23 Verano de la ciencia de la Región Centro

CIENCIAS AGROPECUARIAS

Comité Organizador

C.P. Raúl Sergio Farias Martínez
M.C. Jesús Roberto de Garza de Luna
M.A. Verónica Martínez Vela
Lic. Laura Elena González Rodríguez
Instituto Técnológico Superior de Monclova

Institución participante	**Coordinadores**
CIATEQ, Unidad Aguascalientes	Ing. Sergio Luna Flores
	Adriana Cecilia González Alarcón
Centro de Investigación en Matemáticas A.C., Unidad Aguascalientes	Jonás Velasco Alvarez
Universidad Autónoma de Aguascalientes	Jesús Arturo Femat Díaz
	Yazmin Ramírez Rodríguez
Intituto Tecnológico de Aguascalientes	Yusahara Elizabeth Vázquez Ochoa
Universidad Autónoma Agraria	Antonio Narro
	Valente Serrano Gervacio
	Victor Manuel Villaneva Coronado
	Armando Espinoza Banda
Centro de Investigación de Química Aplicada (CIQA)	Leticia Larios López
	Antonio Cárdenas Flores
Universidad Autónoma de Coahuila	Dora Elia Cárdenas Elizondo
	Alejandro Herrera Hernández
	María Concepción Esparza Castro
Instituto Tecnológico Superior de Monclova	Verónica Martínez Vela
	Laura Elena Gonzalez Rodriguez
Centro de Investigación en Matemáticas A.C., Unidad Guanajuato	Arturo Hernández Aguirre
Instituto Tecnológico de Abasolo	César Álvarez Mejía
Centro de Investigación y Estudios Avanzados, Unidad Irapuato	Jesús Vega Medina
	Luis José Delaye Arredondo
Universidad Politécnica del Bicentenario, Silao	Javier Cruz Salgado
Instituto Tecnológico de Celaya	Esperanza Peña Morales
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato	Akira Torreblanca Ponce
Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón	Carlos Alberto Sebastián Serra Martínez
	Luis Fernando Villanueva Jiménez
Centro de Investigaciones en Óptica (CIO)	Luz Adriana Gutiérrez Guerra
Escuela Nacional de Estudios Superiores UNAM, Unidad León	Harumi Shimada Beltrán
C. de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica	Maria Teresa Cordova Barrios
	Germán Orozco Gamboa
Instituto Tecnológico de Querétaro	Jose Arturo ToscanoO Giles
Universidad Politécnica de Querétaro	Alondra Anahí Ortiz Verdín
Instituto de Neurobiología, UNAM - Campus Juriquilla	Alfredo Varela Echavarría
	Nuri Aranda López
Instituto Tecnológico de San Juan del Río	Sonia Elizabeth Roman Flores
Escuela Nacional de Estudios Superiores UNAM, Unidad Juriquilla	Leonor Casanova Rico
Universidad Autónoma de Querétaro	Karina Villarauz Camargo
Instituto Tecnológico de San Luis Potosí	Ariel Benjamin De La Rosa Zapata
Escuela Normal de Estudios Superiores del Magisterio Potosino	Víctor Manuel León Rodríguez
Instituto Estatal de Investigación y Posgrado en Educación	Andrés Delgadillo Sánchez
Universidad Autónoma de San Luis Potosí	Laura Elena Ochoa Leija
El Colegio de San Luis	Jose Ramon Alvarez Gonzalez
Centro Regional de Educación Normal	Amina Madera Lauterio de Cedral
	Juan Manuel Rodriguez Tello
Universidad Politécnica de San Luis Potosi	Martín Hernández Sustaita
Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica	Ivonne Lizette Cuevas Véliz
Universidad del Centro de México	Alicia Villagómez Carvajal
Universidad Autónoma de Zacatecas	Manuel Reta Hernández
	Laura Hernández Martínez

Índice

Estudio del efecto biocontrol de microorganismos sobre fitopatógenos de pitahaya
Rocío Zendejas Sánchez § Yeny Lizzet Couoh Uicab 4

Análisis estadístico del efecto de extractos de muérdago ante la inhibición in vitro de diferentes fitopatógenos
Sandra Rodríguez Palomino § Luis Ángel Xoca Orozco 9

Análisis por docking molecular de triterpenos de la familia Passifloracea sobre las enzimas ACE y AT1 humanas.
María Fernanda Guerrero Aguilar § Felipe Guadalupe Carrillo Landell 15

Estrategias actuales de comercialización de productos alimenticios saludables
María Lorena Salas Mendoza § María Rico Martínez 21

Valorización de residuos de semilla de pitahaya: obtención de compuestos bioactivos con valor agregado
Mariel Alejandra Cardoso Pérez § Dr. Raúl Reyes Bautista 28

Valorización de residuos de cáscara de pitahaya: obtención de compuestos bioactivos con valor agregado
Yuliana Laguna Montes § Raúl Reyes Bautista 34

Análisis por docking molecular de alcaloides de isoquinolina de la familia Papaveracea sobre las enzimas BACE-1 y Presenilina-1 humanas
Cristóbal Díaz de León Martí § Felipe Guadalupe Carrillo Landell 40

Una propuesta de desarrollo agroindustrial en Aguascalientes bajo el enfoque regional de los sistemas locales de producción.
Themis Anaid Muñoz Guzmán § Juan Carlos Neri Guzmán 46

Inyector de composta liquida biodegradable (ICLB)
Diana Guadalupe Garcia Reyna § Gabriela Baltierra Costeira 52

Estudio del efecto biocontrol de microorganismos sobre fitopatógenos de pitaya
Javier Espinoza Camarena § Yeny Lizzet Couoh Uicab 57

Estudio del efecto biocontrol de microorganismos sobre fitopatógenos de pitahaya

Rocío Zendejas Sánchez
Instituto Tecnológico superior de Purísima del Rincón
BLVD. del Valle #2301, Guardarrayas. Purísima del Rincón, Gto. C.P. 36413
lrs17110233@purisima.tecnm.mx

Yeny Lizzet Couoh Uicab
Instituto Tecnológico superior de Purísima del Rincón
Blvd. del Valle #2301, Guardarrayas. Purísima del Rincón, Gto. C.P. 36413
yeny.cu@purisima.tecnm.mx

Resumen — Una planta potencial es la fruta del dragón o pitahaya. Esta planta de cactus es eficiente en el uso de agua, rica en betalaínas y antioxidantes, tiene beneficios medicinales y es una fuente de ingresos para los productores. Sin embargo, la producción de pitahaya enfrenta desafíos importantes. Entre estos, las pérdidas debidas a enfermedades juegan un papel importante en la reducción del rendimiento y la rentabilidad de la fruta. Debido a lo anterior en este estudio se evaluó el efecto de tres cepas de B. amyloliquefasciens sobre hongos de Hylocereus. El género Bacillus presenta actividad antimicrobiana ante fitopatógenos inhibe el crecimiento micelial para controlar las enfermedades de la fruta del dragón.

Palabras clave — Hylocereus costaricenses, B. amyloliquefasciens, Pitahaya.

Keywords — Hylocereus costaricensis, B. amyloliquefasciens, Pitahaya.

Abstract — One potential plant is dragon fruit or pitahaya. This cactus plant is water efficient, rich in betalains and antioxidants, has medicinal benefits, and is a source of income for growers. However, pitahaya production faces significant challenges. Among these, losses due to diseases play an important role in reducing the yield and profitability of the fruit. Due to the above, in this study the effect of three strains of B. amyloliquefasciens on Hylocereus fungi was evaluated. The Bacillus genus has antimicrobial activity against phytopathogens, it inhibits mycelial growth to control dragon fruit diseases.

I. Introducción

La pitahaya ocupa hoy un nicho creciente en el mercado de frutas exóticas, así como en los mercados internos de los países productores, como Vietnam, Malasia, Colombia, México, Costa Rica y Nicaragua. En otros lugares, la pitahaya se considera una especie frutal nueva y prometedora. Este éxito puede explicarse en parte por las

atractivas cualidades de la fruta. y características (color y forma atractivos). El árbol de la fruta del dragón es un fruto prometedor porque sus frutos tienen propiedades nutracéuticas, además de ser una especie de fácil manejo y adaptada a las condiciones de baja disponibilidad de agua durante su ciclo, despertando el interés comercial de sus plántulas y frutos. El término genérico "pitahaya" incluye varias especies diferentes, que a menudo pueden ser una fuente de confusión. Actualmente, solo unas pocas especies de pitahaya son comúnmente que se encuentran en el mercado: pitahaya amarilla, una fruta con piel amarilla y pulpa blanca, y pitahaya roja, una fruta con piel roja y pulpa blanca o roja. Estas especies son nativas de la zona tropical y América subtropical. Los principales temas de investigación son la genética, la biología oral, la ecofisiología (composición fisicoquímica) [3,2].

Conocidas por su apariencia distintiva y textura delicada, las plantas de la familia Cactaceae se distinguen fácilmente de las otras familias del reino vegetal. Los frutos de la especie Hylocereus o "pitahayas" o "fruta del dragón" pueden variar desde pequeños (100–250 g) a grandes (200–800 g) dependiendo de la especie [7]. La fruta del dragón es rica en betalaínas que se utilizan ampliamente como colorantes en la industria alimentaria sustituyendo los colorantes sintéticos [1,2].

Hay 17 géneros y 25 especies de patógenos vegetales que actualmente infectan la fruta del dragón. La mayoría causa enfermedades fúngicas en tallos, frutos y flores. Los registros nacionales recientes y nuevos de patógenos asociados con la fruta del dragón se informaron principalmente en los últimos 5 años [1]. Las especies de Hylocereus son nativas de América del Sur, América Central y México. Las especies más comúnmente cultivadas son H. undatus, H. monacanthus, H. megalanthus, y H. costaricenses [7] pero hay 11 especies más en el género Hylocereus [1]. Hylocereus undatus, frutos de piel roja y pulpa blanca (pulpa), es la especie más cultivada en todo el mundo [2]. El control biológico, representa una estrategia innovadora para el manejo de enfermedades de plantas de importancia agrícola, que se basa en la capacidad de un organismo para inhibir el crecimiento o destruir a un fitopatógeno En el suelo existen diversos microorganismos con capacidad antagónica hacia microorganismos fitopatógenos, pero el más estudiado es Thrychoderma, debido a su fácil y rápido crecimiento además de sus características de mico parasitar a otros hongos [5].

II. Materiales y métodos

A. Microorganismos

Las cepas utilizadas en el presente trabajo fueron Bacillus Amyloliquefasciens, hongos de pitahaya.

B. Pruebasdepatogenicidad

La prueba de patogenicidad es el principal criterio para la identificación de bacterias sospechosas de ser agentes etiológicos de una enfermedad vegetal. Esto implica la reproducción de lesiones después de la infección artificial de huéspedes adecuados en condiciones de invernadero. La patogenicidad se define como "la capacidad de un patógeno para causar una enfermedad" [6].

Se utilizaron ramas sanas del árbol de pitahaya, los cuales se desinfectaron con solución de hipoclorito de sodio 0.5 % durante 5 min. Posteriormente, se sumergieron en agua destilada estéril durante 5 min, se colocaron sobre toallas de papel estéril y se dejaron secar a temperatura ambiente. Se realizo la inoculación con herida (punción). Las ramas se colocaron en bolsas de plástico para proporcionar condiciones de humedad, posteriormente cada 72 h se midió la lesión. Finalmente se obtuvieron tres aislamientos hongo 1, hongo 5 y hongo 16 [6].

C. Ensayo de antagonismo

El antagonismo se refiere a la acción de cualquier organismo que suprima o interfiera con el crecimiento normal y la actividad de un patógeno vegetal, como las partes principales de bacterias u hongos. Estos organismos se pueden utilizar para el control de plagas y se denominan agentes de control biológico [4].

En cajas Petri con medio PDA, se coloco una porción de 0.5 mm de diámetro de micelio crecido previamente a

27°C por 7 días en PDA en el centro de la caja. En cada uno de los extremos de la caja Petri por medio de estría se colocó las cepas de Bacillus. se incubo durante tres días a 37°C y se midieron los diámetros de crecimiento del micelio. El efecto antagonista se reporta como el porcentaje de inhibición de Bacillus sobre el hongo calculando mediante la ecuación 1.

$$\%\ de\ inhibición = 100 - DMCT * 100\ (1)\ DMST$$

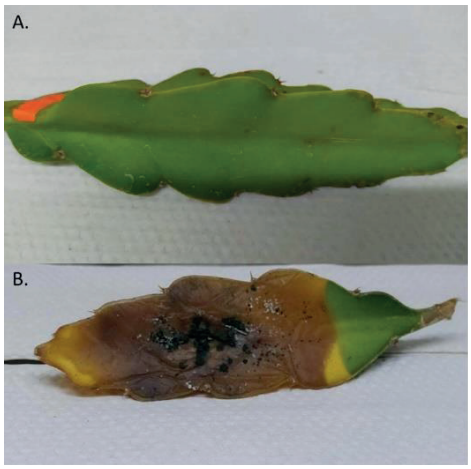
Donde DMST es el diámetro micelial sin tratamiento y DMCT es el diámetro miceliar con tratamiento.

III. Resultados

A. Pruebasdepatogenicidad

Los primeros síntomas del hongo se observaron 3 días después de la inoculación(ddi) (Figura 1). A los 8 ddi todos los aislamientos fueron patogénicos al ocasionar lesiones de 1.4 a 20 cm.

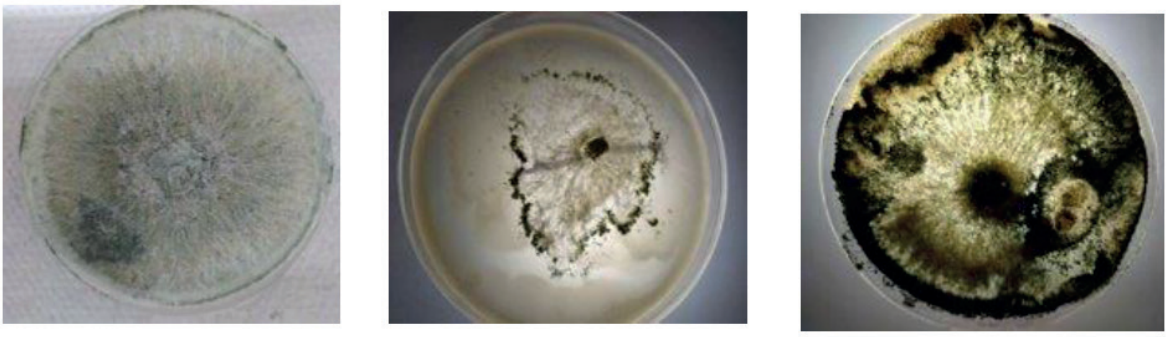
Fig. 1. A) Rama testigo de Pitahaya, B) síntomas observados ocho días después de la inoculación.



B. Característicasmorfológicas

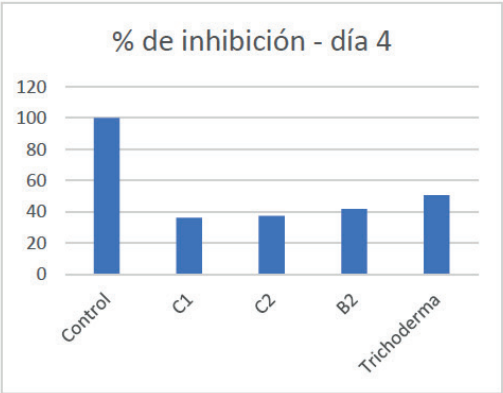
En cuanto al desarrollo de los hongos en medio de cultivo PDA, se puede observar el control desarrollo micelio blanco. Con respecto a la velocidad de crecimiento del patógeno en medio de cultivo se observó que este fue muy rápido a los 7 días.

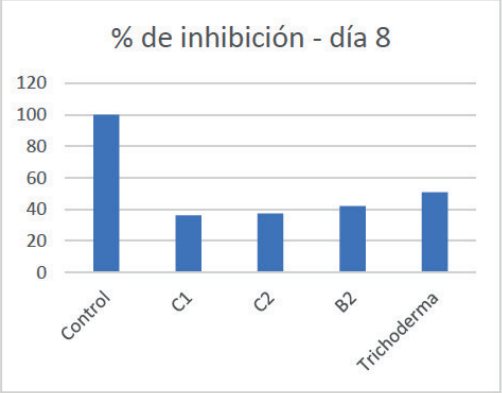
Fig. 2. A) control hongo 16, B) inhibición B. amyloliquefasciens, C) inhibición trichoderma. C. Ensayo de antagonismo



Con la finalidad de obtener el efecto antagonista se reporta como el porcentaje de inhibición de bacillus sobre el hongo se tomaron medidas a los 4 y 8 días, posterior a esto se calcula mediante la ecuación 1. En la gráfica 1 podemos observar el cómo la cepa C1, C2, B2 en el día 4 y 8 inhibieron totalmente al hongo ya que no le permitió crecer, mientras que trichoderma creció un poco mas y se ve reflejado en el día 8.

Gráfica 1. Porcentaje de inhibición A) día 4, B) día 8.





IV. Discusión

Hay varias opciones de control disponibles para determinadas enfermedades de la fruta del dragón y el uso de agentes de control biológico se ha considerado un enfoque de control de enfermedades sostenible y prometedor. El género Bacillus presenta actividad antimicrobiana ante fitopatógenos. Bacillus inhibe el crecimiento micelial para controlar las enfermedades de la fruta del dragón. Entonces si el género bacillus presenta actividad antimicrobiana la especie este estudio presenta que Bacillus amyloliquefasciens puede inhibir el crecimiento de hongos patógenos del género Hylocereus.

V. Conclusiones

Hay un crecimiento mundial de la producción de fruta del dragón del que los productores se están beneficiando. Se podría pensar que, con el aumento de la oferta y la demanda, la producción de fruta del dragón debería ser muy productiva y rentable. Desafortunadamente, existen desafíos asociados con la producción de fruta del dragón que limitan su máximo potencial de producción. Entre estos problemas se encuentran las enfermedades causadas por hongos y bacterias. Los patógenos que causan antracnosis, pudrición de frutos y tallos, podredumbres blandas tienen un impacto significativo en las reducciones de rendimiento. La incidencia de estas enfermedades está aumentando en todo el mundo y en los últimos cinco años así ha sido. Hay varias opciones de control disponibles para determinadas enfermedades de la fruta del dragón y el uso de agentes de control biológico se ha considerado un enfoque de control de enfermedades sostenible y prometedor.

En este estudio las tres cepas de B. amyloliquefasciens y la cepa de thrychoderma hasta los 4 días muestran un efecto inhibitorio frente al hongo 16, sin embargo, a los 8 días posterior a la infección el hongo patógeno supera a las cepas biocontrol.

VI. Agradecimientos

Expreso mi agradecimiento al Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón, al Comité Organizacional del Verano de la Ciencia de la Región Centro y a mi asesora la Dra. Yeny Lizzet Couoh Uicab por todo el apoyo, todos los conocimientos y experiencias adquiridas para la realización de la estancia de verano.

Referencias

[1] Balendres, M., & Bengoa, J. (2019). Diseases of dragon fruit (Hylocereus species): Etiology and current management options. Crop Protection, 126, 104920. https://doi.org/10.1016/j.cropro.2019.104920

[2] le Bellec, F., & Vaillant, F. (2011). Pitahaya (pitaya) (Hylocereus spp.). Postharvest Biology and Technology

of Tropical and Subtropical Fruits, 247–273e. https://doi.org/10.1533/9780857092618.247
[3] de Sousa Antunes, L. F., de Sousa Vaz, A. F., Santos Reis De Andrade Da Silva, M., Fernandes Correia, M. E., Ferreira Cruvinel, F., & Peres Martelleto, L. A. (2021). Millicompost: Sustainable substrate for the production of dragon fruit seedlings (Selenicereus undatus). Cleaner Engineering and Technology, 4, 100107. https://doi.org/10.1016/j.clet.2021.100107
[4] Meetum, P., Leksomboon, C., Kanjanamaneesathian, M., 2017. Potential of Bacillus spp. as biological control agents to suppress anthracnose disease of dragon fruit (Hylocereus undatus). Acta Hortic. (Wagening.). https://doi.org/10.17660/ ActaHortic.2017.1186.20.
[5] Mercado-Silva, E.M., 2018. Pitaya—Hylocereus Undatus (Haw). Exotic Fruits Reference Guide. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803138-4.00045-9.
[6] Nieto-Angel, D., Almaraz-Sánchez, A., Ayala-Escobar, V., Orozco-Santos, M., & Lara-Viveros, F. M. (2019). PRIMER REPORTE DE Colletotrichum coccodes EN FRUTOS DE TOMATE (Solanum lycopersicum) EN MÉXICO. Revista Fitotecnia Mexicana, 42(3), 195–200. https://doi.org/10.35196/rfm.2019.3.195-200
[7] Tel Zur, N., 2015. R&D of pitahayas – dragonfruit – vine cacti: limitations and challenges and the current global market. Acta Hortic. (Wagening.) 1067, 365–370.
23o Verano de la Ciencia de la Región Centro. junio-agosto 2021

Análisis estadístico del efecto de extractos de muérdago ante la inhibición in vitro de diferentes fitopatógenos

Sandra Rodríguez Palomino
Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón
Blvd. del Valle #2301, Guardarrayas. Purísima del Rincón, Gto. C.P. 36413
lrs16110278@purisima,tecnm.mx

Luis Ángel Xoca Orozco
Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón
Blvd. del Valle #2301, Guardarrayas. Purísima del Rincón, Gto. C.P. 36413
luis.xo@purisima,tecnm,mx

Resumen — En el presente trabajo se muestra el efecto antifúngico de los extractos de hoja de muérdago (Psittacanthus calyculatus) sobre los fitopatógenos C. gloeosporioides, Fusarium spp y Curvularia spp de importancia para diferentes cultivos. Los extractos fueron obtenidos con lavados de metanol-acetona-agua. Posteriormente los solventes se eliminaron en un rotavapor a 60°C. Una vez retirado el sobrenadante, el extracto se mezcló a 3 diferentes concentraciones con medio PDA a los cuales se inoculó los fitopatógenos de manera independiente y utilizando un control con solamente medio PDA. Las evaluaciones realizadas fueron crecimiento micelial, porcentaje de inhibición del crecimiento micelial, esporulación final y germinación. Finalmente se realizó una prueba estadística t de student y un ANOVA para comparación de medias ($p<0.05$). Los resultados muestran que la concentración a 5:10 logró una mayor inhibición en las cepas Fusarium spp, Curvularia spp y C. gloeosporioides. Así mismo se observó una disminución significativa de la esporulación y germinación. Estos resultados indican que los extractos de muérdago tienen un potencial para la inhibición in vitro de diferentes fitopatógenos de importancia para la agricultura.

