



**Explorando escenarios  
hacia un futuro sostenible en  
Biotecnología y Alimentos**

**Dr. Iram Mondaca Fernández**  
**Dr. Alejandro Miguel Figueroa López**  
**Dra. Dalia Isabel Sánchez Machado**  
**Dr. Jaime López Cervantes**  
Coordinadores

Explorando escenarios  
hacia un futuro sostenible en  
**Biotecnología y Alimentos**

**Dr. Iram Mondaca Fernández**

**Dr. Alejandro Miguel Figueroa López**

**Dra. Dalia Isabel Sánchez Machado**

**Dr. Jaime López Cervantes**

Coordinadores



Instituto Tecnológico de Sonora  
5 de febrero, No. 818 sur, colonia Centro  
Ciudad Obregón, Sonora, México; 85000

[www.itson.mx](http://www.itson.mx)

Email: [rectoria@itson.mx](mailto:rectoria@itson.mx)

Teléfono: (644) 410-90-00

Primera edición

Diciembre, 2023

ISBN para ebook **978-607-609-244-6**

Gestión editorial y maquetación

Marisol Cota Reyes

Oficina de publicaciones ITSON

[marisol.cota@itson.edu.mx](mailto:marisol.cota@itson.edu.mx)

Cubierta diseñada en Freepik

*La presente publicación ha sido dictaminada por pares académicos expertos en el tema.*

Reservados todos los derechos conforme a la ley.

Hecho en México



OFICINA DE  
PUBLICACIONES  
**ITSON**

# Contenido

---

<b>Comité Editorial</b>	<b>14</b>
<b>Revisores de trabajos libres</b>	<b>14</b>
<b>Introducción</b>	<b>15</b>

## **CAPÍTULO 1. CIENCIAS AGROPECUARIAS**

<b>Sección agrícola</b>	<b>17</b>
<b>Análisis del efecto de la aplicación de microorganismos promotores del crecimiento en el cultivo de girasol forrajero en suelo árido</b>	<b>19</b>
Murillo Moreno H.J. <sup>a</sup> ; Beltrán Ramírez O. <sup>a*</sup>	
<b>Evaluación del índice de antagonismo en co-cultivos fúngicos para el control de hongos fitopatógenos</b>	<b>21</b>
Lira Pérez J. <sup>a*</sup> ; Flores Hernández J. <sup>a</sup> ; Chan Cupul W. <sup>b</sup> ; García Rivero M. <sup>a</sup>	
<b>Influencia del uso de bioestimulantes en la fisiología de <i>Solanum lycopersicum</i> var. <i>cerasiforme</i> (tomate cherry)</b>	<b>23</b>
Naranjo-Esquer F. <sup>a</sup> ; Verdugo-Fuentes A. <sup>a</sup> ; Grajeda-García M. <sup>a</sup> ; Chávez-Almanza A. <sup>a</sup> ; Arellano-Gil M. <sup>a</sup> ; Rojas-Padilla J. <sup>a*</sup>	
<b>Análisis del impacto de estrategias de fertilización en el crecimiento de plantas de maíz (<i>Zea mays</i>)</b>	<b>25</b>
Sánchez-Gil E.; Campos-Rendón F.; Chávez-Almanza A.; Arellano-Gil M.; Mungarro-Ibarra C.; Verdugo-Fuentes A.*	
<b>Bacterias tolerantes al estrés abiótico asociadas al cultivo de maíz en el Valle del Yaqui</b>	<b>27</b>
Escalante Beltrán A. <sup>a</sup> ; Figueroa Brambila K. M. <sup>a</sup> ; Jara Morales V. B. <sup>a</sup> ; Valenzuela Coronado E. <sup>b</sup> ; Parra Cota F. I. <sup>b*</sup> ; de los Santos Villalobos S. <sup>a</sup>	
<b>Control biológico del agente causal de la marchitez en chile jalapeño en el Valle del Yaqui, México</b>	<b>29</b>
Figueroa Brambila K.M. <sup>a</sup> ; Montoya Martínez A.C. <sup>a</sup> ; Escalante Beltrán A. <sup>a</sup> ; López Montoya, N.D. <sup>a</sup> ; Parra Cota F.I. <sup>b</sup> ; de los Santos Villalobos S. <sup>a*</sup>	
<b>Evaluación de microorganismos promotores de crecimiento vegetal y yeso agrícola en el cultivo de vid</b>	<b>31</b>
Estrella Osuna L. <sup>a*</sup> ; Gutiérrez Coronado M. <sup>a</sup>	

<b>Efecto de un biol sobre propiedades físicas y químicas del suelo con <i>Agave angustifolia</i> Haw</b>	<b>33</b>
*Apaez Becerril B.R.; Martínez Gallegos V.; Martínez Martínez L.; Robles Pérez C.; Lavariega Nolasco M.C.	
<b>Evaluación de la germinación de semillas de pepino (<i>Cucumis sativus</i>) bajo estrategias sustentables</b>	<b>35</b>
Ocaña López S.; Lepe Cervantes D.; Padilla Valle Y.; Ulloa Mercado R.; Chávez Almanza A.; Verdugo Fuentes A.*	
<b>Evaluación de la patogenicidad de <i>Fusarium</i> spp. en cultivos de sandía y su potencial impacto en la agricultura</b>	<b>37</b>
Rodríguez Mora N. <sup>a</sup> ; Figueroa López A. <sup>a*</sup> ; Cantú-Soto E. <sup>a</sup>	
<b>Inspección de mecanismos de biocontrol de <i>Bacillus cabrialesii</i> subsp. <i>tritici</i> TSO2<sup>T</sup> contra <i>Fusarium langescens</i></b>	<b>39</b>
López-Montoya N. D. <sup>1</sup> ; Montoya-Martínez A. C. <sup>1</sup> ; Figueroa-Brambila K. M. <sup>1</sup> ; Escalante-Beltrán A. <sup>1</sup> ; Parra-Cota, F. I. <sup>2</sup> ; de los Santos-Villalobos S. <sup>1*</sup>	
<b>Participación del gen <i>galU</i> en adhesión de <i>Pseudomonas stutzeri</i> A1501 en la interacción con arroz</b>	<b>41</b>
Alatorre Cruz J.M.*; Carreño López R.; Bustillos Cristales M.R; Marin Cevada V.; Fuentes Ramírez L.E.; Martínez Méndez S.A.	
<b>Prototipo de sistema de riego con elementos de domótica</b>	<b>43</b>
Sierra Guemez W. S. <sup>a</sup> ; Santos Tejero J. A. <sup>b*</sup> ; Ruiz Patrón D. Y. <sup>c</sup> ; Pech Huh Y. <sup>d</sup> .	
<b>Uso de microorganismos benéficos en maíz (<i>Zea mays</i>) para control del hongo fitopatógeno <i>Fusarium</i> spp.</b>	<b>45</b>
Figueroa-Brambila J.; Arellano-Gil M.; Mungarro-Ibarra C.; Villa-Lerma A.; Verdugo-Fuentes A.*	
<b>Viabilidad de las microcápsulas de una cepa probiótica (<i>Bacillus licheniformis</i>) por dos métodos de encapsulación</b>	<b>47</b>
Escamilla Montes R. <sup>a</sup> ; Diarte Plata G. <sup>a*</sup> ; Granados Alcantar S. <sup>b</sup> ; Luna González A. <sup>a</sup> ; Vega Carranza A.S. <sup>a</sup> ; Fierro Coronado J.A. <sup>a</sup>	
<b>Estudio microbiológico cualitativo de agua, suelo y humus de lombriz en un huerto escolar</b>	<b>49</b>
Rojas-Padilla J.; Montañez-Acosta K.; Verdugo-Fuentes A.A.; Infante Medina G.; Morales-Gutiérrez N.; Chávez-Almanza A.F.*	
<b>Evaluación de la calidad postcosecha de tomate (<i>Solanum lycopersicum</i>) tratado con un bioestimulante a base de microalgas</b>	<b>51</b>
Padilla-Valle Y. <sup>a*</sup> ; Ulloa-Mercado G. <sup>a</sup> ; Gutiérrez-Coronado M. A. <sup>a</sup> ; Rentería-Mexía A. M. <sup>a</sup> ; Gortáres-Moroyoqui P. <sup>a</sup> ; Verdugo-Fuentes A. <sup>ax</sup>	
<b>Calidad de los abonos de origen animal en huerto de hortalizas</b>	<b>53</b>
Valdés Vega J. L. <sup>a*</sup> ; Trigueros Salmerón J. A. <sup>a</sup> ; Irazoqui Leyva J. L. <sup>b</sup> ; Moo Bórquez C.E. <sup>c</sup> .	

## Sección pecuaria 55

- Alimento de engorda para borregos a partir de la planta forrajera *Tithonia diversifolia*** 57  
Borrás-Enríquez A.J.a,b\*; Sánchez-Becerril M.a; González-Escobar J.L.b;  
Veana-Hernández F.<sup>b</sup>
- Diagnóstico molecular de la mutación asociada a hidrocefalia en equinos del sur de Sonora** 59  
Alcaraz González K.M. <sup>a</sup>; Borbolla Hernández J.R. <sup>a</sup>; Aragón López C.E. <sup>a</sup>; González Galaviz J.R. <sup>a</sup>; Luna Nevárez P.<sup>a\*</sup>
- Validación de un marcador genético asociado a la fertilidad en ganado bovino productor de leche** 61  
García Benitez C.<sup>a</sup>; Leyva Corona J.C. <sup>a</sup>; Thomas M.G. <sup>b</sup>; Luna Nevárez P.<sup>a\*</sup>
- Diagnóstico previa siembra de *Vibrio parahaemolyticus* toxigénico en post-larvas de camarón blanco *Litopenaeus vannamei*** 63  
Uribe Ochoa N.E.<sup>a\*</sup>; Ibarra Gámez J. C.<sup>a\*</sup>; Ochoa Meza A. R.<sup>b</sup>; Sánchez Díaz R.<sup>a</sup>; Martínez Ibarra D.<sup>a</sup>
- Liberación *in vitro* de *Pontibacillus* sp. simulando el sistema digestivo del langostino *Macrobrachium tenellum*** 65  
Diarte Plata G.<sup>a</sup>; Granados Alcantar S.<sup>b\*</sup>; Escamilla Montes R.<sup>a</sup>; Vega Carranza A.S.<sup>a</sup>; Luna González A.<sup>a</sup>; Fierro Coronado J.A.<sup>a</sup>
- Predicción de la producción de leche en vacas Holstein en base a un indicador ambiental** 67  
Pineda Montes A.<sup>a</sup>; Mondaca Duarte M.<sup>a</sup>; Leyva Corona J.C.<sup>a</sup>; Reyna Granados J.R.<sup>a</sup>; Thomas M.G.<sup>b</sup>; Luna Nevárez P.<sup>a\*</sup>

## CAPÍTULO 2. CIENCIAS DE LOS ALIMENTOS

### Introducción 70

- Actividad antimicrobiana de hidrolizado de vísceras de pollo glicado vía reacción de Maillard** 71  
Flores-Quezada J.B. <sup>a</sup>; Villa-Lerma A.G. <sup>a\*</sup>; Rodríguez-Ramírez R.<sup>a</sup>; Ávila-Villa L.A.<sup>b</sup>; Plascencia-Jatomea R.<sup>b</sup>; Mondaca-Fernández, I.<sup>a</sup>
- Evaluación de la amilosa en *Triticum aestivum* y *Triticum durum*** 73  
Padilla-Torres C. V.<sup>a</sup>; Mondaca-Fernandez I.<sup>a\*</sup>; López-Ahumada G.<sup>b</sup>; Balderas-Cortes J. J.<sup>a</sup>;  
Meza-Montenegro M. M.<sup>a</sup>; Serna-Saldívar S.O.<sup>c</sup>
- Alimento tradicional producido con diferentes especies de maguey de la región mixteca de Oaxaca** 75  
López Sánchez C.<sup>\*b</sup>; Palma-Cruz F.J.<sup>a</sup>

<b>Análisis conceptual de una bebida fermentada tradicional: caso de estudio del tejuino</b>	<b>77</b>
Tapia Martínez W. <sup>a</sup> ; Carmona Escutia R.P. <sup>b</sup> ; Leyva Trinidad D.A. <sup>c</sup> ; Gschaedler Mathis A. <sup>d</sup> ; García Barrón S.E. <sup>*d</sup>	
<b>Análisis fitoquímico y capacidad antioxidante de extractos metanólicos de <i>Bromelia karatas</i> L.</b>	<b>79</b>
Gastélum Gutiérrez D. E. <sup>a*</sup> ; Campas Baypoli O. N. <sup>a</sup> ; Sánchez Machado D. I. <sup>a</sup> ; Cantú Soto E. U. <sup>a</sup> ; López Cervantes J. <sup>a</sup> ; Sánchez Duarte R. G. <sup>b</sup>	
<b>Diseño y evaluación de <i>primers</i> universales <i>rbcl</i> para su aplicación en códigos de barras en alérgenos de origen vegetal</b>	<b>81</b>
Villanueva-Zayas J.D. <sup>a</sup> ; Rodríguez-Ramírez R. <sup>a*</sup> ; Ávila-Villa L.A. <sup>b</sup> ; Arellano-Gil M. <sup>c</sup> ; Lares-Villa F. <sup>c</sup> ; Canett-Romero R. <sup>d</sup>	
<b>Efecto del secado de cáscara de aguacate en el contenido de fenólicos e inhibición de <math>\alpha</math>-glucosidasa</b>	<b>83</b>
Vega-Álvarez M. <sup>a</sup> ; López-Cervantes J. <sup>a</sup> ; López-Valenzuela J.A. <sup>c</sup> ; Salazar-Salas N.Y. <sup>c</sup> ; Sánchez-Machado D.I. <sup>a</sup> ; Servín de la Mora-López G. <sup>b*</sup>	
<b>Enriquecimiento de antioxidante de frutos frescos cortados aplicando un extracto de semilla de dátil Mejhoul</b>	<b>85</b>
Ortega Ramirez L. A. <sup>a*</sup> ; Gutiérrez Pacheco M. M. <sup>a</sup> ; Gutiérrez Pacheco S. L. <sup>b</sup> ; Salomón Torres R. <sup>a</sup> ; López Romero J. C. <sup>c</sup> ; Ayala Zavala J. F. <sup>d</sup>	
<b>Evaluación del efecto de empacado al vacío sobre la calidad del callo de hacha (<i>Atrina maura</i>)</b>	<b>87</b>
Cota Galván E. <sup>a</sup> ; Góngora Sanchez R. <sup>a</sup> ; Rivera Pérez C. <sup>b</sup> ; Rentería A.M. <sup>a</sup> ; Ulloa Mercado R.G. <sup>a</sup> ; Díaz Tenorio L.M. <sup>a*</sup>	
<b>Chorizo tradicional con chaya (<i>Cnidioscolus chayamansa</i>) sus características sensoriales y estabilidad oxidativa</b>	<b>89</b>
Peña-Torres E. F. <sup>a*</sup> ; Benítez-Hernández A. <sup>b</sup> ; Dávila-Ramírez J. L. <sup>c</sup> ; González-Ríos H. <sup>c</sup> ; Guillermo Azcorra Chan <sup>a</sup> ; Sergio Erick García-Barron <sup>d</sup>	
<b>Análisis simultáneo de L-aminoácidos mediante electroforesis capilar</b>	<b>91</b>
Díaz Quiroz C.A. <sup>a*</sup> ; Torres Reyes A.J. <sup>a</sup> ; Chávez-Almanza A.F. <sup>a</sup> ; Ulloa-Mercado R.G. <sup>a</sup> ; Gortáres-Moroyoqui P. <sup>a</sup> ; Hernández-Chávez J.F. <sup>b</sup>	
<b>Estudio de la calidad microbiológica de productos comerciales fermentados con bacterias ácido-lácticas (BAL)</b>	<b>93</b>
Esquer-Álvarez A. <sup>a</sup> ; Flores-Dórame D. N. <sup>a</sup> ; Cabrera-Pinto J. <sup>a</sup> ; Pérez-Osuna V. U. <sup>a</sup> ; Rojas-Padilla J. <sup>b*</sup>	
<b>Actividad antagonista de <i>Enterococcus spp.</i> aisladas de chile jalapeño contra patógenos alimentarios</b>	<b>95</b>
Hernandez-Mendoza E. <sup>a</sup> ; Peña-Ramos E.A. <sup>a*</sup> ; Juneja V.K. <sup>b</sup> ; Martinez-Tellez M.A. <sup>a</sup> ; Gonzalez-Rios H. <sup>a</sup> ; Paredes-Aguilar M.C. <sup>c</sup>	
<b>Frecuencia de <i>Salmonella enterica</i> en carne movilidad de res expedida en diferentes condiciones sanitarias</b>	<b>97</b>
Rodríguez Trujillo A. <sup>a</sup> ; López Hernández K. M. <sup>a*</sup> ; Pardo Seda V. T. <sup>a</sup> ; Rivera Ramón K. <sup>a</sup> ; Pelayo Andapia S. <sup>a</sup> ; Martínez Sánchez Z. <sup>a</sup>	

**Perfil antimicrobiano de cepas de *Escherichia coli* productoras de toxinas Shiga en agroalimentos** **99**

López Cruz O.E.; Cantú Soto E.U.\*; Figueroa López A.M.; Chávez Almanza A.F.; Nájera Encinas D.A.; Alcalá Rosas R.I.

**Presencia y susceptibilidad antimicrobiana de *Salmonella enterica* en carne de pollo en supermercados de Veracruz** **101**

Rivera Ramón K.<sup>a</sup>, Pardío Sedas, V<sup>a</sup> \*.; López Hernández K.M.<sup>a</sup>; Quintana Castro R.<sup>b</sup>; Flores Primo A.<sup>a</sup>; Cruz Romero A.<sup>a</sup>

## **CAPÍTULO 3. CIENCIAS AMBIENTALES Y BIOINGENIERÍA**

**Introducción** **104**

**Análisis de actividad enzimática extracelular en cepas de hongos nativos del sur de Sonora** **105**

Maldonado Bustamante S.R.<sup>a</sup>; Mondaca Fernández I.<sup>a</sup>; Balderas Cortés J.J.<sup>a</sup>; Meza Montenegro M.M.<sup>a</sup>; Hidalgo Sotomayor L.<sup>a</sup>

**Cinética de producción de exopolisacáridos de la cepa N31 aislada del ex Lago de Texcoco** **107**

De La Rosa Medrano A. P.; Gassós Ortega L. E; Cira Chávez L. A; Coronado Corral J. C; Estrada Alvarado M.I.\*

**Aumento de la producción de metano a partir de sargazo en codigestión anaerobia con FORSU** **109**

Guzmán-Bautista C. A. <sup>a</sup>; González-Tenorio D. <sup>a</sup>; Durán-Moreno A. <sup>a\*</sup>

**Caracterización molecular de cepas de *Acanthamoeba* spp., aisladas del agua potable en Cajeme, Sonora** **111**

Camacho Aguilar P.<sup>a</sup>, Rodríguez Anaya L. Z.<sup>b\*</sup>, González Zúñiga L. D.<sup>a</sup>, Lares Villa F.<sup>c</sup>, Lares-Jiménez L. F.<sup>c</sup>, González Galaviz J. R.<sup>b</sup>.

