

Leandris Argente!-Martínez
Ofelda Peñue!as-Rubio
Jaime Garatuza-Payán
Editores

Investigaciones Biológicas, Agrícolas y Ambientales de México

Volumen II



Pantanal Editora

2025

Leandris Argente!-Martínez
Ofelda Peñuelas-Rubio
Jaime Garatuza-Payán
Editores

**Investigaciones Biológicas, Agrícolas
y Ambientales de México**
Volumen II



Pantanal Editora

2025

Copyright© Pantanal Editora

Editor Jefe: Dr. Alan Mario Zuffo

Editores Ejecutivos: Dr. Jorge González Aguilera y Dr. Bruno Rodrigues de Oliveira

Diseño: El editor. **Diseño y arte:** el editor. Imágenes de portada y contraportada: Canva.com. **Reseña:** Autor(es), organizador(es) y editor.

Consejo editorial

Grado académico y nombre

Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos
Profa. MSc. Adriana Flávia Neu
Profa. Dra. Albys Ferrer Dubois
Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior
Profa. MSc. Aris Verdecia Peña
Profa. Arisleidis Chapman Verdecia
Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva
Prof. Dr. Bruno Gomes de Araújo
Prof. Dr. Caio Cesar Enside de Abreu
Prof. Dr. Carlos Nick
Prof. Dr. Claudio Silveira Maia
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos
Prof. Dr. Cristiano Pereira da Silva
Profa. Ma. Dayse Rodrigues dos Santos
Prof. MSc. David Chacon Alvarez
Prof. Dr. Denis Silva Nogueira
Profa. Dra. Denise Silva Nogueira
Profa. Dra. Dennyura Oliveira Galvão
Prof. Dr. Elias Rocha Gonçalves
Prof. Me. Ernane Rosa Martins
Prof. Dr. Fábio Steiner
Prof. Dr. Fabiano dos Santos Souza
Prof. Dr. Gabriel Andres Tafur Gomez
Prof. Dr. Hebert Hernán Soto Gonzáles
Prof. Dr. Hudson do Vale de Oliveira
Prof. MSc. Javier Revilla Armesto
Prof. MSc. João Camilo Sevilla
Prof. Dr. José Luis Soto Gonzales
Prof. Dr. Julio Cezar Uzinski
Prof. MSc. Lucas R. Oliveira
Prof. Dr. Luciano Façanha Marques
Profa. Dra. Keyla Christina Almeida Portela
Prof. Dr. Leandro Argentel-Martínez
Profa. MSc. Lidiene Jaqueline de Souza Costa Marchesan
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann
Prof. MSc. Marcos Pisarski Júnior
Prof. Dr. Marcos Pereira dos Santos
Prof. Dr. Mario Rodrigo Esparza Mantilla
Profa. MSc. Mary Jose Almeida Pereira
Profa. MSc. Núbia Flávia Oliveira Mendes
Profa. MSc. Nila Luciana Vilhena Madureira
Profa. Dra. Patrícia Maurer
Profa. Dra. Queila Pahim da Silva
Prof. Dr. Rafael Chapman Auty
Prof. Dr. Rafael Felipe Ratke
Prof. Dr. Raphael Reis da Silva
Prof. Dr. Renato Jaqueto Goes
Prof. Dr. Ricardo Alves de Araújo (*In Memoriam*)
Profa. Dra. Sylvana Karla da Silva de Lemos Santos
Prof. Dr. Tayronne de Almeida Rodrigues
Prof. Dr. Ugur Azizoglu
Prof. Dr. Wéverson Lima Fonseca
Prof. MSc. Wesclen Vilar Nogueira
Profa. Dra. Yilan Fung Boix
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme

Institución

OAB/PB
Mun. Faxinal Soturno e Tupanciretã
UO (Cuba)
IF SUDESTE MG
Facultad de Medicina (Cuba)
ISCM (Cuba)
UFESSPA
UEA
UNEMAT
UFV
AJES
UFGD
UEMS
IFPA
UNICENTRO
IFMT
UFMG
URCA
ISEPAM-FAETEC
IFG
UEMS
UFF
(Colômbia)
UNAM (Peru)
IFRR
UCG (México)
Rede Municipal de Niterói (RJ)
UNMSM (Peru)
UFMT
SED Mato Grosso do Sul
UEMA
IFPR
Tec-NM (México)
Consultório em Santa Maria
UFJF
UEG
FAQ
UNAM (Peru)
SEDUC/PA
IFB
IFPA
UNIPAMPA
IFB
UO (Cuba)
UFMS
UFPI
UFG
UEMA
IFB
Sec. Mun. de Educação, Cultura e Tecnologia de Araripe
Universidade Kayseri, Türkiye
UFPI
FURG
UO (Cuba)
UFT

Consejo Científico Técnico
- Esp. Joacir Mário Zuffo Júnior
- Esp. Maurício Amormino Júnior
- Lda. Rosalina Eufrausino Lustosa Zuffo

Hoja de catálogo

Catalogación en la publicación
Elaborada por Bibliotecaria Janaina Ramos – CRB-8/9166

I62

Investigaciones biológicas, agrícolas y ambientales de México - Volumen II / Organização de Leandris Argente-Martínez, Ofelda Peñuelas-Rubio, Jaime Garatuzza-Payán. – Nova Xavantina-MT: Pantanal, 2025. 250p. ; il.

Libro en PDF

ISBN 978-65-85756-56-3

DOI <https://doi.org/10.46420/9786585756563>

1. Ciencia. 2. Innovación tecnológica. I. Argente-Martínez, Leandris (Organizador). II. Peñuelas-Rubio, Ofelda (Organizador). III. Garatuzza-Payán, Jaime (Organizador). IV. Título.

CDD 500

Índice para catálogo sistemático

I. Ciencia



Nuestros libros electrónicos son gratuitos y se permite el acceso público, la descarga y el intercambio, pero solicitamos que se dé el debido crédito a Pantanal Editora y también a los organizadores y autores. Sin embargo, no se permite el uso de libros electrónicos con fines comerciales, salvo autorización expresa de los autores y acuerdo de Pantanal Editora.

Pantanal Editora

Rua Abaete, 83, Sala B, Centro. CEP: 78690-000.
Nova Xavantina – Mato Grosso – Brasil.
Telefone (66) 99682-4165 (Whatsapp).
<https://www.editorapantanal.com.br>
contato@editorapantanal.com.br

Prólogo

El presente libro se titula: “**Investigaciones Biológicas, Agrícolas y Ambientales de México, Volumen II**”. Ha sido conformado por un grupo de estudios experimentales y de extensión, enfocados la generación de nuevos conocimientos.