Palabras clave — Muérdago, fitopatógeno, inhibición.

Abstract — The present work shows the antifungal effect of mistletoe leaf extracts (Psittacanthus calyculatus) on the phytopathogens C. gloeosporioides, Fusarium spp and Curvularia spp of importance for different crops. The extracts were obtained with methanol- acetone-water washes. Subsequently, the solvents were removed in a rotary evaporator at 60°C. Once the supernatant was removed, the extract was mixed at 3 different concentrations with PDA medium to which the phytopathogens were inoculated independently and using a control with only PDA medium. The evaluations carried out were mycelial growth, percentage of inhibition of mycelial growth, final sporulation and germination. Finally, a statistical student's t test and an

ANOVA were performed for comparison of means ($p < 0.05$). The results show that the concentration at 5:10 of mistletoe achieved a greater inhibition in the Fusarium spp, Curvularia spp and C. gloeosporioides strains. Likewise, a significant decrease in sporulation and germination was observed. These results indicate that mistletoe extracts have a potential for the in vitro inhibition of different phytopathogens of importance for agriculture.

Keywords — Mistletoe, phytopathogen, inhibition.

I. Introducción

En esta investigación se evalúa la capacidad antifúngica in vitro de diversos extractos de muérdago, esto permitirá plantear nuevas estrategias para el aprovechamiento de esa planta que es considerada una planta parásita difícil de erradicar y que afecta de manera considerable especies vegetales del Área Natural Protegida del Cerro del Palenque de Purísima del Rincón Gto (Decretada Área Natural Protegida desde el 2012). Se evaluará la actividad de los extractos de muérdago para la inhibición del desarrollo in vitro de diferentes Fitopatógenos tales como Colletotrichum gloeosporioides, Fusarium spp y Curvularia spp. que son considerados de importancia y causantes de pérdidas económicas en diferentes cultivos, tanto de la región como a nivel nacional.

Las plantas han sido utilizadas desde la antigüedad debido a su gran riqueza metabólica Siendo la industria farmacéutica ampliamente favorecida por la obtención de diversos compuestos provenientes de plantas. Entre ellos compuestos con actividad antimicrobiana y antifúngica. Pssithacantus calyculatus (Pc), es una planta hemiparásita mejor conocida en las regiones rurales como injerto o muérdago mexicano, es considerada por muchos como una molesta plaga debido a que termina secando los árboles que parásita. No obstante, ha sido utilizado en la medicina tradicional mexicana como remedio para prevenir infecciones cutáneas [1].

II. Marco teórico

Fitopatógenos.

Son hongos y bacterias que atacan antes, durante y después de la cosecha. Los fitopatógenos son un gran problema para la siembra de hortalizas, pues implican un aumento en los costos de producción para controlarlos y pérdidas económicas y biológicas.

Un mismo hongo fitopatógeno puede infectar a varios tipos de planta, aunque sean de diferentes especies. Por lo general, el hongo pasa la mayor parte de su ciclo de vida como parásito en la planta que le sirve de huésped y el resto como saprofito en los residuos vegetales que quedan en el suelo. Es común que el fitopatógeno se reproduzca en la superficie de la planta huésped, o muy cerca de ella, y se disuelva fácilmente como espora. Hay dos clases de ataques: el local, que se desarrolla sólo en una parte de la planta; y el general, que la daña por completo. Un ataque local se puede desencadenar en uno general.

Los principales daños por fitopatógenos son la necrosis; es decir, la muerte del tejido que infectan; la atrofia de toda o parte de la planta, y la hipertrofia, que es cuando la planta crece de más. También es común que se infecten la raíz, el sistema vascular de la planta, y la generación de un tono amarillo y marchitez [2].

Fusarium spp.

Fusarium es un género cosmopolita de hongos ascomicetos filamentosos (Sordariomycetes: Hypocreales: Nectriaceae) que incluye muchos patógenos vegetales productores de toxinas de importancia agrícola. En conjunto, las enfermedades por Fusarium incluyen marchiteces, tizones, pudriciones y cancros de muchos cultivos hortícolas, de campo, ornamentales y forestales en ecosistemas agrícolas y naturales. Fusarium también produce

una variedad diversa de metabolitos secundarios tóxicos (micotoxinas), como tricotecenos y fumonisinas que pueden contaminar productos agrícolas, haciéndolos inadecuados para alimentos o piensos.
Algunas especies de Fusarium producen esporas meióticas (sexuales) y hasta tres tipos de esporas mitóticas (asexuales). Sin embargo, se sabe que todas las especies producen tipos de esporas altas, y menos del 20% de fusarium tiene un ciclo sexual conocido. Como fitopatógenos, fusarium emplea una amplia gama de estrategias de infección. La mayoría puede clasificarse libremente como hemibiotrofos, porque la infección inicialmente se asemeja a la de un patógeno que depende de un huésped vivo (biotrófico), pero eventualmente pasa [3].
Curvularia spp.
Curvularia es un amplio género de hongos dematiáceos que incluye varias decenas de especies, asociadas principalmente a gramíneas y suelo. La especie tipo, Curvularia, se caracteriza por conidióforos simpodiales, fuertemente melanizados, con células conidiógenas provistas de poros ("héticas") y conidios curvos, septados transversalmente y con una célula intermedia hinchada de manera asimétrica. Se caracteriza por sus colonias oscuras, de crecimiento rápido, generalmente con abundante micelio aéreo, conidióforos geniculados y conidios subcilíndricos, cafés, con tres septos y extremos redondeados, más pálidos que las células intermedias, 20-40 × 9-14 µm. Este hongo se encuentra en el ambiente en material vegetal, especialmente pastos, restos vegetales y suelo, y es un patógeno oportunista relativamente frecuente, asociado a sinusitis alérgica o invasora, abscesos cerebrales, queratitis e infecciones cutáneas y pulmonares.[4]
Colletotrichum gloeosporioides.
El hongo C. gloeosporioides es uno de los géneros patógenos de plantas más importantes y de mayor distribución en el mundo ya que ataca especialmente cultivos de regiones tropicales y subtropicales. La sintomatología se presenta en las hojas, pecíolos y/o tallos. Inicialmente las hojas afectadas presentan puntos rojizos, las lesiones crecen en forma irregular y se unen entre sí ocasionando necrosis total de la hoja. En cuanto a las condiciones predisponentes, tenemos que la enfermedad se ve favorecida durante los periodos de invierno por lluvias intensas y fuertes con alta humedad relativa, ocasionando en muy poco tiempo brotes epidémicos severos que comprometen casi toda la planta en desarrollo [5].

III. Metodología

Obtención de extractos
Se realizó una separación de hojas, tallos y flores de las muestras del muérdago tomadas del palenque, se realizó el pesado de cada una de las secciones y después se lavaron por separado hojas, tallos y flores en una solución de agua con cloro al 5%. Posteriormente se llevó a cabo un proceso de secado a temperatura de 60 °C hasta humedad constante. Una vez seca las muestras fueron trituradas hasta tener un polvo fino por último se usó un tamiz 0.25mm para obtener una mayor superficie de contacto de la muestra. Para la obtención de extractos de realizó un lavado con metano-agua y un segundo lavado con acetona-agua. Posteriormente los extractos se mezclaron y los solventes fueron eliminados con ayuda de un rotavapor a 60°C durante 2 horas.
Evaluación de la actividad antifúngica
Por cada uno de los diferentes extractos se utilizaron 3 tratamientos con diferentes concentraciones de extracto. Los extractos fueron mezclados con medio PDA de la siguiente manera; T1 se mezclaron 1mL de extracto/ 14 mL de PDA, para T2 se mezclaron 2mL de extracto/ 12mL de PDA y para la T3 se mezcló 5mL de extracto/ 10mL de PDA. Después de que el agar se solidifico, se tomaron discos de 4 mm de diámetro de un medio sólido (PDA) conteniendo crecimiento del fitopatógeno (Figura 3). Todos los tratamientos se incubaron a 26 oC, hasta que las cajas Petri testigo (sin adición de extracto) ocuparon el 100% de crecimiento.

Cada tratamiento se realizó por triplicado. Las evaluaciones in vitro a realizar fueron: crecimiento micelial, porcentaje de inhibición del crecimiento micelial, esporulación final y germinación.

IV. Resultados

Porcentaje de inhibición del crecimiento micelial (%ICM)

Se tomaron medidas del crecimiento radial de todas las muestras tres días, hasta que la caja control abarco los bordes de la caja de Petri. Se recaudaron todas las mediciones de cada uno de los testigos y de cada uno de los tratamientos, se calcularon los promedios de estas mediciones, así mismo la desviación estándar de estas y el índice de crecimiento micelial (ICM) el cual se observa gráficamente en la (Figura 1). Los resultados del %ICM se muestran en la Tabla 1.

Figura 1. Crecimiento micelial de los tratamientos en milímetros con respecto al día de incubación. A) C. gloeosporioides. B) Fusarium spp. y C) Curvularia spp.

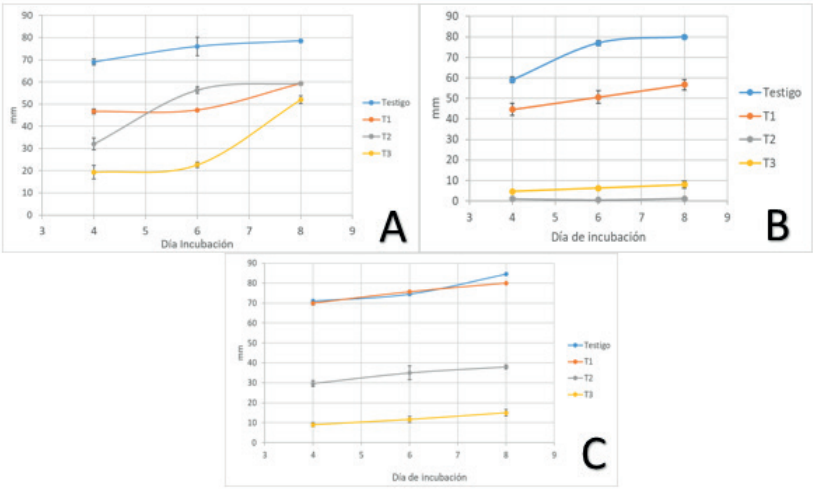


Tabla 1. Porcentaje de inhibición del crecimiento micelial (%ICM) de Colletotrichum, Fusarium y Curvularia en cada uno de los testigos y en cada tratamiento de acuerdo al día de medición

Tratamiento	Colletotrichum	Fusarium	Curvularia
T1	25.73 ± 0.77	30.70 ± 3.31	5.59 ± 00
T2	26.62 ± 0.77	64.91 ± 1.52	57.76 ± 1.24
T3	35.57 ± 2.32	94.74 ± 2.28	86.34 ± 2.15

Nota: Promedio ± desviación estándar, n=3

Como se observa en las gráficas de la Figura 1 los resultados muestran que el tratamiento con más acción inhibidora es el tratamiento T3, esto para los fitopatógenos diferentes de C. gloeosporioides y Curvularia spp. en Fusarium spp. el tratamiento con más actividad inhibidora fue el T2. Tambien se tiene como resultado que el tratamiento T1 en Curvularia spp. no tuvo gran diferencia en el crecimiento micelial comparado con el control lo que nos dice que para este fitopatógeno la actividad inhibidora del extracto de muérdago a la concentración 1:14 es menor que en la de los otros a esta misma concentración

Esporulación final

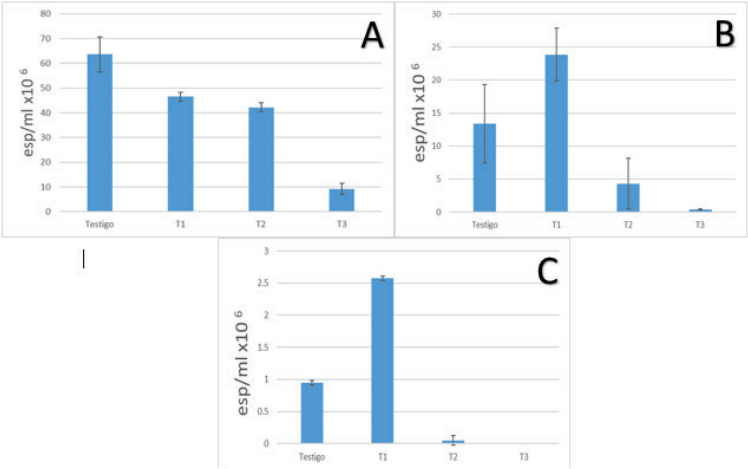
Se observa de manera gráfica el número de espora de cada tratamiento para cada uno de los fitopatógenos y como resultados tenemos que para C. gloeosporioides el número de esporas/ mL disminuye conforme al aumento de concentración de extracto de muérdago lo que nos dice es que la actividad inhibidora en este del extracto en este fitopatógeno aumenta con forme aumenta la concentración de este. Mientras tanto para Fusarium sp. y Curvularia sp. se presenta un comportamiento similar en ambos fitopatógenos pues en el tratamiento T1 en ambos, el número de esporas es mayor a las presentes en el control y para los tratamientos T2 y T3 el número de esporas disminuye considerablemente, tal que Curvularia sp. en el tratamiento T3 no hay esporas presentes. Lo cual nos dice que esa concentración la actividad inhibidora es muy buena, la disminución considerable de esporas del tratamiento T1 al tratamiento T2 puede ser debido al estrés que genera el extracto del muérdago, pero no es el suficiente como para inhibir los fitopatógenos hasta que en el T2 la concentración de extracto aumenta y da pie a la inhibición.

Porcentaje de germinación

El porcentaje de germinación fue nulo en todos los ensayos de los tratamientos excepto en un ensayo del tratamiento T3. Para C. gloeosporioides y Fusarium sp; Fusarium sp. muestra un porcentaje de germinación del 14% en dicho ensayo y C. gloeosporioides un 2%. Para Curvularia sp. no se muestran resultados de germinación debido al limitante tiempo, pues no se fue suficiente para realizar este conteo, así mismo los análisis estadísticos, t de student y el ANOVA no son presentados por esta misma razón pues aún se encuentran procesando.

V. Conclusiones

Figura 2. Número de esporas presentes en cada uno de los testigos y tratamientos de los tres fitopatógenos. A) C. gloeosporioides. B) Fusarium sp. C) Curvularia Sp



El resultado de este trabajo reveló claramente que Psittacanthus calyculatus recolectado de árboles de mezquite del palenque tiene la capacidad de inhibir fitopatógenos como C. gloeosporioides, Fusarium sp. y Curvularia sp. de manera efectiva, exhibiendo que su actividad antifúngica y es muy prometedora para su uso como agente antimicrobiano.

Este trabajo apoya aún más los usos de Psittacanthus calyculatus como funguicida en algunos cultivos donde se encuentren los fitopatógenos mencionados anteriormente u algunas otras especies que presenten características y comportamientos similares a estos. Esta recomendación se hace basada principalmente en los datos obtenido puesto que la función inhibidora es muy notoria desde el momento en que los ensayos presentan inhibición del

crecimiento micelial considerablemente menores a los del testigo además que esto es reflejado en el %ICM con algunos tratamientos, principalmente los tratamientos T2 y T3 donde con este ultimo la inhibición micelial es mayor al 90%, además de presentar en promedio un porcentaje de germinación igual o menor al 5%.

VI. Reconocimientos (o agradecimientos)

Expreso mi agradecimiento, al Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón, al Dr. Luis Ángel Xoca Orozco y a los organizadores del verano de la Ciencia Región Centro por las facilidades y el apoyo otorgado para la realización de la estancia de verano.

Referencias

[1] J. M. Ortega-Cervantes, V. Lopez-Ramirez, R.M. Adame- Alvarez, et al., "actividad antimicrobiana de extractos de hoja de muérdago Pssithacantus calyculatus", jóvenes en la ciencia, Vol.1, No.3, pp 26. Disponible en http://repositorio.ugto.mx/bitstream/20.500.12059/3116/1/Actividad%20antimicrobiana%20de%20ext ractos%20de%20hoja%20de%20mu%c3%a9rdago%20Pssithacantus%20calyculatus.pdf [consultado en 2021].
[2] Seminis. (02 de Diciembre de 2015). Disponible en https://www.seminis.mx/blog-que-son-los-fitopatogenos/
[3] Li-Jun Ma, David M. Geiser, Robert H. Proctor, et al. "Fusarium Pathogenomics", Further Annual Review of Microbiology, Vol 67, pp.1 disponible en https://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev-micro-092412-155650
[4] Madrid Hugo, Cárcamo Carolina y Tapia Cecilia "Curvularia spicifera", Rev Chilena Infectol 2019; Vol. 36 no.5 pp. 646-647 Centro de Genómica y Bioinformática, Facultad de Ciencias, Universidad Mayor. Disponible en https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0716- 10182019000500646&lng=es&nrm=iso
[5] Pérez-Castro, L. M; Saquero M. J; Beltrán-Herrera; J. D., "Caracterización morfológica y patogénica de Colletotrichum sp. como agente causal de la antracnosis en ñame Dioscorea sp." Revista Colombiana de Biotecnología, vol. V, núm. 1, Julio, 2003, pp. 24-35 Universidad Nacional de Colombia Bogotá, Colombia disponible en https://www.redalyc.org/pdf/776/77650104.pdf

Análisis por docking molecular de triterpenos de la familia Passifloracea sobre las enzimas ACE y AT1 humanas.

María Fernanda Guerrero Aguilar
Universidad Autónoma de Aguascalientes Avenida Universidad # 940, C.U., 20131 Aguascalientes, Ags.
mafer.guerrero.hawaii4@gmail.com

Felipe Guadalupe Carrillo Landell
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato Irapuato-Silao km 12.5 El Copal, 36821 Irapuato, Gto.
felipe.cl@irapuato.tecnm.mx

Resumen — Los objetivos de este estudio se enfocaron en el análisis in silico de metabolitos secundarios del Maracuyá (Passiflora edulis) mediante análisis de acoplamiento (docking) molecular para evaluar su papel como reguladores de la Enzima Convertidora de Angiotensina (ACE, de sus siglas en inglés) y de su Receptor (AT1, de sus siglas en inglés), y así comprobar su posible inhibición mediante la unión a su sitio activo. Este análisis se basa en la literatura que hace referencia al uso de extractos de las hojas y del jugo del fruto de Passiflora edulis, mostrando efectividad en la disminución de la presión arterial en ensayos clínicos con pacientes en tratamiento con fármacos inhibidores de la ACE, así como en estudios preclínicos.

Palabras clave — Passiflora edulis (Maracuyá), Inhibición de ACE, Docking, HAS (Hipertensión Arterial Sistémica)

Keywords — Passiflora edulis (Passion fruit), ACE inhibition, Docking. AHT

Abstract — The objectives of this study focused on the in silico analysis of secondary metabolites of Passion Fruit (Passiflora edulis) by molecular docking analysis to evaluate their role as regulators of Angiotensin Converting Enzyme (ACE) and its Receptor (AT1), and thus verify their possible inhibition by binding to their active site. This analysis is based on the literature that refers to the use of extracts of the leaves and juice of the fruit of Passiflora edulis, showing effectiveness in lowering blood pressure in clinical trials with patients under treatment with ACE inhibitor drugs, as well as in preclinical studies.

I. Introducción

La hipertensión arterial sistémica (HAS) es el factor de riesgo cardiovascular con mayor prevalencia en el mundo, afectando más de 1,130 millones de personas según la OMS. La prevalencia aumenta con la edad, y se prevé que en el año 2025 la HAS afectará a más millones de personas [1]. La HAS es uno de los principales factores de riesgo y de las primeras causas de mortalidad en el mundo, ya que puede producir daños cardiacos, considerándose así una enfermedad sistémica [2]. Dentro de los regímenes antihipertensivos, los inhibidores del sistema renina-angiotensina-aldosterona (RAS) tienen un papel prominente en el tratamiento de la hipertensión y de la enfermedad cardiovascular. Dentro de las opciones terapéuticas hay tres clases de inhibidores del RAS, la clase inhibidora de la ACE es de mayor relevancia para este estudio, puesto que inhiben la conversión de Angiotensina I (AngI) a Angiotensina II (AngII) reduciéndose la resistencia vascular sistémica y la presión arterial media diastólica y sistólica en los diversos estados hipertensivos [3].

Investigaciones realizadas demuestran que el uso de extracto de las hojas de Passiflora edulis es una buena fuente terapéutica ya que presenta una gran cantidad de componentes químicos [4]. La especie de maracuyá es fuente útil de nuevas moléculas biológicas que pueden ser potentes fitofármacos en el futuro [5]. Los cuatro componentes que pueden ser de importancia son βSitostenona, Isoorientina, Piceatannol y Scirpusina B [4], otra sustancia que también es relevante es el Resveratrol que se encuentra en la uva y el cacahuate [6], con ellos se busca identificar el posible efecto que tendrían estos ligandos en los sitios activos de ACE y el receptor AT1.