**Eliminación por sorción y biodegradación de antibióticos de agua residual porcícola con lodos granulares anaerobios** **113**

Durán Hinojosa U.<sup>a\*</sup>; Delgadillo Mirquez L.<sup>b</sup>; Serrano Palacios D.<sup>c\*</sup>

**Evaluación microbiana de efluentes provenientes de “La Salada” (Guaymas, Sonora) mediante técnicas de microbiología tradicional** **115**

Ruiz Zatarain A.G.<sup>a</sup>; Niño Gómez D.C.<sup>a</sup>; Mendoza Chávez C.E.<sup>a</sup>; Leyva Soto L.A.<sup>a</sup>; Rentería Mexía A. M.<sup>a</sup>; Gortáres Moroyoqui P.<sup>a\*</sup>

**Identificación de bacterias patógenas por PCR en aguas residuales tratadas de la Ensenada La Salada Guaymas, Sonora** **117**

Niño Gómez D. C.<sup>a</sup>; Ruiz Zatarain A.<sup>a</sup>; Mendoza Chávez E.<sup>a</sup>; Leyva Soto L.<sup>a</sup>; Ulloa Mercado R.G.<sup>a</sup>; Gortares Moroyoqui P.<sup>a\*</sup>

<b>Impacto de intermitencia solar en factor de polarización y consumo energético en ósmosis inversa</b>	<b>119</b>
Dévora Isiordia G.E. <sup>a*</sup> , Montoya-Pizeno R. <sup>a</sup> , Cabanillas López R. <sup>b</sup> , Álvarez Sánchez J. <sup>a</sup> , González Enríquez R., Correa Murrieta M. <sup>a</sup>	
<b>Impacto del peso molecular en la síntesis de recubrimientos verdes anticorrosivos</b>	<b>121</b>
Aguilar Ruiz A. A. <sup>a</sup> ; Sánchez Duarte R. G. <sup>a*</sup> ; Devora Isiordia G. E. <sup>a</sup> ; Villegas Peralta Y. <sup>a</sup> , Álvarez Sánchez J. <sup>a</sup> , Correa Murrieta M.A. <sup>a</sup>	
<b>Perfil infrarrojo medio de <i>Parkinsonia aculeata</i> bajo condiciones de salinidad, sequía y calor en Sonora, México</b>	<b>123</b>
Herrera-Sepúlveda A. <sup>a</sup> ; Argentel-Martínez L. <sup>a*</sup> ; Mondaca-Fernandez I. <sup>b</sup> ; Peñuelas-Rubio O. <sup>a</sup> ; Torres-Velazquez J.R. <sup>a</sup>	
<b>Producción de metano promovida por la modificación química de material carbonáceo en digestión anaerobia</b>	<b>125</b>
Cuevas-Obeso N.M. <sup>a</sup> ; Moreno-Sarabia Y. <sup>a*</sup> ; Alvarez L.H. <sup>a</sup> .	
<b>Remoción de cromo hexavalente acuoso en carbón activado encapsulado en quitosano modificado</b>	<b>127</b>
Correa Murrieta M.A. <sup>a*</sup> ; Aguilar Mendoza V.A. <sup>a</sup> ; Sánchez Duarte R.G. <sup>a</sup> ; Dévora Isiordia G.E. <sup>a</sup> ; Martínez Macías M.R. <sup>a</sup> ; Álvarez Sánchez J. <sup>a</sup>	
<b>Valoración de la fracción orgánica de los residuos sólidos</b>	<b>129</b>
Suaste Medina, C. <sup>a</sup> ; Romero Rodríguez, J. <sup>a</sup> ; Ruiz Patrón, D. <sup>a*</sup> ; Santos Tejero, J. <sup>b</sup>	
<b>Cianobacterias con potencial tóxico en la Bahía del Tóbari asociadas a eventos de eutrofización</b>	<b>131</b>
Chávez-Luzanía R. A. <sup>a</sup> ; Ortega-Urquieta M. E. <sup>a</sup> ; Morales-Sandoval P. H. <sup>a</sup> ; Jara-Morales V. B. <sup>a</sup> ; Arredondo-Márquez S. H. <sup>a</sup> ; de los Santos-Villalobos S. <sup>a*</sup> .	
<b>Concentración de cadmio y factor de riesgo en moluscos comestibles en el estero de Tóbari, Sonora</b>	<b>133</b>
Balderas Cortés J. <sup>a*</sup> ; Mondaca Fernández I. <sup>a</sup> ; Meza Montenegro M. <sup>a</sup> ; Aguilar Acosta A. <sup>a</sup>	
<b>Evaluación de la calidad del agua residual tratada descargada a la ensenada “La Salada” en Guaymas, Sonora</b>	<b>135</b>
Mendoza Chávez C.E.; Acosta Herrera M.; Leyva Soto L.A.; Barrón Villarreal M.; Gortáres Moroyoqui, P.*	
<b>Pretratamientos hidrotérmicos en paja de trigo, alternativa para este residuo agrícola del Valle del Yaqui</b>	<b>137</b>
Herrera-Portillo G. <sup>a*</sup> ; Encinas-Yepis D.H. <sup>b</sup> ; Mondáca-Fernández I. <sup>a</sup> ; Galindo-Valenzuela E. <sup>b</sup>	
<b>Biosíntesis de óxido de zinc de la flor de Botón de Oro (<i>Tithonia diversifolia</i>)</b>	<b>139</b>
Borrás-Enríquez A.J. <sup>a,b*</sup> , Candilla-Ramirez V. <sup>a</sup> ; Orantes-Calleja P.D. <sup>a</sup> ; González-Escobar J.L. <sup>b</sup> ; Veana-Hernández F. <sup>b</sup>	

<b>Características del quitosano obtenido de quitinas provenientes del tratamiento biológico de cáscara de camarón</b>	<b>141</b>
Vázquez Aldana M. <sup>a</sup> ; González González R. <sup>a</sup> ; Cruz Díaz M. <sup>b</sup> ; Martínez Trujillo A. <sup>a*</sup>	
<b>Clonación del gen internalina A de <i>Listeria monocytogenes</i> en células competentes JM109</b>	<b>144</b>
Flores Cervera V. <sup>a</sup> ; Figueroa López A. M. <sup>a*</sup> ; Cantú Soto E. U. <sup>a</sup> .	
<b>Cultivo <i>in vitro</i> de <i>Ustilago maydis</i> con un medio de cultivo de residuos agroindustriales</b>	<b>146</b>
Domínguez Calva J.A.*; Lozano Grande M.A.; Fosado Cuevas A.; Ortega Rangel L.	
<b>Desarrollo de una metodología para el aislamiento de cristales paraesporales producidos por <i>Bacillus thuringiensis</i></b>	<b>148</b>
Rodríguez Alejandro M. C. <sup>a</sup> ; Aguilar Franco M. <sup>d</sup> ; Juárez Arellano E. A. <sup>b</sup> ; Martínez García A. <sup>c</sup> ; Peña-Rico M.A. <sup>a*</sup> ; Navarro-Martínez K. <sup>a</sup>	
<b>Detoxificación de hidrolizados ácidos de olote de maíz para su uso en compuestos biotecnológicos</b>	<b>150</b>
Ponce Fernández N.E. <sup>a</sup> ; Astorga Trejo R. <sup>b</sup> ; Reyes Moreno, C. <sup>a</sup> ; Castro Martínez C. <sup>b*</sup> .	
<b>Extracción y cuantificación de enzimas lignocelulolíticas de <i>Pleurotus ostreatus</i> cultivado en paja de trigo</b>	<b>152</b>
Reatiga Rivera D. <sup>a</sup> ; Maldonado Bustamante S.R., <sup>a*</sup> ; Mondaca Fernandez I. <sup>a</sup> ; Balderas Cortés J.J. <sup>a</sup> ; Meza Montenegro M.M. <sup>a</sup> ; Arvayo Enriquez H. <sup>a</sup> .	
<b>Inmovilización de <i>Lactobacillus delbrueckii</i> para la producción de ácido láctico</b>	<b>154</b>
Calderon Cruz L.M.; Hernández Cruz I.E.; Martínez Trujillo M.A.*	
<b>Producción de ácido láctico por fermentación de residuos agroindustriales</b>	<b>156</b>
Díaz Cortes M. F.; Nuñez Monroy G. F.; Martínez Trujillo M. A.*; Neria González M. I.*	
<b>Cinética de hidrólisis enzimática de pulpa de paja de trigo</b>	<b>158</b>
Badilla Ruiz A. <sup>a</sup> ; Mondaca Fernández I. <sup>a*</sup> ; Maldonado Bustamante, S. R. <sup>a</sup> ; Meza Montenegro M. M. <sup>a</sup> ; Balderas Cortés J. J. <sup>a</sup>	
<b>Producción de exopolisacáridos por la cepa halófila <i>BLLSAM2035</i> utilizando como fuente de carbono glucosa</b>	<b>160</b>
Díaz Palma J.J; Gassós Ortega L.E; Cira Chávez L. A; Estrada Alvarado M.I; Coronado Corral J.C*.	
<b>Efecto del NaCl sobre la lipasa digestiva de <i>Odobenus rosmarus divergens</i>, un análisis <i>in silico</i></b>	<b>162</b>
Martínez Pérez R.B. <sup>a*</sup> ; Bojórquez Sánchez A.M. <sup>a</sup> ; Díaz-Vidal T. <sup>b</sup> ; Rosales-Rivera L.C. <sup>b</sup> ; Leyva-Soto L.A. <sup>a</sup> ; Díaz-Tenorio L.M. <sup>a</sup>	
<b>Pangenoma de <i>Balamuthia mandrillaris</i> evidencia genes vinculados a la virulencia</b>	<b>164</b>
Otero-Ruiz A. <sup>a</sup> ; Rodríguez-Anaya L.Z.* <sup>b</sup> ; Lares-Villa F. <sup>c</sup> ; Lozano Aguirre Beltrán L.F. <sup>d</sup> ; Lares-Jiménez L.F. <sup>c</sup> ; Gonzalez-Galaviz J.R. <sup>b</sup>	

<b>Utilización de herramientas informáticas para el ensamble y anotación de genomas bacterianos</b>	<b>166</b>
Cárdenas Gómez J. <sup>a</sup> , de los Santos Villalobos S. <sup>a*</sup>	
<b>Comparación de medios de cultivo para la producción de enzimas ligninolíticas</b>	<b>168</b>
Flores Hernández J.; García Rivero M.	

## **CAPÍTULO 4. BIOTECNOLOGÍA APLICADA A LA SALUD**

<b>Introducción</b>	<b>171</b>
<b>Composición química y efecto del pH en la actividad antioxidante en extractos de <i>Justicia spicigera</i></b>	<b>172</b>
Quiñonez Espinoza A. J. <sup>a*</sup> ; Gastélum Gutiérrez D. E. <sup>a</sup> ; Campas Baypoli. O. N. <sup>a</sup> ; Sánchez Machado D. I. <sup>a</sup> ; López Cervantes J. <sup>a</sup> ; Cedillo Molina M.G. <sup>a</sup>	
<b>Contenido de flavonoides totales y capacidad antioxidante en extractos de menta, laurel y hierba buena</b>	<b>174</b>
Carrasco Vazquez G. I. <sup>a*</sup> ; Burrola Flores A. M. <sup>a</sup> ; Campas Baypoli O. N. <sup>a</sup> ; Sánchez Machado D. I. <sup>a</sup> ; Cantú Soto E. U. <sup>a</sup> ; González Arana D. L. <sup>a</sup>	
<b>Cribado fitoquímico, contenido fenólico y flavonoides en extractos metanólicos de albahaca (<i>Ocimum basilicum L.</i>)</b>	<b>176</b>
Angulo Arroyo A. <sup>a*</sup> ; Gastélum Gutiérrez D. E. <sup>a</sup> ; Campas Baypoli O. N. <sup>a</sup> ; Sánchez Duarte R. G. <sup>b</sup> ; González Arana D. L. <sup>a</sup> ; Escarcega Galaz A. A. <sup>a</sup>	
<b>Efecto antioxidante de extractos de vísceras de pollo glicados vía reacción de Maillard</b>	<b>178</b>
Torres Villa, H. A. <sup>a</sup> ; Villa Lerma, A. G. <sup>a*</sup> ; Rodríguez Ramírez, R. <sup>a</sup> , Placencia-Jatomea, R. <sup>a</sup> , Mondaca-Navarro, B. A. <sup>a</sup>	
<b>Efectos de la naringenina sobre las alteraciones de la glucosa en ratones con diabetes inducida</b>	<b>180</b>
Arvilla Salas G. L. <sup>1</sup> ; Vergara Jiménez, M. J. <sup>1</sup> ; Rentería Mexía, A. M. <sup>2</sup> ; Castro Acosta, M. L. <sup>1</sup> ; Cárdenas Torres, F. I. <sup>1</sup> ; Arias Gastélum, M. <sup>1*</sup>	
<b>Elaboración de una bebida de nopal de bajo contenido glucémico por la técnica de esferificación</b>	<b>182</b>
Montoya Requena M. <sup>b</sup> ; Guzmán Ceferino J. <sup>b</sup> ; Perera García M. <sup>b</sup> ; Paredes Sánchez F. <sup>a</sup> ; Herrera Mayorga E. <sup>a*</sup>	
<b>Hemólisis oxidativa y actividad antimicrobiana de glicoconjugados de calamar gigante (<i>Dosidicus gigas</i>) vía reacción de Maillard</b>	<b>184</b>
Mondaca-Navarro B.A. <sup>a</sup> ; Rodríguez-Ramírez R. <sup>a*</sup> ; Villa-Lerma, A.G.; Ávila-Villa L.A. <sup>b</sup> ; Torres-Arreola W. <sup>c</sup> .	

<b>Optimización y análisis fitoquímico de extractos metanólicos de <i>Plumeria obtusa</i></b>	<b>186</b>
Madero López A. P. <sup>a*</sup> ; Burrola Flores A. M. <sup>a</sup> ; Campas Baypoli O. N. <sup>a</sup> ; López Cervantes J. <sup>a</sup> ; Sánchez Machado D. I. <sup>a</sup> ; Blanco Ríos A. K. <sup>a</sup>	
<b>Perfil fitoquímico y antioxidante de extractos metanólicos de <i>Tecoma stans</i> L. (Juss)</b>	<b>188</b>
Norzagaray Yépiz F. M. <sup>a*</sup> ; Gastelum Gutiérrez D. E. <sup>a</sup> ; Campas Baypoli O. N. <sup>a</sup> ; Cantu Soto E. U. <sup>a</sup> ; López Cervantes J. <sup>a</sup> ; Chávez Almanza A. F. <sup>a</sup>	
<b>Digestos de hidrolizados y fracciones de colágeno de cerdo y pollo inhibidores de lipasa pancreática</b>	<b>190</b>
González Noriega J.A. <sup>a</sup> ; Valenzuela Melendres M. <sup>a</sup> ; Hernández Mendoza A. <sup>a</sup> ; Astiazarán García H. <sup>b</sup> ; Islava Lagarda T.Y.; Peña Ramos E.A. <sup>a*</sup>	
<b>Identificación de compuestos fenólicos y efecto hemolítico <i>in vitro</i> de extractos de cocolmecha (<i>Smilax</i> spp.)</b>	<b>192</b>
Valle Sánchez S.L. <sup>a</sup> ; Rodríguez Ramírez R. <sup>a*</sup> ; Flores Velázquez A.I. <sup>b</sup> ; Ávila Villa L.A. <sup>b</sup> ; Villa Lerma A.G. <sup>a</sup> ; Barco Mendoza G.A. <sup>a</sup>	
<b>Propiedades nutricionales y fitoquímicas de las flores y hojas de albahaca tailandesa (<i>Ocimum basilicum</i> var. <i>thyrsoflora</i>)</b>	<b>194</b>
Grijalva-Delgado M. <sup>a*</sup> ; Arvizu-Ochoa R.I. <sup>a</sup> ; Sánchez-Machado D.I. <sup>a</sup> ; López-Cervantes J. <sup>a</sup> ; Campas-Baypoli O. N. <sup>a</sup> ; Botello-Corona J.A. <sup>a</sup>	
<b>Evaluación nutricional de escolares de primaria Alta de Santa Teresa de BÁCUM, Sonora, México</b>	<b>196</b>
Díaz Castillo A.; López Beltrán Y.; Gassós Ortega L.E.; Escárcega Galaz A.A.; Ulloa Mercado R.G.; Rentería Mexía A.M.*	
<b>Mediciones antropométricas en preescolares de la comunidad yaqui Loma de BÁCUM, Sonora, México</b>	<b>199</b>
Sanaba Bajeca Y.; Enríquez Rábago J.E.; García Moreno M.; Díaz Tenorio L.M.; Gortáres Moroyoqui P.; Rentería Mexía A.M.*	
<b>Actividad de <i>Petiveria alliacea</i> L. sobre el estrés oxidativo en tejido cerebral de ratón</b>	<b>202</b>
Zavala Ocampo L. M. <sup>a*</sup> ; López Camacho P.Y. <sup>b</sup> ; Cárdenas Vázquez R. <sup>c</sup> ; Aguirre Hernández E. <sup>d</sup> ; Basurto Islas G. <sup>a</sup>	
<b>Asociación entre gasto promedio trimestral en alimentos e incidencia en obesidad en México 2022</b>	<b>204</b>
Sandoval Fregoso G. <sup>a*</sup>	
<b>Caracterización molecular de <i>Pseudomonas aeruginosa</i> aislada de pacientes con quemaduras</b>	<b>206</b>
Chávez-Almanza A.F.; Castro-Sánchez A.L.*; Cantú-Soto E.U.; Díaz-Quiroz C.A.; Alcalá-Rosas R.I.; Najera-Encinas D.A.	

<b>Composición fenólica y actividad antioxidante de extractos de propóleos de Sonora y Sinaloa</b>	<b>208</b>
Portela Márquez, M.A. <sup>a</sup> ; Cira Chávez, L.A. <sup>a*</sup> ; Silva Beltrán, N.P. <sup>b</sup> ; Estrada Alvarado, M.I. <sup>a</sup> ; Pacheco López, N.A. <sup>b</sup>	
<b>Cuantificación de sesamina en flores de yerba del manso (<i>anemopsis californica</i>) por HPLC</b>	<b>210</b>
Quintero-Guerrero A.A. <sup>a*</sup> ; López-Cervantes J. <sup>a</sup> ; Sánchez Machado D.I. <sup>a</sup> ; Campas-Baypoli O.N. <sup>a</sup> ; López-Beltrán Y.G. <sup>a</sup>	
<b>Efecto antiproliferativo del extracto etanólico de <i>Agave rhodacantha</i> Trel sobre la línea celular MCF-7</b>	<b>213</b>
Villanueva Castillo D. M. <sup>a</sup> ; López Sánchez C. <sup>b*</sup> ; Palma Cruz F. de J. <sup>a</sup> ; Pina Canseco M. de S. <sup>c</sup> ; Lazcares Contreras H. L. <sup>a</sup>	
<b>Efecto antimicrobiano del líquido iónico alaninato de colinio en microorganismos de relevancia clínica</b>	<b>215</b>
Chávez-Almanza A.F. <sup>a*</sup> ; Zubieta Yepiz D.E.; Díaz-Quiroz C.A. <sup>a</sup> ; Vega-Millán C.B. <sup>a</sup> ; Ulloa-Mercado R.G. <sup>a</sup> ; Hernández-Chávez J.F. <sup>b</sup>	
<b>Evaluación de actividad anti-<i>Balamuthia mandrillaris</i> de compuestos de orégano mexicano <i>Lippia graveolens</i> y <i>Lippia palmeri</i></b>	<b>217</b>
Félix-Sastré A.J. <sup>a</sup> ; Rodríguez-Anaya L.Z. <sup>b*</sup> ; Gutierrez-Grijalva E.P. <sup>c</sup> ; Lares-Villa F. <sup>d</sup> ; López-Cervantes J. <sup>e</sup> ; Sánchez-Machado D.I. <sup>f</sup>	
<b>La parasporina A24-2 induce apoptosis e inhibe la capacidad formadora de colonias en la línea celular</b>	<b>219</b>
Tapia Hernández B. S. <sup>a</sup> ; Cruz García D. <sup>a</sup> ; Cruz-Nolasco A. <sup>b</sup> ; Peña-Rico M.A. <sup>a*</sup> ; Navarro-Martínez K. <sup>a</sup> ; Camacho L. <sup>c</sup>	
<b>Modelado <i>in silico</i> de la unión Cry-receptor como primer acercamiento al mecanismo de acción de las parasporinas</b>	<b>221</b>
Isaac Contreras A. <sup>a</sup> ; Cruz-Nolasco A. <sup>a</sup> ; García-López E. <sup>a</sup> ; Peña-Rico M.A. <sup>a*</sup> ; Navarro-Martínez K. <sup>a</sup> ; Rorato-Sagrillo M. <sup>b</sup>	
<b>Efecto antibacteriano de las membranas de quitosano con hidroxapatita de residuos acuáticos</b>	<b>223</b>
Esquer-Núñez L.A. <sup>a</sup> ; Pérez-Lizárraga M.E. <sup>a</sup> ; Hernández-Ruiz K.L. <sup>a*</sup> ; Sánchez-Machado D.I. <sup>a</sup> ; López-Cervantes J. <sup>a</sup> ; Rivera-Meléndrez L.D. <sup>a</sup>	
<b>Desarrollo y caracterización de esponjas compuestas de quitosano-colágeno-miel como apósitos para heridas</b>	<b>225</b>
Servín de la Mora López D. <sup>a*</sup> ; Madera Santana T.J. <sup>a*</sup> ; López Cervantes J. <sup>b</sup> ; Sánchez Machado D.I. <sup>b</sup> ; Soto Valdez H. <sup>a</sup> ; Ayala Zavala J.F. <sup>a</sup>	

## Comité Editorial

---

Dr. Alejandro Miguel Figueroa López  
Mtra. Eunice Guzmán Fierros  
Dra. Claudia Érika Mendoza Chávez  
Dra. Blanca Areli Mondaca Navarro

## Revisores de trabajos libres

---

Dr. Abel Alberto Verdugo Fuentes  
Dr. Alejandro Miguel Figueroa López  
Dra. Alma Guadalupe Villa Lerma  
Dra. Ana Aglahé Escárcega Galaz  
Dra. Ana Karina Blanco Ríos  
Dra. Ana María Rentería Mexía  
Dr. Andrés Francisco Chávez Almanza  
Dr. Carlos Abraham Díaz Quiroz  
Dra. Claudia Érika Mendoza Chávez  
Dra. Dalia Isabel Sánchez Machado  
Dra. Diana Margarita Martínez Ibarra  
Dr. Jaime López Cervantes  
Dra. Jesús Adriana Soto Guzmán  
Dr. Jonathan Rojas Padilla  
Dr. José De Jesús Balderas Cortés  
M.C. Karen Lilián Hernández Ruiz  
Mtra. Laura Elisa Gassós Ortega  
Dra. Lourdes Mariana Díaz Tenorio  
Dr. Luis Alberto Cira Chávez  
Dr. Marco Antonio Gutiérrez Coronado  
Dra. María Isabel Estrada Alvarado  
Dra. María Mercedes Meza Montenegro  
Dra. Olga Nydia Campas Baypoli  
Dr. Raúl Balam Martínez Pérez  
Dr. Roberto Rodríguez Ramírez  
Dra. Ruth Gabriela Ulloa Mercado  
Dra. Samaria Lisdeth Gutiérrez Pacheco  
Dra. Sara Roxana Maldonado Bustamante

## Introducción

---

La Biotecnología ha tenido un desarrollo exponencial en los últimos tiempos, contribuyendo al bienestar del género humano en los campos de la salud, bienestar ecológico, producción de alimentos, entre otros y en conjunto con los avances modernos de la Tecnología de Alimentos se han convertido en importantes elementos de apoyo para el desarrollo sostenible. La obra *Explorando escenarios hacia un futuro sostenible en Biotecnología y Alimentos*, es un *e-book* que presenta la compilación de los resúmenes aceptados en las siguientes áreas temáticas: Ciencias Agropecuarias, Ciencias de los Alimentos, Ciencias Ambientales y Bioingeniería, Biotecnología aplicada a la Salud. Todos los trabajos fueron presentados en el II Congreso Internacional de Biotecnología y Ciencias Alimentarias realizado en el Instituto Tecnológico de Sonora (ITSON) por el Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias en modalidad híbrida virtual-presencial, lo que permitió la participación activa de nuestros profesores y estudiantes, a la vez que se tuvo la participación de la comunidad académica nacional e internacional, teniendo un gran éxito gracias al trabajo en equipo de la comunidad del Instituto Tecnológico de Sonora.