El libro está conformado por tres sesiones. La primera: “**Investigaciones biológicas**” agrupa trabajos con microorganismos promotores del desarrollo, estudio de potencial antifúngico y antagonistas de microorganismos y extractos vegetales. La segunda sesión: **Investigaciones agrícolas**” aglutina el quehacer científico para la producción de hortalizas y cereales, principalmente en condiciones experimentales de campo abierto. Estas investigaciones contribuyen a la seguridad y soberanía alimentaria nacional y a la mitigación de impactos de condiciones edafoclimáticas estresantes. La tercera sección “**Investigaciones ambientales**” confirma la importancia de cereales adaptables a condiciones climáticas desfavorables. Además otro de los trabajos aborda del uso de los manglares para la funcionalidad y estabilidad de ecosistemas costeros. En esta sección también se presenta una contribución que enfatiza en la importancia de la actividad fúngica en el saneamiento de suelos ante la presencia de metales pesados.

Se agradece a todos los autores de los respectivos capítulos, en su mayoría investigadores nacionales de la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (**SECIHTI**) adscritos a diferentes centros de Educación Superior de los Estados Unidos Mexicanos. Gracias a su quehacer científico generan productos que, en medios como este, amplían las capacidades y posibilidades de acceso universal al conocimiento. Un reconocimiento especial a los miembros del Cuerpo Académico Consolidado **ITVAYA-CA-3, del Tecnológico Nacional de México, Campus Valle del Yaqui**, por su contribución a las tres secciones aquí agrupadas.

Los autores

Resumen

Prólogo.....	4
Ciencias biológicas	7
Capítulo 1.....	8
Uso de microorganismos promotores del desarrollo del maíz (DK-4050) bajo régimen de riego deficitario controlado	8
Capítulo 2.....	20
Caracterización fitoquímica preliminar y actividad antifúngica <i>in vitro</i> de <i>Parkinsonia aculeata</i> sobre <i>Fusarium</i> del maíz	20
Capítulo 3.....	28
Efectos de <i>Enterobacter cloacae</i> y <i>Priestia megaterium</i> en la absorción de agua y germinación de de frijol	28
Capítulo 4.....	40
Caracterización Biofísica de autohidrolizados de calamar gigante (<i>Dosidicus gigas</i>) mediante dispersión de rayos X de ángulo pequeño.....	40
Capítulo 5.....	49
Evaluación de la calidad de yogur con pitaya (<i>Stenocereus thurberi</i>) elaborado con una combinación de lactobacilos	49
Capítulo 6.....	61
Extracto del wereke (<i>Ibervillea sonora</i>) como antagonista de <i>Fusarium</i> spp	61
Ciencias agrícolas	73
Capítulo 7.....	74
Optimización del cultivo de trigo cristalino mediante el uso de enmiendas (yeso agrícola) para mejorar la calidad del grano	74
Capítulo 8.....	81
Índices de vegetación derivados de imágenes digitales para el análisis de la fenología y el desarrollo del cultivo de trigo	81
Capítulo 9.....	87
Efecto de diferentes estrategias de fertilización orgánica en el crecimiento de plántulas de Chile Piquín (<i>Capsicum annuum</i> var. <i>aviculare</i>) bajo condiciones protegidas	87
Capítulo 10	97
Evaluación de híbridos de maíz cultivados en suelo en condiciones de salinidad	97
Capítulo 11	107
Efectos del QuitoMax® en la germinación de plántulas de tomate de las variedades Amalia y Claudia en condiciones semicontroladas	107
Capítulo 12	122
Tratamiento a la semilla de maíz y su efecto en la calidad fisiológica en dos condiciones de almacenamiento	122
Capítulo 13	133

Aceites esenciales y caldos minerales como tratamineto pregerminativo en semilla de maíz	133
Capítulo 14	144
Productividad de melón Zacapa con diferentes densidades de siembra en Michoacán.....	144
Ciencias ambientales	156
Capítulo 15	157
Triticale: una opción sustentable para forraje bajo condiciones agroecológicas en el sur de Sonora	157
Capítulo 16	162
Caracterización ambiental multi-hábitat de islas artificiales, para la gestión de sitios de anidación de aves acuáticas en Bahía del Tóbari, Sonora, México	162
Capítulo 17	200
Importancia del aislamiento de hongos en suelos contaminados con metales pesados para biorremediación y biotecnología ambiental	200
Capítulo 18	219
Políticas desarticuladas sobre cuencas, manglares y pesca: impactos regionales y respuestas comunitarias desde El Topón, Pijijiapan, Chiapas.....	219
Índice	248
Editores.....	249

Ciencias biológicas



Evaluación de la calidad de yogurt con pitaya (*Stenocereus thurberi*) elaborado con una combinación de lactobacilos

Recibido em: 20/04/2025

Aprobado em: 01/05/2025

 10.46420/9786585756563cap5

Joe Luís Arias Moscoso 

Francisco Cadena Cadena* 

Ofelda Peñuelas-Rubio 

Leandris Argente-Martínez 

José Aurelio Leyva-Ponce 

María Luisa López Roa 

Issiel Ortega Alvarez 

INTRODUCCIÓN

En la búsqueda de alimentos saludables, nutritivos y bajos en calorías, pero sin sacrificar el sabor, el yogurt se destaca como una opción ideal. El yogurt es un producto lácteo fermentado ampliamente consumido en todo el mundo debido a su agradable sabor, valor nutricional y propiedades funcionales (Savaiano; Hutkins, 2021). Su producción involucra la fermentación de la leche mediante bacterias ácido-lácticas, principalmente *Lactobacillus* spp. y *Streptococcus thermophilus*, que transforman la lactosa en ácido láctico, lo que contribuye a su textura, acidez y estabilidad microbiológica. Además, el yogurt es reconocido por sus beneficios para la salud, incluyendo la mejora del microbiota intestinal y el refuerzo del sistema inmunológico, lo que ha impulsado su demanda y la investigación sobre su enriquecimiento con ingredientes funcionales (Marco et al., 2021).

En los últimos años, ha crecido el interés por la incorporación de frutas en productos lácteos como el yogurt, con el fin de mejorar su perfil sensorial y funcional (Fernández; Marette, 2017). La adición de frutas no solo proporciona azúcares naturales que pueden mejorar el sabor, sino también compuestos bioactivos como antioxidantes, vitaminas y fibra dietética, que contribuyen a la salud digestiva y reducen el riesgo de enfermedades crónicas (Granato et al., 2020). Entre las frutas de interés para la innovación en productos lácteos se encuentra la pitaya (*Stenocereus thurberi*), un fruto exótico originario de regiones áridas de América, apreciado por su alto contenido de antioxidantes, principalmente betalaínas, así como su riqueza en fibra y compuestos fenólicos (Le Bellec et al., 2006; Ariffin, et al., 2009).