II. Materiales y métodos

A. Programas y adquisición de cristales y ligandos de bases de datos

Se obtuvieron cristales de la ACE y del receptor AT1 mediante la plataforma RCSB PDB (Protein Data Bank) (https://www.rcsb.org/) en formato PDB. Las estructuras de los ligandos se obtuvieron en PubChem Compound Database (https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/). El arreglo molecular y geométrico de las macromoléculas fue mediante el software Chimera V. 1.15, en el cual se limpió la proteína referenciada mediante su ID registrado en una base de datos estandarizada y posteriormente se eliminaron todos aquellos átomos ajenos a las moléculas a estudiar. Las estructuras optimizadas de los ligandos fueron convertidas en formato (MOL2) mediante el software Avogadro V1.2.0, donde se modificaron los estados de protonación de la molécula y se convirtió a un modelo tridimensional con el formato MMFF94, para así comenzar el proceso de separación de átomos de la molécula hasta llegar a una derivada de energía mínima (0.0001 kJ/mol).

B. Selección de objetivos moleculares

Las macromoléculas empleadas fueron las siguientes: Enzima Convertidora de Angiotensina (ACE) (ID: 1O8A) y el Receptor de Angiotensina 1 (AT1) (ID: 4ZUD). Los ligandos empleados fueron: Isoorientina (CID 114776), β-Sitostenona (CID 60123241), Piceatannol (CID 667639), Resveratrol(CID445154),ScirpusinaB(-CID 5458999).

C. Docking molecular

El docking se realizó mediante el software AutoDock Tools V1.5.6. Los pasos a seguir consistieron primero, en la edición de la macromolécula, a la que se le adicionaron hidrógenos polares, se fusionaron los hidrógenos no polares (MergeNonPolar), y se agregaron las cargas de Kollman; posteriormente, se guardó el archivo en formato PDB. Del mismo modo los ligandos se editaron agregando hidrógenos, cambiando y calculando las cargas de Gaisteiger, se fusionaron los hidrógenos no polares para finalmente guardar el archivo con extensión PDBQT. Ya teniendo los componentes completos se realizó la interacción que consistió en seleccionar la caja que se encuentra en la zona del sitio activo de ambas macromoléculas, identificando así la mejor zona de interacción. Después se guardó la configuración de la caja con el espacio de acoplamiento en formato GPF. Una vez identificada la

zona de acoplamiento, se ejecutó el docking en la aplicación AutoDock, lo cual generó los resultados del docking en formato DLG y finalmente se procedió al análisis. Una vez identificadas las conformaciones óptimas para cada acoplamiento de las macromoléculas con los distintos ligandos empleados, se procedió a guardar y registrar cada una de ellas en un archivo con formato PDBQT.

D. Generación de imágenes 2D

Para la generación de las imágenes de dichas conformaciones en 2D se utilizó el software Babel 2.3.1, empleado para la conversión de los archivos en formato PDBQT a PDB, el cual permite obtener el diagrama en la aplicación Online Protein Plus en formato PNG.

III. Resultados y discusión

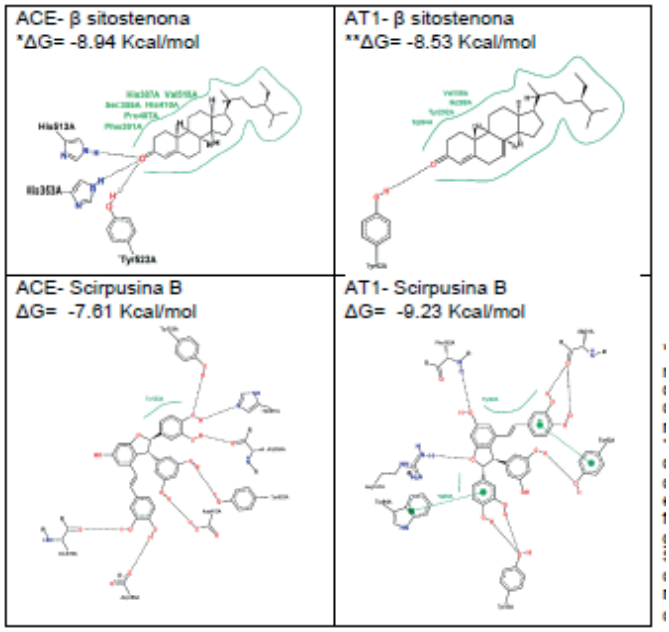
Tabla 1. Análisis por docking molecular de metabolitos secundarios de la familia Passifloraceae sobre las macromoléculas ACE y AT1 humanas.

Macro-molécula	Ligando	RMSD de referencia	Energía de unión (kcal/mol)	Constante de inhibición (Ki) (µM)	No. Puentes de hidrógeno	Aminoácidos involucrados en la interacción
Enzima Convertidora de Angiotensina (ACE)[*]	Isoorientina[1]	71.03	-6.24	26.85	5	HIS383, TYR523, RG402, TYR394, GLU411
		71.05	-6.21	27.92	5	HIS383, TYR523, ARG402, TYR394, GLU411
		71.21	-5.61	77.42	4	HIS383, ALA354, TYR523, ARG402
	β-Sitostenona[2]	56.64	-9.13	0.20264	ND	ND
		55.14	-8.21	0.95647	ND	ND
		60.65	-9.13	0.20408	ND	ND
	* β- Sitostenona[2]	* 63.35	-8.94	0.27926	2	HIS353, HIS513
	Piceatannol[3]	73.71	-6.99	7.52	7	ASN70, ASN70, GLU384, HIS383, GLU411, HIS387, ARG522
		73.82	-6.89	8.87	7	ASN70, ASN70, GLU411, HIS383, GLU384, HIS387, ARG522
		73.76	-6.64	13.47	5	ASN70, GLU411, GLU384, ARG522, HIS387
	Resveratrol[4]	70.40	-6.90	8.7	5	ALA354, ASP358, HIS383, TYR523, HIS387
		70.46	-6.87	9.24	4	ALA354, TYR523,HIS383, HIS387
		70.37	-6.85	9.5	6	ALA354, ASP358, HIS383, GLU411, TYR523, HIS387
	Scirpusina B[5]	65.77	-7.61	2.64	4	GLU411, HIS383, TYR523, GLU384
		66.47	-6.98	7.62	3	HIS383, HIS387, TYR520
		65.46	-6.96	7.94	5	GLU376, HIS513, HIS353, ASN277, ASP415
Receptor AT1[6]	Isoorientina[1]	77.43	-5.94	44.10	4	TYR35, TYR92, THR88, ARG167
		77.33	-5.79	56.87	4	TYR35, PRO19, PRO19, TYR35
		77.76	-5.26	140.38	2	PRO19, ALA21
	β-Sitostenona[2]	76.60	-10.24	0.03105	ND	ND
		76.36	-9.97	0.04906	ND	ND
		76.26	-9.57	0.09611	ND	ND
	∞ β-Sitostenona[2]	∞75.49	-8.53	0.56283	1	THR88
	Piceatannol[3]	74.19	-6.57	15.34	3	GLY203, GLY196, GLY196
		74.13	-6.55	15.94	3	GLY196, GLY196, LY203
		74.26	-6.41	20.17	1	GLY203
	Resveratrol[4]	70.56	-6.37	21.48	2	GLY196, THR260
		70.51	-6.18	29.28	2	GLY196, THR260
		70.01	-6.03	37.99	2	GLY196, THR260
	Scirpusina B[5]	74.53	-9.23	0.17244	7	TYR35, ALA21, ARG167, PHE182, TYR35, TYR92, ALA21
		74.49	-9.17	0.19055	7	TYR35, ALA21, ARG167 PHE182, TYR35, TYR92, ALA21
		74.44	-9.04	0.23674	6	TYR35, ALA21, ARG167, PHE182, TYR35, ALA21

Todas las macromoléculas se minimizaron para mejorar sus métricas, si las métricas no mejoraron entonces se trabajó con el cristal original.

Se realizaron 10 conformaciones de interacción para cada ligando, sin embargo, sólo se muestran las tres mejores. ND; No determinado.
¥ https://www.rcsb.org/structure/1O8A
§ https://www.rcsb.org/structure/4ZUD
* La conformación 7 es la octava mejor conformación, presenta puentes de hidrógeno y tiene representación gráfica. ∞ La conformación 5 es la octava mejor conformación, presenta puentes de hidrógeno y tiene representación gráfica. 1 https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/114776
2 https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/60123241
3https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/667639
4https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/445154
5 https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/5458999

Tabla 2. Representación esquemática 2D de las interacciones ligando-macromolécula de las mejores conformaciones del docking molecular (ver Tabla1), empleando la aplicación Online Protein Plus.



* La conformación 7, es la octava mejor, tiene una energía de unión de ΔG=-8.94 Kcal/mol, entre otros factores, lo cual favorece la representación gráfica.
** La conformación 5, es la octava mejor, tiene una energía de unión de ΔG=-8.53 Kcal/mol, entre otros factores, lo cual favorece la representación gráfica.
Se muestra la mejor conformación de acuerdo al ranking del archivo DLG para cada interacción.
En la Tabla 1, se describen los resultados del análisis por docking molecular entre los metabolitos mencionados de la familia Passifloraceae sobre la enzima ACE y el receptor AT1 humanas. Para la interpretación de dichos valores se tomaron en cuenta los resultados de RMSD (Root Mean Square Deviation), la cual representa la distancia promedio entre los átomos de las moléculas superpuestas, la constante de inhibición (Ki), que representa la afinidad de la interacción entre los ligandos y la macromolécula (ACE y AT1), y la energía de unión expresada en Kcal/mol. A su vez, se mencionan las diferentes conformaciones a las cuales las moléculas mostraron mejor interacción, así como los puentes de hidrógeno con los aminoácidos. Para fines del análisis mediante docking de

las moléculas mencionadas, se tomaron en cuenta los mejores resultados para cada uno de los ligandos (Isoorientina, β-Sitostenona, Piceatannol, Resveratrol y Scirpusina B).
De acuerdo con dicho análisis, se pudo concluir que el metabolito que mostró tener mayor interacción con la enzima convertidora de angiotensina (ACE) fue la β-Sitostenona en su conformación 7 y en su conformación 5 con AT1, lo cual se traduce en una mayor actividad inhibitoria para las funciones vasoconstrictoras de la enzima, según los valores de energía de unión (-8.94 y -8.53 Kcal/mol, respectivamente) y su constante de inhibición (279.26 y 562.83 nM, respectivamente). Para ambas macromoléculas, éste ligando fue el único que inhibió a ambas moléculas a un valor o nivel nanomolar, a diferencia de los restantes ligandos, los cuales mostraron valores a nivel micromolar. Esta interacción demuestra un gran potencial en el metabolito β-Sitostenona para fungir como posible ligando diana en el control o tratamiento de la HAS.
En cuanto a la Tabla 2, se muestran primeramente las imágenes en 2D de las interacciones de la ACE y el AT1 con el ligando β-Sitostenona, en donde se tomaron las conformaciones 7 y 5 respectivamente, donde claramente se pueden apreciar las interacciones formadas ya sea mediante puentes de hidrógeno con los aminoácidos HIS353 y HIS513 para el primer caso y con THR88 para el segundo caso. Del mismo modo se puede apreciar que están presentes otros tipos de interacciones, lo cual hace referencia al contorno color verde en las imágenes. En el caso del ligando Scirpusina B, éste presentó mayor interacción de puentes de hidrógenos y gráficamente se demuestra en la Tabla 2 en donde se aprecia una estructura más compleja.
Estudios recientes describen que al realizar un acoplamiento molecular de la ACE (Cristal obtenido de la plataforma RCSB PDB con ID 1O8A) con la proteína LSGYGP (obtenida de la piel de Tilapia (Oreochromis niloticus) se generaron enlaces con los aminoácidos TYR523 y HIS383 [7], lo cual al compararlo con los resultados obtenidos descritos en la Tabla 1, se pude apreciar que ligandos como la Isoorientina y el Resveratrol en sus tres mejores conformaciones y la Scirpusina B en su primera mejor conformación presentaron enlaces con el mismo aminoácido mencionado anteriormente (TYR523). Del mismo modo se identificó que nuevamente la Isoorientina y el Resveratrol presentaron enlaces en las tres mejores conformaciones con el aminoácido HIS383, mientras que el Piceatannol y la Scirpusina B los presentaron únicamente en las primeras dos mejores conformaciones también con este aminoácido. Proporcionando así un mejor panorama y verificación de que el uso de estos ligandos provenientes de Passiflora edulis puedan ser utilizados en estudios posteriores.
Tomando nuevamente en cuenta los aminoácidos mencionados en la Tabla 1, se puede apreciar que la mayoría de éstos interactúan de la misma forma con otros tipos de ligandos, como con proteínas de la leche, tal como se describe en ciertas investigaciones en donde se mencionan varios péptidos de la leche que interaccionan con la ACE. Los aminoácidos involucrados en algunos de estas interacciones fueron: TYR523, TYR520, HIS513, HIS383 y GLU384 [8].
Igualmente, para la macromolécula AT1 al comparar los aminoácidos involucrados en la interacción con los propuestos en ciertos trabajos de investigación, se puede apreciar que uno de los más importantes fue TYR35 [9], el cual al observar la Tabla 1, éste participa en la interacción con la Isoorientina en las dos primeras mejores conformaciones y en las tres primeras de la Scirpusina B, lo cual también está representado en la Tabla 2, ya que la interacción de ésta macromolécula con dicho ligando fue considerada como una de las mejores.

IV. Conclusiones y recomendaciones

El ligando β-Sitostenona fue el que presentó los mejores resultados en el acoplamiento, tanto para la primera macromolécula (ACE), como para la segunda (AT1), convirtiéndose en un objetivo de estudio para futuros posibles tratamientos contra la HAS.
En cuanto al acoplamiento entre el ligando Scirpusina B con el receptor AT1, también se obtuvieron buenos

resultados, por lo que este metabolito también se puede considerar posible candidato para estudios posteriores en tratamientos contra la HAS.

V. Reconocimientos (o agradecimientos)

Expreso mi agradecimiento a la Benemérita Universidad Autónoma de Aguascalientes y al comité de Verano de la Ciencia de la Región Centro por las facilidades y el apoyo otorgado para la realización de la estancia de verano, así como al CONACYT y al Dr. Felipe Guadalupe Carrillo Landell y la Dra. Dora Alicia Álvarez Medina por su dedicación a la investigación y la accesibilidad que mostraron para la realización de este proyecto.

Referencias

1. Organización Mundial de la Salud (OMS). Hipertensión. Disponible en https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/hypertension [consultado en 2021]
2. G. Saturno, Cardiología, Ed. Manual Moderno. Ciudad de México, 2017.
3. B. Laurence, G & G: Las bases farmacológicas de la terapéutica, Ed. McGraw-Hill SA de CV. Ciudad de México, 2018.
4. X. He, F. Luan, Y. Yang, et al., "Passiflora edulis: An Insight Into Current Researches on Phytochemistry and Pharmacology". Frontiers in Pharmacology. Vol. 11. Disponible en doi: 10.3389/fphar.2020.00617 [consultado en 2021]
5. K. Dhawan, S. Dhawan, & A. Sharma., "Passiflora: a review update". Journal of Ethnopharmacology, Vol 94, pp 1–23. Disponible en doi:10.1016/j.jep.2004.02.023 [consultado en 2021]
6. T. H. Sanders, R. W. McMichael, & K. W. Hendrix., "Occurrence of Resveratrol in Edible Peanuts". Journal of Agricultural and Food Chemistry, Vol. 48, pp 1243–1246. Disponible en doi:10.1021/jf990737b [Consultado en 2021] LO de resveratrol
7. J. Chen, B. Ryu, Y. Y. Zhang, et al., "Comparison of an angiotensin-converting enzyme inhibitory peptide from tilapia (Oreochromis niloticus) with captopril: Inhibition kinetics, in vivo effect, simulated gastrointestinal digestion and a molecular docking study." Journal of the Science of Food and Agriculture. Disponible en wileyonlinelibrary.com DOI 10.1002/jsfa.10041 [consultado en 2021].
8. R. Vukic, D. V. Vukic, S. D. Milanovic, et al., "In silico identification of milk antihypertensive di- and tripeptides involved in angiotensin I–converting enzyme inhibitory activity". Nutrition Research, Vol. 46, pp 22–30. Disponible en doi:10.1016/j.nutres.2017.07.009 [consultado en 2021]
9. B. Aksoydan, I. Kantarcioglu, I. Erol, et al., "Structure-based design of hERG-neutral antihypertensive oxazalone and imidazolone derivatives". Journal of Molecular Graphics and Modelling, Vol. 79, pp 103–117. Disponible en https://doi.org/10.1016/j.jmgm.2017.10.011 [consultado en 2021]

Estrategias actuales de comercialización de productos alimenticios saludables

María Lorena Salas Mendoza
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato Silao-Irapuato km 12.5 El Copal, C. P. 36821 Irapuato, Gto.
LIS18110411@irapuato.tecnm.mx

María Rico Martínez
Instituto Tecnológico Superior de Abasolo Cuitzeo de 401 Cuitzeo de los Naranjos, C. P. 36976, Los Naranjos, Abasolo, Gto.
maria.rico@tecabasolo.edu.mx

Resumen – Cada vez se observa más la compraventa por redes sociales, ya que las empresas o emprendedores han observado que es una buena propuesta para vender sus productos; hoy en día en el mercado se han incorporado diversos productos saludables para que las personas las consuman en su día a día, y de esa manera tengan una mejor alimentación. Los vendedores deben estar conscientes de los métodos que deben tener para tener una buena venta, teniendo buena comunicación con los consumidores para proporcionarles lo que buscan de acuerdo con el perfil del consumidor. A partir de una recopilación de datos y cuantificación se conocen algunos factores para tener mejores estrategias de venta como la edad del consumidor o el motivo por el que compra ese producto.

Palabras clave – Redes sociales, estrategias, alimentos saludables

Abstract – More and more buying and selling through social networks is observed, since companies or entrepreneurs have observed that it is a good proposal to sell their products; Today in the market various healthy products have been incorporated so that people consume them in their day-to-day lives, and thus have a better diet. Sellers must be aware of the methods they must have to have a good sale, having good communication with consumers to provide them with what they are looking for according to the consumer's profile. From a data collection and quantification, some factors are known to have better sales strategies such as the age of the consumer or the reason why they buy that product.

Keywords – Social networks, strategies, healthy food

I. Introducción

En México se han registrado 80.6 millones de usuarios de Internet en el 2019, representando el 70.1% de la población de seis años o más [9], esto nos indica que el internet a tenido un gran impacto en las actividades de los mexicanos; las redes sociales son alguna de las causas que provoca que más personas estén conectadas al internet, esto se debe a que se utilizan para la comunicación de información, actualmente el entorno corporativo a utilizado esta fuente para la comercialización, publicidad y promoción [6], así como también creando más negocios. En la actualidad, los consumidores han utilizado las redes sociales para compartir crear modificar y comentar lo que publican los usuarios, provocando un impacto en la compra y reputación de empresas, ventas, productos, entre otros [6]. Últimamente, se ha mostrado un incremento en las ventas en redes sociales, donde podemos encontrar diversos productos y/o servicios, entre ellos productos saludables como harinas, bebidas, snacks y demás, de esta manera puede ser más demandante el consumo de alimentos saludables, ya que se puede consultar con el vendedor o personas que lo han consumido para saber si vale la pena comprar los alimentos, teniendo en cuenta si es un buen servicio de venta que tienen, precios, sabores, calidad y valores nutricionales [2].

La sana alimentación es un factor indispensable en la vida del ser humano, ya que al tener una buena alimentación podemos evitar enfermedades y estar más sanos; hoy en día en el mercado se han incorporado diversos productos saludables para que las personas las consuman en su día a día, y de esa manera obtengan resultados más eficientes.

Es importante tener una alimentación de acuerdo con nuestras condiciones físicas y médicas, consultando a nutriólogos, para tener un mejor beneficio de lo que consumimos [2]. En los últimos años, se han realizado productos para personas que tienen problemas con el consumo de lactosa, gluten, grasas y azúcares, para que no limiten su alimentación y puedan comer más a gusto sus antojos, así como también productos para personas que realizan deportes o cuidan su belleza.

Tanto el deporte como la belleza son factores que influyen de manera positiva en la salud, ya que el cuidado de la piel y del físico nos brindan efectos positivos en nuestra salud, donde podemos prevenir o tratar enfermedades cardiacas, respiratorias, metabólicas, cutáneas, entre otras [10]; también nos puede ayudar en tener una vida óptima.

Por lo tanto, en este trabajo se conocerán las formas en que se comercializan los productos alimenticios saludables para que las personas tengan una mejor vida sin problemas de nutrición o enfermedades.

II. Marco teórico

Las redes sociales han tenido un papel importante en la comunicación entre las empresas y su público por medio de Facebook, YouTube, etc. Las redes sociales se utilizan de diversas formas por parte de las empresas como programas de satisfacción del cliente, mercadotecnia, ventas en la red y muchas otras aplicaciones de negocios [4].

