones de la seguridad alimentaria: disponibilidad física de los alimentos, acceso económico y físico, la utilización de los alimentos, así como de la estabilidad en el tiempo de las tres dimensiones anteriores.



CONCLUSIONES

El proyecto “Aprovechamiento integral del mango criollo (*Mangifera Indica L.*) en la región de Acatlán” es una de las acciones del TecNM: Instituto Tecnológico Superior de Acatlán de Osorio está implementando para aumentar la productividad agropecuaria en una zona cuyas características geográficas dificultan que el campo sea productivo por la escasez de agua, pero en la cual el mango se ha adaptado logrando tener elevada productividad de este fruto durante la época de producción, abril-agosto, cuya transformación y conservación no se ha considerado como alternativa para mejorar las condiciones de los productores.

A través de docentes-investigadores y estudiantes trabajando en la implementación de proyecto de innovación tecnológica, la elevada producción anual de este fruto aplicando innovación tecnológica se puede transformar y conservar en productos tales como pulpa deshidratada y fortificada con calcio, pectinas, polvos de cáscara, semilla y pulpa cuya evidencia indica mejoran el aporte nutricional y funcional de productos de panificación. Todos estos productos alimentarios son alternativas que los productores de mango de la región de influencia del El TecNM: Instituto Tecnológico Superior de Acatlán de Osorio pueden considerar para generar fuentes de empleo y beneficios económicos.

AGRADECIMIENTOS



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



Los autores agradecen al Tecnológico Nacional de México y al TecNM: Instituto Tecnológico Superior de Acatlán de Osorio por el financiamiento realizado, a los Ingenieros en Industrias Alimentarias: Israel Barragán Sánchez, Christian Cervantes Munguía, Cintia Marilee Morales Mejía, Jonathan Escamilla Castañeda, así como a los estudiantes que apoyaron en la puesta en marcha de este proyecto y cuyos resultados dan soporte a esta publicación, proyecto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ajila, C.M., Aalami, M., Leelavathi, K., Rao P.U.J.S. (2010). Mango peel powder: a potential source of antioxidant and dietary fiber in macaroni preparations. *Innovative Food and Emerging Technologies*, 11(), 219-224.
2. Ajila, C. M., Bhat, S. G., & Prasada Rao, U. J. S. (2007). Valuable components of raw and ripe peels from two Indian mango varieties. *Food Chemistry*, 102(4), 1006–1011.
3. Ashoush, I.S & Gadallah M.G.E., (2011). Utilization of mango peels and seed kernels powders as sources of phytochemicals in Biscuit. *Word Journal of Dairy & Food Sciences*, 6(1), 35-42
4. Aslam, H.K.W., Raheem, M.I.U., Ramzan, R., Shakeel, A., Shoaib, M., & Sakandar H.A. (2014). Utilization of mango waste material (peel, kernel) to enhance dietary fiber content and antioxidant properties of biscuit. *J. Glob. Innov. Agric. Soc. Sci*, 2(2), 76-81
5. Bandyopadhyay, K., Chakraborty, C., & Bhattacharyya, S. (2014). Fortification of mango peel and kernel powder in cookies formulation. *Journal of Academia and Industrial Research*, 2(12), 661-664.
6. Berardini, N., Knodler, M., Schieber, A., Carle, R. (2005). Utilization of mango peels as a source of pectin and polyphenolics. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 6 (4), 442-452
7. Chaparro-Acuña, S.P., Lara, A. E., Sandoval, A., Sosa, S.J., Martínez, J.J., & Gil-González, J. H. (2015). Caracterización funcional de la almendra de las semillas de mango (*Mangifera indica L.*). *Revista Ciencia en Desarrollo*, 6 (1), 67-75.



8. Domínguez Zárate, P. A., García Martínez, I., Güemes-Vera, N., Totosaus, A., & Pássaro Carvalho, C. P. (2019). Textura, color y aceptación sensorial de tortillas y pan producidos con harina de ramón (*Brosimum alicastrum*) para incrementar la fibra dietética total. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 20(3), 699-719.
9. Escamilla, C. J. (2023). “Sustitución parcial de harina de trigo (*triticum*) por harina de mango criollo (*mangifera indica l.*) para la elaboración de pan”. (Tesis de Grado). Instituto Tecnológico Superior De Acatlán De Osorio. Acatlán, Puebla.
10. Jibaja L. (2014). Determinación de la capacidad antioxidante y análisis composicional de harina de cáscara de mango, *Mangifera indica*, variedad “criollo”. *Cientifi-k*, 2(1), 62-69.
11. Kaur, A. & Brar, J.K. (2015). Use of mango seed kernels for the development of antioxidant rich biscuit. *International Journal of Science and Research*, 78(96), 2319-7064. Serna-Cock, L., Torres-León, C., & Ayala-Aponte, A. (2015). Evaluación de Polvos Alimentarios obtenidos de Cáscaras de Mango (*Mangifera indica*) como fuente de Ingredientes Funcionales. *Información Tecnológica*, 26(2), 41–50.
12. Kittiphoom, S. (2012). Utilization of mango seed. *International Food Research Journal*, 19(4), 1325-1335. López, A. O. (2011). Frutales: Recursos Fitogenéticos potenciales de Acatlán y sus áreas de influencia. (Tesis de licenciatura) Instituto Tecnológico Superior de Acatlán de Osorio, Puebla.
13. López, A. O. (2011). “Frutales: Recursos Fitogenéticos potenciales de Acatlán y sus áreas de influencia” (Tesis de Grado). Instituto Tecnológico Superior De Acatlán De Osorio. Acatlán, Puebla.
14. López-Aranda , E., Pérez-Arzola , S., Gabilán-Linares , E., Romero-Cruz , A., & Luna-Esquivel , N. (2024). Polvo de subproductos de mango criollo: Una fuente potencial de antioxidantes y fibra dietética en las preparaciones de galletas. *Revista IPSUMTEC*, 7(2), 1–10. <https://doi.org/10.61117/ipsumtec.v7i2.300>



15. López-Aranda E, Pacheco-Contreras V., Escamilla-Ramírez R. & Romero-Cruz, A. (2019). Cuantificación y evaluación de la calidad de pectina extraída de cáscaras en tres variedades de mango (*Mangifera indica* L.) de la región mixteca baja poblana. *Revista Ingeniantes*, 6(1), 86-91.
16. López-Aranda, E., Cervantes-Munguía, C., Gabilán-Linares, E., & Romero-Cruz, A. (2023). Determinación de la vida de anaquel de galletas con harina de almendra y cáscara de mango. *Revista IPSUMTEC*, 6(4), 98–105.
17. López-Aranda, E.; Mejía-Morales, C.; Romero-Cruz, A.; Luna-Esquivel, N.; Escamilla-Ramírez, R.; Pacheco-Contreras, V.I. Evaluación del estado de madurez y la concentración de cloruro de calcio sobre la cinética de transferencia de masa y las características organolépticas del *Mangifera indica* L. cv. Manililla criolla. *Revista Ingeniantes*, 10(2), 20-28.
18. National Mango Board (2023). Protocolo para el Manejo y la Maduración del Mango. Consultado el 09 de noviembre de 2024, <https://www.mango.org/es/> 6 (4), 442-452