La incorporación de pitaya en el yogurt podría modificar sus propiedades fisicoquímicas y sensoriales, debido a la interacción de los compuestos de la fruta con la matriz láctea y los microorganismos involucrados en la fermentación (López-Martínez et al., 2009, Ariffin et al., 2009).

* Autor correspondiente: fcadena.cadena@itvy.edu.mx

Aspectos como el pH, la acidez titulable, la viscosidad y la sinéresis pueden verse alterados dependiendo de la concentración de pitaya utilizada. Adicionalmente, la presencia de pigmentos naturales en la fruta podría modificar la percepción del color y la apariencia del producto final, lo que podría influir en la aceptabilidad del consumidor (Spence, 2020).

Dado que la aceptabilidad de un alimento fermentado está estrechamente ligada a sus características sensoriales, es fundamental evaluar parámetros como sabor, olor, apariencia, textura y aceptabilidad global en los yogures enriquecidos con diferentes concentraciones de pitaya (Cais-Sokolinska; Pikul, 2022). Estudios previos han demostrado que la incorporación de frutas en el yogurt puede mejorar su aceptabilidad sensorial y su valor nutricional, pero también pueden surgir desafíos en cuanto a estabilidad y sinéresis (Ares; Jaeger, 2023; Cais-Sokolińska; Pikul, 2022; Athayde-Souza et al., 2022; Stone et al., 2020).

Por lo tanto, el objetivo de este estudio es evaluar la calidad del yogurt elaborado con distintas concentraciones de pitaya (5%, 10% y 15%) y una combinación de cepas de *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus*, analizando su impacto en la calidad, las propiedades fisicoquímicas y sensoriales. Se busca determinar la formulación óptima que combine los beneficios nutricionales y funcionales de la pitaya con una adecuada calidad estructural y estabilidad del producto final. Con esta investigación, se pretende aportar información relevante para el desarrollo de nuevos productos lácteos fermentados con valor agregado, que respondan a la creciente demanda de alimentos saludables y funcionales en el mercado actual.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizó leche cruda proveniente de los establos del poblado “Vicam”, Guaymas, Sonora. El cultivo se elabora a partir de fermentos lácticos de cepas de *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus*. Se evaluaron tres formulaciones con distintos porcentajes de pitaya (5,10 y 15%) con la siguiente codificación (yogurt con 5%=Y-C5, yogurt con 10% = Y-C10 y yogurt con 15% = Y-C15) y un control (yogurt sin fruta Y-S), por triplicado; las determinaciones fisicoquímicas (color, textura, pH y acidez titulable) así como las evaluaciones sensoriales se determinaron en el Laboratorio de pulsos ultrasónicos del Instituto Tecnológico del Valle del Yaqui.

Proceso de elaboración de yogurt

El proceso de la elaboración del yogurt tomó como referencia a Venica et al. (2016). La temperatura de la leche fresca se elevó hasta $85.0 \pm 1.0^{\circ}\text{C}$ durante 5 min, fue enfriado a $43.0 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ y de inmediato fue inoculado con cultivo láctico liofilizado *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus*. El proceso de incubación se efectuó a una temperatura de $43.0 \pm 0.10^{\circ}\text{C}$ hasta que el yogurt alcanzó un pH de 4.50 ± 0.02 . Los yogurts se enfriaron hasta 4.0°C en un baño de agua con hielo, aplicando agitación

manual intermitente, se les agrego la fruta colocándolos en envases de 1 L con tapa. Los yogurts fueron almacenados a una temperatura de $4.0 \pm 1.0^{\circ}\text{C}$ durante 12 h para su posterior evaluación experimental.

Análisis de calidad del yogurt

La composición de los distintos yogures se determinó mediante el uso de un analizador de leche ultrasónico (Lactoscan SL60, MILKOTRONIC LTD, Nova Zagora, Bulgaria). Para el análisis, 15 ml de muestra se colocaron en el vial; hecho esto se situó en el tubo capilar del equipo que arrojó la lectura, procediendo a registrar los datos de porcentaje de proteína, lactosa, grasa, sólidos no grasos y densidad.

El pH y Acidez titulable (AT) fueron medidos cada 60 min (1 h) hasta alcanzar un pH final de 4.50 ± 0.02 . El pH fue medido con un potenciómetro (HANNA modelo HI 2211, Woonsocket RI, USA), mientras que la Acidez titulable (AT) (g ácido láctico por 100 g de producto) se midió con el método establecido de Huang et al. (2022) con la siguiente fórmula:

$$AT = \frac{V \times 0.9}{m}$$

Donde V es el volumen gastado (ml) de hidróxido de sodio 0.1 M, m es la masa (g) de la muestra en gramos y 0.9 es el factor de conversión del ácido láctico.

Fisicoquímica del yogurt (pH, acidez, colorimetría y sinéresis)

El pH y AT final del yogurt se midieron al final de la fermentación y después de 12 h de refrigeración utilizando la metodología descrita anteriormente. El color se valoró con un colorímetro FRU (Modelo WR 10 QC, Inc., Tokio, Japón) registrando los parámetros L^* (luminosidad), a^* (tendencia al rojo), b^* (tendencia al amarillo), C (Chroma) y Hue (tonalidad). Un volumen de 30 ml de yogurt a 12 h de su elaboración y refrigerado (4°C) fue colocado en cajas de Petri para su medir las variables. La sinéresis se determinó por centrifugación (Thermo Scientific, CL30, CHATEAU-GONTIER, Francia) siguiendo el método de Robitaille et al. (2009). Una cantidad de 25.0 g de muestra se colocaron en tubos Falcón de 50 ml por duplicado de cada sub replica de los tratamientos y se centrifugaron a $600 \times g$ por 10.0 min a una temperatura de 4.0°C . La sinéresis (%) se calculó mediante la siguiente formula:

$$\% \text{ de Sinéresis} = \frac{\text{Peso del sobrenadante (g)}}{\text{Peso de la muestra (g)}} \times 100$$

Análisis proximales al yogurt

La composición proximal del yogurt se determinó de acuerdo a los métodos de la AOAC (2016). De cada tratamiento, la materia seca se determinó por el método de secado (930.15) en una estufa de aire a 100°C . El contenido de proteína se realizó mediante el método Kjeldahl (2.062); mientras que el porcentaje de cenizas se cuantificó mediante el método incineración (942.05) con una mufla (Lindberg,

Thermo Scientific, Waltham, MA) a 550°C por 4 h. El contenido de grasa se midió efectuando el método Gerber (33.3.27) utilizando ácido sulfúrico y alcohol amílico.