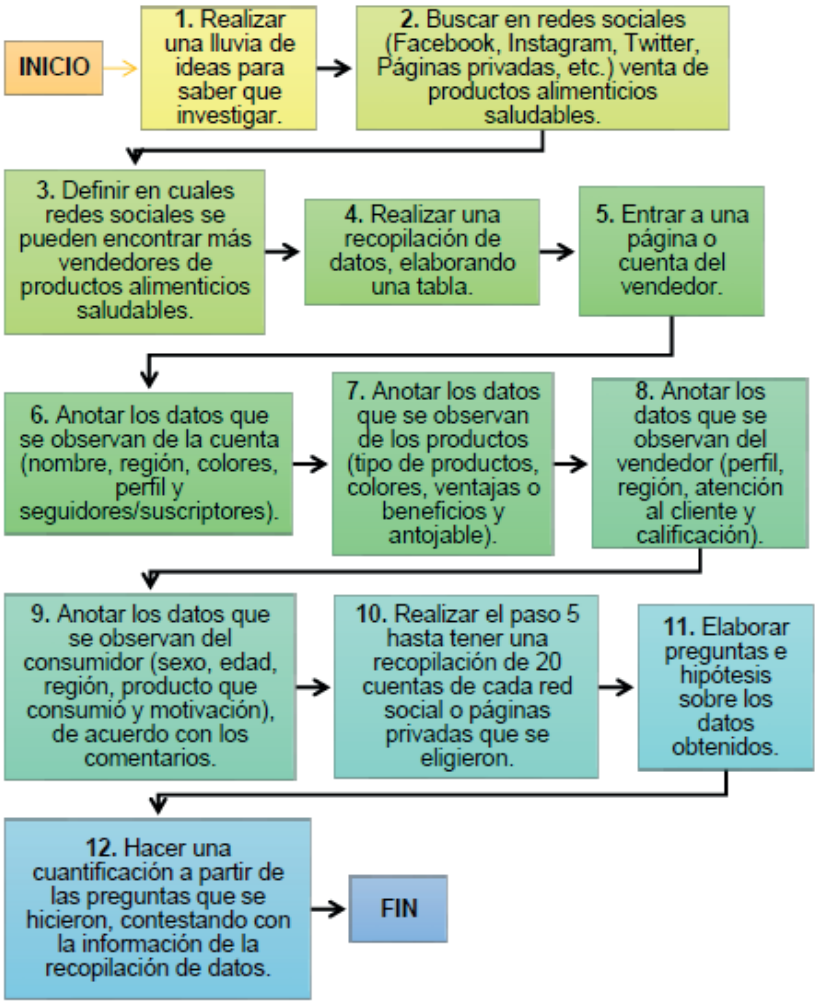
El emprendimiento es la acción de crear un negocio o negocios, al mismo tiempo que lo construyes y escalas para generar ganancias. El emprendimiento también involucra el transformar al mundo resolviendo grandes problemas, como iniciar un cambio social, crear un producto innovador o presentar una nueva solución que le cambie la vida a un grupo de personas [7]. Por ello es por lo que últimamente se han observado que los emprendedores son quienes más realizan ventas en las redes sociales, ya que las redes sociales se han convertido en un canal perfecto para que pequeños y medianos empresarios se den a conocer.

Cada vez se han realizado investigaciones sobre los alimentos, dada la alta incidencia de enfermedades crónicas y cáncer, y el reconocimiento de que la dieta, como parte de un estilo de vida saludable, tiene un papel importante en la prevención y cura de enfermedades. A partir de que los consumidores adquieren productos procesados más "saludables", en el mercado se venden más alimentos procesados con supuestos beneficios [8].

Actualmente, las personas no tienen tiempo para consumir alimentos saludables como frutas y verduras frescas, por lo que se han elaborado diversos productos que están listos para su consumo o de poco tiempo de preparación, que aportan nutrientes y son saludables para su consumo. Algunos de estos productos son los snacks que son elaborados con frutas, verduras, cereales, semillas o legumbres [5]; también se han implementado bebidas y harinas que ofrecen beneficios a los consumidores ya que han sido modificados sus ingredientes por otros más nutritivos o menos dañinos, como las harinas o bebidas de almendras [1].

Los consumidores de los productos alimenticios saludables tienen un perfil definido ya que no a todas las personas les interesa este tipo de productos, de acuerdo con una investigación realizada en el mercado Trujillano: "solo el 16% de la población afirma que consume productos saludables como parte de su dieta alimenticia. Se observa que el 61% es femenino a diferencia del 37% que es masculino. En cuanto a la edad del consumidor oscilan mayoritariamente entre 21 y 25 años con 51%, frente a un 27% entre 26 y 30 años, quedando un 10% con un rango de edad de 16 a 20 años y más de 36 años" [3].

III. Materiales y método



IV. Resultados

De acuerdo con los datos recopilados de algunos perfiles tanto de vendedores y consumidores para conocer la estrategia de comercialización de alimentos saludables, se obtuvieron los siguientes resultados de las preguntas elaboradas, analizando con ayuda de ANOVA unidireccional.

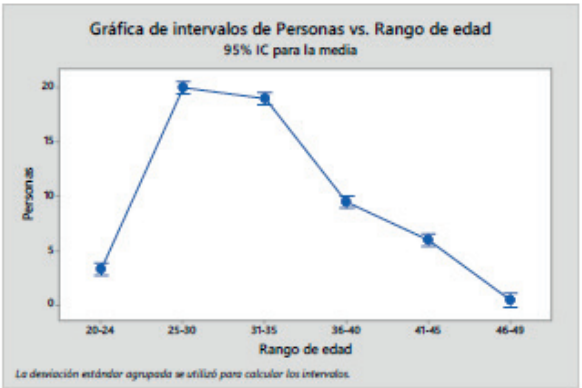
Observando la Gráfica 1 se identifica que las personas que más compran productos alimenticios saludables en Facebook y en Instagram están en un rango de 25 a 30 años, seguido por los de 31 a 35 años, mientras que los que tienen entre 46 a 49 años son las personas que menos compran en estas redes sociales.

La Gráfica 2 nos indica que en Instagram hay más personas que compran productos alimenticios saludables y menos en las cuentas de Facebook. Mientras que, en la Gráfica 3 nos muestra que las mujeres son las que más compran productos alimenticios saludables en redes sociales, a diferencia de los hombres, donde se nota un bajo porcentaje.

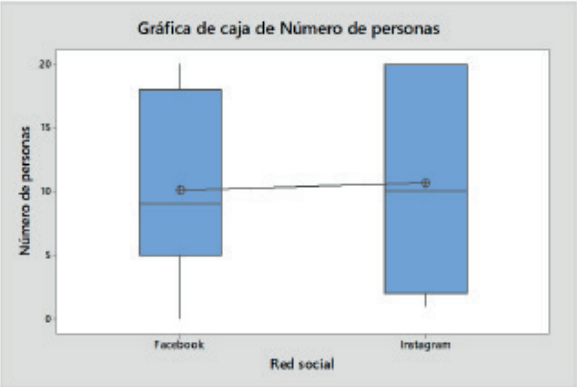
De acuerdo con la Gráfica 4, podemos observar que en las cuentas de vendedores de Facebook, Instagram y YouTube se muestra mayormente un perfil de salud, seguido por el perfil de deportes, y mostrando en última posición un perfil de belleza en las ventas de productos alimenticios saludables.

Por último, la Gráfica 5 nos muestra cuales son los motivos por los cuales el consumidor más compra productos alimenticios saludables, teniendo como principal motivo el sabor del producto y como segundo puesto de que el producto sea saludable, de esta manera nos damos cuenta de que la presentación es lo menos que motiva al consumidor a comprar este tipo de productos.

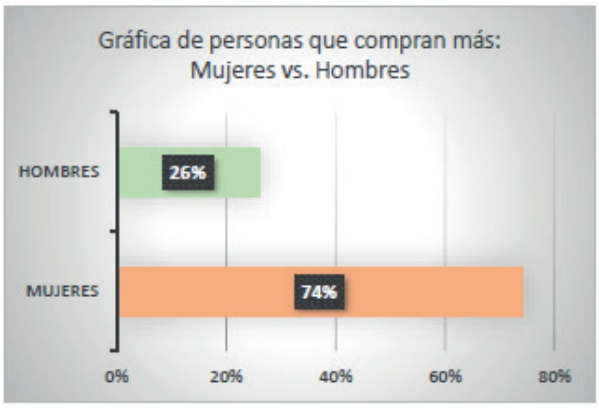
Gráfica 1. Edad de las personas que compran en Facebook y en Instagram



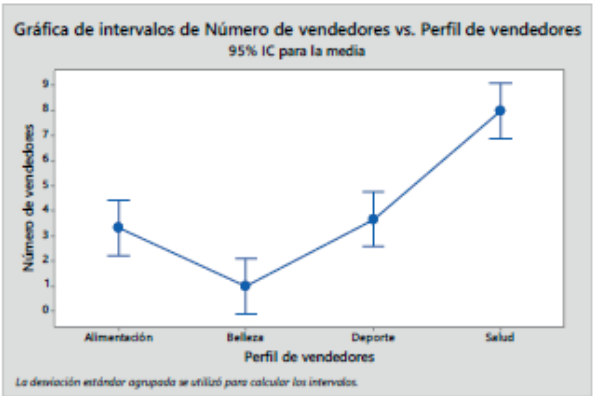
Gráfica 2. Personas que compran en Facebook vs. Instagram



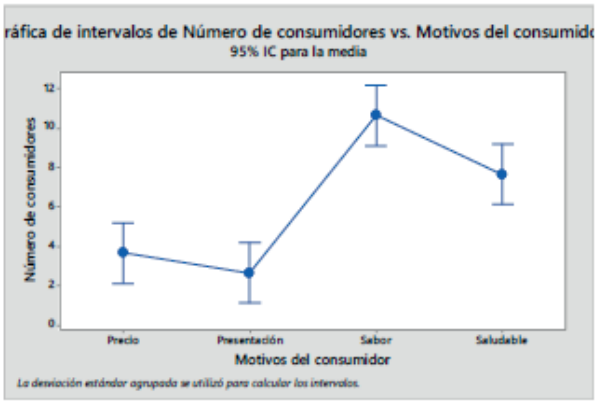
Gráfica 3. Personas que compran más Mujeres vs. Hombres



Gráfica 4. Perfil del vendedor en las redes sociales: Facebook, Instagram y YouTube



Gráfica 5. Número de consumidores vs. Motivos del consumidor



V. Análisis de resultados

Cada vez en México se observa un mayor incremento en el uso de las redes sociales, las cuales funcionan para la comunicación entre los usuarios, pero últimamente las empresas y emprendedores han estado utilizando este tipo de comunicación para ofrecer sus productos para su venta, y como sabemos se deben de tener las estrategias

adecuadas para atraer al consumidor, utilizando las nuevas modas o estando actualizados a lo que se vive hoy en día; en este caso, la sana alimentación con productos alimenticios saludables, donde cada vez se van encontrado más productos ya que las personas están cambiando sus hábitos alimenticios para estar más sanos o para prevenir enfermedades.

Como podemos observar en la Gráfica 2, se muestra que las personas tienden más a consumir productos de Instagram que de Facebook, por lo que se puede decir que los empresarios utilizan más esta red social para sus ventas o tienen una mejor estrategia de promoción.

Los resultados de las Gráficas 1 y 3, se pueden relacionar con el análisis realizado en mercado Trujillano por Rojas en el 2018, donde dice que las mujeres son las principales consumidoras de productos alimenticios saludables y que en su mayoría está en un rango de edad entre los 21 a 25 años. En este caso concuerda con que las mujeres son más consumidoras de este tipo de productos, excepto con el rango de edad, ya que en la Gráfica 1 se muestra que entre 20 a 24 años son los penúltimos en consumir estos productos; con estos datos se pueden entender que entre los 25 a 30 años en México se tiene una mejor conciencia sobre lo importante que es la alimentación sana y por eso optan por consumir estos productos.

Como se ha mencionado anteriormente, es importante para los vendedores tener las estrategias adecuadas para vender, una de estas es el perfil que muestran en sus redes sociales, como por ejemplo datos sobre salud, deportes o belleza; ya que estos factores tienen mucha importancia en cuanto al consumo de alimentos saludables. Por ello, en la Gráfica 4 se observa que el perfil que más se utiliza en la cuenta en redes sociales del vendedor es sobre salud, esto se entiende ya que, cada vez las personas prefieren prevenir o curar enfermedades porque es lo que más se vive en la actualidad.

Otra de las estrategias que deben tener en cuenta los vendedores es el motivo por el cual los consumidores pueden comprar su producto; las personas prefieren consumir productos que tengan un buen sabor (gráfica 5), esto se debe a que los alimentos saludables son reconocidos por no tener un sabor tan bueno como los productos chatarra o alimentos no sanos y por lo tanto no les importa tanto si son saludables o no, sino que prefieren comer algo agradable para su paladar; por ello los emprendedores buscan la forma en que les agrade más el consumir productos alimenticios saludables, modificando sus ingredientes.

VI. Conclusión

En relación con lo antes expuesto, se puede decir que las estrategias de comercialización se han actualizado al optar por utilizar las redes sociales como fuente de promoción, y que para la comercialización de productos alimenticios saludables (que por las circunstancias que se viven están teniendo mayor demanda) o cualquier otro producto es necesario conocer el perfil del consumidor para atraer su atención a la compra de sus productos, teniendo en cuenta el medio por el cual compran más, la edad, el sexo, sus motivos a consumir, entre otros.

VII. Reconocimiento

Agradezco a mi asesora del Instituto Tecnológico Superior de Abasolo por el apoyo y aprendizaje otorgado para la realización de la estancia de verano. Así como también al Instituto Tecnológico Superior de Irapuato por darme la oportunidad de participar en esta gran experiencia.

También doy gracias a mi familia y mis seres queridos por su apoyo y ánimo para que siga adelante.

Referencias

[1] B. E. Denegri Ramírez et al. “Fabricación y comercialización de pan saludable a base de harina de almendras”, tesis, Universidad San Ignacio de Loyola (ULIS), Lima, PE, 2020. Obtenido en: http://repositorio.usil.edu.pe/handle/USIL/11173

[2] C. M. Chávez Jáymez, T. E. Cruzalegui Elera & S. M. A. Reyes Herrera, "Plan de marketing para el desarrollo y comercialización del producto "FAST & HEALTHY, sano es mejor", una alternativa sabrosa, saludable y conveniente a la dieta tradicional", trabajo fin de máster, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), Lima, PE, 2016. Obtenido en: https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/621351/Plan+de+-Marketing+para +el+desarrollo+y+comercializaci%F3n+del+producto+%20FAST+&+HEALTHY,+sano+es+-mejor%2 0,+una+alternativa+sabro.pdf;jsessionid=BA5F18F65A70E1EC23B5E8C92A458C05?sequence=1
[3] D. V. Rojas Vásquez, "Perfil del consumidor de productos alimenticios saludables en la ciudad de Trujillo, en el año 2018", tesis, Universidad Privada del Norte (UPN), Trujillo, PE, 2018. Obtenido en: https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/14902/Rojas%20V%c3%a1squez%20Diana %20Virginia.pdf?sequence=1&isAllowed=y
[4] F. J. Cervantes, "Aplicaciones de las redes sociales en la mercadotecnia: Un estudio exploratorio en empresas localizadas en México", tesis, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), México, D. F., 2011. Obtenido en: http://congreso.investiga.fca.unam.mx/docs/xvi/docs/14B.pdf
[5] I. Henríquez Gana et al., "Emprendimiento snacks saludables "Fresh 'N Go"", tesis, Universidad de Chile, 2014. Obtenido en: http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/116639
[6] J. Domènech de Soria & J. M. García Álvarez-Coque. "EL USO DE LAS REDES SOCIALES EN EL ÁMBITO EMPRESARIAL: ANÁLISIS DE LOS DETERMINANTES DE SU ADOPCIÓN, INTENSIDAD DE USO E INFLUENCIA", tesis, facultad de administración y dirección de empresas, UPV, España, Val. Obtenido en: https://m.riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/59538/SELL%C3%89S%20- %20EL%20USO%20DE%20LAS%20REDES%20SOCIALES%20EN%20EL%20%C3%81MBITO% 20EMPRESARIAL%3A%20AN%C3%81LISIS%20DE%20LOS%20DETERMINANTES%20DE%20. ...pdf?sequence=5&isAllowed=y
[7] J. P. Larrosa Torres, "Estudio de mercado de productos nutritivos en el sector sur de
Guayaquil" tesis, Instituto Superior Tecnológico Bolivariano de Tecnología (ITB), Guayaquil, Ec., 2019. Obtenido en: https://repositorio.itb.edu.ec/bitstream/123456789/1733/1/PROYECTO%20DE%20GRADO%20DE %20LARROSA%20TORRES.pdf
[8] P. Sedó Masís, "El mercado de los alimentos funcionales y los nuevos retos para la educación alimentaria – nutricional". SciELO Revista Costarricense de Salud Pública, vol. 11, no. 20, Julio 2002. Obtenido en: https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1409- 14292002000100004
[9] Secretaría de Comunicaciones y Transportes. (2020 febrero 17). ¿Cuántos usuarios de internet somos en México?, online. Obtenido en: https://www.gob.mx/sct/articulos/cuantos-usuarios-de- internet-somos-en-mexico
[10] W. Ramírez, S. Vinaccia & G. R. Suárez. "El impacto de la actividad física y el deporte sobre la salud, la cognición, la socialización y el rendimiento académico: una revisión teórica". SciELO revista de estudios sociales, no. 18, mayo-agosto 2018. Obtenido en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-885X2004000200008

Valorización de residuos de semilla de pitahaya: obtención de compuestos bioactivos con valor agregado

Mariel Alejandra Cardoso Pérez
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato Silao-Irapuato km 12.5 El Copal, 36821 Irapuato, Gto.
LIS18110624@irapuato.tecnm.mx

Dr. Raúl Reyes Bautista
Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón
Blvd. del Valle #2301, Guardarrayas, 36413 Purísima del Rincón, Gto.
raul.rb@purisima.tecnm.mx

Resumen — La pitahaya o fruto del dragón es una fruta de alto valor comercial gracias a su contenido nutricional; se considera una especie exótica por su peculiar aspecto y sabor. La comercialización de productos basados en esta fruta provoca la producción de grandes cantidades de residuos, como la cáscara y la semilla. En un intento de reducir el impacto ambiental causado por estos residuos, se estudiaron los nutrientes y compuestos bioactivos presentes en ellos. En este artículo se presenta una revisión bibliográfica de los estudios realizados sobre uno de los principales residuos agroindustriales de esta fruta, como lo son las semillas de pitahaya, donde se encontraron aceites y ácidos grasos esenciales que aportan grandes beneficios para el consumo humano; de igual manera, se analizan las diferentes formas de extracción de estos nutrientes.

Palabras clave — Pitahaya, fruto del dragón, semillas de pitahaya, aceites, ácidos grasos esenciales.

Keywords — Pitahaya, dragon fruit, pitahaya seeds, oils, essential fatty acids.

Abstract —Pitahaya or dragon fruit is a fruit of high commercial value thanks to its nutritional content; it is considered an exotic species because of its peculiar appearance and flavor. The commercialization of products based on this fruit results in the production of large amounts of waste, such as peel and seed. In an attempt to reduce the environmental impact caused by these residues, the nutrients and bioactive compounds present in them were studied. This article presents a bibliographic review of the studies carried out on one of the main agroindustrial residues of this fruit, such as pitahaya seeds, where oils and essential fatty acids that provide great benefits for human consumption were found; likewise, the different ways of extracting these nutrients are analyzed.

I. Introducción

La pitahaya o también conocida como fruto del dragón es el fruto de una planta trepadora de la familia Cactaceae, sus tallos llegan a medir hasta 6 m de largo, tiene floración nocturna y crece en climas tropicales, principalmente en América Latina [1]. Existen dos géneros principales que abarcan una gran variedad de especies, tales géneros son "Hylocereus" y "Selenicereus". Dichas especies se diferencian por su variedad de colores que van desde el blanco, amarillo o rojo-violeta según la especie [2].

Tabla 1. Clasificación taxonómica del género Hylocereus [1].

Nombre científico	Hylocereus spp.
Reino	*Plantae*
División	*Magnoliophita*
Clase	*Magnoliopsida*
Orden	*Caryophyllale*
Familia	*Cactaceae*
Género	*Hylocereus*
Especie	*H. extensus*
	H. setaceus
	H. tricae
	H. megalanthus
	H. stenopterus
	H. undatus
	H. escuintlensis
	H. ocamponis
	H. monocanthus
	H. triangularis

Es un fruto muy popular y se cultiva en algunos países orientales debido a su alto consumo por su sabor dulce, además de sus diversas coloraciones y su apariencia, llegando a pesar un solo fruto hasta más de 500 g. En su estado de madurez, contiene una gran cantidad de semillas pequeñas de forma esférica y de color negro, con un diámetro de 2 mm aproximadamente, la cantidad de semillas representa del 2-15% del fruto. Por otro lado, el color de la pulpa varía según la especie y va desde tonalidades completamente blancas, hasta rojizas o purpuras, esta pulpa representa del 47-73% del fruto [3]. Por último, está la cáscara o piel de la fruta, la cual representa del 36-38% y sus tonalidades son o roja o amarilla, con un color más intenso que la pulpa [1,4].

Las coloraciones que presenta (principalmente el rojo-violeta), son producto de los nutrientes que contiene; además de los colorantes naturales como las betalaínas, betacianinas y betaninas, también destaca su alta concentración de compuestos bioactivos como glucosa, vitaminas, ácidos grasos esenciales, fibra soluble dietética, compuestos antioxidantes, compuestos fenólicos y flavonoides; los cuales le dan a la fruta beneficios nutricionales que pueden llegar a prevenir enfermedades crónico-degenerativas como cáncer, diabetes, anemia, entre otras [5]. Los nutrientes que contiene no sólo se encuentran en la pulpa, gran cantidad de ellos son encontrados tanto en la semilla como en la cáscara del fruto del dragón. La cáscara es una capa gruesa de color rosácea que abarca gran parte del peso total de la fruta; por otro lado, las semillas son abundantes en la pulpa y contienen grandes concentraciones de ácidos grasos esenciales [6]. Hoy en día, la pitahaya es un producto muy industrializado y comercializado alrededor del planeta; esto ocasiona que la cáscara y las semillas sean desperdiciadas. Encontrar los compuestos bioactivos contenidos en las semillas de pitahaya extensus setaceus tricae megalanthus stenopterus undatus escuintlensis ocamponis

H. triangularis ayudaría a reducir el impacto ambiental del desperdicio de las mismas, además de su máximo aprovechamiento para el consumo humano y los beneficios que esto traería.