*Dr. Iram Mondaca Fernández*  
*Coordinador General*

*Dr. Alejandro Miguel Figueroa López*  
*Coordinador*

*Dr. Jaime López Cervantes*  
*Coordinador*

*Dra. Dalia Isabel Sánchez Machado*  
*Coordinadora*

# **CAPÍTULO 1.**

## **CIENCIAS AGROPECUARIAS**



## Sección agrícola

---

En el marco del II Congreso Internacional de Biotecnología y Ciencias Alimentarias, celebrado del 25 al 27 de octubre de 2023, en las instalaciones del Instituto Tecnológico de Sonora, tuvimos la participación de doce instituciones, tanto internacionales, como fue el caso de la Universidad de Texas; nacionales, donde estuvieron presentes: el CIIDIR, de Sinaloa y Oaxaca del IPN, el Tecnológico de Ecatepec del Estado de Morelos, el Tecnológico de San Felipe del Estado de México, la Universidad Agraria Antonio Narro del Estado de Coahuila, la Universidad Indígena de Los Mochis de Sinaloa, la Universidad Benemérita de Puebla, el Instituto Tecnológico Superior de Valladolid del Estado de Yucatán, así como la participación regional de nuestro Centro de Investigaciones conocido coloquialmente como el CIANO (hoy CENEB), y la participación muy activa de nuestros estudiantes y maestros del ITSON, donde se presentaron 27 ponencias en dos modalidades, oral y cartel, en temas todos relacionados con la biotecnología agrícola, pecuaria y acuícola.

En el área **agrícola**, los temas versaron sobre el uso de microorganismos promotores del crecimiento en diversas hortalizas, ponencias sobre el biocontrol de enfermedades difíciles en cereales y hortalizas de alto valor comercial, manejo de bioestimulantes y biofertilizantes tanto en granos, como cereales y hortalizas, mayor promoción de la germinación con microorganismos promotores del crecimiento, estrategias de mejoramiento de las propiedades físico-químico del suelo con el uso de BIOL (fertilizantes orgánicos), así como el uso de la codificación de genes para aumentar la calidad del arroz.

El uso de la biotecnología en nuestra vida cotidiana, es una real revolución científica, porque todo es biotecnología, en la parte agropecuaria y acuícola, las innovaciones son usando esta herramienta novedosa, explorando el uso y manejo de la microbiología, de la biología molecular, de la exploración a detalle del comportamiento de animales y plantas, con su respectiva codificación genética, todo en aras de producir alimentos de manera sustentable y amigable, con respeto al ambiente y a las personas que habitamos este planeta, siempre con la mística de ser productivos de manera altamente significativa cuidando la cero contaminación.

Se considera, que a pesar de que muchas de las investigaciones relacionadas con la productividad de los alimentos tanto de origen animal como vegetal, el uso intensivo de los insumos para lograr este objetivo nos han provocado enfermedades letales y conta-

minación del ambiente y de los suelos, la mejor estrategia y la del futuro es el uso de las técnicas y herramientas que nos brinda la BIOTECNOLOGÍA, así como los que están involucrados en la práctica de la misma, por eso y todo lo demás, la vida es y seguirá siendo en el corto y mediano plazo, pura Biotecnología.

**Dr. Marco Antonio Gutiérrez Coronado**  
Profesor-Investigador del Departamento de Biotecnología  
y Ciencias Alimentarias ITSON

# Análisis del efecto de la aplicación de microorganismos promotores del crecimiento en el cultivo de girasol forrajero en suelo árido

Murillo Moreno H.J.<sup>a</sup>; Beltrán Ramírez O.<sup>a\*</sup>

✉\*olga.beltran@ues.mx

<sup>a</sup> Universidad Estatal de Sonora, Unidad Académica Navojoa, Programa Educativo de Ingeniero en Horticultura. Navojoa, Sonora, México.

**Palabras clave:** micorrizas, PGPR, mejorador de suelos.

## Introducción

El cultivo de girasol es una especie originaria del norte de México y oeste de Estados Unidos y representa una alternativa de siembra viable para el noroeste del país por sus características que lo hacen tolerante a bajas temperaturas, la utilización de menos agua y su alta demanda en la industria nacional. En el Valle del Yaqui, en 2015, se establecieron dos mil hectáreas de siembra con resultados sobresalientes. El girasol tiene una gran importancia mundial por su alto contenido de aceite en su semilla, además se puede utilizar como forraje ganadero y las flores como ornamental (Secretaría de agricultura y desarrollo rural, 2016; Palacio-Román, S. E., Agudelo-Escobar, B., 2020). Sin embargo, la situación actual de la agricultura, el abuso de agroquímicos, falta de agua y aumento de la temperatura, demandan alternativas que a la vez que ofrezcan un mayor rendimiento para el productor, también sean más sustentables para el ambiente y la comunidad. La aplicación de microorganismos como bacterias promotoras de crecimiento y micorrizas, han demostrado mejorar el desarrollo y crecimiento de diferentes cultivos, por lo que el objetivo de este trabajo es evaluar el efecto de una mezcla de microorganismos en el desarrollo del cultivo.

## Metodología

En este trabajo se aplicaron 6 microorganismos conocidos como mejoradores de rendimiento (*Azospirillum brasilense*, *Rizhofagus irregularis*, *Trichoderma harzianum*, *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas fluorescens* y *Bacillus mucilaginosus*) en diferentes etapas de desarrollo, desde la germinación con empanizado de semilla y durante el crecimiento vegetativo de la planta mediante aplicación directa, para poder evaluar su efecto en el crecimiento y rendimiento. Además, se compararon dos esquemas de fertilización, orgánico e inorgánico, con y sin los microorganismos. Se midió el tiempo de germinación, peso seco de raíz, altura de la planta en diferentes tiempos, número de botones y peso de 100 semillas. El terreno de cultivo es un suelo árido, con mezclas de desechos de construcción, enriquecido con materia orgánica. Los resultados se analizaron mediante la aplicación de *t-student* considerando significativo  $p < 0.5$ .

### Resultados y discusión

Al medir el crecimiento de las plantas, se observó una diferencia significativa ( $p=0.01$ ) en el tamaño y velocidad de crecimiento, lo que concuerda con muchas publicaciones previas, incluso con diferentes cultivos, esto debido al fortalecimiento de la absorción de nutrientes y la disminución de infecciones; en el mismo contexto, el desarrollo de la raíz con microorganismos fue mucho mayor, aumentando el peso seco de las mismas mostrando un 93% de aumento ( $p=0.003$ ) (Espinosa-Palomeque, B., *et al.*, 2017). Las plantas con fertilización orgánica y combinación de microorganismos mostraron mayor crecimiento (hasta 60% más que el control). En el tratamiento orgánico, el efecto de los microorganismos es mucho más positivo que en el inorgánico, lo que demuestra que esta combinación de tratamientos es una alternativa para mejorar los cultivos de girasol de manera sustentable pues brinda mejores condiciones de establecimiento para los microorganismos (Moreno-Reséndez, A., 2018).

### Conclusiones

La aplicación de microorganismos es una alternativa funcional para el cultivo de girasol, ya que, al combinarse con fertilización orgánica, permitió el crecimiento en suelo árido y además aumentó el desarrollo de la raíz, lo que finalmente aumentó el desarrollo vegetativo. Estos resultados brindan una pauta para continuar con el estudio de este proceso de colonización y/o interacción del girasol con estos microorganismos probados, pues promete ser una alternativa para remediación y aumento de producción de forma sustentable.

### Referencias

- Espinosa-Palomeque, B., *et al.* (2017). Inoculación de rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal en tomate (*Solanum lycopersicum* L.) cv. afroditá en invernadero. *Terra Latinoam* vol.35 no.2.
- Moreno-Reséndez, A., *et al.* (2018). Rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal: una alternativa de biofertilización para la agricultura sustentable. *Rev. Colomb. Biotecnol.* Vol. XX No. 1, 68-83.
- Palacio-Román, S. E., Agudelo-Escobar, B. (2020). Desarrollo del girasol (*Helianthus annuus* L.) con aplicación de codornaza bajo distintas láminas de riego. *Ciencia y Agricultura*, vol. 17, núm. 1, pp. 3-17, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.
- Secretaría de agricultura y desarrollo rural. (2016). Cultivo de girasol una alternativa para el noroeste de México. Recuperado el 3 de octubre de 2023. <https://www.gob.mx/agricultura/prensa/cultivo-de-girasol-una-alternativa-para-el-noroeste-de-mexico-inifap-18317>.

# Evaluación del índice de antagonismo en co-cultivos fúngicos para el control de hongos fitopatógenos

Lira Pérez J.<sup>a\*</sup>; Flores Hernández J.<sup>a</sup>; Chan Cupul W.<sup>b</sup>; García Rivero M.<sup>a</sup>

✉ \*juanis\_lira@hotmail.com

<sup>a</sup> TecNM/Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec, División de Ingeniería Química y Bioquímica, Av. Tecnológico s/n, CP 55210 Ecatepec de Morelos, Edo. de México.

<sup>b</sup> Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Colima, Km 40. Auto-pista Colima-Manzanillo, Tecomán, Colima, México, C.P. 28934.

**Palabras clave:** antagonismo, co-cultivos, hongos fitopatógenos

## Introducción

En los últimos años, en el área agrícola se han incrementado los insectos plagas y las enfermedades fúngicas, las cuales representan un problema muy serio para la producción de una gran variedad de cultivos, debido a que deteriora la calidad del fruto y afectan el rendimiento de las cosechas. Una amplia gama de microorganismos fitopatógenos afecta a los cultivos de plantas, generando enfermedades fúngicas. Dentro de los patógenos de mayor importancia en las zonas productoras de México destaca *Bipolaris* sp. el cual está asociado con enfermedades en los cultivos de maíz, frijol, avena, trigo y cebada (Leyva *et al.*, 2019) y *L. theobromae*, el cual está relacionado con la muerte descendente y pudrición de frutos como mango, uva, papaya, rambután, zapote y cítricos (Polanco *et al.*, 2020). Una opción para el control de éstos patógenos es el uso de microorganismos antagonistas entre los más importantes del suelo están los del género *Trichoderma* y *Aspergillus*; puesto que presentan actividad antagonista contra diversas bacterias y hongos fitopatógenos sin ocasionar efectos tóxicos a las plantas (Hang *et al.*, 2022). El presente estudio tiene como objetivo seleccionar el mejor co-cultivo fúngico empleando a *Trichoderma* sp. y *A. niger* frente a *Bipolaris* sp. y *L. theobromae*, probando sus capacidades antagonistas.

## Metodología

Se propagaron las cepas a temperatura ambiente por 7 días en medio PDA, posteriormente se realizaron los co-cultivos fúngicos en medio sólido PDA empleando a *Trichoderma* sp. y *A. niger* frente a *Bipolaris* sp. y *L. theobromae*, colocando un disco de agar de 8 mm de diámetro con micelio propagado a cada extremo de la caja Petri, se realizaron controles de monocultivos de los hongos fitopatógenos, se mantuvieron los cultivos hasta su inhibición. Se realizaron mediciones del crecimiento radial y se evaluaron sus capacidades de antagonismo de cada especie según Lira *et al.* (2020).

## Resultados y discusión

En la figura 1 se observan los co-cultivos fúngicos en medio sólido PDA empleando a *Trichoderma* sp. y *A. niger* frente a *Bipolaris* sp. y *L. theobromae*, donde ambos fitopatóge-

nos presentan un bloqueo a distancia sin contacto micelial en donde ambas especies no hacen contacto y se mantiene a distancia frente a *Trichoderma sp.* con un valor antagónico de 2 por interacción, logrando una reducción del 67% de la velocidad de crecimiento de *L. theobromae*. En los casos con *A. niger* presentan un bloqueo al contacto en donde existe una inhibición mutua, en la que ninguna especie es capaz de sobrecrecer sobre otra con un valor antagónico de 1 por interacción, alcanzando una reducción del 35% de la velocidad de crecimiento de *L. theobromae*.

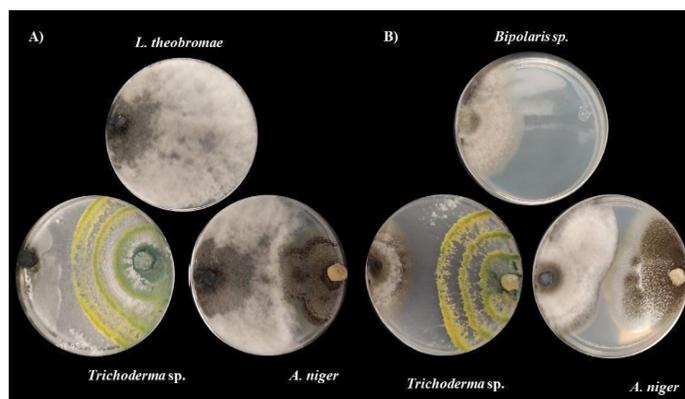


Figura 1. Co-cultivos fúngicos. A) Co-cultivo de *L. theobromae* frente a *Trichoderma sp.* y *A. niger*. B) Co-cultivo de *Bipolaris sp.* frente a *Trichoderma sp.* y *A. niger*.

## Conclusiones

El mejor co-cultivo para el control del crecimiento de las cepas de *Bipolaris sp.* y *L. theobromae* fue frente a la cepa de *Trichoderma sp.* debido a que tiene un valor más alto de antagonismo en comparación con los resultados con *A. niger*.

## Referencias.

- Hang, X., Meng, L., Ou, Y., Shao, C., Xiong, W., Zhang, N., Liu, H., Li, R., Shen, Q., & Kowalchuk, G. A. (2022). *Trichoderma*-amended biofertilizer stimulates soil resident *Aspergillus* population for Joint Plant Growth Promotion. *Npj Biofi and Microbiomes*.
- Leyva-Mir, S. G., Villaseñor-Mir, H. E., Tovar-Pedraza, J. M., García-León, E., & SANTA ROSA, R. H. (2019). Respuesta de genotipos de Avena a la infección por *bipolaris victoriae* y *bipolaris sorokiniana*. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 10(5), 1023–1034.
- Lira-Pérez, J., Rodríguez-Vázquez, R., & Chan-Cupul, W. (2020). Effect of fungal co-cultures on ligninolytic enzyme activities,  $\text{H}_2\text{O}_2$  production, and orange g discoloration. *Preparative Biochemistry & Biotechnology*, 50(6), 607–618.
- Polanco-Florián, L. G., Alvarado-Gómez, O. G., Olivares-Sáenz, E., González-Garza, R., & Pérez-González, O. (2020). Control biológico de *Lasiodiplodia theobromae* y *formitopsis meliae* causantes de la muerte regresiva de los cítricos. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 11(5), 1069–1081.

# Influencia del uso de bioestimulantes en la fisiología de *Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme* (tomate cherry)

Naranjo-Esquer F.<sup>a</sup>; Verdugo-Fuentes A.<sup>a</sup>; Grajeda-García M.<sup>a</sup>; Chávez-Almanza A.<sup>a</sup>; Arellano-Gil M.<sup>a</sup>; Rojas-Padilla J.<sup>a\*</sup>

✉\*johnrojaspadilla@gmail.com

<sup>a</sup> Instituto Tecnológico de Sonora, Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias, Ciudad Obregón, México.

**Palabras clave:** *Bacillus subtilis*, biofertilizantes, fotosíntesis.

## Introducción

El uso de fertilizantes orgánicos, derivados de microorganismos beneficiosos y sustancias naturales, poseen la capacidad de promover el desarrollo vegetal a través de la mejora en la disponibilidad de nutrientes esenciales y la estimulación de procesos metabólicos (Asci *et al.*, 2016). El objetivo de la investigación fue evaluar el impacto de la aplicación de un bioestimulante en la fisiología del tomate *cherry*, mediante el comportamiento de variables agronómicas

## Metodología

La investigación se realizó en el huerto escolar del ITSON unidad Náinari. Se utilizaron 3 tratamientos incluyendo al control y como material biológico plántulas de tomate tipo *cherry* (n=28). Cada semana se aplicaron los bioestimulantes, aplicando 20 L al 30% de humus y del biofertilizante comercial se siguieron las indicaciones de la etiqueta (1.5 L/ha) aplicando 2.4 mL/20 L agua para la extensión del cultivo (16 m<sup>2</sup>). Las variables evaluadas fueron clorofila en hoja con SPAD-502 (Minolta), altura (AL), número de racimos florales (NRF) y número de racimos con frutos (NRCF) (Barindelpal *et al.*, 2018). Las mediciones se realizaron cada semana, iniciando el 3 de mayo y finalizando el 29 de junio del 2023. El análisis estadístico se realizó usando ANOVA con la prueba de Tukey-Kramer ( $p \leq 0.05$ ) y la diferencia entre los promedios de los parámetros se evaluó por el método de múltiples rangos Duncan ( $p \leq 0.05$ ) en el software GraphPad Prism 8.

## Resultados y discusión

La variable de clorofila y NRCF no mostró diferencia significativa en comparación con el control, ni entre tratamientos. Las variables de etapa fenológica (altura y número de racimos florales) de la planta tuvieron diferencias significativas de los tratamientos con el control (Tablas 1 y 2). La aplicación de biofertilizantes ha sido utilizada durante décadas para incrementar el rendimiento de cultivos, Rojas-Padilla *et al.*, (2022) demostró que la aplicación de *Bacillus* tiene un efecto positivo en plantas, sobre todo en etapas tempranas de crecimiento.