Evaluación sensorial

Un total de 36 panelistas semi-entrenados participaron en la prueba sensorial de consumidor y evaluaron los atributos sensoriales del yogurt (color blanco, apariencia, olor, sabor, viscosidad y aceptación global). Cada panelista recibió tres recipientes de plástico codificados con tres dígitos seleccionados al azar que contenían 15.0 g de muestra por cada tratamiento. Una escala hedónica de 7 puntos (1= me disgusta mucho y 7= me gusta mucho) se utilizó en la evaluación sensorial. Adicionalmente, una prueba sensorial triangular se realizó basada en la propuesta de Sánchez-Macías (2012) y el análisis de datos planteado por Meilgaard et al. (2007).

Durante la prueba se diseñaron tres combinaciones con los tratamientos (Y-S, Y-C5, Y-C10 y Y-C15) que fueron asignados de forma aleatoria a cada panelista semi-entrenado aplicando el mecanismo de elección forzada. Es preciso indicar que las pruebas sensoriales se realizaron después de almacenar los tratamientos de yogurt 12.0 h a 4.0°C después de su elaboración.

Análisis estadístico

Se implementó un diseño experimental completamente aleatorizado, seguido de un análisis de varianza (ANOVA) para evaluar la existencia de diferencias significativas entre las variables químicas analizadas en la leche cruda empleados en la producción de yogurt. Adicionalmente, se aplicó una prueba de comparación de medias de Tukey ($\alpha = 0,05$) para identificar las diferencias específicas entre los tratamientos.

Para el análisis de las variables fisicoquímicas del yogurt, se empleó igualmente un diseño completamente aleatorizado con un arreglo factorial (3×4), considerando tres formulaciones distintas, cada una con tres repeticiones. Este diseño permitió evaluar tanto el efecto individual como la interacción de la fruta en las concentraciones empleadas sobre las características del producto final.

Se realizó un análisis descriptivo de las variables fisicoquímicas, y un análisis de varianza, seguido de una prueba de comparación de medias de Tukey ($\alpha = 0,05$) (Steel et al., 1997).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de calidad del yogurt elaborado con diferentes concentraciones de pitaya (*Stenocereus thurberi*) reveló variaciones significativas en algunos de sus componentes, lo que indica que la adición de esta fruta influye en la composición fisicoquímica del producto final se puede observar en la Tabla 1.

El contenido de agua se mantuvo relativamente constante entre los tratamientos, sin diferencias significativas ($p>0.05$), con valores entre 91.28% y 91.41%. Esto sugiere que la incorporación de pitaya en concentraciones de hasta el 15% no afectó sustancialmente la retención de agua en el yogurt.

En cuanto a los sólidos totales (ST), se observó un ligero aumento conforme se incrementó la concentración de pitaya, siendo el yogurt Y-C15 el que presentó el mayor valor (11.72%), aunque sin diferencias estadísticamente significativas respecto a los demás tratamientos. Esto puede deberse a la contribución de los componentes sólidos de la pitaya (Rahulan et al., 2022).

Tablas 1. Análisis de calidad del yogurt.

Componente	Tratamientos			
	Y-S	Y-C5	Y-C10	Y-C15
Agua (%)	91.41 ^a ± 0.27	91.28 ^a ± 0.43	91.30 ^a ± 0.02	91.30 ^a ± 0.92
ST (%)	11.59 ^a ± 0.05	11.60 ^a ± 0.07	11.70 ^a ± 0.53	11.72 ^a ± 0.02
SNG (%)	8.51 ^c ± 0.12	8.68 ^a ± 0.05	8.98 ^b ± 0.67	8.90 ^b ± 0.15
Grasa (%)	3.08 ^a ± 0.02	2.79 ^b ± 0.02	3.02 ^a ± 0.75	3.02 ^a ± 0.07
Proteína (%)	3.11 ^c ± 0.02	3.18 ^a ± 0.31	3.27 ^b ± 0.17	3.30 ^b ± 0.85
Lactosa (%)	4.68 ^a ± 0.32	4.70 ^a ± 0.07	4.89 ^b ± 0.05	4.87 ^b ± 0.02
Densidad (kg/m ³)	29.59 ^c ± 0.27	31.28 ^a ± 0.25	30.38 ^b ± 0.03	30.40 ^b ± 0.22

ST: sólidos totales; SNG: sólidos no grasos; Y-S: Yogurt elaborado con leche sin fruta; Y-C5: Yogurt elaborado con leche con 5% de pitaya; Y-C10: Yogurt elaborado con leche con 10% de pitaya; Y-C15: Yogurt elaborado con leche con 15% de pitaya. Letras diferentes entre filas indican diferencias significativas entre tratamientos (ANOVA) y prueba de comparación de medias de Tukey ($\alpha = 0,05$).

Los sólidos no grasos (SNG) mostraron diferencias significativas entre los tratamientos ($p<0.05$). El yogurt sin fruta (Y-S) presentó el menor valor (8.51%), mientras que el Y-C5 tuvo el valor más alto (8.68%), seguido de Y-C10 (8.98%) y Y-C15 (8.90%). La tendencia indica que la incorporación de pitaya mejora la concentración de SNG, lo que podría tener implicaciones en la textura y estabilidad del producto (Cornejo-Ramírez et al., 2021).

En cuanto al contenido de grasa, el yogurt Y-C5 mostró el valor más bajo (2.79%), con diferencias significativas respecto a los demás tratamientos, que presentaron valores alrededor del 3.02%. La variabilidad en el contenido de grasa podría atribuirse a una posible interacción entre la fruta y los componentes lácteos, lo que afecta la emulsificación y distribución de la grasa (Hernández-Briones et al., 2021).

El contenido de proteína aumentó significativamente con la adición de pitaya. El yogurt sin fruta presentó el menor valor (3.11%), mientras que el Y-C15 tuvo el mayor (3.30%). Este aumento puede

deberse a la contribución proteica de la pitaya o a una mejor retención de proteínas durante la fermentación (Hernández-Briones et al., 2021).

La lactosa también mostró una tendencia creciente con la adición de pitaya. El yogurt Y-S presentó un valor de 4.68%, mientras que los tratamientos con fruta tuvieron valores significativamente mayores, alcanzando hasta 4.89% en Y-C10. Este aumento podría estar relacionado con una mayor disponibilidad de azúcares fermentables en la mezcla (Rahulan et al., 2022).

Por último, la densidad del yogurt se vio influenciada por la presencia de pitaya, con el valor más bajo en el tratamiento sin fruta (29.59 kg/m³) y el más alto en Y-C5 (31.28 kg/m³), seguido de los tratamientos con 10% y 15% de pitaya, que presentaron valores similares (30.38 y 30.40 kg/m³). La mayor densidad en los tratamientos con pitaya podría deberse a la presencia de fibra y otros componentes estructurales de la fruta.