II. Marco teórico

Al tratar con frutos de cactáceas se sabe que, según sus fuentes fitoquímicas, contienen diversos compuestos, principalmente colorantes naturales que son de fácil extracción y amplia aplicación [7]. Al ser una fruta con poca cantidad de carbohidratos se le considera a la pitahaya un fruto de bajo valor calórico; además, contiene vitamina C, que ayuda a la formación de colágeno, glóbulos rojos, huesos y dientes. Su sabor también depende de los sólidos solubles totales (SST) que son glucosa y fructosa principalmente [6].

La buena coloración de la fruta ofrece al consumidor una mayor calidad, Verona et al. [1], dicha coloración es gracias a los colorantes naturales que contiene, como las betalaínas y la mejor forma de extraerlas con microondas asistido a 35°C por un tratamiento de 8 minutos; de esta forma se obtienen aproximadamente 9mg/L de betalaína en la pitahaya [4]. Las betalaínas se usan generalmente como aditivos en los alimentos evitando su decoloración, de esta forma el uso de colorantes sintéticos ha ido disminuyendo debido a que siempre se opta por una opción más natural y saludable.

La pitahaya contiene una alta cantidad de agentes antioxidantes que, según Ochoa et al. [6] son inclusive superiores al de otras frutas. Los compuestos principales encargados de la capacidad antioxidante son los polifenoles, flavonoides y vitamina C. La capacidad antioxidante de la fruta del dragón ayuda a prevenir enfermedades relacionadas con estrés oxidativo como pueden ser cáncer, artritis reumatoidea, diabetes, anemia , entre otras [1]. Los agentes antioxidantes contienen electrones que son capaces de donar a los radicales libres, volviéndolos más seguros y estables evitando que oxiden, por ellos su nombre de antioxidantes [8]. Para determinar el poder antioxidante en una fruta, se expresa en función de porcentaje de DPPH reducido y se compara con extractos antioxidantes de frutos diferentes, en este caso con un antioxidante IC50, es decir concentración a la cual se reduce en un 50% el DPPH [4].

III. Materiales y métodos

Se realizó una búsqueda en bases de datos científicas, donde los tópicos selectos fueron:

1. Composición fisicoquímica de la Pitahaya (Hylocereus undatus).
2. Composición nutrimental y compuestos bioactivos presentes en las semillas de pitahaya.
3. Proceso de extracción adecuado para extraer mayor cantidad de compuestos bioactivos en semillas de pitahaya y formas de potencializar las mismas.
4. Beneficios de los compuestos bioactivos presentes en las semillas de pitahaya sobre la salud pública.

IV. Resultados

Aunque en general todo el fruto contiene un alto valor nutricional por contener antioxidantes, vitaminas, colorantes naturales, entre otros, las semillas también son una parte muy importante de la fruta del dragón por su alto contenido de aceites y ácidos grasos esenciales, por lo que se hace énfasis en estudios diversos que analizaron los nutrientes contenidos en semillas de pitahaya [9].

Principalmente las semillas son utilizadas para extraer la cantidad de aceites presentes en ellas, pues se estima que contienen al menos el 50% de ácidos grasos esenciales. A parte de esto también son utilizadas como aditivos en el procesamiento de otros alimentos como pueden ser jarabes, helados, yogures, etc [2].

Tabla 1. Composición nutricional de la pulpa

Contenido	Pulpa	Semillas
Humedad (g/100 g de pulpa)	82.5-89.4	12.6±6
Valor del pH	4.26-4.98	3.1-6.1
Materia seca (%)	12±1	NR
Densidad 20°C (g/cm^3)	1.02-1.04	NR
Acidez titulable (%)	3.15-6.85	NR
Sólidos solubles totales (°Brix)	7.5-12.92	NR
Pectina	0.64-1.36	NR
Contenido de grasa (%)	0.10-0.61	29.6±6
Contenido de cenizas (%)	0.28-0.50	2.1±1
Contenido fenólico total (mg/100g)	3.75-19.72	1356±2.04
Grasa dietética total (g/100g)	1.1-3.20	30.2±19
Vitamina C total (g/1000ml)	0.32-0.58	0.0036±0.01
Contenido en proteínas (g/100ml)	12-12.5	20.6±6
Carbohidratos totales (%)	NR	35.2±15

Nota: Los valores reportados se refieren a 3 especies de la fruta del dragón que son Hylocereus undatus, Hylocereus polyrhizus y Selenicereus megalanthus. NR representa no informado

V. Análisis de resultados

A. Aceites en semilla de Pitahaya

Como se sabe, las semillas vienen altamente incrustadas en la pulpa, es por ello que, separarlas de la misma resulta un tanto complicado debido a la capa mucilaginosa de la semilla.

1) Extracción en frío

Para extraer el aceite en frío y con éter de petróleo como solvente, primero se pasaron las semillas en autoclave por una hora, después a centrifugación a 800 rpm durante 15 munitos, en este método se encontró una cantidad aproximada del 33% de aceite donde los principales ácidos grasos fueron ácido linoleico, ácido oleico, ácido palmítico y ácido esteárico [4].

2) Extracción en calor

Ariffin et al. [10] utilizó un método de separación de semillas de pitahaya que consiste en esterilizarlas en autoclave por un tiempo aproximado de una hora, posteriormente se pasaron a un vaso de precipitado y agitaron hasta que sedimentaron las semillas, después fueron pasadas por una malla de tamizaje y una vez separadas las semillas, se secaron en un horno a 60°C por una noche. Después de este proceso de separación, viene el proceso de extracción de aceite con un aparato soxhlet y éter de petróleo como solvente, mismo que después es evaporado; con este método de extracción el rendimiento de las semillas es de entre un 1.3 y 1.5% mientras que el aceite va desde el 29% hasta el 32% en algunas especies de Hylocereus [4]. Los aceites extraídos contenían alrededor del 51% de ácidos grasos esenciales.

Además, en esta extracción de aceite por calor, se notó que el aceite tenía un tono amarillento lo que indica la presencia de pigmentos naturales. Según los estudios hechos, esta semilla contiene gran cantidad de ácido linoleico comparándose con otras semillas que son usadas para extraer aceites, como la semilla de uva, o sésamo. El aceite de estas semillas, incluyendo el de las semillas de pitahaya, ayuda a la humectación de la piel, pues contiene ácido palmítico, ácido palmitoleico y ácido esteárico [9].

Abdón et al. [11] además de extraer aceites, realizó una espectroscopía por infrarrojo dando como resultado que, el aceite de las semillas de pitahaya contiene grupos funcionales como son ácidos carboxílicos, alquenos y halogenuros de alquilo y se estima que esto quiere decir que el aceite contiene ácidos grasos de entre 12 y 26 carbonos con grupo carboxilo en el extremo.

Aparte del alto contenido de ácidos grasos esenciales, la torta sobrante de la extracción de aceite fue analizada por Villalobos-Gutiérrez et al. [9] y se encontró que contenía aproximadamente 206g/kg de proteína, por lo que se sugiere que se realice un estudio de aminoácidos de las semillas de pitahaya para darle un potencial uso a estas [12].

B. Antioxidantes en semilla de pitahaya

En el caso de la realización de jugo con la pulpa de la pitahaya, la semilla se puede recuperar por medio de filtración del jugo y con la ayuda de una malla de tamizaje. Según Jalgaonkar et al. [4], se molieron semillas de pitahaya roja en un mortero y posteriormente fueron tamizadas, se llevaron a centrifugadora y posteriormente a filtración, extrayendo el aceite con etanol, cloroformo y hexano. Las semillas extraídas en etanol mostraron una actividad alta de antioxidantes del 76.5% en comparación con los extractos de cloroformo y hexano. Con esto se puede saber que aparte de los ácidos grasos esenciales, es una fuente de antioxidante natural.

En un estudio realizado por Zulkifli et al., [8] se encontró que, al tratar de conseguir la cantidad de compuestos fenólicos en semillas desgrasadas, es decir, una vez que el aceite fue extraído, la eficacia de extracción de compuestos fenólicos en semillas de pitahaya mediante el método de superficie de respuesta, aumentó con una temperatura más elevada. De la misma forma, al elevar la temperatura de extracción de contenidos flavonoides totales se tuvo mayor cantidad de ellos, siendo la condición optima a una concentración de etanol del 80%.

VI. Conclusiones y recomendaciones

Reducir en gran manera el impacto ambiental depende de la reducción de desechos a los cuales se les puede dar un uso potencial para el consumo humano. De esta forma, extraer el aceite de las semillas de pitahaya con el método de extracción más adecuado hace posible la reducción de desechos en el proceso industrial de la pitahaya, y a su vez se aprovechan los nutrientes que brinda la naturaleza, garantizando así una mayor calidad de vida. Gracias a que los aceites principales extraídos de las semillas de pitahaya fueron ácido linoleico, ácido oleico, ácido palmítico y ácido esteárico; el consumir aceite de esta semilla trae consigo beneficios como respuesta antiinflamatoria, prevención de problemas cardiovasculares, hidratación y humectación de la piel, mantenimiento de membranas celulares, prevención de cáncer y supresión de tumores para una mejor salud pública.

Como se encontró una gran cantidad de proteína en la torta sobrante de las semillas desgrasadas, se sugiere que se realice un estudio de aminoácidos de las semillas de pitahaya para darle un uso aún más potencial a estas y encontrar los beneficios que esto traería.

VII. Reconocimientos

Agradezco a mi institución, el Instituto Tecnológico Superior de Irapuato por darme la oportunidad de realizar un verano de investigación; de la misma forma agradezco al Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón por aceptarme en uno de sus proyectos de investigación. Pero principalmente agradezco a mi asesor, el Dr. Raúl Reyes Bautista por darse el tiempo de mostrar su proyecto y hacerme partícipe de él, sin duda me llevo todo el conocimiento y espero aplicarlo en un futuro.

Referencias

[1] A. Verona, J. Urcia, and L. Paucar, “Pitahaya (Hylocereus spp.): Culture, Physicochemical Characteristics, Nutritional composition, and Bioactive compounds,” Scientia Agropecuaria, Vol. 11, no. 3, pp. 439–453, 2020. Disponible en https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2020.03.16 [consultado en 2021].

[2] N. Tze, C. Han and Y. Yusof, “Physicochemical and nutritional properties of spray-dried pitaya fruit powder as natural colorant.” Food Science and Biotechnology, Vol. 21, pp. 675-682, 2012.

[3] P. Esquivel, F. Stintzing and R. Carle, “Comparison of Morphological and Chemical Fruit Traits from Di-

fferent Pitaya Genotypes (Hylocereus Sp.) Grown in Costa Rica." J. Appl. Bot. Food Qual, Vol. 8, no. 1, pp. 7–14, 2007
[4] K. Jalgaonkar, M. K. Mahawar, B. Bibwe, and P. Kannaujia, "Postharvest profile, processing and Waste utilization of dragon Fruit (Hylocereus spp.): A review," Food Reviews International, pp. 1– 27, 2020. Disponible en https://doi.org/10.1080/87559129.2020.1742152 [consultado en 2021].
[5] C. Tonny, Maigoda and Darwis, "Red dragon fruit powder as a basic ingredient for functional foods rich in bioactive compounds, nutritional substances andantioxidants." Pakistan Journal of Nutrition, Vol. 16, pp. 714-718, 2017.
[6] C. E. Ochoa, V. García, J. J. Luna, M. L. Luna, P. Hernández, and J. Á. Guerrero, "Antioxidant, physicochemical and microbiological characteristics of fermented and unfermented drink of three varieties of dragon fruits (Hylocereus spp)," Scientia agropecuaria, pp. 279–289, 2012.
[7] M. Pérez, L. Hernández and B. Barragán, "Extracción de compuestos bioactivos de Pitaya Roja (Stenocereus stellatus) aplicando pretratamientos con microondas, ultrasonido y enzimáticos." Agrociencia Vol. 51, no. 1, pp. 135-151, 2017. Disponible en http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952017000200135&lng=es&tlng=es. [consultado en 2021].
[8] S. A. Zulkifli, S. S. Abd, U. H. Zaidan, and M. I. Halmi, "Optimization of total phenolic and flavonoid contents of defatted Pitaya (Hylocereus polyrhizus) seed extract and its antioxidant properties," Molecules, Vol. 25, no. 4, p. 787, 2020. Disponible en https://doi.org/10.3390/molecules25040787 [consultado en 2021].
[9] M. G. Villalobos, R. M. Schweiggert, R. Carle, and P. Esquivel, "Chemical characterization of Central American PITAYA (Hylocereus spp.) seeds and seed oil," CyTA - Journal of Food, Vol. 10, no. 1, pp. 78–83, 2012.
[10] A. Ariffin, J. Bakar, C. Tan, R. Rahman, R. Karim, and C. Loi, "Essential fatty acids of pitaya (dragon fruit) seed oil," Food Chemistry, Vol. 114, no. 2, pp. 561–564, 2009. Disponible en https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.09.108 [consultado en 2021].
[11] A. Abdón, D. Romero, E. Hernández and C. Lobato, "Extracción del aceite de la semilla de pitahaya (Stenocereus thurberi, Hylocereus undatus)," Sociedad química de México A.C. pp. 38- 42, 2020
[12] P. Esquivel and Q. Araya, "Características del fruto de la pitahaya (Hylocereus spp.) y su potencial uso en la industria alimentaria. Una revisión," Revista Venozolana de Ciecnia y Tecnología de Alimentos, Vol. 3, no. 1, pp. 113-119, 2012.

Valorización de residuos de cáscara de pitahaya: obtención de compuestos bioactivos con valor agregado

Yuliana Laguna Montes
Instituto tecnológico Superior de Irapuato Carretera Irapuato - Silao km 12.5 Colonia El Copal
LIS18111205@irapuato.tecnm.mx

Raúl Reyes Bautista
Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón
Blvd. del Valle #2301, Guardarrayas Purísima del Rincón, Gto. C.P. 36413
Raul.rb@purisima.tecnm.mx

Resumen — En el presente trabajo se presenta la investigación documental realizada en artículos científicos sobre los beneficios que tienen los compuestos bioactivos de la cáscara de pitahaya: betalaínas, betacianinas, fenoles y pectina, los cuales ayudan a tener efectos benéficos sobre la salud humana, algunos ayudan a prevenir enfermedades crónico degenerativas y que se encuentran relacionadas con dietas hipercalóricas debido a que presentan capacidad antioxidante. Se mencionan las condiciones óptimas para su extracción de compuestos bioactivos utilizando Extracción Asistida por Microondas (EAM), además, se muestra la composición nutricional de la cáscara de pitahaya donde se encontró que es rica en fibra, vitaminas y minerales, componentes que se han demostrado efectivos sobre la salud. El procesamiento de este subproducto de la pitahaya puede ser potencializado y utilizado para el beneficio a la salud pública.

Palabras clave — Compuestos bioactivos, cáscara de pitahaya, antioxidante.

Abstract — This paper presents the documentary research carried out in scientific articles on the benefits of bioactive compounds in the pitahaya peel: betalains, betacyanins, phenols and pectin, which help to have beneficial effects on human health, some help prevent chronic degenerative diseases that are related to hypercaloric diets due to their antioxidant capacity. The optimal conditions for its extraction using Microwave Assisted Extraction (MAE) are mentioned, in addition, the nutritional composition of the pitahaya peel is shown where it was found to be rich in fiber, vitamins and minerals, components that have been demonstrated effective on health. The processing of this by-product of pitahaya can be potentiated and used for the benefit of public health.

Keywords— Bioactive compounds, dragon fruit peel, antioxidant.

I. Introducción

Con el paso del tiempo, las industrias alimentarias van creciendo en número y se han ido desarrollando junto con nuevos avances tecnológicos para satisfacer las necesidades del consumidor, sin embargo, debido a la mala gestión y organización, estas industrias generan desechos (subproductos) que no son potencializados para la creación de nuevos productos. Según la FAO [1] alrededor de un tercio de la producción de los alimentos destinados al consumo humano se pierde o desperdicia en todo el mundo, lo que equivale a aproximadamente 1300 millones de toneladas al año.

La pitahaya se consume principalmente fresca o en jugo procesado, debido a esto, el principal subproducto del fruto es la cáscara, la cual representa un 36.70% a 37.60% del fruto [2] mismo porcentaje que se desecha durante el procesamiento industrial de alimentos en donde solo se utiliza la pulpa de pitahaya, lo cual significa un problema de gestión ambiental y económico.

Durante el procesamiento de la pitahaya se obtiene un gran número de desechos de cáscara de pitahaya, mismos que pueden contener compuestos antioxidantes, los cuales pueden ser aprovechados al extraerlos utilizando procesos biotecnológicos y así generar productos benéficos para la salud pública.

II. Marco teórico

A. Pitahaya

La pitahaya es una fruta tropical conocida comúnmente como pitaya, fruta del dragón (en el sudeste asiático), pera fresa o cereus de floración nocturna, corresponde al género Hylocereus y es nativa de América del Norte, Central y Sur [3,4,5]. La fruta del dragón es cultivada en países como México, Guatemala, Nicaragua, Colombia, Costa Rica, Venezuela y Perú [6].

La pitaya es una baya de forma oblonga de aproximadamente 15 cm de largo y 10 cm de diámetro, con un peso de hasta 700 g, alcanza un color rojo-rosado en su madurez, está cubierta de largas brácteas color verde, su pulpa puede ser blanca, roja o amarilla dependiendo de la especie, en ella se distribuyen pequeñas semillas blandas, estos dos últimos corresponden a la parte comestible del fruto, el cual se caracteriza por un sabor dulce [7,8,9].

III. Materiales y métodos

Se realizó una búsqueda en bases de datos científicos, donde los tópicos selectos fueron:

a) Composición nutricional de la pitahaya

b) Compuestos bioactivos presentes en la cáscara de pitahaya

c) Procesos de extracción de los compuestos bioactivos y formas de potencializar la cáscara de pitahaya

IV. Resultados

A. Composiciónnutricionaldelacáscarapitahaya

Tabla 1. Composición nutricional de la cáscara de pitahaya [2]

Datos registrados	Contenido
Humedad (g/100 g de pulpa)	84.86–91.19
Valor de pH	4.83–5.48
Acidez valorable (%)	0.22–0.25
Sólidos solubles totales (°Brix)	7.15–12.77
Sólidos solubles totales: acidez titulable	4.60–5.70

Contenido de grasa (%)	0.02–0.07
Contenido de cenizas (%)	14.29
Contenido de minerales	0.17–0.22
Contenido fenólico total (mg/100 g)	28.16–36.12
Fibra dietética total (g/100 g)	69.30 ± 0.53
Vitamina C total (g/1000 ml)	0.0704–0.0762
Contenido de proteína (g/100 ml)	0.64–0.66, 0.95 ± 0.15
Ácido cítrico (g/100 ml)	0.08
Ácido málico (g/100 ml)	0.64
Glucosa (g/100 ml)	4.15 ± 0.03
Fructosa (g/100 ml)	0.86 ± 0.02
Contenido de betacianina (mg/g o dm)	41.55
Carbohidratos totales (%)	6.20 ± 0.09

La cáscara de pitahaya contiene un gran valor nutricional debido a su alto contenido de fibra, minerales y Vitamina C (ver tabla 1).

B. Compuestosbioactivospresentesenlacáscaradepitahaya 1) Betalaínas

En la actualidad, los colores de los alimentos son un factor determinante para su consumo, con ello, los consumidores prefieren colorantes naturales ya que son más benéficos para la salud y no son tóxicos en comparación con los colorantes sintéticos; las betalaínas son compuestos bioactivos que se pueden utilizar como aditivos en alimentos para beneficiarlos y/o evitar su decoloración [3]. El color del fruto de la pitahaya se debe a las betalaínas, las cuales son compuestos nitrogenados insolubles; en la pitahaya roja se ha encontrado un contenido de 347.3 ± 21.0 mg de betalaínas totales BET/100g de muestra seca mientras que en la pitahaya con piel color naranja se obtuvo 215.0 ± 36.2 mg de BET/100 g de muestra seca [10]. Este compuesto bioactivo de la pitahaya tiene la capacidad de prevenir procesos oxidativos que favorecen a la aparición de enfermedades degenerativas [11].

2) Betacianinas

La fruta del dragón contiene betacianinas, las cuales conservan actividades de eliminación de radicales libres y funcionan como antioxidantes, por lo cual este compuesto bioactivo contribuye benéficamente sobre las enfermedades metabólicas [12]. En el estudio de Song et al [12] sobre la anti-obesidad y los efectos anti-hiperglucémicos de la betacianina en 6 ratones obesos que fueron aislados y que tenían una alimentación alta en grasas; se concluyó que este compuesto bioactivo de la pitahaya disminuyó la ganancia de peso y hubo una mejora en el perfil lipídico, la resistencia a la insulina y la hepatosteatosis. Las betacianinas provenientes de pitahaya roja también se utilizan como colorante alternativo en productos alimenticios debido a su estabilidad térmica, la cual es superior al rojo de remolacha; esto se comprobó debido al análisis sensorial comparativo de leche con betacianinas de pitahaya roja y leche con rojo de remolacha, en donde el primero resulto tener un mejor color y mayor eficacia al retasar el tiempo del crecimiento microbiano [13].

3) Fenoles

Como ya se mencionó anteriormente, la cáscara de pitahaya contiene compuestos bioactivos en gran proporción, además, en el estudio de García et al [10] se encontró que el contenido de fenoles solubles totales fue de 166.5 ± 14.4 y 52.8 ± 3.8 mg equivalentes de ácido gálico (EAG)/100 g de pulpa seca, en pitahaya roja y naranja respectivamente, sin embargo, la actividad antioxidante de la fruta del dragón se debe principalmente a las betalaínas, ya que en comparación con los fenoles, se encuentran en mayor proporción.

4) Pectina

La pectina tiene beneficios a la salud, ya que disminuye los niveles séricos de lípidos y glucosa ayudando a la prevención de diabetes y dislipidemias [14]. Además, tiene aplicaciones industriales debido a su capacidad de

gelificación [3]. La cáscara de la fruta del dragón contiene pectina, la cual está constituida principalmente por ácido galacturónico (39.11%), seguido por concentraciones moderadas de manosa, ramnosa, galactosa, glucosa y cantidades menores de xilosa y arabinosa [15].