### Conclusiones

La aplicación de bioestimulantes mostró una función importante en las etapas fenotípicas del cultivo de tomate *cherry*, esto sugiere que la aplicación de este tipo de fertilizantes orgánicos resulta ser adecuado para la producción de este cultivo

Tabla 1

Los efectos en la altura del cultivo y la aplicación de fertilizantes orgánicos.

Factor	ALTURA (AL)							
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
Control (A)	43.8ab	58.0a	74.5a	85.1a	98.4a	106.3a	111.9a	115.1a
Humus Lombriz (B)	41.9a	65.5ab	75.1ab	91.4a	99.9a	106.9a	114.4ab	121.1ab
Biofertilizante (C)	51.3b	69.5b	83.5b	89.3a	103.7a	114.2a	123.3b	130.3b
*AxB	no	no	no	no	no	no	no	no
*AxC	no	si	no	no	no	no	si	si
*BxC	no	no	no	no	no	no	no	no

Promedios (n=28) con la misma letra no son significativamente diferentes, según la prueba de Tukey-Kramer ( $p \leq 0.05$ ).

Tabla 2

Los efectos en el número de flores del cultivo y la aplicación de fertilizantes orgánicos.

Factor	NÚMERO DE RACIMOS FLORALES (NRF)					
	M1	M2	M3	M4	M5	M6
Control (A)	0.96 a	6.5 ab	0.00	0.53 a	1.50 a	0.85 a
Humus Lombriz (B)	1.32 a	3.25 a	0.00	1.10 a	3.82 b	2.25 a
Biofertilizante (C)	6.23 b	10.29 b	2.71 b	2.52 b	5.09 b	1.81 a
*AxB	no	si	si	no	no	no
*AxC	si	no	si	si	si	no
*BxC	si	si	no	no	no	no

Promedios (n=28) con la misma letra no son significativamente diferentes, según la prueba de Tukey-Kramer ( $p \leq 0.05$ ). \*Nota de tablas: AxB, AxC y BxC muestra las diferencias significativas (si) por factor mediante el análisis de múltiples rangos de Duncan ( $p < 0.05$ ).

### Referencias

- Asci S., Seale J.R., Onel G., & Vansickle J.J. (2016). US and Mexican tomatoes: perceptions and implications of the renegotiated suspension agreement. *J. Agr. Resour. Econ.* 41, 138-160.
- Barinderpal Singh, Kulbir Singh, Dilpreet Talwar, S.K. Jindal, & Sardana, V.S. (2018). Influence of Bio-Fertilizers on Growth and Yield Attributing Attributes in Tomato. *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci.* 7(4):3686-3694.
- Rojas-Padilla, J., de-Bashan, L.E., Parra-Cota, F.I., Rocha-Estrada, J., & de los Santos-Villalobos, S. Microencapsulation of *Bacillus* Strains for Improving Wheat (*Triticum turgidum* Subsp. *durum*) Growth and Development. *Plants* 2022, 11, 2920.

# Análisis del impacto de estrategias de fertilización en el crecimiento de plantas de maíz (*Zea mays*)

Sánchez-Gil E.; Campos-Rendón F.; Chávez-Almanza A.; Arellano-Gil M.; Mungarro-Ibarra C.; Verdugo-Fuentes A\*.

✉\*abel.verdugo@itson.edu.mx

Instituto Tecnológico de Sonora. Departamento de Biotecnología y Ciencias alimentarias. Ciudad Obregón, México.

**Palabras clave:** *Zea mays*, fertilizante, crecimiento, desarrollo, humus

## Introducción

El maíz (*Zea mays*) se cultiva tanto a nivel comercial como en pequeñas superficies familiares y escolares, lo que contribuye a la seguridad alimentaria de la nación (López-González *et al.*, 2018). Para alcanzar un buen rendimiento de cosecha, es fundamental una adecuada fertilización con macro y micronutrientes, procurando que sea precisa y balanceada para optimizar recursos, además de evitar un impacto ambiental negativo (Correndo y García, 2014; González, 2019). El objetivo del trabajo fue analizar el impacto de distintas estrategias de fertilización (FERTIPLUS+ y humus líquido de *Eisenia fetida*) en el crecimiento de maíz (*Zea mays*), bajo condiciones de campo.

## Metodología

El estudio se llevó a cabo en el huerto escolar de ITSON campus Nainari, de febrero a junio del 2023, en 24 m<sup>2</sup> de tierra, empleando los tratamientos: control (T0), FERTIPLUS+ (T1) y humus líquido de lombriz (T2). Las fertilizaciones se llevaron a cabo cada 15 días, el sistema de riego fue por gravedad. Para evaluar el efecto en planta, se midieron diferentes variables fisiológicas como: tasa relativa de crecimiento, altura de la planta, número hojas y de mazorcas por planta y concentración de clorofila. Los resultados se analizaron por el método ANOVA de una vía ( $p < 0.05\%$ ).

## Resultados y discusión

Para las variables altura y clorofila, no se obtuvieron diferencias estadísticas significativas, sin embargo, el T1 y T2 fueron superiores al T0. La tasa relativa de crecimiento fue superior hasta en un 22.3% en el T2 con respecto al T0 (Fig. 1a), teniendo plantas de mayor altura por efecto de adecuada fertilización. En el número de mazorcas por planta (Figura 1b) hubo diferencia estadísticamente significativa, obteniendo un mayor número de mazorcas en las plantas fertilizadas con humus de lombriz. El número de hojas por planta fue variable entre los tratamientos, sin embargo, el T2 se destacó sobre T0 y T1. El humus líquido de lombriz es un producto rico en macro y micronutrientes requeridos por la planta, además de su contenido de materia orgánica, la cual ayuda a mejorar la estructura del suelo y favorece la capacidad de campo, contribuyendo a un mejor desarrollo de la planta de maíz (Méndez-Moreno *et al.*, 2012).

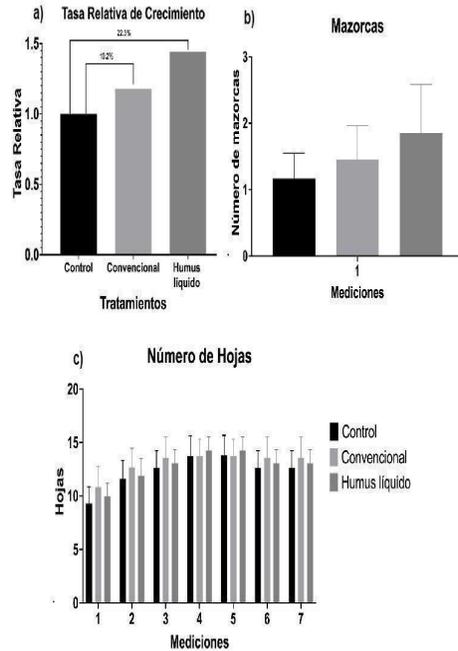


Figura 1. Análisis comparativo del efecto de diferentes estrategias de fertilización. a) Tasa relativa de crecimiento, b) Número de mazorcas por planta, c) Número de hojas.

## Conclusiones

Se analizó el impacto de distintas estrategias de fertilización en el crecimiento de *Zea mays* con la medición de diversos parámetros, obteniéndose de esta manera que la fertilización con humus de lombriz (*Eisenia fetida*) representa una alternativa sustentable como fuente de nutrientes requeridos para un adecuado desarrollo de plantas que favorezcan el incremento de los rendimientos totales. El uso de fertilizantes orgánicos son una alternativa factible para su uso en los cultivos de interés.

## Referencias

- Correndo, A., García, F. (2014). Bases de nutrición del cultivo de maíz. Maíz: Técnicas para una producción rentable. 1ra Edición. 37-44.
- González, P. (2019). Consecuencias ambientales de la aplicación de fertilizantes. Biblioteca del congreso Nacional de Chile/BCN. 1-5.
- López-González, J.L., Damián-Huato, M.A., Álvarez-Gaxiola, J.F., Méndez-Espinosa, J.A., Rappo-Miguez, S.E., Paredes-Sánchez, J.A. (2018). Maíz (*Zea mays* L.) y seguridad alimentaria en el municipio de Calpan, Puebla-México. Agroproductividad. Vol. 11(1), 37-43.
- Méndez-Moreno, O., León-Martínez, N.S., Gutiérrez-Miceli, F.A., Rincón-Rosales, R., Álvarez-Solis, J.D. (2012). Efecto de la aplicación de humus de lombriz en el crecimiento y rendimiento de grano del cultivo de maíz. Gayana Botánica. Vol.69 (Especial). 49-54.

# Bacterias tolerantes al estrés abiótico asociadas al cultivo de maíz en el Valle del Yaqui

Escalante Beltrán A.<sup>a</sup>; Figueroa Brambila K. M.<sup>a</sup>; Jara Morales V. B.<sup>a</sup>; Valenzuela Coronado E.<sup>b</sup>; Parra Cota F. I.<sup>b\*</sup>; de los Santos Villalobos S.<sup>a</sup>

✉\*parra.fannie@inifap.gob.mx

<sup>a</sup> Instituto Tecnológico de Sonora, Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias, 85000 Ciudad Obregón, México.

<sup>b</sup> Instituto Nacional De Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Norman E. Borlaug, 85000 Ciudad Obregón, México.

**Palabras clave:** estrés abiótico, promoción de crecimiento vegetal, microorganismos benéficos, seguridad alimentaria.

## Introducción

El maíz se produce en alrededor de 100 millones de hectáreas distribuidas en la República mexicana (SIAP, 2023). El uso de microorganismos benéficos puede mejorar la adquisición de nutrientes por parte de las plantas y mitigar su estrés, mejorando el rendimiento y la calidad de los cultivos (de los Santos-Villalobos *et al.*, 2021; García-Montelongo *et al.*, 2023). Dicho esto, el objetivo de este trabajo fue identificar bacterias promotoras de crecimiento vegetal que toleren distintos tipos de estrés abiótico mediante técnicas microbiológicas.

-

## Metodología

Se reactivaron 48 bacterias aisladas del suelo pertenecientes a la Colección de Microorganismos Edáficos y Endófitos Nativos del Instituto Tecnológico de Sonora (COLMENA-ITSON), cultivándolas en agar nutritivo a 28°C por 24 h. Para evaluar la tolerancia de las cepas al estrés hídrico y salino, se realizaron dos ensayos en cajas Petri con agar nutritivo suplementado con i) polietilenglicol 6000 [-0.84 MPa], y ii) cloruro de sodio (5%, 68.5 dS/m), respectivamente; incubándose por 120 h a 28°C. El efecto del estrés térmico se evaluó mediante un ensayo en cajas Petri conteniendo agar nutritivo e incubándose por 72 h a 43.5°C, y como tratamiento control se incubó a 28 °C. Se realizó un duplicado para cada ensayo y su control. Los datos se analizaron con el programa STATGRAPHICS Plus ver. 5.1. Se clasificó el crecimiento de las cepas dentro de cinco rangos: a) 0% a 9.9% (crecimiento nulo), b) 10% a 49.9% (crecimiento bajo), c) 50% a 99.9% (crecimiento medio), y d) 100% o más (crecimiento alto).

## Resultados y discusión

Se realizó una gráfica de barras presentando el porcentaje de crecimiento de las cepas en cada uno de los ensayos de estrés abiótico, para así comparar sus rangos de crecimiento con los de control (Figura 1). En otros trabajos se han realizado ensayos similares para confirmar cepas del Valle del Yaqui capaces de establecerse en la interfase suelo-planta

y potenciar su desarrollo, resultando en el 50% de las cepas evaluadas tolerantes a todos los tipos de estrés (salino, hídrico y térmico), 10% de las cepas tolerantes al estrés térmico e hídrico, y 10% de las cepas demostrando tolerancia sólo al estrés hídrico.

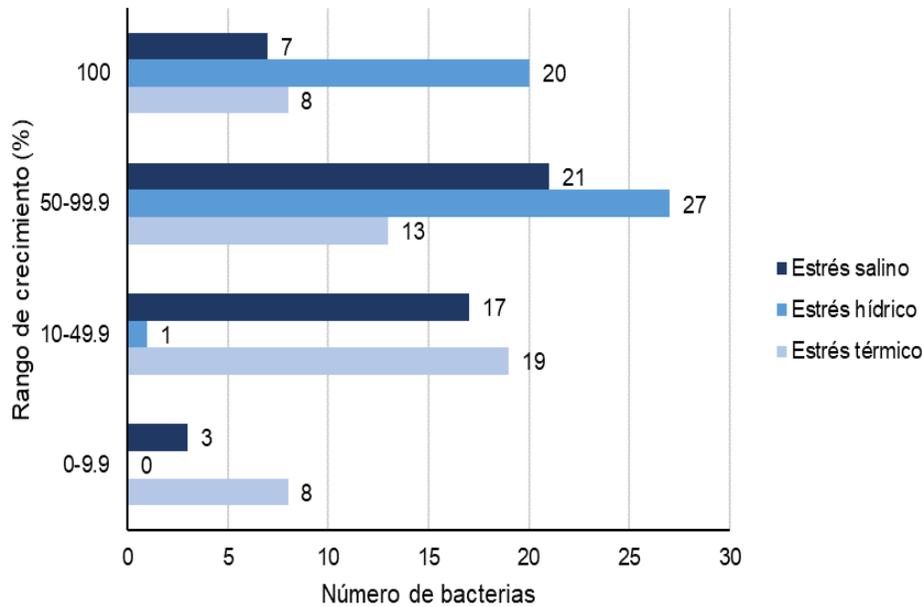


Figura 1. Rangos de crecimiento en las cepas sometidas a estrés abiótico.

### Conclusiones

El Valle del Yaqui se encuentra bajo prácticas agrícolas convencionales desde hace al menos 60 años, lo que sugiere que las cepas utilizadas pueden interactuar con el cultivo de maíz, bajo dichas prácticas agrícolas y condiciones edafoclimáticas observadas en esta región. Las bacterias identificadas con tolerancia a los distintos tipos de estrés abiótico pueden ser la base para el desarrollo de inoculantes que contribuyan a la mitigación de los efectos negativos en las plantas de dichos tipos de estrés.

### Referencias

- De los Santos-Villalobos, S., Díaz-Rodríguez, A. M., Ávila-Mascareño, M. F., Martínez-Vidales, A. D., & Parra-Cota, F. I. (2021). COLMENA: A culture collection of native microorganisms for harnessing the agro-biotechnological potential in soils and contributing to food security. In *Diversity* (Vol. 13, Issue 8). MDPI.
- García-Montelongo, A. M., Montoya-Martínez, A. C., Morales-Sandoval, P. H., Parra-Cota, F. I., & de los Santos-Villalobos, S. (2023). Beneficial microorganisms as a sustainable alternative for mitigating biotic stresses in crops. *Stresses*, 3(1), 210–228.
- SIAP, S. de I. A. y P. (2023). *Anuario Estadístico de la Producción Agrícola*.

# Control biológico del agente causal de la marchitez en chile jalapeño en el Valle del Yaqui, México

Figueroa Brambila K.M.<sup>a</sup>; Montoya Martínez A.C.<sup>a</sup>; Escalante Beltrán A.<sup>a</sup>; López Montoya, N.D.<sup>a</sup>; Parra Cota F.I.<sup>b</sup>; de los Santos Villalobos S.<sup>a\*</sup>

✉ <sup>\*</sup>sergio.delossantos@itson.edu.mx

<sup>a</sup> Instituto Tecnológico de Sonora, Departamento de Ciencias Agronómicas y Veterinarias, 85000 Ciudad Obregón, México.

<sup>b</sup> Instituto Nacional De Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Norman E. Borlaug, 85000 Ciudad Obregón, México.

**Palabras clave:** identificación molecular, postulados de Koch, biocontrol.

## Introducción

Debido a su valor económico y gastronómico-cultural, el chile jalapeño (*Capsicum annuum* var. jalapeño) es uno de los cultivos más importantes en México. El Valle del Yaqui, Sonora es un gran productor de este fruto, con una cosecha de 22,132.5 toneladas en 2022. Sin embargo, su rendimiento se ve afectado por enfermedades como la marchitez, causada principalmente por miembros del género *Fusarium* (Robles *et al.*, 2015). El uso de microorganismos benéficos en la agricultura representa una alternativa segura, efectiva, y sustentable en el manejo de enfermedades y la promoción de crecimiento vegetal (de los Santos *et al.*, 2021). Por ello, el objetivo de este trabajo fue identificar al agente causal de la marchitez en chile jalapeño, y seleccionar un agente de biocontrol.

## Metodología

Se colectaron muestras con síntomas de marchitez de parcelas comerciales de chile jalapeño en el Valle del Yaqui, Sonora. Se obtuvieron seis aislados con características típicas del género *Fusarium*. Se extrajo su ADN y por PCR, se amplificó el gen factor de elongación 1- $\alpha$  (*TEF1*) y el gen *RPB2*, y posterior secuenciado por Sanger. Se realizó un árbol filogenético de máxima verosimilitud soportado por *bootstrap* de 5000 réplicas. En las pruebas de patogenicidad, se inocularon plántulas sanas de chile jalapeño con aislados representativos de cada complejo de especies de *Fusarium* (CE2, CE3 y CE6). Las raíces fueron sumergidas en una suspensión de  $1 \times 10^6$  esporas mL<sup>-1</sup> y los controles en agua destilada estéril. Las plántulas se mantuvieron en invernadero durante 20 días. Al finalizar, se comprobaron los postulados de Koch. Además, se realizaron ensayos de biocontrol usando *Bacillus cabrialesii* subsp. *cabrialesii* TE3<sup>T</sup>, *B. cabrialesii* subsp. *tritici* TSO2<sup>T</sup>, *B. paralicheniformis* TRQ65, *Bacillus* sp. FSQ1, *Bacillus* sp. TE3<sup>T</sup>-UV25 y *Bacillus* sp. TSO22. En el centro de cajas de Petri con agar dextrosa de papa (PDA) se colocaron 20  $\mu$ L de solución de  $1 \times 10^6$  esporas mL<sup>-1</sup> del aislado patogénico CE2, y en tres puntos equidistantes al centro 20  $\mu$ L de la suspensión de bacterias con  $DO_{630nm} = 0.3$ , bajo 30°C. Se montaron tres réplicas por tratamiento.

## Resultados y discusión

Las colonias de los aislados fúngicos presentaron un color blanco, rosáceo a salmón, con conidios en forma de canoa y las características típicas del género *Fusarium*. Se completaron con éxito los postulados de Koch, con el aislado CE2 (FOSC) siendo patogénico con 100% de plantas con síntomas. El análisis filogenético afilió a CE2 con cepas de la especie *F. languescens*. En los ensayos de biocontrol *in vitro* las cepas TSO2<sup>T</sup>, TE3<sup>T</sup>-UV25, TSO22 y TE3<sup>T</sup> presentaron el mejor control sobre el aislado CE2 (Figura 1). *Bacillus cabrialesii* subsp. *tritici* TSO2<sup>T</sup> tuvo el mejor efecto de biocontrol con una inhibición del 62.8% sobre *F. languescens* CE2, asociando su mecanismo de acción a competencia de nutrientes y espacio (*swarming*), resultados similares a los obtenidos por Valenzuela *et al.* (2022), donde TSO2<sup>T</sup> controló a *Bipolaris sorokiniana*.

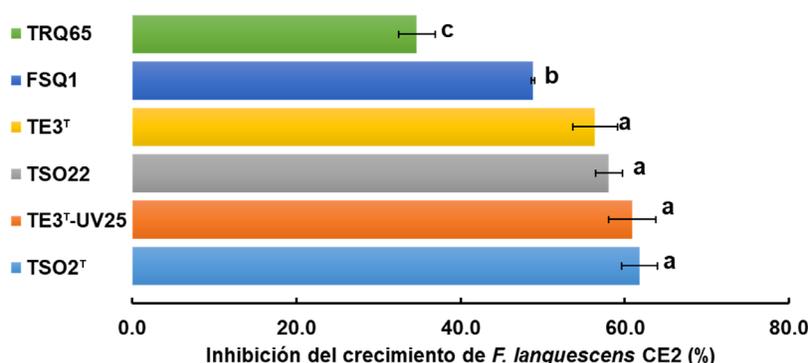


Figura 1. Inhibición de *Fusarium languescens* CE2 en confrontación con cepas del género *Bacillus*, siete días posterior a la inoculación. **Tukey ( $p \leq 0.05$ ).**

## Conclusiones

*Fusarium languescens* CE2 es uno de los agentes causales de marchitez en el cultivo de chile jalapeño para el Valle del Yaqui, México. *Bacillus cabrialesii* subsp. *tritici* TSO2<sup>T</sup> presentó el mejor efecto de biocontrol *in vitro* sobre CE2, inhibiéndolo en un 62.8%, por lo que formular un inoculante microbiano y estudiar su mecanismo de acción detalladamente forman parte de futuras investigaciones.