En general, los resultados sugieren que la adición de pitaya en concentraciones de hasta el 15% puede mejorar algunos aspectos de la calidad del yogurt, como el contenido de sólidos no grasos, proteínas y lactosa, sin afectar significativamente el contenido de agua (Silva et al., 2023).

Características fisicoquímicas

Los resultados obtenidos en la Tabla 2. muestran la influencia de la adición de pitaya en diferentes proporciones sobre las características fisicoquímicas del yogurt. Se evaluaron los parámetros de pH, acidez titulable y sinéresis, encontrando diferencias significativas entre los tratamientos.

En cuanto al pH, la leche de partida presentó un valor de 6.56, mientras que el yogurt sin fruta (Y-S) tuvo un pH de 6.64. Este ligero aumento podría atribuirse a los procesos de fermentación y a la interacción con los compuestos de la leche. Al incorporar la pitaya, se observaron fluctuaciones en el pH, con valores de 6.57, 6.60 y 6.60 para Y-C5, Y-C10 y Y-C15, respectivamente. Estos valores sugieren que la adición de pitaya en un 10-15% no altera significativamente la acidez inicial del yogurt, manteniéndolo dentro de un rango adecuado para su estabilidad (Cruz et al., 2013).

La acidez titulable (AT), expresada en g/100 g de ácido láctico, mostró una ligera disminución con la adición de pitaya. Mientras que el yogurt sin fruta presentó un valor de 0.170, los tratamientos con 5, 10 y 15% de pitaya mostraron valores de 0.169, 0.166 y 0.167, respectivamente. Aunque estas diferencias son pequeñas, podrían deberse a la composición de la fruta y su interacción con los ácidos orgánicos generados durante la fermentación (Penna et al., 2021).

La sinéresis, indicador clave de la estabilidad del yogurt, presentó un incremento con el aumento del porcentaje de pitaya. Mientras que Y-S mostró un 40.63% de sinéresis, los tratamientos con 10% y 15% de pitaya presentaron valores significativamente mayores (46.16% y 46.18%, respectivamente). Este aumento sugiere que la adición de pitaya afecta la capacidad de retención de agua en la matriz del yogurt, lo que podría deberse a cambios en la estructura proteica o en la interacción con los polifenoles y otros compuestos de la fruta (Lucey, 2022).

En síntesis, la incorporación de pitaya en el yogurt modifica sus características fisicoquímicas de manera dependiente de la concentración. Mientras que el pH y la acidez titulable presentan cambios leves, la sinéresis aumenta significativamente con mayores porcentajes de pitaya, lo que podría influir en la estabilidad y aceptabilidad del producto final. Futuras investigaciones podrían centrarse en estrategias para reducir la sinéresis y mejorar la textura del yogurt con pitaya, optimizando su formulación para mejorar su calidad y estabilidad.

Tabla 2. Características fisicoquímicas del yogurt.

Componente	Tratamientos			
	Y-S	Y-C5	Y-C10	Y-C15
pH	6.56 ^a ± 0.07	6.64 ^b ± 0.03	6.57 ^a ± 0.02	6.60 ^b ± 0.02
AT	0.170 ^a ± 0.05	0.169 ^a ± 0.07	0.166 ^b ± 0.03	0.167 ^b ± 0.02
Sinéresis (%)	40.11 ^a ± 1.08	40.63 ^b ± 1.05	46.16 ^c ± 1.05	46.18 ^c ± 1.09

AT: Acidez Titulable (g/100 g de ácido láctico); pH: Potencial hidrogeno; Y-S: Yogurt elaborado con leche sin fruta; Y-C5: Yogurt elaborado con leche con 5% de pitaya; Y-C10: Yogurt elaborado con leche con 10% de pitaya; Y-C15: Yogurt elaborado con leche con 15% de pitaya. Letras diferentes entre filas indican diferencias significativas entre tratamientos (ANOVA) y prueba de comparación de medias de Tukey ($\alpha = 0,05$).

Análisis colorimétrico

El análisis colorimétrico del yogurt se puede observar en la Tabla 3, donde se observa que la adición de pitaya (*Stenocereus thurberi*) influyó en las características de color del producto, con variaciones significativas en los parámetros L*, a*, b*, Chroma y Hue, lo que sugiere que la fruta afecta la percepción visual del yogurt.

La luminosidad (L)* fue alta en todos los tratamientos, indicando un color claro característico del yogurt. Sin embargo, se observó un ligero aumento con la adición de pitaya. El tratamiento Y-S (sin fruta) presentó la menor luminosidad (98.72), mientras que los yogures con pitaya alcanzaron valores superiores (99.54-99.66). Esto podría atribuirse a la presencia de sólidos solubles y compuestos de la pitaya que modifican la reflectancia del producto (Pathare et al., 2023).

El parámetro a*, que indica la tendencia hacia el rojo o el verde, mostró valores negativos en todos los tratamientos, indicando una tendencia al color verdoso. El yogurt sin fruta (Y-S) presentó el valor más bajo (-1.03), mientras que los yogures con pitaya mostraron valores más altos (-0.93 a -0.97), con diferencias significativas entre tratamientos. Esto sugiere que la pitaya modifica sutilmente la tonalidad del yogurt, reduciendo la tendencia verdosa (Obón et al, 2022; Pathare et al., 2023).

El parámetro b*, que representa la tendencia al amarillo, mostró un aumento progresivo con la adición de pitaya. El yogurt sin fruta presentó el valor más bajo (6.44), mientras que los tratamientos con pitaya presentaron valores significativamente mayores (6.53 a 6.75). Este incremento puede estar

relacionado con la presencia de pigmentos naturales en la pitaya que intensifican los tonos cálidos del yogurt (Obón et al, 2022; Pathare et al., 2023).

El Chroma, que mide la saturación del color, también aumentó con la incorporación de pitaya, pasando de 7.11 en Y-S a 7.46 en Y-C10 y Y-C15. Esto indica que los yogures con pitaya presentaron un color más intenso y definido en comparación con el yogurt sin fruta.

El Hue, que representa la tonalidad del color, presentó diferencias significativas entre los tratamientos. El yogurt sin fruta y Y-C5 mostraron valores más altos (115.18-115.30), mientras que los tratamientos con 10% y 15% de pitaya presentaron valores ligeramente menores (115.09). Aunque la diferencia es mínima, sugiere un leve ajuste en la percepción del color con el aumento de la concentración de fruta.

En general, los resultados muestran que la adición de pitaya modifica el color del yogurt, aumentando su claridad y saturación, con un leve cambio en la tonalidad hacia colores más cálidos. Estos cambios pueden influir en la aceptabilidad sensorial del producto, ya que el color es un factor determinante en la percepción de calidad y preferencia del consumidor (Spence, 2020).