C. Métodos de extracción de compuestos bioactivos de la cáscara de pitahaya

Tabla 2. Métodos de extracción de betalaína, polifenoles y pectina de la cáscara de pitahaya

Compuesto	Método de extracción	Condiciones óptimas	Resultado	Referencia
Betalaína	Extracción Asistida por Microondas (EAM)	Potencia de microondas 100 W Temperatura 35°C Tiempo de tratamiento 8 min 20 g de muestra	9 mg/ L de betalaína	[16]
Polifenoles	Extracción Asistida por Microondas (EAM)	Potencia de microondas 497 W Temperatura 43.3°C Tiempo de tratamiento 20.3 min Concentración de etanol 43.3% 100 g de muestra	463,8 ± 1,1 mg de equivalente de ácido gálico	[17]
Pectina	Extracción Asistida por Microondas (EAM)	Potencia de microondas 400 W Temperatura 45°C Tiempo de tratamiento 20 min 24 g/mL de relación sólido-líquido	Rendimiento de pectina de 7.5%	[18]
	Utilizado ácido cítrico	Temperatura 73°C Tiempo 67 min pH 2.03 Ácido cítrico al 1%	Rendimiento de pectina 26,38% en peso seco con alto contenido de metóxilo	[15]

Como se observa en la tabla 2, el rendimiento de la pectina utilizando Extracción Asistida por Microondas (MAE) es relativamente bajo, sin embargo, se puede dar lugar a una pectina de cáscara de pitahaya de mejor calidad con un rendimiento máximo del 18.53% utilizando el mismo método de extracción [19].

Para conocer más sobre los beneficios de la cáscara de pitahaya Hernawati et al [20] realizaron estudios con el polvo de esta cáscara, el cual sirvió para la disminución de colesterol total, triglicéridos y lipoproteínas de baja densidad (LDL-c) en la sangre de ratones que fueron aislados y se le indujo hiperlipidemia (una afección al exceso de grasas, principalmente colesterol y triglicéridos en sangre), con lo cual, se demostró que los polvos de cáscara de pitahaya roja pueden ser consumidos como suplemento alimenticio para mantener un cuerpo sano y prevenir la hiperlipidemia, además, la cáscara de pitahaya puede ser utilizada como fuente de fibra, y colorante natural y también puede ser benéfica para la industria alimentaria y farmacéutica.

V. Conclusiones y recomendaciones

La pitahaya es una fruta conocida a nivel mundial debido a su excentricidad y peculiar sabor, sin embargo, en su procesamiento para la comercialización de productos alimenticios (como jugos y vinos) el principal desecho es la cáscara, la cual contiene compuestos bioactivos tales como betalaínas, betacianinas, fenoles, y pectina, algunos de ellos no sólo sirven como colorantes naturales, sino que además son beneficios para la salud humana, ya que en general ayudan a mantener un buen metabolismo y previenen algunas enfermedades, además de que es rica en fibra, vitaminas y minerales que ayudan a mantener un cuerpo sano.

La cáscara de pitahaya no debe ser desechada, sino procesada y una de las maneras de aprovecharla es extrayendo sus compuestos bioactivos utilizando métodos relativamente sencillos como la Extracción Asistida por Microondas (MAE), el cual es el más utilizado y comprobado para este tipo de procesos; de esta forma se podrían realizar productos derivados de la cáscara de pitahaya (no sólo colorantes) con compuestos bioactivos para su posterior comercialización, con ello, la cantidad de desechos de cáscara de pitahaya se reduciría notablemente al ser estos mejor gestionados y la economía y salud pública se verían beneficiados.

VI. Reconocimientos (o agradecimientos)

Agradezco al Instituto Tecnológico Superior de Irapuato por el apoyo para la realización del verano de la ciencia, de la misma manera, al Dr. Raúl Reyes Bautista y al Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón por darme la oportunidad de participar en este maravilloso proyecto.

Referencias

[1] FAO,. Pérdidas y desperdicio de alimentos en el mundo – Alcance, causas y prevención. Roma , 2012.

[2] K. Jalgaonkar, M. K. Mahawar, B. Bibwe, and P. Kannaujia, “Postharvest Profile, Processing and Waste Utilization of Dragon Fruit (Hylocereus Spp.): A Review,” Food Reviews International, 2020.

[3] A. V. Ruíz, J. U. Cerna , and L. M. Paucar ul, “Pitahaya (Hylocereus spp.): Cultivo, características fisicoquímicas, composición nutricional y compuestos bioactivos,” Scientia Agropecuaria , 2020.

[4] F. Zee, C. Yen, and M. Nishina, “Pitaya (Dragon Fruit, Strawberry Pear) ,” Cooperative Extension Service College of Tropical Agriculture and Human Resources, 2004.

[5] P. Esquivel and A. Quesada , “Características del fruto de la pitahaya (Hylocereus sp.) y su potencial de uso en la industria alimentaria,” Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos, 2012.

[6] Y. D. Ortíz and J. A. Carrillo, “Pitahaya (Hylocereus spp.): a short review,” Comunicata Scientiae, pp. 220–237, 2012.

[7] C. E. Ochoa, V. García, J. J. Luna, P. Hernández, and J. A. Guerrero, “Características antioxidantes, fisicoquímicas y microbiológicas de jugo fermentado y sin fermentar de tres variedades de pitahaya (Hylocereus spp),” Scientia Agropecuaria , vol. 3, pp. 279–289, 2012.

[8] J. Corrales and E. Canche, “Physical and Physiological Changes in Low-Temperature-Stored Pitahaya Fruit (Hylocereus undatus) ,” Journal of the Professional Association for Cactus Development, pp. 108–119, 2008.

[9] S. L. Figueroa and O. Mollinedo, “Actividad antioxidante del extracto etanólico del mesocarpio del fruto de Hylocereus undatus ‘pitahaya’ e identificación de los fitoconstituyentes,” Universidad Wiener , 2017.

[10] L. García and Y. Salinas, “Betalaínas, compuestos fenólicos y actividad antioxidante en pitaya de mayo (Stenocereus griseus H.) ,” Revista fitotecnia mexicana, 2012.

[11] J. Kanner , S. Harel, and R. Granit, “Betalains A New Class of Dietary Cationized Antioxidants,” Agricultural and food chemistry , pp. 5178–5185, 2001.

[12] H. Song , Z. Zheng , J. Wu, and J. Lai, “White Pitaya (Hylocereus undatus) Juice Attenuates Insulin Re-

sistance and Hepatic Steatosis in Diet-Induced Obese Mice," Plos one , 2016.
[13] A. Gengatharan, G. A. Dykes, and W. Sim, "Betalains: Natural plant pigments with potential application in functional foods," LWT - Food Science and Technology, pp. 645–649, 2015.
[14] B. Ortíz and C. Anzola, "Estudio del efecto fisiológico del consumo de arepas enriquecidas con pectina extraída de la cáscara de curuba (Passiflora tripartita var. mollissima)," Revista Colombiana de Química, pp. 5–11, 2018.
[15] K. Muhammad, N. Izalin, S. Puvanesvari, N. Mohd, and J. Bakar, "High methoxyl pectin from dragon fruit (Hylocereus polyrhizus) peel," Food Hydrocolloids, pp. 289–297, 2014.
[16] K. Thirugnanasambandham and V. Sivakumar, "Microwave assisted extraction process of betalain from dragon fruit and its antioxidant activities," Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences, vol. 16, pp. 41–48, 2017.
[17] X. Bai, T. Zhou , T. Lai, and H. Zhang , "Optimization of the Microwave-Assisted Extraction of Polyphenols from Red Pitaya Peel using Response Surface Methodology," Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences, pp. 419–424, 2018.
[18] K. Thirugnanasambandham, V. Sivakumar, and J. P. Maran, "Process optimization and analysis of microwave assisted extraction of pectin from dragon fruit peel," Carbohydrate Polymers, vol. 112, pp. 622–626, 2014.
[19] S. Rahmati, A. Abdullah, and E. Momeny, "Optimization studies on microwave assisted extraction of dragon fruit (Hylocereus polyrhizus) peel pectin using response surface methodology," International Food Research Journal, pp. 233–239, 2015.
[20] Hernawati, N. A. Setiawan, R. Shintawati, and D. Priyandoko, "The role of red dragon fruit peel (Hylocereus polyrhizus) to improvement blood lipid levels of hyperlipidaemia male mice," Journal of Physics: Conference Series, vol. 1013, 2018.

Análisis por docking molecular de alcaloides de isoquinolina de la familia Papaveraceas sobre las enzimas BACE-1 y Presenilina-1 humanas

Cristóbal Díaz de León Martí
Universidad Autónoma de Aguascalientes Avenida Universidad # 940, C.U., 20131 Aguascalientes, Ags.
al198559@edu.uaa.mx

Felipe Guadalupe Carrillo Landell
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato Irapuato-Silao km 12.5 El Copal, 36821 Irapuato, Gto.
felipe.cl@irapuato.tecnm.mx

Resumen — Los objetivos de este estudio se enfocaron en el análisis in sílico de metabolitos secundarios derivados de la isoquinolina (alcaloide) presentes en la especie Argemone platyceras (perteneciente de la familia Papaveraceae), mediante el análisis de acoplamiento (docking) molecular para evaluar su posible papel como reguladores inhibitorios de las enzimas Beta Secretasa 1 (BACE-1) y de Presenilina-1, involucradas en la formación de la Proteína Beta Amiloide (A□). Este análisis se basa en la literatura que hace referencia a los efectos de los compuestos relacionados a la Berberina en relación a la agregación de □-amiloide, que condiciona al desarrollo de Alzheimer.

Palabras clave — Argemone platyceras (Chicalote), Papaveraceae, Alzheimer, Docking, Proteína Beta Amiloide (A□), Inhibición.

Keywords — Argemone platyceras (Chicalote), Papaveraceae, Alzheimer, Docking, Beta-Amyloid Protein (A □), Inhibition.

Abstract — The objectives of this study were focused on the analysis in silica of secondary metabolites derived from isoquinoline (alkaloid) present in the species Argemone platyceras (belonging to the Papaveraceae family), by means of molecular docking analysis to evaluate their possible role as inhibitory regulators of Beta Secretase 1 (BACE-1) and Presenilin-1 enzymes, which are involved as regulators in the formation of Beta Amyloid Protein (A□). This analysis is based on the literature that refers to the effects of Berberine- related compounds in relation to βamyloid aggregation which conditions the development of Alzheimer β.

I. INTRODUCCIÓN

El Alzheimer es una enfermedad neurodegenerativa progresiva que afecta alrededor del 10% de las personas >70 años de edad e implica una pérdida significativa de la memoria y demencia en progresión lenta. Se caracteriza por la degeneración del lóbulo temporal medial y de la corteza temporal inferolateral principalmente, gracias a lesiones provocadas por la acumulación de oligómeros tóxicos (proteínas mal plegadas) para el cerebro (también llamados amiloides o Aβ en dichas zonas, lo cual puede causar disfunción celular [1]. Entre los factores que influyen en la formación de las especies amiloides, interviene la proteólisis de la proteína precursora de amiloide (APP, amyloid precursor protein en inglés), la cual se escinde mediante las enzimas B-secretasa (BACE-1) y Gamma secretasa (Presenilina-1), por lo que ambas juegan un papel esencial en la regulación de la producción de la Aβ y representan un posible objetivo terapéutico en el tratamiento o control de la enfermedad [2]. La enzima BACE-1 es la secretasa que enscinde en un primer paso la porción Glu-Val-Asn-Leu-I-Asp-Ala-Glu-Fen en la APP [7]; la segunda escisión enzimática se lleva a cabo mediante la enzima Gamma secretasa, que escinde dentro del fragmento C-99 de la APP y genera los extremos carboxilo de la Aβ La Gamma secretasa se compone por cuatro proteínas individuales: Presenilina-1 (PSEN1), Nicastrina, la proteína APH-1 (anterior pharynz-defective 1 en inglés), y el potenciador de la presenilina 2 (PEN-2) [6]. Dentro de la búsqueda de nuevas alternativas terapéuticas para la enfermedad de Alzheimer y a través de estudios recientes, se ha logrado demostrar que ciertos componentes de los alcaloides isoquinolínicos, los cuales pertenecen a una de las familias más complejas de alcaloides presentes en las plantas, muestran interacción con los péptidos 1-42 de la proteína Aβ(Aβ1-42), con lo que se pudo observar diferentes modos de vinculación preferencial de los ligandos hacia las formas agregadas de Aβ1-42, para así poder explorar posteriormente los efectos de dichos compuestos isoquinolínicos en las etapas de agregación de la especie amiloide [4]. La familia Papaveraceae representa un grupo de angiospermas que se caracterizan por poseer distintas propiedades y usos farmacológicos; su empleo para la obtención de derivados del opio como la morfina ha despertado el interés por su exploración fitoquímica para su aplicación en la medicina tanto tradicional como naturista. Para el presente estudio, los metabolitos de interés son los alcaloides derivados de la isoquinolina, como lo son la Berberina y otros derivados (Argemonina y Platicerina), los cuales se encuentran, entre otras, en la especie Argemone platyceras [7]. En estudios recientes se ha demostrado el potenical neurofarmacológico de dichos componentes, como lo es la Berberina, ya que ha mostrado componentes antiagregantes de la agregación βamiloide [4], y por lo que la finalidad de este estudio es determinar la actividad molecular inhibitoria de otros derivados isoquinolínicos presentes en Argemone platyceras, teniendo como referencia los resultados de la interacción de la Berberina con las enzimas involucradas en la escisión de la APP (BACE-1 y Presenilina-1).

II. Materiales y métodos

A. Programas y adquisición de cristales y ligandos de bases de datos

Se obtuvieron cristales de la ACE y del receptor AT1 mediante la plataforma RCSB PDB (Protein Data Bank) (https://www.rcsb.org/). Las estructuras de los componentes fueron descargadas en formato PDB. Las estructuras de los ligandos se obtuvieron en PubChem Compound Database (https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/). El arreglo molecular y geométrico de los componentes fue mediante el software Chimera V. 1.15, en el cual se limpió la proteína referenciada mediante su ID registrado en una base de datos estandarizada y posteriormente se eliminaron todos aquellos átomos ajenos a las moléculas a estudiar. Las estructuras optimizadas de los ligandos fueron convertidas en formato (MOL2) mediante el software Avogadro V1.2.0, donde se modificaron los estados de protonación de la molécula y se convirtió a un modelo tridimensional con el formato MMFF94, para así comenzar el proceso de separación de átomos de la molécula hasta llegar a una derivada de energía mínima

(0.0001 kJ/mol).

Selección de objetivos moleculares

Las macromoléculas empleadas fueron las siguientes: βSecretasa (BACE-1) (ID: 4i10) y Presenilina-1 del complejo de la Gamma-Secretasa (ID: 6IYC). Los ligandos empleados fueron: Argemonina (CID 44558920), Berberina (CID 2353), y Platicerina (CID 12314368).

B. Docking molecular

El docking se realizó mediante el software AutoDock Tools V1.5.6. Los pasos para dicho proceso consistieron primeramente en la edición de la macromolécula, ya que se le adicionaron hidrógenos polares, se fusionaron los hidrógenos no polares (MergeNonPolar), y se agregaron las cargas de Kollman y el archivo se guardó en formato PDB. Del mismo modo los ligandos se editaron agregando hidrógenos y cambiando y calculando las cargas de Gaisteiger, además se fusionaron los hidrógenos no polares, el archivo se guardó como PDBQT. Ya teniendo los componentes completos se realizó la interacción, la cual consistió en seleccionar la caja que se encuentra en la zona del sitio activo de ambas macromoléculas, identificando así la mejor zona de interacción. Posteriormente se procedió a guardar la configuración de la caja con el espacio de acoplamiento en formato GPF. Una vez identificada la zona de acoplamiento, se ejecutó el docking en la aplicación AutoDock, la cual sirvió para generar los resultados del docking en formato DLG y finalmente proceder con su análisis. Una vez identificadas las conformaciones óptimas para cada acoplamiento de las macromoléculas con los distintos ligandos empleados, se procedió a guardar y registrar cada una de ellas en un archivo con formato PDBQT.

C. Generación de imágenes 2D

Para la generación de las imágenes de dichas conformaciones en 2D se utilizó el software Babel 2.3.1, empleado para la conversión de los archivos en formato PDBQT a PDB, el cual permite obtener el diagrama en la aplicación Online Protein Plus en formato PNG.

III. Resultados y discusión

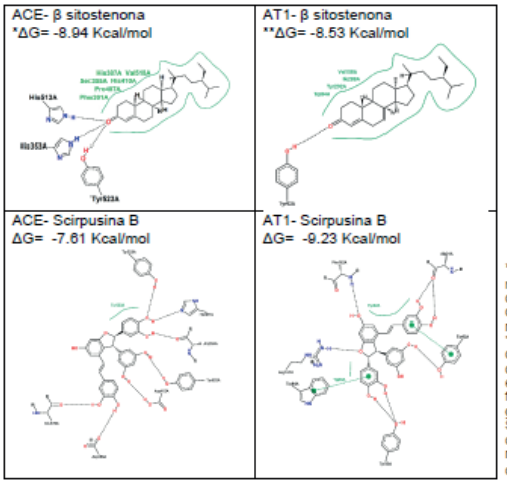
Tabla 1. Análisis por docking molecular de metabolitos derivados de la isoquinolina presentes en

Macro-molécula	Ligando	RMSD de referencia	Energía de unión (kcal/mol)	Constante de inhibición (Ki) (μM)	No. Puentes de hidrógeno	Aminoácidos involucrados en la interacción
β-secretasa (BACE 1)*	Argemonina[1]	15.51	-7.53	3.04	ND	ND
		15.54	-7.51	3.14	ND	ND
		43.61	-7.06	6.66	1	TYR281
	Berberina[2]	43.11	-7.94	1.51	1	TYR281
		43.17	-7.93	1.55	ND	ND
		43.25	-7.88	1.67	ND	ND
	Platycerina[3]	14.60	-7.05	6.81	2	ASP93, TYR132
		20.86	-6.88	8.98	2	TYR112, TYR112
		45.18	-6.65	13.41	1	TYR251
Presenilina-1§	Argemonina[1]	276.77	-6.88	9.05	2	ASP257ALA434
		276.30	-6.85	9.5	2	ASP257, ALA434
		276.66	-6.85	9.51	2	ASP257, ALA434
	Berberina[2]	276.73	-7.12	6.01	1	ASP257
		276.66	-7.05	6.8	1	ASP257
		276.76	-7.03	6.98	1	ASP257
	Platycerina[3]	277.21	-6.06	36.04	ND	ND
		285.32	-5.85	51.41	ND	ND
		285.34	-5.84	52.77	ND	ND

Todas las macromoléculas se minimizaron para mejorar sus métricas, si las métricas no mejoraron entonces se trabajó con el cristal original. Se realizaron 10 conformaciones de interacción para cada ligando, sin embargo, sólo se muestran las tres mejores.

ND= El docking no realizó los cálculos de dicha interacción.
¥ = https://www.rcsb.org/structure/4I10
§ = https://www.rcsb.org/structure/6IYC
1 = https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/44558920 2 = https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/2353
3 = https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/12314368

Tabla 2. Representación esquemática 2D de las interacciones ligando-macromolécula de las mejores conformaciones del docking molecular (ver Tabla1), empleando la aplicación Online Protein Plus.



En los resultados de la Tabla 1, se describe el análisis por docking molecular entre los metabolitos mencionados de la especie Argemone platyceras sobre las enzimas BACE-1 y Presenilina-1 humanas. Para la interpretación de dichos valores, se tomaron en cuenta los resultados de RMSD (root mean square deviation), el cual representa la distancia promedio entre los átomos de las moléculas superpuestas, la constante de inhibición (Ki), la cual representa la afinidad de la interacción entre los ligandos y las macromoléculas (BACE-1 y Presenilina-1), y la energía de unión, representada en Kcal/mol. A su vez, se mencionan las diferentes conformaciones a las cuales las moléculas mostraron mejor interacción, así como los puentes de hidrógeno con los aminoácidos. Para fines del análisis mediante docking de las moléculas mencionadas, se tomaron en cuenta los mejores resultados para cada uno de los ligandos (Argemonina, Berberina y Platicerina).
De acuerdo con dicho análisis, se pudo concluir que el metabolito que mostró tener mayor interacción con la BACE-1 fue la Berberina, seguida de la Argemonina y Platicerina en último lugar, sugiriendo mayor inhibición en la escisión de la APP, según los valores de energía de unión (-7.94, -7.52, -7.05 Kcal/mol, respectivamente) y su constante de inhibición (1.51, 3.04 y 6.81 uM, respectivamente). En cada resultado de la interacción enzima-ligando se demuestra un posible potencial inhibitorio sobre la enzima diana en el control o tratamiento de la enfermedad de Alzheimer. En cuanto a la Tabla 2, en ésta se muestran primeramente las imágenes en 2D de las interacciones de la BACE-1 y la Presenilina-1 con los ligandos Argemonina, Berberina y Platicerina y en las cuales se aprecian las interacciones correspondientes.
Estudios recientes describieron la realización de un acoplamiento molecular entre compuestos derivados de la Berberina con el péptido Aβ1-42 para la evaluación de sus efectos sobre la agregación de Aβ1-42 mediante la caracterización de las interacciones resultantes [5] .En otros estudios se realizó la interacción mediante docking molecular, de la berberina con algunas otras enzimas relacionadas a la patogenia de la enfermedad de Alzheimer (Acetilcolinesterasa, butirilcolinesterasa y monoamino-oxidasa), en donde se consiguieron valores

muy cercanos a los experimentales que demuestran hallazgos en la base molecular de los efectos inhibidores del alcaloide Berberina contra las enzimas mencionadas [4]. Al comparar los resultados obtenidos descritos en la Tabla 1, se puede apreciar que otros ligandos derivados de las Papaveráceas también interaccionaron con las enzimas utilizadas, aunque con diferencias en los valores energéticos de enlace y constantes de inhibición, por lo que se podría relacionar a una interacción similar a la de la Berberina con otras enzimas patogénicas de la enfermedad, como las que se mencionaron. Del mismo modo se confirmó que la Berberina presentó el mejor enlace, tanto para la BACE-1 como para la Presenilina-1, ratificando así los resultados de literatura previa. Esto proporciona un mayor panorama y ofrece nuevas perspectivas acerca de la necesidad de mayor investigación para uso de ligandos isoquinolínicos de la familia Papaveraceae y sus aplicaciones farmacológicas en la enfermedad de Alzheimer.