## Referencias

- De los Santos, S., Díaz, A., Ávila, M., Martínez, A., & Parra, F. (2021). COLMENA: A culture collection of native microorganisms for harnessing the agro-biotechnological potential in soils and contributing to food security. *Diversity*, 13(8), 337.
- Robles, L., Hernández, J., Gonzáles, A., Hernández, O., Núñez, A., & Pérez, R. (2015). *Streptomyces* PRIO41 as plant growth promoter of Jalapeño pepper plants and as biocontrol agent of *Fusarium*. *Phyton* 84 (2), 253–261.
- Valenzuela, V., Parra, F., Santoyo, G., & de Los Santos, S. (2022). Potential biocontrol mechanisms of *Bacillus* Sp. TSO2 against *bipolaris sorokiniana*, spot blotch in wheat. *Revista mexicana de fitopatología*, 40(2), 230-239.

# Evaluación de microorganismos promotores de crecimiento vegetal y yeso agrícola en el cultivo de vid

Estrella Osuna L.<sup>a\*</sup>; Gutiérrez Coronado M.<sup>a</sup>

✉ [\\*l.estrellaosuna@gmail.com](mailto:l.estrellaosuna@gmail.com)

<sup>a</sup> Instituto Tecnológico de Sonora, Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias, 85000 Ciudad Obregón, México.

**Palabras clave:** biofertilizante, *Vitis vinifera*, promoción de crecimiento.

## Introducción

El fruto de la vid (*Vitis vinifera*) es considerado uno de los principales dentro del sector agrícola mexicano con gran demanda de producción. Sin embargo, los suelos agrícolas son sometidos a actividades intensivas, que han llevado a alteraciones en sus propiedades (Rivera *et al.*, 2018). Se ha generado el interés de implementar prácticas ecológicas como la aplicación de microorganismos promotores de crecimiento vegetal (mpcv), que tienen la capacidad de aportar nutrientes, producir compuestos bioactivos que estimulan el crecimiento vegetal y erradicar enfermedades (Beltrán-Pineda & Bernal-Figueroa, 2022). Por su parte, el yeso agrícola, es utilizado como fuente de calcio y azufre, y como mejorador de suelo, ayuda a mejorar sus propiedades y disponibilidad de nutrientes para las plantas, aumentando la producción de los cultivos (Trasviña Barriga *et al.*, 2018). El objetivo del presente estudio es evaluar el efecto de microorganismos promotores de crecimiento vegetal y yeso agrícola aplicados al suelo en cultivos de vid, a través de análisis nutrimentales, microbiológicos y fisiológicos para incrementar su productividad y calidad.

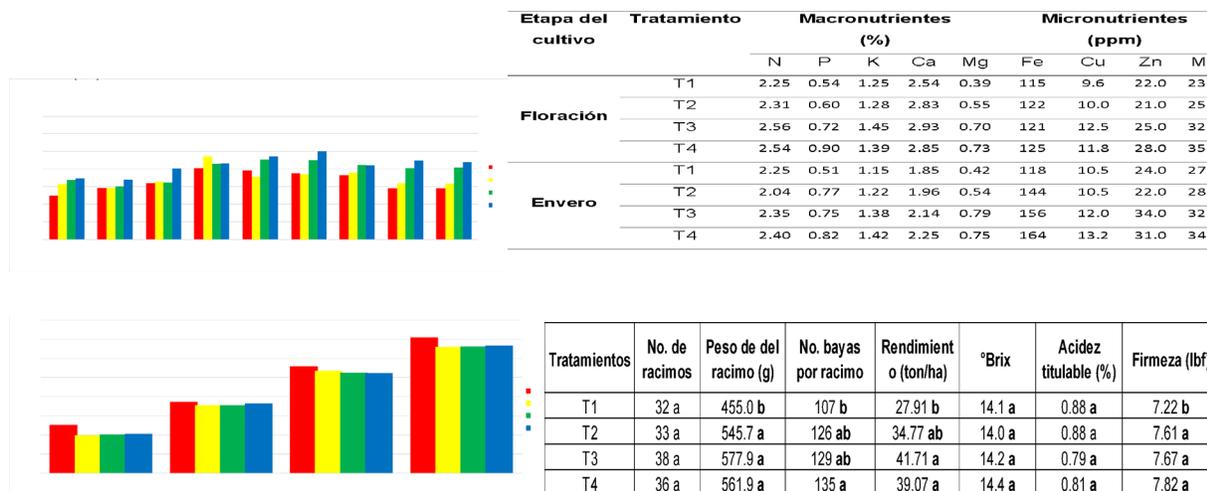
## Metodología

La investigación se llevó a cabo en un lote comercial de vid para mesa, variedad *Early Sweet ubicado* en el block 711, Valle del Yaqui, Sonora, México. Los tratamientos fueron: T1 testigo; T2 yeso agrícola; T3 *Trichoderma harzianum* + yeso agrícola; T4 *Bacillus subtilis*, *Bacillus cereus*, *Pseudomona fluorescens* y *Trichoderma harzianum* + yeso agrícola. Los mpcv se inocularon a una concentración de  $1 \times 10^8$  UFC mL<sup>-1</sup> por m<sup>2</sup> de suelo. Mientras que el calcio (40 kg/ha) fue fuente de yeso agrícola. Se realizaron aplicaciones quincenales. La medición de variables fue: clorofila, mediante un Spad 502 Konica Minolta; Análisis nutrimental de la hoja, mediante las técnicas establecidas específicas para cada nutriente por HACH; Número y peso de racimos, número y peso de bayas por racimo, y pérdida de peso de la baya, mediante una báscula electrónica; grados Brix, mediante un refractómetro modelo RHB-32; acidez, mediante la técnica de acidez titulable; y firmeza, mediante penetrómetro (FT-10 Wagner-Instruments).

## Resultados y discusión

La inoculación con mpcv (T3 y T4) incrementó considerablemente la concentración de macro y micronutrientes en etapa de floración y envero del cultivo (Tabla 1). Los niveles

de clorofila aumentaron en todas las semanas de medición, presentando T3 y T4 diferencias estadísticamente significativas en las semanas 1,3,5,6,8 y 9 en comparación con T1 (Gráfica 1). El peso del racimo aumentó significativamente en 20, 27 y 23% para T2, T3 y T4 respectivamente, en comparación con T1. Así mismo, el número de bayas y firmeza del fruto incrementaron en todos los tratamientos en comparación al testigo. En el rendimiento, se muestra un aumento significativo T3 (49%) y T4 (40%) contra T1 (Tabla 2). No se presentaron diferencias estadísticamente significativas en los tratamientos para la pérdida de peso, sin embargo, se observa que T1 presenta el mayor porcentaje de pérdida en todas las mediciones realizadas (Gráfica 2).



### Conclusiones

La inoculación con mpcv y yeso agrícola en el cultivo de vid presentó un incremento en el contenido nutrimental de tejido foliar en las diferentes etapas del cultivo; Se obtuvo un aumento significativo en variables como clorofila, área foliar, peso de racimo, número de bayas por racimo, rendimiento total del cultivo y firmeza del fruto; No se presentaron diferencias estadísticamente significativas en el número de racimos, acidez y pérdida de peso del fruto.

### Referencias

Beltrán-Pineda, M. E., & Bernal-Figueroa, A. A. (2022). Biofertilizantes: alternativa biotecnológica para los agroecosistemas. *Revista Mutis*, 12(1).

Rivera, E., Sánchez, M., & Domínguez, H. (2018). pH como factor de crecimiento en plantas. *Revista de Iniciación Científica*, 4, 101–105.

Trasviña Barriga, A., Olgúin, R. B., Almanza, J. L., Espinoza, L. C., & Coronado, M. G. (2018). Rehabilitación de un suelo salino con yeso en una huerta de nogales en el Valle del Yaqui. *Terra Latinoamericana*, 36(1), 75–83.

# Efecto de un biol sobre propiedades físicas y químicas del suelo con *Agave angustifolia* Haw

\*Apaez Becerril B.R.; Martínez Gallegos V.; Martínez Martínez L.; Robles Pérez C.; Lavariega Nolasco M.C.

✉ \*bapaezb1601@alumno.ipn.mx

Instituto Politécnico Nacional-Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional (CIIDIR-IPN-OAXACA). 71230, Oaxaca, México

**Palabras clave:** agricultura orgánica, fertilizantes líquidos orgánicos, nutrimentos

## Introducción

El suelo es un recurso que provee soporte y nutrimentos para las plantas. El cambio de cobertura y el uso excesivo de maquinaria e insumos químicos aumentan la compactación, erosión y salinización, reduciendo el contenido de materia orgánica (MO) perturbando la sostenibilidad a largo plazo (Cárceles *et al.*, 2022). Estudios han demostrado que la aplicación de fertilizantes orgánicos incrementa la cantidad de MO, humedad y nutrimentos. Los bioles son fertilizantes orgánicos líquidos fermentados obtenidos a partir de la descomposición anaeróbica de residuos, lo que constituye una alternativa biotecnológica para reducir el impacto provocado por el cambio de cobertura y uso de suelo (CCUS) (Solís-Oba *et al.*, 2021). Por ello, el objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de un biol sobre algunas propiedades del suelo asociadas al cultivo de maguey espadín (*Agave angustifolia* Haw.).

## Metodología

Para la obtención del biol se añadieron 50 kg de estiércol de bovino, 2 L de leche cruda, 4 L de melaza, 500 g de levadura, desecho de frutas no cítricas y restos de alfalfa a bidones plásticos de 200 L cerrando para su digestión al vacío durante 90 días. El estudio se llevó a cabo en tres parcelas ubicadas en Ejutla, Oaxaca (96 °77 O y 16° 49 N), seleccionando los sitios con mayor cobertura de maguey de alrededor de 1 año, extendidos por CCUS, en uno se aplicó la solución de biol cada mes durante un año mientras que al otro no, también se evaluó un sitio con vegetación nativa. En cada parcela se colectaron muestras de suelo para realizar el análisis fisicoquímico de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. El pH se determinó por el método AS-02 usando un instrumento de medición portátil con el cuál se midió también conductividad eléctrica; la textura a través del método AS-09; MO por Walkley y Black (AS-07); el fósforo (P) disponible por el método AS-10; las concentraciones de calcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ), nitratos ( $\text{NO}_3^-$ ) y potasio ( $\text{K}^+$ )  $\text{Ca}_2^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$  y  $\text{NO}_3^-$  se determinaron con medidores de iones marca HORIBA scientific.

## Resultados y discusión

Se analizó la composición del biol, obteniendo como resultado los valores detallados en

la Tabla 1. Los suelos evaluados presentaron textura arenosa y efectos despreciables de salinidad. El pH no mostró variabilidad significativa entre sitios.

Tabla 1

Composición química de biol extraído del biodigestor

pH	MO	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Fe	Mn	Zn	Rel.	Densidad
			f/100g (%)					mg kg <sup>-1</sup>			C/N	g mL <sup>-1</sup>
7.8	0.3	0.03	0.02	0.07	0.02	0.02	0.1	1	ND	ND	5.8	1.03

Para el P disponible, no se observaron diferencias, el valor más alto corresponde al sitio con vegetación nativa ( $11.27 \pm 0.92$  mg kg<sup>-1</sup>) y el más bajo al suelo tratado. La MO presentó variabilidad entre los sitios con el mayor contenido ( $3.9 \pm 0.06$ ) en suelos con vegetación nativa, sin diferencias significativas entre los dos sitios con maguey. El contenido más alto de N-NO<sub>3</sub> se presentó en suelos biofertilizados (334 mg kg<sup>-1</sup>), el contenido de K mostró diferencias significativas en cada sitio. El contenido más alto de Ca corresponde al suelo sin fertilizar (1.33 cmol(+)/kg), seguido por suelo tratado (1.13 cmol(+)/kg) y con cobertura nativa (0.93 cmol(+)/kg). Estos hallazgos coinciden con lo reportado por De la Rosa Méndez (2012), quien señala que los fertilizantes orgánicos ayudan a mantener la humedad, generar MO y evitar la erosión de suelo, y que el biol logra solubilizar y liberar iones de elementos como azufre, potasio, calcio y magnesio (Corrales *et al.*, 2014).

### Conclusiones

Se concluye que la aplicación de biol a suelos sometidos a CCUS por la extensión de cultivo de maguey indujo una mejora en la disponibilidad de NO<sub>3</sub> y contenido de MO en el suelo en comparación con el suelo sin fertilizar.

### Referencias.

- Cárceles, B., Durán, V.H., Soriano, M., García, IF., Gálvez, B., Cuadros, S. (2022). Conservation Agriculture as a Sustainable System for Soil Health: A Review. *Soil Systems*; 6(4):87.
- Corrales, L.C., Arévalo, Z.Y., Moreno, V.E. (2014). Solubilización de fosfatos: una función microbiana importante en el desarrollo vegetal. *Nova*, 12(21), 67-79.
- De la Rosa Méndez, J. (2012). Análisis físico y químico de fertilizante orgánico (Biol) producidos por biodigestores a partir de estiércol de ganado. Xocoyucan: Instituto Tecnológico Altiplano de Tlaxcala.
- NOM-021-SEMARNAT-2000. (2002). Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000 que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos. Estudios, muestreo y análisis. México: DOF.
- Solís-Oba, M.M., Castro, R., Villegas-Luna, A., Cruz-Murillo, A., Solís-Oba, A., Castro-Ramos, J.J., Romero, A., Juárez, A.P., Pacheco, J.A., & Aguilar, G. (2021). Evaluación de biol, bocashi, composta y vermicomposta en las variables morfológicas del cultivo de espinaca (*Spinacia oleracea* L.). *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, 4(3), 3649-3662.

# Evaluación de la germinación de semillas de pepino (*Cucumis sativus*) bajo estrategias sustentables

Ocaña López S.; Lepe Cervantes D.; Padilla Valle Y.; Ulloa Mercado R.; Chávez Almanza A.; Verdugo Fuentes A.\*

✉\*abel.verdugo@itson.edu.mx

Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias, Instituto Tecnológico de Sonora.

**Palabras clave:** pepino, microalgas, germinación, biofertilizante.

## Introducción

El pepino (*Cucumis sativus*) está entre los principales 20 cultivos comercializados en México a nivel internacional. En 2022 México ocupó el 5to lugar como productor de pepino en el ranking mundial, alcanzando una producción de 1,038,999 toneladas, considerándolo como una hortaliza de importancia económica y de alta demanda (SIAP, 2022). El uso de microalgas como biofertilizante es una opción rentable, ya que pueden ser reproducidas a gran escala, son una fuente de nitrógeno biodisponible y producen hormonas reguladoras del crecimiento vegetal (Araujo-Abad & Collahuazo-Reinoso, 2021). El objetivo de este artículo fue evaluar la eficiencia de germinación de semilla de pepino bajo diferentes concentraciones de microalga y sustratos.

## Metodología

Se evaluó la eficiencia de germinación de semillas de pepino aplicando dos tratamientos a base microalgas (T1 y T2) y un testigo (T0) en diferentes matrices de suelo. Los tratamientos T1 y T2 incluyeron *Chlorella vulgaris* al 0.1% y al 0.5%, respectivamente. Se utilizaron tres tipos de sustratos: suelo agrícola, composta al 50% y *peat moss*, bajo condiciones de invernadero y riego controlado. Se empleó un diseño factorial 2×2 con análisis estadístico ANOVA de dos vías ( $p < 0.05$ ) para evaluar los resultados.

## Resultados y discusión

Se obtuvieron eficiencias de germinación hasta del 100% empleando composta al 50% y *peat moss*, el porcentaje más bajo fue del 60% al emplear solamente *peat moss*. Se observaron diferencias estadísticamente significativas entre las diferentes concentraciones de microalgas y sustratos (Figura 1). Se demostró que una concentración de 0.5% de *Chlorella vulgaris* sería recomendable para aumentar el vigor germinativo de semillas de pepino. Se ha reportado que la producción de las fitohormonas como auxinas, citoquininas y giberelina de *Chlorella* sp. estimulan la germinación y el desarrollo de diferentes órganos de las plantas (Álvarez *et al.*, 2021; Tan *et al.*, 2021). El vigor germinativo de las semillas podría deberse a la interacción de factores como el tipo de suelo, concentración de macro y micronutrientes, así como la adición de hormonas de crecimiento vegetal (González-Pérez *et al.*, 2022).

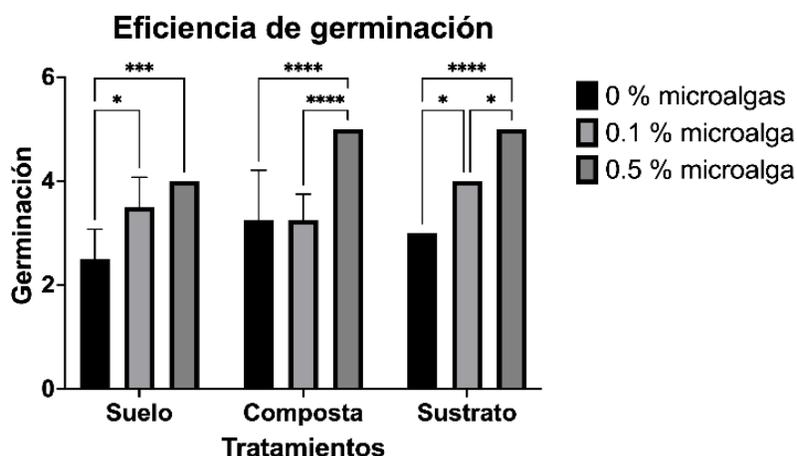


Figura 1. Eficiencia en el vigor germinativo de pepino.

### Conclusiones

El uso de la microalga *Chlorella vulgaris* aumenta el vigor germinativo de semillas de pepino, por lo que representa alternativa como insumo agrícola sostenible debido a la producción de compuestos bioactivos que estimulan el crecimiento vegetal. *Chlorella vulgaris* podría aumentar el vigor germinativo de semillas de hortalizas de importancia comercial debido a la liberación de fitohormonas en combinación con sustratos óptimos.

### Referencias

- Alvarez, A. L., Weyers, S. L., Goemann, H. M., Peyton, B. M., & Gardner, R. D. (2021). Microalgae, soil and plants: A critical review of microalgae as renewable resources for agriculture. *Algal Research*, 54, 102200.
- Araujo-Abad, S., & Collahuazo-Reinoso, Y. (2019). Producción de biofertilizantes a partir de microalgas. *CEDAMAZ*, 9(2), 81–87.
- González-Pérez, B. K., Rivas-Castillo, A. M., Valdez-Calderón, A., & Gayosso-Morales, M. A. (2022). Microalgae as biostimulants: A new approach in agriculture. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 38(1), 4.
- SIAP (2022). *Panorama agroalimentario*. gob.mx. <https://www.gob.mx/siap/acciones-y-programas/panorama-agroalimentario-258035>
- Tan, C. Y., Dodd, I. C., Chen, J. E., Phang, S. M., Chin, C. F., Yow, Y. Y., & Ratnayeke, S. (2021). Regulation of algal and cyanobacterial auxin production, physiology, and application in agriculture: an overview. *Journal of Applied Phycology*, 33(5), 2995–3023.

# Evaluación de la patogenicidad de *Fusarium* spp. en cultivos de sandía y su potencial impacto en la agricultura

Rodríguez Mora N.<sup>a</sup>; Figueroa López A. <sup>a\*</sup>; Cantú-Soto E. <sup>a</sup>

✉ <sup>\*</sup>alejandro.figueroa163004@potros.itson.edu.mx

<sup>a</sup> Instituto Tecnológico de Sonora, Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias, 85000 Ciudad Obregón, México.

**Palabras clave:** *Fusarium* spp. patogenicidad, resistencia, agricultura sostenible, control de enfermedades

## Introducción

La sandía, un cultivo esencial a nivel mundial, enfrenta amenazas como el hongo *Fusarium oxysporum*, que causa marchitez y puede afectar su rendimiento. Aunque se han usado agroquímicos, su impacto ambiental y costos llevan a buscar soluciones sostenibles. Para abordar este problema, se ha investigado la inoculación de la rizósfera de sandía con *Fusarium oxysporum* inactivo, mostrando potencial en mejorar la resistencia de las plantas (Xie *et al.*, 2021). Por tanto, es importante explorar nuevas alternativas ecológicas y eficientes frente a la creciente resistencia a agroquímicos tradicionales.