Tabla 3. Análisis colorimétrico del yogurt.

Variable	Tratamientos			
	Y-S	Y-C5	Y-C10	Y-C15
L*	98.72 ^a ± 0.17	99.66 ^{ab} ± 0.16	99.56 ^c ± 0.15	99.54 ^c ± 0.12
a*	-1.03 ^a ± 0.07	-0.93 ^b ± 0.13	-0.96 ^c ± 0.10	-0.97 ^c ± 0.32
b*	6.44 ^a ± 0.19	6.53 ^b ± 0.15	6.74 ^c ± 0.33	6.75 ^c ± 0.22
Chroma	7.11 ^a ± 0.27	7.15 ^b ± 0.18	7.46 ^c ± 0.12	7.46 ^c ± 0.12
Hue	115.18 ^a ± 0.35	115.30 ^a ± 0.27	115.09 ^b ± 0.32	115.09 ^b ± 0.02

L*: Luminosidad; a*: Tendencia al rojo; b*: Tendencia al amarillo; Chroma: Saturación de color; Hue: Tonalidad; Y-S: Yogurt elaborado con leche sin fruta; Y-C5: Yogurt elaborado con leche con 5% de pitaya; Y-C10: Yogurt elaborado con leche con 10% de pitaya; Y-C15: Yogurt elaborado con leche con 15% de pitaya. Letras diferentes entre filas indican diferencias significativas entre tratamientos (ANOVA) y prueba de comparación de medias de Tukey ($\alpha = 0,05$).

Evaluación sensorial

El análisis sensorial del yogurt revela el impacto de la adición de pitaya en la percepción del producto por parte de los consumidores. Se evaluaron distintos atributos como color, apariencia, olor, sabor, viscosidad y aceptabilidad global (Tabla 4.).

En cuanto al color blanco, el yogurt sin fruta (Y-S) obtuvo una puntuación de 7.00, mientras que los tratamientos con 5%, 10% y 15% de pitaya mostraron valores menores (6.00 en todos los casos), aunque sin diferencias significativas entre ellos. Esto sugiere que la incorporación de la fruta afecta ligeramente la percepción del color blanco en el yogurt, lo que podría estar relacionado con los pigmentos naturales de la pitaya (Castro-Ureña, 2016).

La apariencia (brillo) y el olor mostraron valores constantes de 6.00 en todos los tratamientos, sin diferencias significativas. Esto indica que la adición de pitaya no afecta perceptiblemente estos atributos, lo que es favorable para mantener la estabilidad organoléptica del yogurt.

El sabor del yogurt sí presentó diferencias significativas entre los tratamientos. Mientras que el yogurt sin fruta obtuvo una puntuación de 5.00, los tratamientos con pitaya mostraron valores crecientes con la concentración de fruta, alcanzando 6.30, 6.67 y 6.90 para Y-C5, Y-C10 y Y-C15, respectivamente. Esto indica que la adición de pitaya mejora la aceptación del sabor, lo que podría atribuirse a su dulzura natural y su perfil aromático (Quiroz-González et al., 2018).

La viscosidad no mostró variaciones entre los tratamientos, manteniéndose en 5.00 en todos los casos. Esto sugiere que la adición de pitaya no afecta de manera significativa la percepción de viscosidad del yogurt.

Tablas 4. Análisis Sensorial del yogurt.

Componente	Tratamientos			
	Y-S	Y-C5	Y-C10	Y-C15
Color blanco	7.00 ^a ± 0.23	6.00 ^a ± 0.38	6.00 ^a ± 0.82	6.00 ^a ± 0.92
Apariencia (Brillo)	6.00 ^a ± 0.65	6.00 ^a ± 0.37	6.00 ^a ± 0.23	6.00 ^a ± 0.87
Olor	6.00 ^a ± 0.44	6.00 ^a ± 0.47	6.00 ^a ± 0.35	6.00 ^a ± 0.56
Sabor	5.00 ^a ± 0.71	6.30 ^b ± 0.68	6.67 ^c ± 0.73	6.90 ^a ± 0.12
Viscosidad	5.00 ^a ± 0.75	5.00 ^a ± 0.68	5.00 ^a ± 0.73	5.00 ^a ± 0.12
Aceptabilidad global	5.68 ^a ± 0.32	6.70 ^b ± 0.07	6.89 ^c ± 0.05	6.87 ^c ± 0.02

Y-S: Yogurt elaborado con leche sin fruta; Y-C5: Yogurt elaborado con leche con 5% de pitaya; Y-C10: Yogurt elaborado con leche con 10% de pitaya; Y-C15: Yogurt elaborado con leche con 15% de pitaya; Letras diferentes entre filas indican diferencias significativas entre tratamientos (ANOVA) y prueba de comparación de medias de Tukey ($\alpha = 0,05$).

Finalmente, la aceptabilidad global mostró un incremento significativo con la adición de pitaya. El yogurt sin fruta obtuvo un puntaje de 5.68, mientras que Y-C5, Y-C10 y Y-C15 lograron valores de 6.70, 6.89 y 6.87, respectivamente. Esto sugiere que la incorporación de pitaya en un 10-15% mejora la aceptabilidad del producto, posiblemente debido a su impacto positivo en el sabor y la percepción sensorial general (Quiroz-González, et al., 2018).

La adición de pitaya al yogurt mejora significativamente su aceptabilidad, principalmente por su efecto positivo en el sabor. Sin embargo, no afecta de manera considerable otros atributos como olor, apariencia o viscosidad. Esto sugiere que la pitaya podría ser una adición valiosa para mejorar la aceptación del yogurt sin alterar negativamente su textura o apariencia.