III. Conclusiones y recomendaciones

El ligando Berberina fue el que presentó los mejores resultados en el acoplamiento, tanto para la primera macromolécula (BACE-1), como para la segunda (Presenilina-1 de la Gamma-Secretasa). Siendo entonces, objetivo de estudio para futuros posibles tratamientos contra el Alzheimer. En cuanto al acoplamiento entre los restantes ligandos (Argemonina y Platicerina), también se obtuvieron buenos resultados, aunque inferiores, por lo que se sugiere la consiguiente investigación de estos y más alcaloides derivados de la isoquinolina para evaluar sus posibles interacciones de la misma naturaleza con las enzimas diana para este estudio, y así ampliar los conocimientos que se tienen acerca del control y/o tratamiento de la enfermedad del Alzheimer, y posiblemente de otras enfermedades relacionadas a la agregación de especies amiloides.

IV. Reconocimientos(oagradecimientos)

Expreso mi agradecimiento a la Benemérita Universidad Autónoma de Aguascalientes y al comité de Verano de la Ciencia de la Región Centro por las facilidades y el apoyo otorgado para la realización de la estancia de verano, así como al CONACYT y al Dr. Felipe Guadalupe Carrillo Landell y la Dra. Dora Alicia Álvarez Medina por su dedicación a la investigación y la accesibilidad que mostraron para la realización de este proyecto.

Referencias

1. Larry, J. (2019). Harrison: Principios de medicina interna. Vol. 1, 2 (20.a ed.). McGraw-Hill. 2.
3. Zhou, R., Yang, G., Guo, X., Zhou, Q., Lei, J. y Shi, Y. (2019). Recognition of the amyloid precursor protein by human βsecretase. Science, 363(6428), Artículo
eaaw0930. https://doi.org/10.1126/science.aaw0930
4. Ji, H. F., & Shen, L. (2012). Molecular Basis of Inhibitory Activities of Berberine against Pathogenic Enzymes in Alzheimer's Disease. The Scientific World Journal, 2012, 1–4. https://doi.org/10.1100/2012/823201
5. Marasco, D., Vicidomini, C., Krupa, P., Cioffi, F., Huy, P. D. Q., Li, M. S., Florio, D., Broersen, K., de Pandis, M. F., & Roviello, G. N. (2021). Plant isoquinoline alkaloids as potential neurodrugs: A comparative study of the effects of benzo[c]phenanthridine and berberine-based compounds on β amyloid aggregation. Chemico-Biological Interactions, 334, 109300. https://doi.org/10.1016/j.cbi.2020.109300
6. Zhang, X., Li, Y., Xu, H., & Zhang, Y. W. (2014). The Î3-secretase complex: from structure to function. Frontiers in Cellular Neuroscience, 8. https://doi.org/10.3389/fncel.2014.00427
7. Bowers, S., Xu, Y. Z., Yuan, S., Probst, G. D., Hom, R. K., Chan, W., Konradi, A. W., Sham, H. L., Zhu, Y. L., Beroza, P., Pan, H., Brecht, E., Yao, N., Lougheed, J., Tam, D., Ren, Z., Ruslim, L., Bova, M. P., & Artis, D. R. (2013). Structure-based design of novel dihydroisoquinoline BACE-1 inhibitors that do not engage the catalytic aspartates. Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters, 23(7), 2181– 2186. https://doi.org/10.1016/j.bmcl.2013.01.103

Adams, A. and Mayo Clinic., n.d. Mayo Clinic essential neurology. 2nd ed. Mayo Clinic Scientific Press.

Una propuesta de desarrollo agroindustrial en Aguascalientes bajo el enfoque regional de los sistemas locales de producción.

Themis Anaid Muñoz Guzmán
Universidad Autónoma de Aguascalientes
Av. Universidad #940, C.P. 20010, Aguascalientes, Ags.
themisanahi@gmail.com
Asesor: Juan Carlos Neri Guzmán
Universidad Politécnica de San Luís Potosí
C. Urbano Villalón 500, La Ladrillera, 78369 San Luis, S.L.P.
jc.neriguzman@gmail.com

Resumen — La siguiente investigación presenta un análisis del estado de Aguascalientes a partir de las actividades productivas que se llevan a cabo, así como también las actividades especializadas con las que cuenta y las principales actividades que aportan a la economía estatal con el objetivo de crear una propuesta de desarrollo para el sector agroindustrial. Para llevar a cabo dicho análisis se recurre a fuentes estadísticas como los es INEGI y SAGARPA, para posteriormente realizar la selección del producto agropecuario, en este caso la leche, por ello se recurrió a información de instituciones especializadas como CANILEC [1] y la FAO [2], así como también el sistema local de producción con el que cuenta el estado para poder crear propuestas que atiendan las necesidades más relevantes.

Palabras clave — Aguascalientes, Desarrollo, Especialización, Leche.

Abstract — The following research presents an analysis of the state of Aguascalientes from the productive activities that are carried out, the specialized activities with which it has and the main ones that contribute to the state economy intending to create a development proposal for the agro-industrial sector. To carry out this analysis, statistical sources such as INEGI and SAGARPA are used, then the selection of the agricultural product, in this case, milk, for that reason the information was used from specialized institutions such as CANILEC [1] and FAO [2] as well as the local production system that the state must be able to create proposals that meet the most relevant needs.

Keywords — Aguascalientes, Development, Specialization, Milk.

I. INTRODUCCIÓN

Para Aguascalientes como estado, el sector agropecuario, forma parte de las actividades económicas con mayor relevancia sólo por detrás de las actividades industriales; a fin de llevar a cabo el desarrollo de una propuesta de consolidación para una actividad agroindustrial es necesario conocer las actividades económicas que se efectúan en cada uno de los municipios e identificar aquellas con niveles de especialización y las de mayor importancia para la economía del estado.

En tal sentido un estudio acerca de la situación geográfica, demográfica, económica y productiva establece las bases necesarias para que una vez definido el producto, en este caso la leche, se ataquen las problemáticas haciendo uso de las herramientas disponibles.

II. Marco teórico

Como metodología para la elaboración de la investigación, se recurrió al enfoque de los Sistemas Locales de Producción Industrial, la cual consiste en representar territorialmente los activos económicos y la relación entre actores vinculados con una actividad económica en particular, lo cual brinda una manera alternativa de promover el desarrollo regional de una manera planeada y estructurada. La metodología se basa en la aportación de Hernández, J., Fontrodona, J, & Pezzi A. (2005) [3].

III. Materiales y métodos

La información estadística fue obtenida del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (2014) [4] , así como los censos económicos del Servicio de Atención Integral a la Ciudadanía (SAIC) (2018) [5] y estadísticas de producción agraria y ganadera del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) (2020) [6]; además de consultar información de la Cámara Nacional de Industriales de la Leche (CANILEC) que es conocido como el representante de la Industria Lechera Nacional y organismo de consulta de México.

La propuesta de desarrollo para Aguascalientes partió de un diagnóstico sobre sus características geográficas, económicas y de infraestructura con el fin de determinar sus ventajas competitivas, resaltando su localización estratégica por la conexión que tiene con gran parte de las ciudades y fronteras del país, por lo que la producción y el comercio de mercancías resulta una actividad fundamental.

Como principal objetivo se estableció el identificar las actividades productivas de los municipios de Aguascalientes para la creación de una propuesta de desarrollo estratégico en el sector agroindustrial bajo el enfoque de los sistemas locales de producción, inicialmente tomando como referencia las estadísticas del SIAP y con el uso de tablas dinámicas se calcularon los niveles de especialización mediante la siguiente fórmula:

$$IE = \frac{\left(\frac{P_{ij}}{PT_j}\right)}{\left(\frac{P_{im}}{PT_m}\right)}$$

donde:

Pij= Es la producción del bien “i” del área “j”

PTj = Es la producción Total en el municipio “j”

Pim= Es la producción en el cultivo “i” del estado “m”

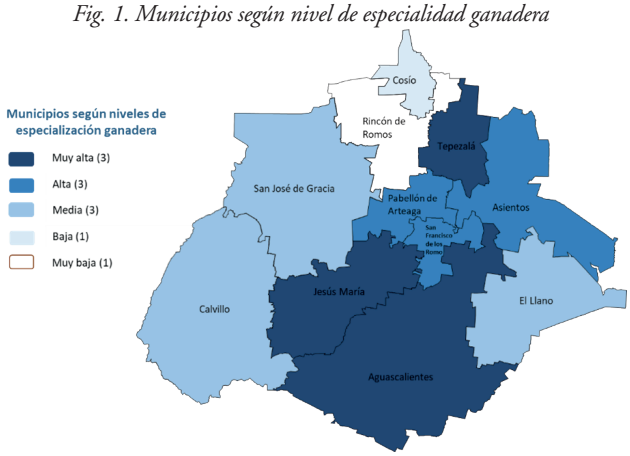
PTm = Es la producción Total en el estado “m”

Una vez identificado el producto sobre el cual se llevará a cabo la propuesta, en este caso la leche, se enfocó la investigación a factores como la descripción de la actividad dentro del estado y de forma más específica dentro de cada municipio, luego se planteó un panorama respecto a las características propias del producto, así como antecedentes históricos y composición de la arena competitiva en el marco mundial, nacional y estatal.

Al momento de establecer las actividades necesarias para el sistema local de producción fue necesario conocer a detalle el proceso de producción de leche fluida donde también se identificaron las actividades claves que contiene y, en conjunto con la cadena productiva y de valor donde se clasificó cada actividad acorde al Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN) poder delimitar que actividades forman parte del sistema local y cuales no se encuentran presentes en el territorio (DENUE, INEGI, 2021) [7].

IV. Resultados

Fig. 1. Municipios según nivel de especialidad ganadera



Los resultados que influyeron en la selección de la propuesta de consolidación económica: la producción de leche, son los referidos a los niveles de especialización ganadera registrados en los municipios (Figura 1).
Respecto al nivel de participación en la producción de leche por municipio se observa en la Tabla 1 que los municipios con mayor participación son Aguascalientes, Jesús María, y Rincón de Romos con porcentajes de 24.63%, 11.95% y 11.61%, respectivamente; mientas que los de menor participación son Cosío, El llano y San José de Gracia. (SIAP) (2020) [8]

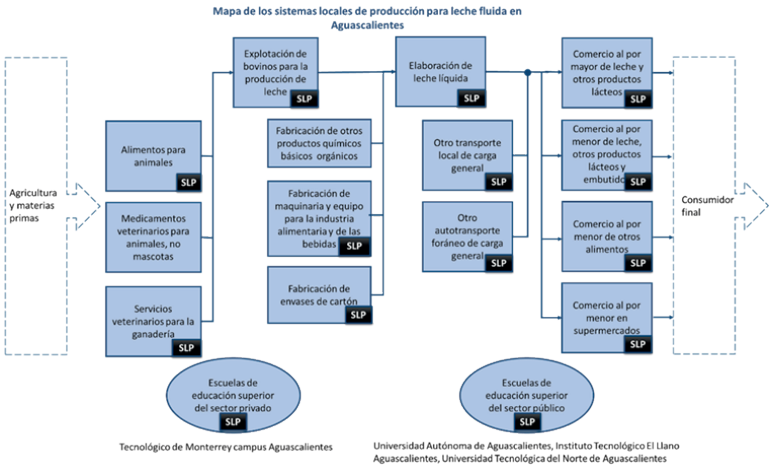
Tabla 1. Participación por municipio en producción de leche

Municipio	Leche (miles de litros)	Porcentaje de participación
Aguascalientes	104882	24.63%
Asientos	35927	8.44%
Calvillo	31539.5	7.41%
Cosío	24510.3	5.76%
El Llano	18518.2	4.35%
Jesús María	50899.7	11.95%
Pabellón de Arteaga	34454.5	8.09%
Rincón de Romos	49435.8	11.61%
San Francisco de Los Romo	34664.7	8.14%
San José de Gracia	8069.16	1.89%
Tepezalá	32931.2	7.73%
Total, general	425832.06	

Conociendo la cantidad de producción del estado se procedió a un análisis del mercado nacional donde se identificó a los principales estados productores: Jalisco, Coahuila, Durango, Chihuahua y Veracruz; mientras que en el mercado global Estados Unidos, India, Brasil, Alemania y China concentran el 58% de la producción mundial de leche de bovino, posicionándose como la principal competencia.

Teniendo el panorama general respecto a la leche y con apoyo de la información encontrada en el SCIAN (2018) [9], CEPAL (2018) [10] y Hernández, J., Fontrodona, J, & Pezzi A. (2005) [11] se elaboró el mapa de los sistemas locales de producción para leche fluida en el estado, donde se observan las actividades necesarias para la elaboración y con cuántas y cuáles se cuenta. Figura 2.

Fig. 2. Sistema local de producción de leche fluida en el estado de Aguascalientes



Las principales problemáticas detectadas por el INEGI en la Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2019 [12] son puntuales:
Alto costo de forrajes y alimentos para bovinos.
Alto costo de servicios.
Falta de infraestructura y avances tecnológicos.
El promedio de edad de los productores supera los 50 años.
Falta de organización para la producción.
Trámites burocráticos para financiamientos y créditos.
Falta de información respecto a los precios de los productos.
Inseguridad.
En este sentido, la propuesta de consolidación presentada a continuación se sustenta en el análisis situacional, el comportamiento de crecimiento del producto dentro del estado de Aguascalientes y las problemáticas anteriormente mencionadas.
Uno de los datos más relevantes es que dentro del estado se cuenta con gran parte de la cadena de producción, pues existen productores de materia prima, industria de transformación e incluso con sistemas de transporte que hacen posible la elaboración del producto; no obstante, la cantidad de productores ha disminuido considerablemente por lo que resulta necesario reunir a los pequeños productores para establecer planes de acción estandarizados que atiendan puntos de interés como:
Adquirir nuevas tecnologías para la extracción de la leche, con el objetivo de llevar a cabo este proceso en menor tiempo y con un menor esfuerzo.
Implementar planes estandarizados con relación a medidas sanitarias dentro de las prácticas que conlleva la producción de leche y transporte.
Concretar y brindar apoyo para la obtención de financiamientos o créditos gubernamentales para los pequeños productores con la finalidad de mejorar las instalaciones y adquirir nuevo equipo, como puntos principales.
Creación de una base de datos donde puedan plasmarse los avances y áreas de oportunidad antes, durante y

después de la implementación de las propuestas de desarrollo, a fin de evaluar la efectividad y comenzar con el registro histórico para futuras investigaciones, propuestas y modificaciones a los sistemas productivos.
Acercar a las nuevas generaciones a la producción del sector mediante innovaciones en el producto y como una fuente futura de ingresos sostenible.
Brindar un acompañamiento para trámites gubernamentales y certificaciones para los productores que lo necesiten.
Facilitar la adquisición de cabezas de ganado de calidad para incrementar los estándares y niveles de producción.
Mantener un seguimiento para registro y evaluaciones de las acciones realizadas.
Brindar apoyo para que las actividades relacionadas con la leche que no se encuentren en la entidad se puedan proveer localmente.
El objetivo principal es la sinergia de los pequeños productores del sector para poder obtener un precio justo por el producto, y a futuro que sea un producto con calidad de exportación; con ello se busca el desarrollo y especialización del producto en el estado. A su vez los productores, la industria y aquellos participes de la cadena se beneficiarían y el estado retomara a este producto como una actividad representativa dentro de la industria que contribuya y tenga un peso importante en la economía.

V. Conclusiones y recomendaciones

Gracias al proceso de investigación y metodologías utilizadas se pudo observar que Aguascalientes posee más del 80% de las actividades necesarias para el sistema local de producción de leche así como también las condiciones para elevar y mejorar la producción, sin embargo se debe hacer frente a las problemáticas anteriormente mencionadas que giran en torno a la organización y administración, por lo que se abre la posibilidad de nuevas investigaciones que sean orientadas al desarrollo detallado de planes de acción para las propuestas generadas en el presente documento.

IV. Reconocimientos

Agradezco en primer instancia a los coordinadores del Verano de la Ciencia así como a las universidades participantes que crean los espacios para que estudiantes universitarios puedan tener un acercamiento guiado y de calidad hacia la investigación de temas actuales y de interés; al Dr. Juan Carlos Neri Guzmán investigador durante la estancia; a la Universidad Politécnica de San Luis Potosí por las capacitaciones y herramientas brindadas para la elaboración de la presente investigación; a la Universidad Autónoma de Aguascalientes y al Dr. Javier Eduardo Vega Martínez por el apoyo brindado por parte de mi institución y centro académico para formar parte de este Verano de la Ciencia.

Referencias

[1] CANILEC. (2011). El libro blanco de la leche. 11 julio,2021, de CANILEC Sitio web: https://www.uv.mx/personal/pcervantes/files/2012/05/libro_blanco_de_la_leche.pdf
CANILEC. (2021). Estadísticas del Sector Lácteo 2010 - 2020. 1 julio, 2021, de CANILEC Sitio web: https://www.canilec.org.mx/estadisticas-2/
[2] FAO. (2011). Procesos para la elaboración de productos lácteos. 10 julio,2021, de FAO Sitio web: http://www.fao.org/3/bo954s/bo954s.pdf
[3,11] Hernández, J., Fontrodona, J, & Pezzi A. (2005). Map of Local Industrial Production Systems in Catalonia. 13 julio,2021, de Ministry of Employment and Industry of the Autonomous Government of Catalonia Department of Industry Sitio web: http://empresa.gencat.cat/web/.content/001-departament/04-serveis/01-publicacions/Empresa_Industria/papers_d_economia_industrial/documents/arxius/21_angles.pdf

[4]INEGI. (2014). Producción de ganado bovino. 4 junio, 2021, de INEGI Sitio web: https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/ena/2014/doc/minimonografia/prodbovena14.pdf
[5]SAIC. (2021). Censos Económicos. junio 21,2021, de INEGI Sitio web: https://www.inegi.org.mx/app/saic/default.html
[6, 8] SIAP. (2020). Estadística de Producción Ganadera. junio 16,2021, de SIAP Sitio web: http://infosiap.siap.gob.mx/gobmx/datosAbiertos.php
[7]INEGI. (2021). Espacio y datos de México. junio 22,2021, de INEGI Sitio web: https://www.inegi.org.mx/app/mapa/espacioydatos/default.aspx
[9] INEGI. (2018). Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte, México 2018, SCIAN México 2018- Clasificación Industrial Internacional Uniforme Rev. 4, CIIU Rev. 4. 21 julio, 2021, de INEGI Sitio web: https://www.inegi.org.mx/contenidos/app/scian/tablaxiv.pdf
[10] CEPAL. (2018). La cadena regional de valor de la industria de lácteos en Centroamérica. 22 julio,2021, de ONU Sitio web: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/43236/1/S1800075_es.pdf
[12] INEGI. (2019). Encuesta Nacional Agropecuaria 2019. 3 julio,2021, de INEGI Sitio web: https://www.inegi.org.mx/programas/ena/2019/#Tabulados

Inyector de composta liquida biodegradable (ICLB)

Diana Guadalupe Garcia Reyna
Instituto Tecnológico Superior de Monclova
Carretera 57 km 4.5 Unidad Tecnológica y, Universidad, C.P.95245 Monclova, Coahuila.
dianagarciareyna@gmail.com
Gabriela Baltierra Costeira
Instituto Tecnológico Superior de Monclova
Carretera 57 km 4.5 Unidad Tecnológica y, Universidad, C.P.95245 Monclova, Coahuila.
gabriela.bc@monclova.tecnm.mx

Resumen — En el presente proyecto se realiza una optimización, buscando ofrecer nutrientes a la tierra y eliminar los factores que la dañan. Para esto se realizará un producto nuevo e interesante y sobre todo su elaboración está basada en materiales orgánicos. Las malas prácticas agrícolas, labores intensivas, eliminación de materia orgánica, utilizar agua de mala calidad y el uso excesivo de fertilizantes dan paso a que los nutrientes se agoten de manera rápida, y esto lleva a la perdida de la fertilidad del suelo y a su degradación. Por eso es de suma importancia su cuidado y preservación, ya que el suelo es donde comienza la alimentación, proporciona el ciclo de nutrientes primarios para la vida animal y vegetal.

Palabras clave — Fertilizantes, Orgánica, Degradación, Suelo.

Abstract —. In the present project an optimization is carried out, seeking to offer nutrients to the soil and eliminate the factors that damage it. For this purpose, a new and interesting product will be created and, above all, its elaboration will be based on organic materials. Bad agricultural practices, intensive tillage, elimination of organic matter, use of poor quality water and excessive use of fertilizers lead to the rapid depletion of nutrients, which leads to the loss of soil fertility and its degradation. That is why its care and preservation is of utmost importance, since the soil is where food begins, it provides the cycle of primary nutrients for animal and plant life.

Keywords — Fertilizers, Organic, Degradation, Soil.