## Metodología

Para evaluar la patogenicidad de los aislados fúngicos (H3 y H27) en plántulas, se reactivaron en agar dextrosa de papa (PDA) y se incubaron a 30° C durante 7 días. Se preparó una suspensión de conidios en PDA, ajustando a  $1 \times 10^6$  conidios/mL. Semillas de sandía se trataron con detergente al 3% y temperatura a 50° C en baño térmico y después se incubaron en charolas con vermiculita en oscuridad a 30° C. Se infectaron plántulas de 14 días con  $1 \times 10^6$  conidios de *Fusarium* spp. y se mantuvieron a 16 h luz/8 h oscuridad por 10 días. Posteriormente, se midió peso seco y se evaluaron los síntomas de la enfermedad con la escala de severidad: 0 (plántula sana, sin síntomas de infección); 1 (plántula levemente infectada); 2 (50% de raíces infectadas); 3 (100% de raíces infectadas, tallo distorsionado); 4 (plántula muerta) (Khalil *et al.*, 2021). Los datos se expresaron en índice de severidad con la fórmula reportada por Khalil *et al.*, (2021). Los tratamientos consistieron en 3 réplicas biológicas y 3 unidades experimentales.

## Resultados y discusión

Los aislados H3 y H27 presentaron un nivel de patogenicidad significativo en sandía y el aislado H3 mostró una mayor infección (Figura 1B). El peso seco de las plántulas disminuye significativamente (Figura 1A), mientras que el porcentaje de severidad de la enfermedad aumenta significativamente durante la infección (Figura 1B). Las diferencias en el peso seco entre los aislados y el grupo control señalaron el deterioro del tejido de la plántula debido a la infección, coherente con la capacidad de *Fusarium* para degradar

tejido vegetal (Martyn, 2014). Estos datos indican que ambos aislados (H3 y H27) son patogénicos y tienen la capacidad de causar infección en plántulas de sandía (*Citrullus lanatus* Thunb.). El potencial patogénico de *F. oxysporum* se ha demostrado en sandía y se ha catalogado como uno de los principales agentes causantes del marchitamiento de la sandía (*Citrullus lanatus* Thunb.) en Sonora (Delgado-Ortiz *et al.*, 2016).

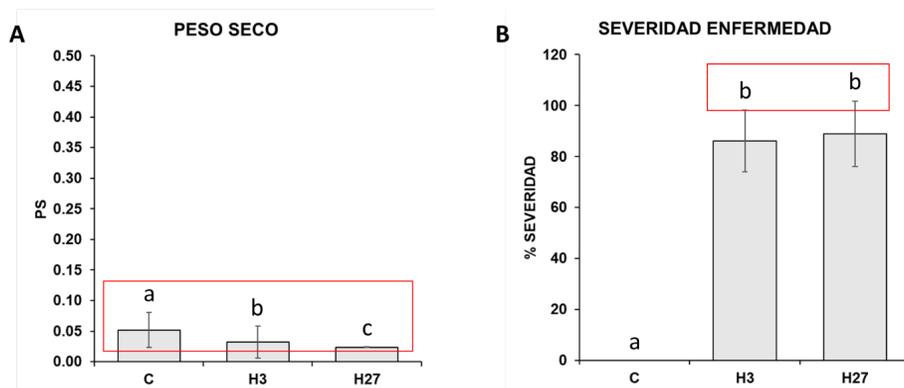


Figura 1. Infección de aislados presuntivos de *Fusarium* en plántulas de sandía. (A) Variación en el peso seco de plantas infectadas. (B) Severidad de la enfermedad. Las letras sobre las barras indican los grupos estadísticos con diferencia significativa ( $P \leq 0.05$ ).

## Conclusiones

El estudio enfatiza la importancia de gestionar la amenaza que representa *Fusarium* para los cultivos de sandía. Los resultados revelan variabilidad en la patogenicidad de los aislados, con el aislado H3 mostrando mayor virulencia. La infección de *Fusarium* deteriora el tejido de las plantas, provocando marchitez. Se destaca la necesidad de estrategias de manejo efectivas para proteger la producción sostenible de sandía a largo plazo.

## Referencias

- Delgado-Ortiz, J. C., Ochoa-Fuentes, Y. M., Cerna-Chávez, E., Beltrán-Beache, M., Rodríguez-Guerra, R., Aguirre-Uribe, L. A., & Vázquez-Martínez, O. (2016). Patogenicidad de especies de *Fusarium* asociadas a la pudrición basal del ajo en el centro norte de México. *Revista argentina de microbiología*, 48(3), 222-228.
- Khalil, M. M. R., Fierro-Coronado, R. A., Peñuelas-Rubio, O., Villa-Lerma, A. G., Plascencia-Jatomea, R., Félix-Gastélum, R., & Maldonado-Mendoza, I. E. (2021). Rhizospheric bacteria as potential biocontrol agents against *Fusarium* wilt and crown and root rot diseases in tomato. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 28(12), 7460.
- Martyn, R. D. (2014). *Fusarium* wilt of watermelon: 120 years of research. *Horticultural reviews: volume 42*, 349-442.
- Xie, X. G., Huang, C. Y., Jiang, H. J., Zhao, Y. Y., & Dai, C. C. (2021). Inactivated pathogenic mycelia as a biocontrol agent against *Fusarium* wilt and its effects on continuously cropped watermelon. *Biocontrol Science and Technology*, 31(8), 817-833.

# Inspección de mecanismos de biocontrol de *Bacillus cabrialesii* subsp. *tritici* TSO2<sup>T</sup> contra *Fusarium languescens*

López-Montoya N. D.<sup>1</sup>; Montoya-Martínez A. C.<sup>1</sup>; Figueroa-Brambila K. M.<sup>1</sup>; Escalante-Beltrán A.<sup>1</sup>; Parra-Cota, F. I.<sup>2</sup>; de los Santos-Villalobos S.<sup>1\*</sup>

✉\*sergio.delossantos@itson.edu.mx

<sup>1</sup> Instituto Tecnológico de Sonora, Departamento de Ciencias Agronómicas y Veterinarias, 85000 Ciudad Obregón, México.

<sup>2</sup> Campo Experimental Norman E. Borlaug, INIFAP, 85000 Ciudad Obregón, México.

**Palabras clave:** metabolitos secundarios, biocontrol, actividad antimicrobiana.

## Introducción

*Bacillus cabrialesii* subsp. *tritici* TSO2<sup>T</sup> fue descubierta y caracterizada recientemente (de los Santos *et al.* 2023), mostró resultados promisorios en ensayos previos suprimiendo al patógeno causante de marchitez en chile jalapeño, *Fusarium languescens* CE2. En el presente estudio se describe a esta bacteria como agente de control biológico, así como sus posibles mecanismos.

## Metodología

La cepa TSO2<sup>T</sup> se seleccionó para su evaluación contra el patógeno de chile, la cual fue aislada de suelo del Valle del Yaqui, México. Se realizó un ensayo en confrontación directa con la biomasa celular de la cepa bacteriana con  $DO_{630nm} = 0.5$ , y una suspensión de esporas de CE2 de  $1 \times 10^5$  esporas mL<sup>-1</sup>, inoculando 20  $\mu$ L de la suspensión de esporas y de la biomasa bacteriana en lados opuestos de la caja de Petri con ADP. Se incubaron a 30°C en oscuridad por 10 días, midiendo el crecimiento radial de la colonia fúngica diariamente. Para la inspección de los mecanismos de biocontrol de la cepa TSO2<sup>T</sup>, se extrajo ADN de alta calidad para su secuenciación con las plataformas Illumina MiSeq y MinION. Se realizó un ensamble de genoma híbrido con SPAdes versión 3.13.1 y para la anotación del genoma se utilizó la herramienta Prokka versión 1.0.0. El genoma completo obtenido se sometió al servidor web antiSMASH. En placa de 24 pozos se inocularon 100  $\mu$ L de una suspensión de esporas ( $1 \times 10^5$  esporas mL<sup>-1</sup>) en 1.5 mL de caldo dextrosa de papa (PDB) para el control, y para el tratamiento 50% del volumen de medio se sustituyó por un filtrado libre de células de la cepa TSO2<sup>T</sup> (CF). Se incubó a 28°C por tres días a 120 rpm. Se midió el peso seco de la biomasa fúngica. Se usaron cuatro réplicas.

## Resultados y discusión

En el ensayo de biocontrol en confrontación dual después de 10 días de incubación (Figura 1) resultaron diferencias significativas entre tratamiento y el control con una inhibición de crecimiento del fitopatógeno de 44.9%, mediante competencia por espacio y nutrientes (*swarming*).

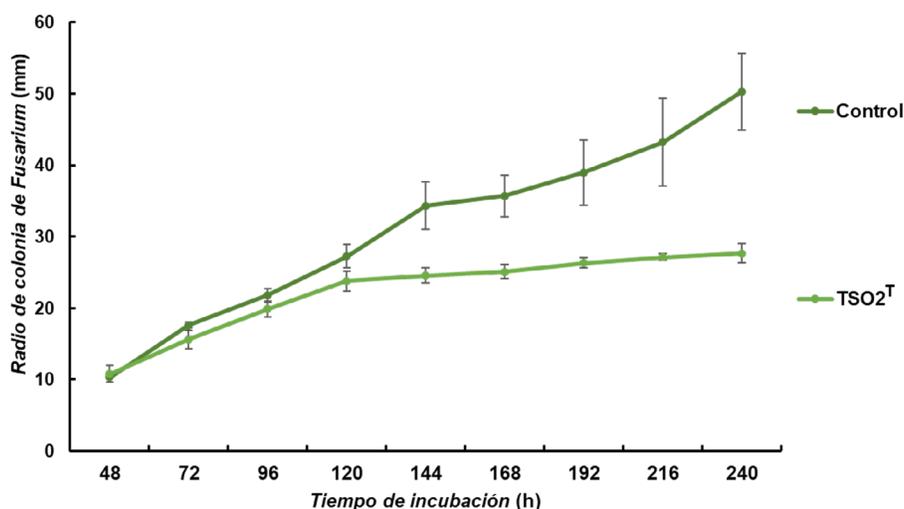


Figura 1. Crecimiento radial de colonia de *F. langescens* CE2 en confrontación con *B. cabrialesii* subsp. *tritici* TSO2<sup>T</sup>.

antiSMASH reveló lipopéptidos como surfactinas y fengicinas, con similitud de 86 y 100%, respectivamente. Estas moléculas se han relacionado con la motilidad tipo *swarming* característica de esta cepa, así como con actividad antimicrobiana (Luo *et al.* 2015). En Villa *et al.* (2019) se confrontó a esta bacteria contra *Bipolaris sorokiniana* TPQ3, produciendo una zona de inhibición significativa.

## Conclusiones

Se demostró la capacidad de biocontrol de *B. cabrialesii* subsp. *tritici* TSO2<sup>T</sup> para el manejo del patógeno *F. langescens* CE2. A su vez, fue posible describir sus posibles mecanismos de control biológico, destacando la competición por espacio y nutrientes y la secreción de moléculas con capacidad antimicrobiana, que se comprobaron en la confrontación dual y el micro bioensayo con el CF.

## Referencias

- De los Santos-Villalobos, S.; Valenzuela-Ruiz, V.; Montoya-Martínez, A.C.; Parra-Cota, F.I.; Santoyo, G.; Larsen, J. (2023). *Bacillus cabrialesii* subsp. *cabrialesii* subsp. nov. and *Bacillus cabrialesii* subsp. *tritici* subsp. nov., plant growth-promoting bacteria and biological control agents isolated from wheat (*Triticum turgidum* subsp. *durum*) in the Yaqui Valley, Mexico. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.* 73, 005779.
- Luo, C.; Liu, X.; Zhou, H.; Wang, X.; Chen, Z. Nonribosomal peptide synthase gene clusters for lipopeptide biosynthesis in *Bacillus subtilis* 916 and their phenotypic functions. *Applied and Environmental Microbiology*, 81, 422–431.
- Villa-Rodríguez, E.; Parra-Cota, F.; Castro-Longoria, E.; López-Cervantes, J.; de los Santos-Villalobos, S. (2019). *Bacillus subtilis* TE3: A promising biological control agent against *Bipolaris sorokiniana*, the causal agent of spot blotch in wheat (*Triticum turgidum* L. subsp. *durum*). *Biological Control*, 132, 135–143.

# Participación del gen *galU* en adhesión de *Pseudomonas stutzeri* A1501 en la interacción con arroz

Alatorre Cruz J.M.\*; Carreño López R.; Bustillos Cristales M.R; Marin Cevada V.; Fuentes Ramírez L.E.; **Martínez Méndez S.A.**

✉\*juliam.alatorrecruz@viep.com.mx

Instituto de Ciencias-Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, C.P. 72570, Puebla, Puebla, México.

**Palabras clave:** arroz *Oryza sativa*, gen *galU*, *Pseudomonas stutzeri* A1501

## Introducción

El gen *galU* bacteriano codifica la enzima UTP—glucosa-1-fosfato uridililtransferasa, la cual produce UDP-glucosa, este azúcar de nucleótido desempeña un papel muy importante en la biosíntesis de carbohidratos, incluyendo la síntesis del exopolisacárido que conforma a la biopelícula, molécula posiblemente responsable de la adhesión o colonización por parte de las cepas microbianas. En este proyecto se trabajó con la cepa *Pseudomonas stutzeri* A1501, una bacteria rizosférica de vida libre con gran importancia agrícola. El modelo de planta empleado fue el arroz *Oryza sativa*, el cual es un cereal importante de consumo humano a nivel mundial (FAO, 2018), las *P. stutzeri* A1501 es considerada una PGPR es decir bacterias promotoras de crecimiento de plantas, principalmente en esta planta del cual fue aislado (Yan *et al.*, 2008). Por lo anterior, el objetivo fue conocer si el gen *galU* presenta un impacto en la adhesión y germinación de las semillas de arroz *Oryza sativa* al ser mutado comparado con la cepa silvestre.

## Metodología

Las semillas de arroz *Oryza sativa* fueron desinfectadas superficialmente con hipoclorito de sodio, posterior a ello las semillas fueron inoculadas con la cepa silvestre: *Pseudomonas stutzeri* A1501 (30 semillas), cepa mutante *P. stutzeri* A1501  $\Delta galU30$ , comparándolas con las semillas que no fueron inoculadas (30). Posteriormente, se evaluó la adhesión bacteriana mediante el método de goteo en placa. La germinación de las semillas se realizó en medio sólido de agar-agua, determinando el porcentaje de germinación a las 72 horas. Se realizaron pruebas de normalidad de los datos y se realizó una prueba de Kruskal Wallis para comparar los grupos. El análisis de datos fue realizado mediante el paquete estadístico IBM SPSS Statistics versión 25.0. Se consideró una significancia estadística  $p \leq 0.05$ .

## Resultados y discusión

En el presente estudio el porcentaje de germinación del grupo control fue del 80%, mientras que el de *P. stutzeri* silvestre fue del 60% mientras que la *P. stutzeri* A1501  $\Delta galU$  fue de 68% (Figura 1). Se ha observado en enumeradas ocasiones que las PGPRs no

estimulan la germinación como tal, sino modifican el ritmo del crecimiento, por distintos mecanismos como son la estimulación de las hormonas como las giberelinas y auxinas, fijación de nitrógeno, o por solubilización de fosfatos, entre otros (Moreno Reséndez *et al.*, 2018).

Según como se puede observar en la Tabla 1, *P. stutzeri* A1501 silvestre se adhiere la misma población que fue inoculada, mientras tanto la mutante *P. stutzeri* A1501  $\Delta galU$  disminuye tres órdenes de magnitud en su adhesión con respecto al inóculo utilizado.

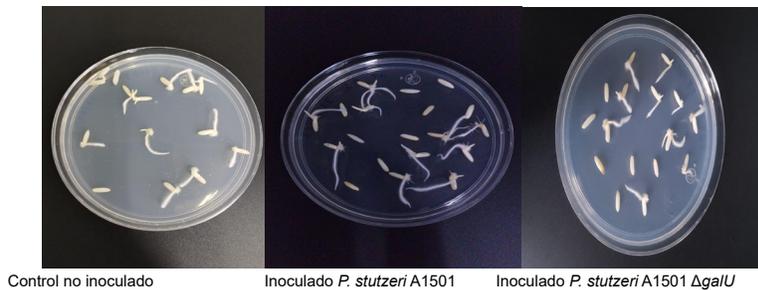


Figura 1. Germinación de arroz axénico

Tabla 1

Cuantificación de UFC/mL en la inoculación y adhesión de las semillas de arroz.

	Inoculación	Adhesión
Tratamiento	UFC/mL	UFC/mL
Control no inoculado	NC	NC
<i>P. stutzeri</i> A1501 silvestre	$1 \times 10^9$	$1 \times 10^9$
<i>P. stutzeri</i> A1501 $\Delta galU$	$2.7 \times 10^{10}$	$4.1 \times 10^7$

UFC/mL (Unidades formadores de colonia por mililitro). NC: No crecimiento. Prueba de Kruskal Wallis  $>0.05$

### Conclusión

El gen *galU* no tiene implicación sobre la germinación del arroz, sin embargo, sí en el proceso de adhesión en la superficie del arroz.

### Referencias

- FAO, Perspectivas alimentarias, 2018. <https://www.fao.org/home/es/>.
- Moreno Reséndez, Alejandro, Carda Mendoza, Verónica, Reyes Carrillo, José Luis, Vásquez Arroyo, Jesús, & Cano Ríos, Pedro. (2018). Rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal: una alternativa de biofertilización para la agricultura sustentable. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 20(1), 68-83.
- Yan, Y., Yang, J., Dou, Y., Chen, M., Ping, S., Peng, J., Jin, Q. (2008). Nitrogen fixation island and rhizosphere competence traits in the genome of root-associated *Pseudomonas stutzeri* A1501. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, CV(21), 7564-7569.

# Prototipo de sistema de riego con elementos de domótica

Sierra Guemez W. S.<sup>a</sup>; Santos Tejero J. A.<sup>b\*</sup>; Ruiz Patrón D. Y.<sup>c</sup>; Pech Huh Y.<sup>d</sup>.

✉ [\\*jesus.st@valladolid.tecnm.mx](mailto:*jesus.st@valladolid.tecnm.mx)

<sup>a,b,c</sup> TECNM / Instituto Tecnológico Superior de Valladolid, Departamento Académico, Valladolid, Yucatán, México.

<sup>d</sup> TECNM / Instituto Tecnológico Superior de Calkiní, Departamento Académico, Calkiní, Campeche, México.

**Palabras clave:** automatización, hortalizas, monitoreo, sensores.

## Introducción

El agua está en el epicentro del desarrollo sostenible pues es fundamental para el desarrollo socioeconómico, producción de alimentos y supervivencia del ser humano (ONU, 2022). La agricultura, representa el 70% de la extracción mundial del agua. (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2021). Por lo que existe la necesidad creciente de garantizar los recursos hídricos para las comunidades. En Yucatán, México del 9.7% de personas trabajando en el sector primario, se tiene el 68.2% en la agricultura, el 24.3% en el pecuario y el 7.5% en la pesca (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, 2022), predominando la agricultura en ese sector donde se emplean diversos tipos de riego carentes de automatización. El aprovechamiento óptimo del agua y la maximización de la producción de cultivos es una oportunidad para la problemática a solucionar. Por ello el objetivo de este trabajo fue diseñar y desarrollar un prototipo para automatizar un sistema de riego tradicional en hortalizas con el uso de elementos de domótica, que permita un mejor uso del agua, y aumentar la productividad en la agricultura.

## Metodología

Se realizó la metodología de prototipado rápido (Rodríguez *et al.*, 2001), con las siguientes actividades: definición de la idea en la cual a partir del modelado 2D se diseñó el esquema de conectividad que tuvo el microcontrolador Arduino con los distintos elementos de domótica como sensores de tierra, aire y la electroválvula, en la etapa de modelado 3D se elaboró una simulación por medio de la herramienta de TINKERCARD; en la etapa de montaje, se realizaron el cableado del sistema. Se pudo verificar el funcionamiento de los sensores, obteniendo lecturas precisas, posteriormente, se procedió a la realización del prototipo de manera física, para luego pasar a la fase iterativa donde se realizaron ajustes al sistema, y por último en la etapa de producción se procedió a la implementación del sistema y así verificar que cumpla con los requerimientos establecidos. En la Figura 1, se observa la interconexión de los sensores al Arduino, así como las electroválvulas para controlar el flujo de agua y el armado del sistema de riego con microaspersores sobre las camas de cultivo.