CONCLUSIONES

El presente estudio evaluó el efecto de la adición de diferentes concentraciones de pitaya (*Stenocereus thurberi*) en las características fisicoquímicas, colorimétricas y sensoriales del yogurt. En cuanto a la composición fisicoquímica, se observó que la adición de pitaya no alteró significativamente el contenido de agua, pero incrementó los sólidos totales, sólidos no grasos (SNG), proteínas y lactosa, lo que sugiere un enriquecimiento nutricional del yogurt. Sin embargo, se registró un aumento en la sinéresis, especialmente en concentraciones del 10% y 15%, lo que podría afectar la estabilidad del producto. El pH y la acidez titulable mostraron variaciones mínimas, manteniéndose dentro de rangos adecuados para la calidad del yogurt. El análisis colorimétrico reveló que la pitaya modificó las propiedades ópticas del yogurt, aumentando su luminosidad (L^*), saturación (Chroma) y tendencia al amarillo (b^*), lo que podría mejorar su atractivo visual. Estas alteraciones fueron más evidentes en los tratamientos con mayor concentración de fruta. La evaluación sensorial confirmó que la adición de pitaya mejoró significativamente la aceptabilidad global del yogurt, principalmente debido a un mayor agrado por el sabor. Aunque el color blanco disminuyó ligeramente, otros atributos como olor, apariencia y viscosidad no se vieron afectados, lo que respalda la viabilidad de su incorporación. La pitaya en concentraciones de hasta el 15% puede ser un ingrediente funcional y atractivo para la elaboración de yogurt, mejorando su perfil nutricional y sensorial. Este trabajo contribuye al desarrollo de productos lácteos innovadores, aprovechando las propiedades de frutas nativas como la pitaya.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos al **Instituto Tecnológico del Valle del Yaqui (ITVY)** por brindar las herramientas y el apoyo necesarios para la realización de esta investigación, en especial al laboratorio de Pulsos ultrasónicos, por los equipos y técnicas; y de manera especial, expresamos un sincero agradecimiento al **Nelson Antonio González Amarillas** por su asesoría y valiosas contribuciones durante el desarrollo de este proyecto. Su propuesta fue fundamental para alcanzar los objetivos planteados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ariffin, A. A., Bakar, J., Tan, C. P., Rahman, R. A., Karim, R., Loi, C. C. (2009). Essential fatty acids of pitaya (dragon fruit) seed oil. *Food Chemistry*, 114(2), 561-564.
- AOAC - Association of Official Analytical Chemists (2016). *Official Methods of Analysis of AOAC International*. 20th ed. Rockville: AOAC International.
- Ares, G., Jaeger, S. R. (2023). Check-all-that-apply (CATA) questions with consumers in practice: Experimental considerations and impact on outcome. *Food Quality and Preference*, 104, 104755.

- Athayde-Souza, P. B., Santos, M., Souza-Carneiro, J., Rodrigues-Arruda-Pinto, V.; Nunes-Carvalho, E. E. (2022). The effect of different sugar substitute sweeteners on sensory aspects of sweet fruit preserves: A systematic review. *Journal of Food Processing and Preservation*. 46(3), 16291.
- Cais-Sokolińska, D., Pikul, J. (2022). Sensory profile and consumer acceptability of functional yogurts enriched with plant ingredients. *Journal of Dairy Science*, 105(5), 3940-3953.
- Castro Ureña, K. (2016). Proyecto impulsa la pitahaya como colorante natural. *Semanario Universidad*. Recuperado de <https://semanariouniversidad.com/universitarias/proyecto-impulsa-la-pitahaya-colorante-natural/>.
- Cornejo-Ramírez, Y. I., Martínez-Camacho, A. R., Aguilar-Palazuelos, E., Calderón-Castro, A. (2021). Physicochemical and microstructural properties of yogurt enriched with cactus pear (*Stenocereus spp.*) fruit. *Food Bioscience*, 41, 101012.
- Cruz, A. G., Faria, J. A. F., Saad, S. M. I., Bolini, H. M. A., Sant'Ana, A. S., Cristianini, M. (2013). High pressure processing and pulsed electric fields: Potential use in probiotic dairy foods processing. *Trends in Food Science; Technology*, 33(2), 67-82.
- Fernández, M. A., Marette, A. (2017). Potential health benefits of combining yogurt and fruits based on their probiotic and prebiotic properties. *Advances in Nutrition*, 8(1), 155S-164S.
- Granato, D., Barba, F. J., Bursac Kovačević, D., Lorenzo, J. M., Cruz, A. G., Putnik, P. (2020). Functional foods: Product development, technological trends, efficacy testing, and safety. *Annual Review of Food Science and Technology*, 11, 93-118.
- Hernández-Briones, A., Velázquez-Martínez, J. R., Hernández-Sánchez, H., Hernández-López, D. (2021). Effect of pitaya (*Stenocereus thurberi*) on the nutritional and functional properties of yogurt. *Journal of Food Science and Technology*, 58(8), 3025-3035.
- Huang, W., Fan, D., Li, W., Meng, Y., Cheng-yi T. (2022). Rapid evaluation of milk acidity and identification of milk adulteration by Raman spectroscopy combined with chemometrics analysis. *Vibrational Spectroscopy*. 123: 103-440.
- Le Bellec, F., Vaillant, F., Imbert, E. (2006). Pitahaya (*Hylocereus spp.*): A new fruit crop, a market with a future. *Fruits*, 61(4), 237-250.
- López-Martínez, L. X., Oliart-Ros, R. M., Valerio-Alfaro, G., Lee, C.-H., Parkin, K. L., García, H. S. (2009). Antioxidant activity, phenolic compounds and anthocyanins content of eighteen strains of Mexican pitaya (*Stenocereus spp.*). *Food Chemistry*, 116(4), 915-921.
- Lucey, J. A. (2022). Cultured dairy products: Scientific and technological considerations. In *Advanced Dairy Chemistry* (pp. 345-384). Springer.
- Marco, M. L., Heeney, D., Binda, S., Cifelli, C. J., Cotter, P. D., Foligné, B., ...; Smid, E. J. (2021). Health benefits of fermented foods: Microbiota and beyond. *Current Opinion in Biotechnology*, 44, 94-102.
- Meilgaard, M., Civille, G.V., Carr, B. T. (2007). The spectrum descriptive analysis method. *Sensory Evaluation Techniques*. 49(24), 2376–2377.