I. Introducción

La presente investigación abarcara la idea de un producto innovador completamente biodegradable para aminorar el daño en la tierra producido por excesos de cosecha o por desechos de químicos, por parte de la población en general y en especial los que se dedican a la agricultura o cualquier trabajo con la tierra que eventualmente producirían la infertilidad de la tierra. Mediante la implementación principalmente del carrizo seco como base del inyector, que al entrar en contacto con la tierra se va descomponiendo sin afectar. La conservación del suelo cubre muchos aspectos de la agricultura, incluida la gestión de residuos de cultivos, enmiendas del suelo como la fertilización y la aplicación de estiércol, la agricultura en contorno y el cultivo en franjas, y la elección del sistema de cultivo. (Leonhardt, 2019). En los últimos años, el carrizo ha ganado popularidad en el entorno construido, principalmente debido a su bajo costo, alta resistencia mecánica, estética atractiva, flexibilidad e impacto ambiental muy bajo, o incluso positivo. Por esto es el principal material de este proyecto.

II. Marco teórico

La degradación del suelo.

En primer lugar, la degradación del suelo es un problema principal en todo el mundo, en segundo lugar, la degradación física, química y biológica del medio ambiente del suelo requiere una investigación detallada, profundizando también en algunos aspectos nuevos poco cubiertos hasta ahora (Avelino Nuñez Delgado, 2020) Prácticas agroecológicas, y microorganismos benéficos en particular, ofrecen una alternativa asequible y sostenible a los insumos minerales para mejorar la nutrición de las plantas y la salud del suelo para un rendimiento óptimo de los cultivos y una producción sostenible. (Mary Atieno D. , 2020)

III. Materiales y métodos

Se elabora un inyector de composta líquida biodegradable, este mismo se realizará con carrizo seco, sustituyendo así el tubo PVC, con la finalidad de no dañar al medio ambiente con más plásticos, fierro y materiales que efectivamente perjudican al suelo. Para la composta se utilizarán materiales orgánicos, elementos que se tienen en el hogar comúnmente o que son fáciles de conseguir. Debido a que los materiales serán completamente biodegradables, el producto no tendrá ningún tipo de afectación a la tierra y una de las características del carrizo es que puede mantenerse enterrado por muchos años así que será posible colocar el inyector de dos maneras ya sea en la superficie o dentro de la tierra.

Este producto está dividido en 3 partes, la primera parte será para elaborar el inyector, la segunda parte es para realizar la composta que irá dentro del inyector en la primera parte elaborado, y la tercera y última parte es para culminar el proceso, se vaciará en el inyector la composta elaborada en la parte 2.

Parte 1.

Figura.1 Preparación para el inyector.

Materiales utilizados para elaborar el inyector

- 1 taladro
- 1 martillo
- 1 varilla larga de acero
- 1 serrucho

Los materiales mencionados anteriormente se utilizaron para realizar los orificios al carrizo, mismos que son necesarios para el correcto y buen funcionamiento del inyector.

Figura.2 Estructura de elaboración de inyector.

Parte 2.

Figura.3 Materiales requeridos para elaborar la composta.

Materiales para la composta

- 1 pera
- 1 manzana
- ¼ de perejil
- ½ tomate
- Estiércol
- 1 litro de agua
- 100 gramos de nopal

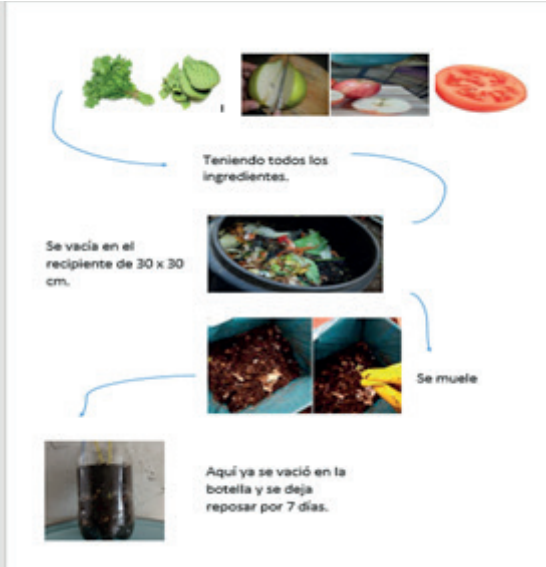
Materiales utilizados para vaciar composta o mezclar.

1 recipiente de 30 x 35 cm con fondo de 10 cm aprox.
1 botella vacía de 2.5 ml
1 Tejolote

Los materiales mencionados anteriormente son materiales que fácilmente podemos conseguir en el hogar. Para mezclar los ingredientes fue fundamental quitar semillas y huesos para poder molerlo y que no quedarán cantidades grandes de ingrediente sin mezclarse.

Para la elaboración de la composta es necesario que se sigan los pasos como vienen representados en el diagrama de la figura 5.

Figura.4 Diagrama de elaboración de la composta liquida

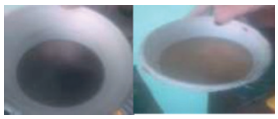


IV. Resultados

Figura 5. Prueba de test casero con vinagre, agua y bicarbonato para conocer el pH.

Para esto fue necesario poner agua en un recipiente, después se le agregó tierra y vinagre. En otro recipiente se colocó agua y tierra con la que también se trabajará y además bicarbonato. El resultado que se obtuvo de estas pruebas realizadas fue que la tierra se encuentra en un buen nivel de acides. Se dejó varios días la composta ya bien preparada en la tierra con el inyector y se estuvieron realizando observaciones, con el objetivo de ver cuánto o que cambios iba generando la composta en el suelo.

Figura 6. Resultados de la prueba de pH a la tierra donde fue aplicado el inyector.



V. Análisis de resultados (o análisis de resultados)

El pH es una de las variables más importantes en los suelos agrícolas, pues afecta directamente a la absorción de los nutrientes del suelo por las plantas, así como a la resolución de muchos procesos químicos que en él se producen. En general, el pH óptimo de estos suelos debe variar entre 6,5 y 7,0 para obtener los mejores rendimientos y la mayor productividad (Prasad, 1997), ya que se trata del rango donde los nutrientes son más fácilmente asimilables, y, por tanto, donde mejor se aportarán la mayoría de los cultivos). En cambio, también hay nutrientes (generalmente microelementos) y cultivos que se adaptan mejor a pH más bien ácidos o básicos.

Con esto pudimos probar que la tierra de cualquier manera siguió siendo alcalina, con niveles de Ph mayores y en algunos test con mayor efervescencia, eso fue dependiendo de los materiales con los que se fueron mezclando.

VI. Conclusiones y recomendaciones

Con la elaboración del inyector y la composta líquida se pudo observar aprender como de materiales orgánicos y comunes podemos elaborar y trabajar cosas de mucha utilidad y aun mejor, de productos que sirven para cuidar el medio ambiente. El carrizo es un recurso natural fácil de conseguir además muy fácil de manejarse. Las pruebas caseras tuvieron buenos resultados y pudimos saber con certeza en qué nivel de pH se encuentra la tierra trabajada.

VII. Reconocimientos (o agradecimientos)

Agradezco a la maestra Gabriela Baltierra Costeira por el apoyo otorgado durante el seguimiento de este proyecto y al Tecnológico Nacional de México Campus Monclova por también de alguna manera apoyar este proyecto y por motivarnos a participar en este tipo de Convocatorias.

Referencias

Aveliño Nuñez Delgado, M. Y. (2020). Nueva investigacion sobre degradacion y restauracion de suelos. Revista de la gestion ambiental, Vol. 269.

Leonhardt, H. (2019). Do farmers care about rented Ian? A multi, mothod study on land ternure and soil conservation". Sciense Direct, 230.

Mary Atieno, D. (2020). Evaluación del uso de biofertilizantes para la agriclutura sostenible. Gestión Ambiental .

Prasad, R. a. (1997). Soil fertility management for sustainable agriculture. Lewis Publishers. Boca Raton. New york.,, pp.356.

Estudio del efecto biocontrol de microorganismos sobre fitopatógenos de pitaya

Javier Espinoza Camarena
Instituto Tecnológico superior de Purísima del Rincón
BLVD. del Valle #2301, Guardarrayas. Purísima del Rincón, Gto. C.P. 36413
Lrs1511123@purisima.tecnm.mx
Yeny Lizzet Couoh Uicab
Instituto Tecnológico superior de Purísima del Rincón
Blvd. del Valle #2301, Guardarrayas. Purísima del Rincón, Gto. C.P. 36413
yeny.cu@purisima.tecnm.mx

Resumen — Una planta potencial es la fruta del dragón o pitahaya. Esta planta de cactus es eficiente en el uso de agua, rica en betalaínas y antioxidantes, tiene beneficios medicinales y es una fuente de ingresos para los productores. Sin embargo, la producción de pitahaya enfrenta desafíos importantes. Entre estos, las pérdidas debidas a enfermedades juegan un papel importante en la reducción del rendimiento y la rentabilidad de la fruta. Debido a lo anterior en este estudio se evaluó el efecto de tres cepas de B. amyloliquefasciens sobre hongos de Stenecereus queratoensis. El género Bacillus presenta actividad antimicrobiana ante fitopatógenos inhibe el crecimiento micelial para controlar las enfermedades de la fruta del dragón.

Palabras clave — Hylocereus costaricenses, B. amyloliquefasciens, Pitahaya.

Abstract — One potential plant is dragon fruit or pitahaya. This cactus plant is water efficient, rich in betalains and antioxidants, has medicinal benefits, and is a source of income for growers. However, pitahaya production faces significant challenges. Among these, losses due to diseases play an important role in reducing the yield and profitability of the fruit. Due to the above, in this study the effect of three strains of B. amyloliquefasciens on Stenecerous fungi was evaluated. The Bacillus genus has antimicrobial activity against phytopathogens, it inhibits mycelial growth to control dragon fruit diseases.

Keywords — Hylocereus costaricensis, B. amyloliquefasciens, Pitahaya.

I. Introducción

La pitaya ocupa hoy un nicho creciente en el mercado de frutas exóticas, así como en los mercados internos de los países productores, como Vietnam, Malasia, Colombia, México, Costa Rica y Nicaragua. En otros lugares, la pitahaya se considera una especie frutal nueva y prometedora. Este éxito puede explicarse en parte por las atractivas cualidades de la fruta. y características (color y forma atractivos). El árbol de la fruta del dragón es un

fruto prometedor porque sus frutos tienen propiedades nutracéuticas, además de ser una especie de fácil manejo y adaptada a las condiciones de baja disponibilidad de agua durante su ciclo, despertando el interés comercial de sus plántulas y frutos. El término genérico "pitahaya" incluye varias especies diferentes, que a menudo pueden ser una fuente de confusión. Actualmente, solo unas pocas especies de pitahaya son comúnmente que se encuentran en el mercado: pitahaya amarilla, una fruta con piel amarilla y pulpa blanca, y pitahaya roja, una fruta con piel roja y pulpa blanca o roja. Estas especies son nativas de la zona tropical y América subtropical. Los principales temas de investigación son la genética, la biología oral, la ecofisiología (composición fisicoquímica) [3,2].
Conocidas por su apariencia distintiva y textura delicada, las plantas de la familia Cactaceae se distinguen fácilmente de las otras familias del reino vegetal.La fruta es rica en betalaínas que se utilizan ampliamente como colorantes en la industria alimentaria sustituyendo los colorantes sintéticos [1,2].
Se han reportado 24 especies comestibles de pitayo (Stenocereus spp.) en América de las cuales 20 son endémicas de México, por lo que se podría considerar su centro de origen. Recientemente, esta cactácea ha sido motivo de atención comercial por el agradable sabor que tienen sus frutos suculentos, de pulpa jugosa y dulce de gran variedad de coloraciones (blancas, amarillas, moradas y rojas.

II. Materiales y métodos

Microorganismos

Las cepas utilizadas en el presente trabajo fueron Bacillus Amyloliquefasciens, hongos de pitahaya.

Pruebas de patogenicidad

La prueba de patogenicidad es el principal criterio para la identificación de bacterias sospechosas de ser agentes etiológicos de una enfermedad vegetal. Esto implica la reproducción de lesiones después de la infección artificial de huéspedes adecuados en condiciones de invernadero. La patogenicidad se define como "la capacidad de un patógeno para causar una enfermedad" [6].
Se utilizaron ramas sanas del árbol de pitahaya, los cuales se desinfectaron con solución de hipoclorito de sodio 0.5 % durante 5 min. Posteriormente, se sumergieron en agua destilada estéril durante 5 min, se colocaron sobre toallas de papel estéril y se dejaron secar a temperatura ambiente. Se realizo la inoculación con herida (punción). Las ramas se colocaron en bolsas de plástico para proporcionar condiciones de humedad, posteriormente cada 72 h se midió la lesión. Finalmente se obtuvieron tres aislamientos hongo 1, hongo 5 y hongo 16 [6].

Ensayo de antagonismo

El antagonismo se refiere a la acción de cualquier organismo que suprima o interfiera con el crecimiento normal y la actividad de un patógeno vegetal, como las partes principales de bacterias u hongos. Estos organismos se pueden utilizar para el control de plagas y se denominan agentes de control biológico [4].
En cajas Petri con medio PDA, se coloco una porción de 0.5 mm de diámetro de micelio crecido previamente a 27°C por 7 días en PDA en el centro de la caja. En cada uno de los extremos de la caja Petri por medio de estría se colocó las cepas de Bacillus. se incubo durante tres días a 37°C y se midieron los diámetros de crecimiento del micelio. El efecto antagonista se reporta como el porcentaje de inhibición de Bacillus sobre el hongo calculando mediante la ecuación 1.

$$\% \text{ de inhibición} = 100 - (DMCT*100)/DMST \qquad (1)$$

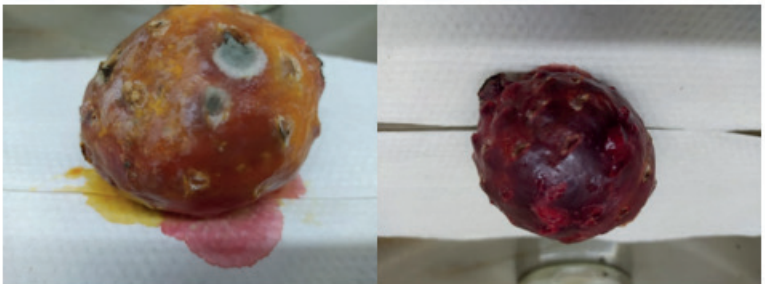
Donde DMST es el diámetro micelial sin tratamiento y DMCT es el diámetro miceliar con tratamiento.

III. Resultados

Pruebas de patogenicidad

Los primeros síntomas del hongo se observaron al día uno después de la inoculación(ddi) (Figura 1). A los 8 ddi todos los aislamientos fueron patogénicos al ocasionar lesiones de 1.4 a 20 cm.

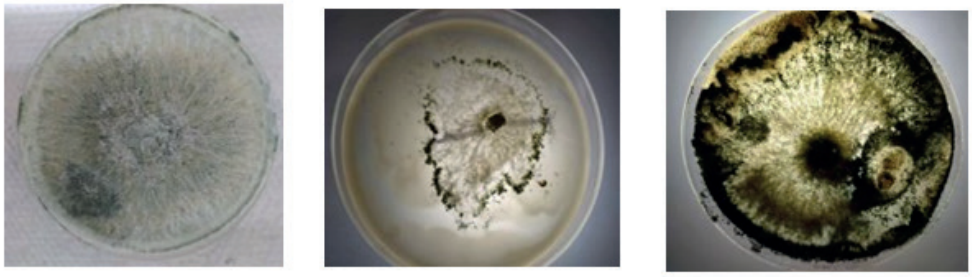
Fig. 1. Frutos de pitayo, síntomas observados ocho días después de la inoculación.



Características morfológicas

En cuanto al desarrollo de los hongos en medio de cultivo PDA, se puede observar el control desarrollo micelio blanco. Con respecto a la velocidad de crecimiento del patógeno en medio de cultivo se observó que este fue muy rápido a los 7 días.

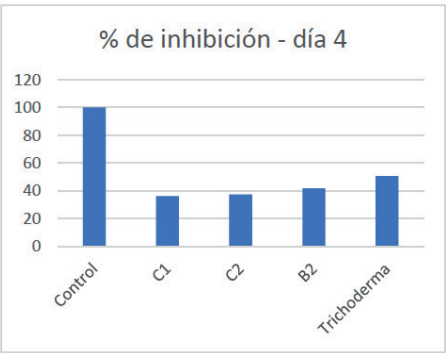
Fig. 2. A) control hongo 16, B) inhibición B. amyloliquefasciens, C) inhibición trichoderma.

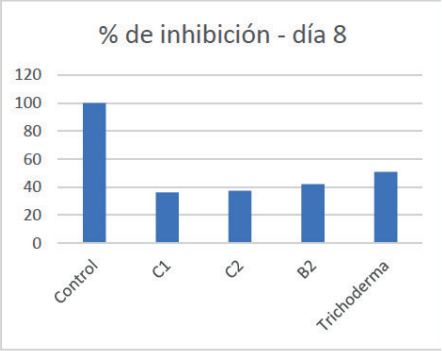


Ensayo de antagonismo

Con la finalidad de obtener el efecto antagonista se reporta como el porcentaje de inhibición de bacillus sobre el hongo se tomaron medidas a los 4 y 8 días, posterior a esto se calcula mediante la ecuación 1. En la gráfica 1 podemos observar el cómo la cepa C1, C2, B2 en el día 4 y 8 inhibieron totalmente al hongo ya que no le permitió crecer, mientras que trichoderma creció un poco mas y se ve reflejado en el día 8.

Gráfica 1. Porcentaje de inhibición A) día 4, B) día 8.





IV. Discusión

Hay varias opciones de control disponibles para determinadas enfermedades de la fruta del dragón y el uso de agentes de control biológico se ha considerado un enfoque de control de enfermedades sostenible y prometedor. El género Bacillus presenta actividad antimicrobiana ante fitopatógenos. Bacillus inhibe el crecimiento micelial para controlar las enfermedades de la fruta del dragón. Entonces si el género bacillus presenta actividad antimicrobiana la especie este estudio presenta que Bacillus amyloliquefasciens puede inhibir el crecimiento de hongos patógenos del género Hylocereus.

V. Conclusiones

En la última década en México se ha incrementado más de diez veces la producción de pitaya hasta alcanzar una producción de 4 500 t. Recientemente, esta cactácea ha sido motivo de atención comercial por el agradable sabor que tienen sus frutos suculentos, de pulpa jugosa y dulce de gran variedad de coloracionesSe podría pensar que, con el aumento de la oferta y la demanda, la producción de fruta del dragón debería ser muy productiva y rentable. Desafortunadamente, existen desafíos asociados con la producción de fruta del dragón que limitan su máximo potencial de producción. Entre estos problemas se encuentran las enfermedades causadas por hongos y bacterias. Los patógenos que causan antracnosis, pudrición de frutos y tallos, podredumbres blandas tienen un impacto significativo en las reducciones de rendimiento. La incidencia de estas enfermedades está aumentando en todo el mundo y en los últimos cinco años así ha sido. Hay varias opciones de control disponibles para determinadas enfermedades de la fruta del dragón y el uso de agentes de control biológico se ha considerado un enfoque de control de enfermedades sostenible y prometedor.

En este estudio las tres cepas de B. amyloliquefasciens y la cepa de thrychoderma hasta los 4 días muestran un efecto inhibitorio frente al hongo 16, sin embargo, a los 8 días posterior a la infección el hongo patógeno supera a las cepas biocontrol.

VI. Agradecimientos

Expreso mi agradecimiento al Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón, al Comité Organizacional del Verano de la Ciencia de la Región Centro y a mi asesora la Dra. Yeny Lizzet Couoh Uicab por todo el apoyo, todos los conocimientos y experiencias adquiridas para la realización de la estancia de verano.

Referencias

[1] Balendres, M., & Bengoa, J. (2019). Diseases of dragon fruit (Hylocereus species): Etiology and current management options. Crop Protection, 126, 104920. https://doi.org/10.1016/j.cropro.2019.104920

[2] le Bellec, F., & Vaillant, F. (2011). Pitahaya (pitaya) (Hylocereus spp.). Postharvest Biology and Technology of Tropical and Subtropical Fruits, 247–273e. https://doi.org/10.1533/9780857092618.247

[3] de Sousa Antunes, L. F., de Sousa Vaz, A. F., Santos Reis De Andrade Da Silva, M., Fernandes Correia, M. E., Ferreira Cruvinel, F., & Peres Martelleto, L. A. (2021). Millicompost: Sustainable substrate for the production of dragon fruit seedlings (Selenicereus undatus). Cleaner Engineering and Technology, 4, 100107. https://doi.org/10.1016/j.clet.2021.100107

[4] Meetum, P., Leksomboon, C., Kanjanamaneesathian, M., 2017. Potential of Bacillus spp. as biological control agents to suppress anthracnose disease of dragon fruit (Hylocereus undatus). Acta Hortic. (Wagening.). https://doi.org/10.17660/ ActaHortic.2017.1186.20.

[5] Mercado-Silva, E.M., 2018. Pitaya—Hylocereus Undatus (Haw). Exotic Fruits Reference Guide. ht-

tps://doi.org/10.1016/B978-0-12-803138-4.00045-9.
[6] Nieto-Angel, D., Almaraz-Sánchez, A., Ayala-Escobar, V., Orozco-Santos, M., & Lara-Viveros, F. M. (2019). PRIMER REPORTE DE Colletotrichum coccodes EN FRUTOS DE TOMATE (Solanum lycopersicum) EN MÉXICO. Revista Fitotecnia Mexicana, 42(3), 195–200. https://doi.org/10.35196/rfm.2019.3.195-200
[7] Tel Zur, N., 2015. R&D of pitahayas – dragonfruit – vine cacti: limitations and challenges and the current global market. Acta Hortic. (Wagening.) 1067, 365–370.

El presente volumen fue editado por el Departamento Editorial del Instituto Tecnológico Superior de Monclova en el marco del Verano de la Ciencia de la Región Centro 2021. Su edición es digital para su descarga y lectura gratuita en línea. El registro ISBN se encuentra en trámite.