Figura 1. Conexión del cableado al Arduino (positivo, negativo y señal).

La programación en lenguaje C del microcontrolador Arduino, permitió establecer los parámetros de riego para la automatización del sistema. Las pruebas del sistema de riego se llevaron a cabo en el TecNM, Campus Valladolid, en los meses de abril hasta julio del 2023, para cultivos de cilantro, rábano y lechuga.

### Resultados y discusión

El sistema fue capaz de automatizar y ajustar los niveles de humedad del suelo activando el riego con humedad menor al 20% y desactivándolo con humedad mayor a 70%, funcionando en un horario de 18:00 h hasta las 6:00 h; Se obtuvo una germinación similar de rábano y lechuga, comparado con el proceso de riego tradicional, cosa opuesta con el cilantro donde se detectó aproximadamente el 50% de la germinación. En el periodo de pruebas, se tuvieron diversos problemas con el riego por falseos de energía y de sensores, lo cual pudo ser un factor determinante en la producción del cilantro (Colt & Drost, 2018).

### Conclusiones

El prototipo cumplió con el objetivo planteado en la automatización del proceso de riego, así como en el control del flujo de agua empleado, optimizando el riego ante la humedad percibida del suelo, ya sea por exceso de agua o por las condiciones climáticas de la región de Yucatán, con respecto a la producción obtenida, no se encontró diferencia significativa con la germinación del rábano y lechuga, pero si en la de cilantro, teniendo una menor producción de la esperada, por lo que concluimos que existen otros factores susceptibles de análisis lo cual nos permite seguir haciendo pruebas e investigaciones con este prototipo

### Referencias

- Colt, M., & Drost, D. (2018). El cilantro en el Huerto. *Horticulture. Extension UtahStateUniversity*, 1.
- ONU. (2022, diciembre 10). *Agua | Naciones Unidas*. Retrieved from <https://www.un.org/es/global-issues/water>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2021). *AQUAS-TAT - Sistema mundial de información de la FAO sobre el agua en la agricultura*. Retrieved from <https://www.fao.org/aquastat/es/overview/methodology/water-use>
- Rodríguez, J. A., & Antonio, J. (2001). Sistemas de prototipado rápido. *Universidad de Vigo*, 3, 9-17.
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (2022, junio 22). *¡Bomba! Yucatán y su producción agroalimentaria y pesquera*. Retrieved from <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/bomba-yucatan-y-su-produccion-agroalimentaria-y-pesquera>

# Uso de microorganismos benéficos en maíz (*Zea mays*) para control del hongo fitopatógeno *Fusarium* spp.

Figueroa-Brambila J.; Arellano-Gil M.; Mungarro-Ibarra C.; Villa-Lerma A.;  
Verdugo-Fuentes A.\*

✉\*abel.verdugo@itson.edu.mx.

Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias, Instituto Tecnológico de Sonora.  
Ciudad Obregón, Sonora, México.

**Palabras clave:** maíz, hongo, planta, fitopatógeno.

## Introducción

*Fusarium* spp. es uno de los hongos fitopatógenos de mayor importancia económica a nivel mundial, ya que tiene la capacidad de enfermar a una gran variedad de plantas (Leslie y Summerell 2006). En el cultivo de maíz representa una gran problemática, ya que tiene la capacidad de penetrar a la planta y provocar una infección en raíces, tallo y mazorca (De la Torre, *et al.*, 2014). *Fusarium* spp. tiene la capacidad de sobrevivir en el suelo y perdurar durante ciclos, causando pérdidas en rendimiento y calidad del grano. El objetivo de esta investigación fue evaluar la efectividad de biofertilizantes y biofungicidas comerciales como método de control biológico de *Fusarium* spp. y promoción de crecimiento vegetal en cultivo de maíz.

## Metodología

El estudio se realizó en el Rancho AAA de Ganagrícola Los Jefes SPR de RI, ubicado en Guasave, Sinaloa, durante el ciclo agrícola primavera-verano 2023 en un área de 600 m<sup>2</sup>. Se sembraron en seco 9 semillas por metro de la variedad A-7573 de Asgrow. Se utilizó riego por goteo y se evaluaron dos tratamientos: semilla inoculada con COMPLEX Bacil STL + biofertilizante RIZOSTELLA (T1) y aplicación de biofungicida BACIFUS + BIO-TRICK (T2). Se midieron variables fisiológicas como número de hojas, longitud y volumen de la raíz. Se cuantificaron las UFC/g de suelo de *Fusarium* spp. al inicio y final del experimento. Se utilizó un diseño experimental completamente al azar y los resultados se analizaron con análisis estadístico ANOVA de una vía ( $p < 0.05$ ) para evaluar los resultados.

## Resultados y discusión

Se logró una reducción hasta del 89.65% para *F. oxysporum*, 80% para *F. solani* y 65% para *F. verticillioides*. Para la variable longitud de raíz la diferencia del tratamiento con respecto al control no arrojó diferencias estadísticamente significativas. La longitud radical fue potenciada por la aplicación de los bioestimulantes y fungicidas, con una diferencia del 42.8% con respecto al control con significancia estadística. Este efecto se explica por el potencial demostrado por cepas de *Bacillus* al promover el crecimiento y desarrollo de los órganos de la planta (García *et al.*, 2022). El promedio del número de hojas por

planta en fase V6 fue del 6.3 contra 4.3 del control, obteniendo diferencias estadísticamente significativas, similar a lo previamente reportado por Cárdenas & Monteza (2022).

### Conclusiones

El uso de los inoculantes microbianos comerciales (COMPLEX bacil STL, RIZOSTELLA, BACIFUS y BIOTRICK) ejercen un efecto biocontrolador en *Fusarium verticillioides*, *F. oxysporum* y *F. solani*, disminuyendo el número de UFC/g de suelo y actúan como promotores de crecimiento vegetal en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.). Se presentan resultados preliminares, sin embargo, se infiere, dadas las diferencias en el desarrollo vegetativo, que los rendimientos serán superiores en el área tratada con microorganismos.

### Referencias

- Cárdenas, S. & Monteza R. (2022). Desarrollo de *Zea mays* L. por efecto de la inoculación de *Bacillus spp.* con actividad ACC desaminasa en suelos salinos y no salinos. Recuperado de: [https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/10347/C%a1rdenas\\_Gastelo\\_Shirley\\_Eliana\\_y\\_Monteza\\_Fern%a1ndez\\_Roni.pdf?s equence=4&isAllowed=y](https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/10347/C%a1rdenas_Gastelo_Shirley_Eliana_y_Monteza_Fern%a1ndez_Roni.pdf?s equence=4&isAllowed=y)
- De la Torre-Hernández, M. E., Sánchez-Rangel, D., Galeana-Sánchez, E., & Plasencia-de la Parra, J. (2014). Fumonisin-síntesis y función en la interacción *Fusarium verticillioides*-maíz. TIP. Revista especializada en ciencias químico-biológicas, 17(1), 77-91.
- García, N., Gallegos, M., González, U., Rodríguez, L., Mendoza, S. & Sánchez, R. (2022). Potencial De *Bacillus* Nativos De La Comarca Lagunera Como Biofertilizante En La producción De maíz Forrajero. Revista Mexicana De Ciencias Agrícolas. 13 (28), 253-61. DOI:
- Leslie, J.F. and Summerell, B.A. (2006) The *Fusarium* Laboratory Manual. Blackwell Publishing, Hoboken, 1-2.

# Viabilidad de las microcápsulas de una cepa probiótica (*Bacillus licheniformis*) por dos métodos de encapsulación

Escamilla Montes R.<sup>a</sup>; Diarte Plata G.<sup>a\*</sup>; Granados Alcantar S.<sup>b</sup>; Luna González A.<sup>a</sup>; Vega Carranza A.S.<sup>a</sup>, Fierro Coronado J.A.<sup>a</sup>

✉ \*gdiarte@ipn.mx

<sup>a</sup> Instituto Politécnico Nacional. CIIDIR-Unidad Sinaloa. Departamento de Acuacultura. Guasave, Sinaloa, México.

<sup>b</sup> Universidad Autónoma de Occidente, Unidad Los Mochis. Departamento de Biología. Los Mochis, Ahome, Sinaloa, México.

**Palabras clave:** probiótico, secado por aspersion, gelificación iónica, *Bacillus licheniformis*

## Introducción

La microencapsulación, como un medio de protección de células vivas frente a condiciones extremas de calor, humedad y/o condiciones del tracto gastrointestinal, es una técnica que está incrementado su uso en la industria alimentaria con probióticos. Es necesario considerar diferentes métodos de microencapsulación y diferentes materiales de pared que permitan el desarrollo de nuevos alimentos funcionales. Por esto, la utilización de otras técnicas de encapsulación como la gelificación iónica y secado por aspersion pueden conferir mayor protección a los microorganismos encapsulados en función de las condiciones utilizadas para la producción de las microcápsulas a través de esas técnicas de microencapsulación (Rosas-Ledesma *et al.*, 2012).

## Metodología

*B. licheniformis* se cultivó en caldo de tripticaseína de soya (BD, Bioxon®, México) suplementado con NaCl al 2.5% durante 72 h a 32 °C. El cultivo se ajustó a una densidad óptica de 1.0 (a 595 nm). Para hacer las microcápsulas mediante la técnica de secado por aspersion se prepararon 100 ml de cultivo ( $12 \times 10^6$  UFC/mL) y se agregó maltodextrina (15%) y se obtuvo en el Spray Dryer a una temperatura de 145°C y una intensidad de aspersion de 5. En la técnica de gelificación iónica se utilizó el protocolo de Calero *et al.* (2008) con modificaciones, en una solución acuosa de alginato de sodio al 2% p/v con aceite vegetal de soya para una concentración final de 1.5% v/v. Se emulsificaron las 2 soluciones mediante ultrasonido a una amplitud del 60 % durante 1:30 min y se añadieron las bacterias previamente cultivadas ( $12 \times 10^6$  UFC/mL). Las micropartículas con probióticos se colocaron en viales previamente esterilizados y se mantuvieron en la oscuridad durante 0, 15, 30 y 45 días de almacenamiento, a dos temperaturas (4° y 25° C). Para determinar la viabilidad celular y la protección de los sistemas de micropartículas durante el almacenamiento, se llevarán a cabo estudios de estabilidad de acuerdo a Vega-Carranza (2020).

## Resultados y discusión

En la Figura 1 se muestran los datos de la eficiencia de encapsulación de las microcápsulas por el método de gelificación iónica donde se observa que el 100% de las bacterias fueron viables en el T0 lo que indica que la inclusión de la emulsión en hielo permitió reducir el aumento de la temperatura por el proceso de sonicación permitiendo que las bacterias se mantuvieran viables desde el día 0 (100%) hasta el día 45 (50%) (Fig. 1a). En el secado por aspersión, las supervivencias de las cepas bacterianas mostraron valores del 100% en el día 0 para mostrar a partir del día 30 con valores bajos de eficiencia debido a factores como la alta temperatura que se utiliza en la técnica (Fig.1b).

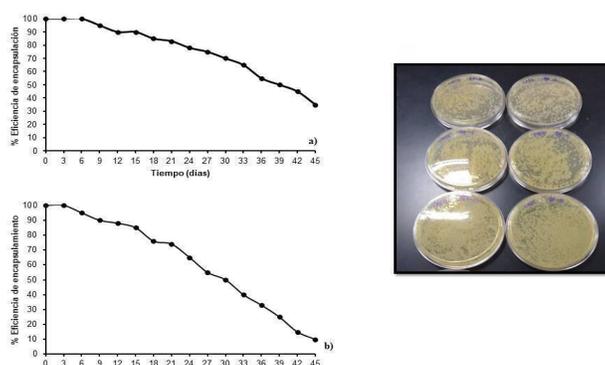


Figura 1. Eficiencia de encapsulación de las microcápsulas de *Bacillus licheniformis*, a) gelificación iónica, b) secado por aspersión.

## Conclusiones

Se obtuvieron valores máximos de eficiencia de encapsulación de *B. licheniformis* en el método de gelificación iónica, a comparación del secado por aspersión, en donde la supervivencia de la bacteria probiótica fue menor.

## Referencias

- Calero, J., Sánchez, Y.F., Tórrez, R., Hernann, E., & López, K. (2008). Elaboración y Caracterización de microcápsulas gastrorresistentes de Diclofenac obtenidas por Gelificación Iónica. Univ. (León). Revista Científica la UNAN-León. 2, 27–30.
- Rosas-Ledesma, P., León-Rubio, J.M., Alarcón, F.J., Moriñigo, M.A., & Balebona, M.C. (2012). Calcium alginate capsules for oral administration of fish probiotic bacteria: assessment of optimal conditions for encapsulation. *Aquaculture. Research* 43, 106–116.
- Vega-Carranza, A.S. (2020). Efecto de plantas medicinales, probióticos, prebióticos, parabióticos y postbióticos en la microbiota intestinal, crecimiento, supervivencia y respuesta inmune del camarón blanco (*Penaeus vannamei*) retado con *Vibrio parahaemolyticus*. Tesis de Maestría. IPN CIIDIR Sinaloa. Guasave, Sinaloa, México. 100p.

# Estudio microbiológico cualitativo de agua, suelo y humus de lombriz en un huerto escolar

Rojas-Padilla J.; Montañez-Acosta K.; Verdugo-Fuentes A.A.; Infante Medina G.;  
Morales-Gutiérrez N.; Chávez-Almanza A.F.\*

✉ \*andres.chavez@itson.edu.mx

Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias, Instituto Tecnológico de Sonora.

**Palabras clave:** coliformes, suelo, agua y humus líquido

## Introducción

En 1922, José Vasconcelos estableció los huertos escolares durante la Revolución Mexicana para fomentar la educación rural y la producción de alimentos. Hoy en día, los huertos escolares se consideran pequeñas extensiones agrícolas dentro de las instituciones educativas que cultivan plantas que son seguras para el consumo humano (Armienta *et al.*, 2019). La calidad microbiológica es crucial porque puede afectar la salud de los consumidores y la calidad de los productos. Estos huertos siguen siendo una herramienta vital para la seguridad alimentaria y la educación en México (Zecua, L. 2022). El objetivo de esta investigación fue evaluar la calidad microbiológica del agua, suelo y humus líquido, mediante métodos normalizados con el fin de asegurar la calidad de los cultivos.

## Metodología

En un huerto escolar, se identificaron puntos de muestreo representativos utilizando la fuente de agua de riego, las áreas del suelo y el humus líquido. Se tomaron muestras microbiológicas de agua de acuerdo con las especificaciones de la norma NOM-230-SSA1-2002, junto con mediciones previas de temperatura, pH y cloro residual. Las muestras de suelo se recopilaron utilizando una técnica de muestra combinada de tres lugares diferentes a una profundidad de 20 cm. Se tomó humus líquido en un recipiente estéril. Las muestras se enviaron al laboratorio en refrigeración. Se llevó a cabo un análisis microbiológico que incluyó el conteo de bacterias aerobias (NOM-092-SSA1-1994), hongos viables (NOM-111-SSA1-1994) y coliformes totales y fecales (NOM-210-SSA1-2014, apéndice H normativo). Las colonias del suelo también se identificaron para el análisis molecular. Estos procedimientos se utilizaron para garantizar la calidad, representatividad e integridad de las muestras y los datos microbiológicos del huerto escolar.

## Resultados y discusión

Los análisis del agua en el huerto escolar mostraron un bajo contenido de cloro (< 0,3) y un pH apropiado de 7,8. La concentración de bacterias aerobias en el agua era inferior a 10 UFC/mL y la cantidad más probable de coliformes totales y fecales era inferior a 1.1 NMP/100mL, lo que indica una buena calidad microbiológica del agua. Se encontraron altas concentraciones de bacterias aerobias (172,000 UFC/mL) y hongos (36,000 UFC/mL) en humus líquido, lo que indica una actividad microbiana activa, coherente con estudios

previos (Hartmann *et al.*, 2015). Se encontró una concentración de 1,280,000 UFC/mL en el suelo y se seleccionaron ocho cepas que mostraban características macroscópicas distintivas para su identificación morfológica (Tabla 1).

Tabla 1  
Características macroscópicas y microscópicas de colonias aisladas.

Cepa	Características coloniales	Tinción Gram
1	Colonia blanca, bordes lisos	BGP
2	Colonia blanca, crecimiento debajo del agar	BGP
3	Colonia blanca cremosa, bordes lisos	SC
4	Colonia blanca, bordes lisos	BGP
5	Colonia blanca tenue, bordes lisos	BGP
6	Colonia blanca, crecimiento debajo del agar	BGP
7	Colonia blanca, grande con bordes lisos	BGN
8	Colonia blanca, bordes lisos	Levaduras

BGP: Bacilo Gram Positivo; BGN: Bacilo Gram Negativo; SC: Sin Crecimiento

Es importante destacar que la cepa seis se encuentra en un proceso de identificación molecular con el objetivo de conocer su potencial para ser utilizada como posibles promotoras de crecimiento vegetal y bioinoculante en agricultura sostenible.

### Conclusiones

Con los resultados obtenidos se destaca la importancia de monitorear y gestionar la calidad microbiológica en un huerto escolar, para garantizar que los estudiantes tengan un entorno seguro y saludable, además de fomentar prácticas agrícolas sostenibles y así mantener un equilibrio microbiológico favorable en el huerto.

### Referencias

- Armienta Moreno, D. E., Keck, C., Ferguson, B. G., & Saldívar Moreno, A. (2019). Huertos escolares como espacios para el cultivo de relaciones. *Innovación educativa* (México, DF), 19(80), 161-178.
- Hartmann, M., Frey, B., Mayer, J., Mäder, P., & Widmer, F. (2015). Distinct soil microbial diversity under long-term organic and conventional farming. *The ISME Journal*, 9(5), 1177-1194.
- Oliver, D. M., Clegg, C. D., & Heathwaite, L. (2018). Surrogates for predicting the quality of agricultural runoff: A critical review. *Journal of Environmental Quality*, 47(3), 440-453.
- Zecua, L. Z. (2022). Inclusión de la biotecnología en la exploración de la biodiversidad dentro de los huertos escolares de Calakmul, Campeche. *Diversidad*, (23), 93-105.

# Evaluación de la calidad postcosecha de tomate (*Solanum lycopersicum*) tratado con un bioestimulante a base de microalgas

Padilla-Valle Y.<sup>a\*</sup>; Ulloa-Mercado G.<sup>a</sup>; Gutiérrez-Coronado M. A. <sup>a</sup>; Rentería-Mexía A. M. <sup>a</sup>; Gortáres-Moroyoqui P.<sup>a</sup>; Verdugo-Fuentes A.<sup>ax</sup>

✉\*yessikapadilla03@gmail.com

<sup>a</sup>Instituto Tecnológico de Sonora, Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias, 85000 Ciudad Obregón, México.

**Palabras clave:** bioestimulante, *Chlorella sorokiniana*, calidad postcosecha.

## Introducción

Los bioestimulantes son sustancias que estimulan el crecimiento y desarrollo de las plantas a través de la mejora de su metabolismo, optimizando los procesos naturales de absorción, eficiencia del uso de nutrientes y tolerancia al estrés; son productos elaborados con mezclas de sustancias y/o microorganismos que pueden ser aplicados en plantas o en su rizófera (Flores-Jalixto *et al.*, 2021). Los compuestos con actividad bioestimulante son diversos, como polisacáridos, fitohormonas, vitaminas, aminoácidos y compuestos antimicrobianos (responsables de la actividad biopesticida) (López, 2017; Ronga *et al.*, 2019). El objetivo del presente trabajo es evaluar la respuesta del cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*), a la aplicación de un bioestimulante a base de microalga (*Chlorella sorokiniana*).