- Obón, J. M., Castellar, M. R., Alacid, M., Fernández-López, J. A. (2022). Color properties and stability of betacyanins from *Opuntia* fruits in yogurt. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 70(12), 3789-3799.
- Pathare, P. B., Opara, U. L., Al-Said, F. A.-J. (2023). Colour measurement and analysis in fresh and processed foods: A review. *Food and Bioprocess Technology*, 16(1), 1-28.
- Penna, A. L. B., Gurram, S., Barbosa-Cánovas, G. V. (2021). Physicochemical and rheological characterization of pitaya-enriched yogurt. *LWT-Food Science and Technology*, 147, 111642.
- Quiroz-González, B., García-Mateos, R., Corrales-García, J.; Colinas-León, M. T. (2018). Pitaya (*Stenocereus* spp.): an under-utilized fruit. *Journal of the Professional Association for Cactus Development*. 20: 82-100.
- Rahulan, R., Panda, S. K., Bindu, J. (2022). Influence of fruit purees on density and rheological properties of stirred yogurt. *International Journal of Dairy Technology*, 75(3), 567-577.
- Robitaille, G.; Tremelay, A.; Petitclerc, D.; Britten, M. (2009). Effect of centrifugation conditions on whey separation in yogurt. *Journal of Dairy Science*. 92(8): 3456-3463.
- Sánchez-Macías, D., Moreno-Indias, I., Álvarez, S., Clevelan, M., Castro, N., Argüello, A., del Rosario Fresno, M. (2012). Sensory analysis of full-, reduced- and low-fat cheese elaborated with raw goat milk. *Journal of Applied Animal Research*, 40(2), 124–132.
- Savaiano, D. A., Hutkins, R. W. (2021). Yogurt, cultured fermented milk, and health: A systematic review. *Nutrition Reviews*, 79(5), 599-614.
- Silva, H. L. A., Balthazar, C. F., Esmerino, E. A., Vieira, A. H., Cappato, L. P., Neto, R. P. C., Cruz, A. G. (2023). Physicochemical and sensory properties of yogurt added with tropical fruit powders. *LWT-Food Science and Technology*, 173, 114368.
- Spence, C. (2020). On the relationship(s) between color and taste/flavor. *Experimental Psychology*, 67(2), 99-111.
- Steel, R. G. D., Torrie, J. H., Dickey, D. A. (1997). Principles and procedures of statistics: A biometrical approach (3rd ed.). McGraw-Hill.
- Stone, H., Bleibaum, R. N., Thomas, H. A. (2020). Sensory evaluation practices (5th ed.). Academic Press.
- Venica, C. I.; Perotti, M. C.; Wolf, I. V.; Bergamini, C. V. (2016). Optimization of yogurt fermentation process: effects of temperature and starter culture concentration. *Journal of Dairy Research*. 83(2): 210-218.

Índice

A

adaptabilidad, 158
aislamiento, 203, 205, 207

B

bicentenario, 156, 159, 160
biophysical, 40

C

cajas Bruce, 148, 151
calidad, 74, 75, 76, 78
canela, 137
capsicum annuum var. *aviculare*, 86, 88
cepas, 64, 65, 67, 68, 69

D

densidad poblacional, 150
Dosidicus gigas, 40, 41, 44, 46

E

Enterobacter cloacae, 9
extractos vegetales, 62, 69

F

fitopatología, 64
flavonoides, 21, 23
forraje
 seco, 157, 158, 159
 verde, 157, 158, 159, 160

H

híbridos, 97

I

imágenes digitales, 82
índice
 de verdor, 84
 vegetativo, 81
 de vegetación, 80
inhibición del crecimiento, 64, 66, 67
interacción, 160

M

melón, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151
micronutrientes, 75, 76

N

NDVI, 108, 113, 114, 116, 117

Q

Quitano, 111, 113

R

rendimiento, 144, 150, 151
 de biomasa, 11, 15

S

sensorial, 52, 57
silicosulfocálcico, 137
sulfocálcico, 137

T

Thiamethoxam, 122, 123, 126
tratamiento químico, 122, 127
trigo, 81
 cristalino, 74

V

Valle del Yaqui, 97
vigor de plántula, 123

X

X-ray, 40, 41, 43, 45

Y

yeso agrícola, 74, 75, 76, 78
yogurt, 51

Z

zea mays, 19, 121
zigzag, 145, 146, 147, 150, 151
zinc, 137

Editores



Leandris Argentele-Martínez

Profesor e Investigador Titular "C" del Tecnológico Nacional de México, Campus Valle del Yaqui (ITVY). Miembro del Sistema Nacional de investigadoras e Investigadores del SECIHTI, Nivel 1. Profesor Perfil Deseable (PRODEP) de la Secretaría de Educación Pública de México, Líder del Cuerpo Académico consolidado ITVAYA-CA-3. Líneas de investigación: Fisiología Vegetal, Bioquímica, Biología Celular y Molecular en plantas y microorganismos. Doctorado en Ciencias Biotecnológicas. Desarrollo de investigaciones sobre mecanismos fisiológicos, rutas anapleróticas y mecanismos moleculares activados por los organismos durante su adaptación estreses abióticos. Uso de marcadores moleculares de tolerancia de los organismos al estrés abiótico (salinidad, sequía y calor). Manejo de técnicas de isótopos estables para el

seguimiento de reacciones bioquímicas en células y tejidos. Aplicación de técnicas experimentales univariadas y multivariadas para el procesamiento de datos. Entre sus principales proyectos, se encuentra vigente en 2022 “Aplicaciones del microbioma y el metaboloma de la *Parkinsonia aculeata* L. Sp. Pl. para la mitigación de estreses biótico y abiótico en el semidesierto y en especies de interés agrícola en México” correo electrónico para contacto: oleinismora@gmail.com



Ofelda Peñuelas Rubio

Profesor e Investigador Titular "C" del Tecnológico Nacional de México, Campus Valle del Yaqui (ITVY). Miembro del Sistema Nacional de investigadoras e Investigadores del SECIHTI, Nivel 1. Profesora con Perfil Deseable (PRODEP) de la Secretaría de Educación Pública de México, miembro del Cuerpo Académico consolidado ITVAYA-CA-3. México. Realizó dos estancias posdoctorales (Enero 2016 - Diciembre 2017) dentro del programa de Estancias Nacionales de CONACYT en el Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional unidad Sinaloa del Instituto Politécnico Nacional en el área de Ecología Molecular de la Rizósfera. Es Doctora en Ciencias especialidad

en Biotecnología. Su quehacer científico lo desarrolla en el área agrícola, principalmente en el manejo sustentable de los recursos implicados en los agroecosistemas y el aprovechamiento de la microbiota del suelo. Ha participado en colaboración con distintos grupos de investigación lo que le ha permitido participar en proyectos multidisciplinarios y en publicaciones científicas. Email para contacto: ofeperub@gmail.com



 Jaime Garatuza-Payán

Profesor e Investigador “C” del Instituto Tecnológico de Sonora (ITSON). Departamento de Ciencias del Agua y del Medio Ambiente. Miembro del sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores del SECIHTI Nivel 2. Profesor perfil deseable (PROMEP). Miembro del cuerpo académico consolidado “Ciencias del Agua”. Miembro del Comité Científico del Programa Mexicano del Carbono (PMC). Miembro de la Academia Mexicana de Ciencias. Profesor-Investigador distinguido en el Instituto Tecnológico de Sonora. Entre sus principales

expertices se encuentran las líneas de investigación y generación del conocimiento: Biotecnología en sistema de producción agrícola, manejo de cuencas, hidrometeorología y cambio climático. Cuenta con más de 100 publicaciones científicas en revistas de alto factor de impacto. Email para contacto: jaime.garatuza@itson.edu.mx



Pantanal Editora

Rua Abaete, 83, Sala B, Centro. CEP: 78690-000

Nova Xavantina – Mato Grosso – Brasil

Telefone (66) 9608-6133 (Whatsapp)

<https://www.editorapantanal.com.br>

contato@editorapantanal.com.br



9786585756563