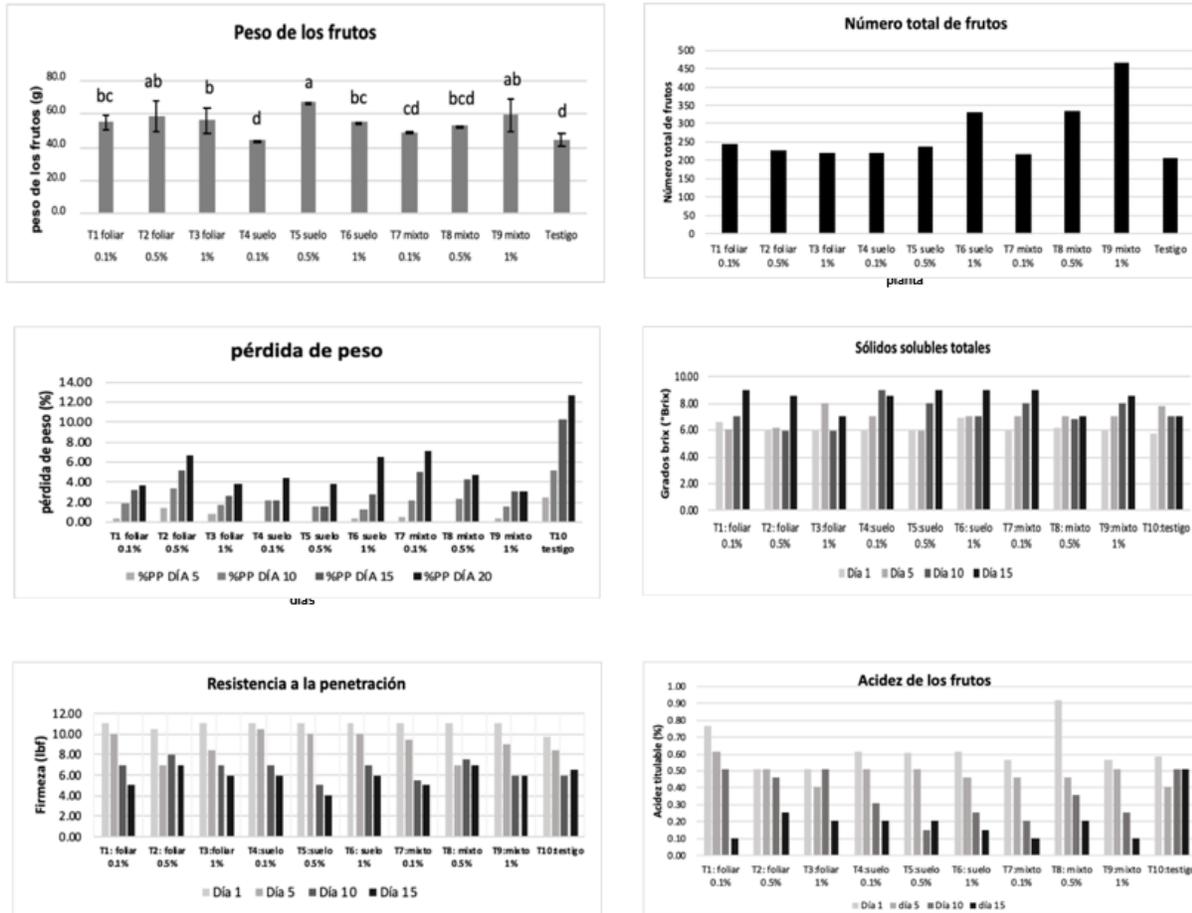
## Metodología

Se produjo la biomasa de microalga en fotobiorreactores de 10 L. Se formuló el bioestimulante a concentraciones de 0.1, 0.5 y 1% de biomasa de *Chlorella sorokiniana*, aislada en el sur de Sonora. Se sembró tomate en condiciones de invernadero y se evaluó el efecto del bioestimulante con aplicaciones en las semanas 3, 6 y 9 después de emergencia, realizando 10 réplicas por tratamiento bajo un esquema de fertilización convencional y se evaluaron 3 formas de aplicación, en riego, foliar y mixto (Supraja *et al.*, 2020), además de un testigo. Se midió el número y peso de frutos; además se realizó el análisis de la calidad postcosecha del tomate a través de las variables de firmeza, acidez, °Brix de los frutos y pérdida de peso a 15 días.

## Resultados y discusión.

El análisis estadístico de peso de los frutos (Fig. 1) muestra al tratamiento 5 (0.5% suelo) con máximos valores de  $67 \pm 0.08$  g. El número total de frutos (Fig. 2) obtuvo valores más altos para el tratamiento 9 (mixto 1%) con 466 unidades de tomate, se observó una menor pérdida de peso (Fig. 3) en el tratamiento 5 (0.5% suelo) en un máximo de 3.7% a los 15 días, en la determinación de grados brix (Fig. 4) se observó el T6 (1% suelo) con mayor contenido en el día 1 y 15 ( $6.9$   $9^{\circ}$ brix) respectivamente. la medición de firmeza (Fig. 5)

arrojó resultados favorables para el T8 (mixto 0.5%) el cual conservó los valores más altos durante el día 1 al 15 (11 y 7 lbf) respectivamente. La medición de % de acidéz arrojó valores más altos para el T8.



## Conclusiones

Se observó que en las variables de calidad postcosecha hubo valores positivos específicamente en el modo de aplicación al suelo, dando como mejores tratamientos las concentraciones 0.5% y 1%, demostrando que una pequeña concentración de extracto de microalga estimula tanto el crecimiento de la planta como el rendimiento y calidad de los frutos

## Referencias.

- Florez-Jalixto, M., Roldán-Acero, D., Omote-Sibina, J. R., & Molleda-Ordoñez, A. (2021). *Scientia Agropecuaria*, 12(4), 635-651.
- López Marín, L. M. (2017). Manual técnico del cultivo del tomate: *Solanum lycopersicum*.
- Ronga, D., Biazzi, E., Parati, K., Carminati, D., Carminati, E., & Tava, A. (2019). *Agro-nomy*, 9(4), 192.
- Supraja, K. V., Behera, B., & Balasubramanian, P. (2020). *Industrial crops and products*, 151, 112453.

# Calidad de los abonos de origen animal en huerto de hortalizas

Valdés Vega J. L.<sup>a\*</sup>; Trigueros Salmerón J. A.<sup>a</sup>; Irazoqui Leyva J. L.<sup>b</sup>;  
Moo Bórquez C.E.<sup>c</sup>

✉ \*luis.valdes@uadeo.mx

<sup>a\*</sup> Universidad Autónoma Indígena de México, Dirección y Postgrado en Sostenibilidad y Medio Ambiente, 2334 Los Mochis, México.

<sup>a</sup> Universidad Autónoma de Occidente, Coordinación de Biología, 81223 Los Mochis, México.

<sup>b</sup> Universidad Autónoma Indígena de México, Dirección y Postgrado en Sostenibilidad y Medio Ambiente, 2334 Los Mochis, México.

<sup>c</sup> Universidad Autónoma de Occidente, Departamento Ingeniería y Tecnología Los Mochis, México.

**Palabras clave:** eficiencia, abono orgánico, hortaliza, producción.

## Introducción

Según la FAO (2013), entre las ventajas de los abonos orgánicos de origen animal destacan la protección de la fertilidad de los suelos y la biodiversidad. El objetivo del trabajo está centrado en evaluar la eficiencia de abonos orgánicos estiércol vacuno y guano de murciélago en hortalizas. La hipótesis planteada es que el uso de abono orgánico de estiércol vacuno y guano de murciélago incrementa el crecimiento y producción de hortalizas.

## Metodología

La investigación es de enfoque cuantitativo y la fase experimental se desarrolló en un terreno de 12.3x2 m, en Sinaloa, durante enero a mayo de 2022. El trabajo de campo consistió en recolectar dos muestras de 50 kg de una de estiércol vacuno (TV) y otra de guano de murciélago (TG). Para aprobar la eficiencia se desarrolló un experimento de tres tratamientos dos de abonos orgánicos estiércol vacuno (TV) y, guano de murciélago (TG) y, uno de inorgánico (TT). Se emplearon seis hortalizas siendo cilantro, cebolla, lechuga, zanahoria rábano y tomate. Siguiendo con la metodología de (3), las cantidades de abono fueron de 300 g por cada m<sup>2</sup> en cilantro, cebolla, y lechuga, 240 g para rábano y zanahoria y para tomate fue de 450 g suministradas en tres dosis. En la medición de las variables se utilizó un diseño unifactorial.

## Resultados y discusión

Se alcanza a apreciar que los suelos deben tener presencia de materia orgánica para el crecimiento de planta y producción de frutos. El uso de abonos orgánicos ha sido demostrado en hortalizas, tanto en cultivo extensivos como a nivel de invernadero Vásquez & Lannacacone (2014), los cuales ratifican su elevada capacidad de acumular y mantener

nutrientes para el crecimiento de diferentes hortalizas al ser comparadas con los abonos inorgánicos (Figura 1).

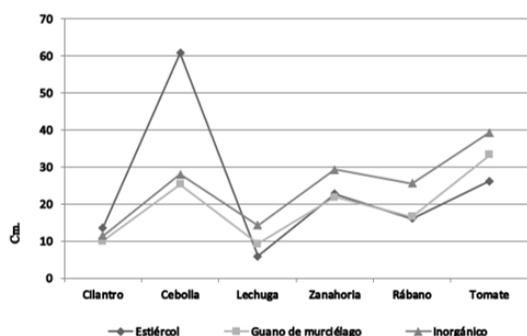


Figura 1. Crecimiento promedio de altura de hortalizas entre los tres tratamientos.

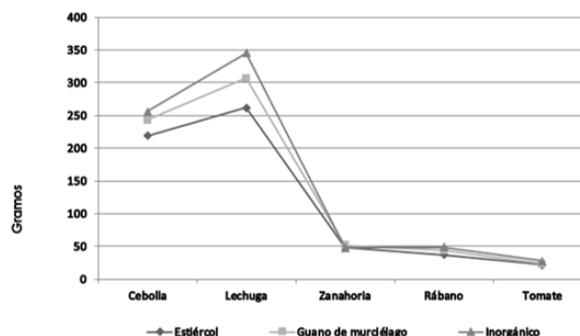


Figura 2. Peso promedio del fruto de hortalizas entre los tratamientos.

El aumento en el peso del fruto se debe a que cada abono aporta nutrientes diferentes y las especies tienen requerimientos nutricionales distintos. El tamaño del fruto es variable según el material genético y alcanza diámetros diferentes (Urriola *et al.*, 2021) (Figura, 2).

Tabla 1

Valores promedio del diámetro polar y ecuatorial del fruto en cm.

Hortalizas	T. estiércol vacuno	T. guano de murciélago	T. inorgánico (testigo)	T. estiércol vacuno	T. guano de murciélago	T. inorgánico (testigo)
	Polar			Ecuatorial		
Cebolla	5.3	5.8	6	5.8	6.3	7.1
Lechuga	10.6	12.8	14	5.7	8.9	15.8
Zanahoria	13	15.5	16	0.7	1.1	1.5
Rábano	2.1	3	3.1	1.8	2	2.3
Tomate	3.9	4.6	4.8	3.5	3.1	3.9

## Conclusiones

Finalmente, se acepta la hipótesis planteada al inicio de la presente investigación que el uso de abonos provenientes de estiércol vacuno y guano de murciélago son eficientes en el crecimiento y producción de hortalizas en el Fuerte, Sinaloa.

## Referencias

- FAO. Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación. (2013). Seguridad y soberanía alimentarias.
- Meena, N., & Fathima, P. (2017). Incremento del rendimiento y calidad nutricional del arroz con fertilización NPK complementada con micronutrientes.
- Urriola, L., M. Castillo., & D. Vergara. (2021). Evaluación de la fitotoxicidad de abonos orgánicos comerciales usando semillas de lechuga (*Lactuca sativa* L.) y pepino (*Cucumissativus*). *Revista Semilla Del Este*, 1(2), 1-11.
- Vásquez, J., & Lannacacone, J. (2014). La lombricultura como aporte para la agricultura sostenible en el Perú. *Cátedra Villarreal*, 07-20.

## Sección pecuaria

---

La industria pecuaria en México se ha destacado en los últimos años por su tecnificación, lo que le ha permitido incrementar su productividad y posicionarse a nivel mundial como el onceavo país generador de productos pecuarios. Al respecto, la carne de bovino es la de mayor consumo en México, seguida por la carne de pollo y la de cerdo, sin restar importancia a la alta producción y consumo de leche y huevo, dos productos prioritarios en la canasta básica del pueblo mexicano. Además, la ganadería es una esencial generadora de empleos ya que aporta casi el 40% al producto interno bruto (PIB) del sector primario.

Lo anterior resalta la importancia del sector pecuario en México como productor de alimentos indispensables para satisfacer las necesidades nutricionales de la población, y como generador de divisas y empleos que contribuyen al crecimiento económico del país. Es por ello por lo que se han puesto en marcha diversos programas estratégicos por parte de los sectores oficiales, con la finalidad de impulsar la sustentabilidad, productividad y competitividad del sector pecuario nacional.

Actualmente, las innovaciones tecnológicas que se han articulado e integrado en todas las etapas de la cadena de producción ganadera han impulsado una notable transformación del sector pecuario en México que ha favorecido su eficiencia y rentabilidad. Además, la creciente capacitación profesional acorde a los avances en la ciencia y tecnología, han revolucionado las estrategias empleadas para abordar con éxito los desafíos tradicionales del sector pecuario.

Los progresos recientes en la secuenciación del genoma de las especies animales han facilitado la aplicación de técnicas moleculares enfocadas al diagnóstico de enfermedades, al desarrollo de tecnologías genómicas y de expresión génica, a la creación de individuos genéticamente modificados, así como al estudio del perfil metabólico en animales de interés productivo, entre otros.

En el II Congreso Internacional de Biotecnología y Ciencias Alimentarias llevado a cabo el pasado mes de octubre de 2023, se presentaron artículos científicos en el área pecuaria, específicamente sobre diagnóstico molecular de enfermedades que afectan a los animales, así como sobre la identificación de marcadores genéticos asociados a la mejora en la producción animal.

En dichos artículos se destaca la camaronicultura como un sector alimentario de alto impacto económico a nivel mundial, pero que ha sido seriamente afectado por enfermedades infecciosas que causan alta mortalidad. Por ello, el diagnóstico molecular del agente causal representa una estrategia rápida y confiable para minimizar el impacto desfavorable de dichas afecciones. En forma similar, enfermedades de origen hereditario que afectan a los equinos requieren también la aplicación de técnicas moleculares, para identificar en forma rápida y precisa los animales portadores y con ello reducir la frecuencia de genes indeseables en las poblaciones equinas de la región.

Durante el congreso también se abordó la temática de los marcadores genéticos y su impacto en la productividad animal. Dichos marcadores son identificados a través de tecnologías genómicas y posteriormente validados en poblaciones independientes de ganado. Para ello se emplean técnicas moleculares en conjunto con análisis estadísticos, los cuales permiten confirmar su efecto asociativo con rasgos de interés económico. La habilidad predictora de los marcadores genéticos es afectada por el medio ambiente que rodea a los animales, sobre todo cuando se encuentran expuestos a condiciones intensas de calor.

El clima semidesértico que caracteriza al Estado de Sonora provoca condiciones ambientales capaces de inducir estrés por calor en el ganado. Esta temática fue también abordada en el congreso con la finalidad de diseñar estrategias de selección genética acordes al medio ambiente que rodea a los animales, para asegurar la mejora en sus parámetros de producción.

Para finalizar, las aportaciones en la temática de “Ciencias Agropecuarias: Área Pecuaria” presentadas en el II Congreso Internacional de Biotecnología y Ciencias Alimentarias, están alineadas con el propósito del evento ya que promueven la difusión de la investigación e innovación en el área de la biotecnología pecuaria.

**Dr. Pablo Luna Nevárez**

Profesor-Investigador del Departamento de  
Ciencias Agronómicas y Veterinarias ITSON

# Alimento de engorda para borregos a partir de la planta forrajera *Tithonia diversifolia*

Borrás-Enríquez A.J.a,b\*; Sánchez-Becerril M.a; González-Escobar J.L.b;  
Veana-Hernández F.b

✉\*anajo\_borras@hotmail.com

<sup>a</sup> Tecnológico de Estudios Superiores de San Felipe del Progreso. División de Ingeniería en Energías Renovables, San Felipe del Progreso, México.

<sup>b</sup> Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Ciudad Valles. Departamento de Agronomía, Ciudad Valles, México.

**Palabras clave:** borrego, alimento, *Tithonia*

## Introducción

En México existe una especie invasora denominada *Tithonia* o falso girasol que crece abundantemente en los cultivos de interés comercial obstaculizando en la eficiencia de la producción de los alimentos por su excelente capacidad vegetativa. Los agricultores para controlar el crecimiento desmedido de la planta en las tierras agrícolas usan agroquímicos, podas y quemas constantes. Sin embargo, estos métodos no han sido eficientes, ya que la planta es altamente resistente a entornos hostiles y crece nuevamente invadiendo nuevos espacios de cultivos. Además, estos métodos han presentado repercusiones ambientales y excesivos gastos económicos para su eliminación. Esta planta forrajera contiene excelentes nutrientes para el desarrollo de alimentos para animales de granja, especialmente por su alto contenido en proteína (19.35%) y fibra (24.13%) (Di Benedetto *et al.*, 2017). Además, se ha reportado la presencia de fitoquímicos con actividades antioxidantes, antibacterianas y antiparasitarias (Lezcano-Más *et al.*, 2016). Estos ingredientes nutricionales podrían contribuir significativamente en la salud y el desarrollo de los animales de interés comercial. Particularmente, en la alimentación de los conejos y borregos, la proteína y la fibra son ingredientes importantes que participan en la recirculación alimentaria para aprovechar al máximo los constituyentes de un alimento. Por lo tanto, este proyecto propone un método de control sustentable mediante el aprovechamiento integral de la biomasa de la planta *Tithonia* a través del diseño de alimento con potencial nutricional destinado para borrego y la obtención de bioetanol a partir del material lignocelulósico.

## Metodología

Las harinas de los diferentes componentes (hojas y flores) fue mezclados en diferentes proporciones (30:70, 40:60, 50:50, 60:40, 70:30), y posteriormente fue mezclado con otros ingredientes para borrego, la harina será mezclada con rastrojo de maíz y pasto; de acuerdo con el balance de nutrientes requerido por el animal de granja. Una vez, generados los alimentos para cada animal de granja, se realizó el análisis bromatológico del producto final.

## Resultados y discusión

Se identificó que el alimento generado a base de hojas de *Tithonia diversifolia* al 50% mezclado con rastrojo de maíz y pasto, generó aceptación por parte de los borregos. Así mismo, se reconoció el aporte de la proteína de la planta forrajera *Tithonia diversifolia* (tabla1).

Los animales de engorda en estudio comparados con los testigos, presentan un incremento similar en el aumento de peso, (figura 1) por lo que el alimento a partir de tithonia resulta atractivo para los animales, con una reducción del 50% del costo (Pazla *et al.*, 2021).

Tabla 1

Análisis proximal de *Tithonia diversifolia*.

Componente bromatológico	Fracción comestible	
	Hoja	Tallo
Materia seca	11.82	7.90
Proteína bruta	17.27	21.39
Fibra bruta	3.07	5.29
Cenizas	17.20	11.27
Calcio	2.85	1.61
Magnesio	0.037	0.065



Figura 1. Animales de granja en engorda

## Conclusión

El alimento elaborado a partir de *Tithonia* fue aceptado por los animales, además los incrementos de peso fueron similares al del alimento control.

## Referencias

- Di Benedetto N., Rosaria Corbo M., Campaniello D., Pia Cataldi M., Bevilacqua A., Sinigaglia M., *et al.* (2017). The role of plant growth promoting bacteria in improving nitrogen use efficiency for sustainable crop production: a focus on wheat. *AIMS Microbiology*, 3, 413-434.
- Lezcano-Más Y, Soca-Pérez M, Roque-López E, Ojeda-García F, Machado-Castro R. & Fontes-Marrero D. (2016). Forraje de *Tithonia diversifolia* para el control de estron-gílicos gastrointestinales en bovinos jóvenes. *Pastos y Forrajes* 39 (2): 1-10.
- Pazla R., Adrizal, & Sriagtula R. (2021). Intake, nutrient digestibility and production performance of pesisir cattle fed *Tithonia diversifolia* and *Calliandra calothyrsus*-based rations with different protein and energy ratios. *Adv. Anim. Vet. Sci.* 9(10): 1608-1615.

# Diagnóstico molecular de la mutación asociada a hidrocefalia en equinos del sur de Sonora

Alcaraz González K.M.<sup>a</sup>; Borbolla Hernández J.R.<sup>a</sup>; Aragón López C.E.<sup>a</sup>; González Galaviz J.R.<sup>a</sup>; Luna Nevárez P.<sup>a\*</sup>

✉ \*pluna@itson.edu.mx

<sup>a</sup> Instituto Tecnológico de Sonora, Departamento de Ciencias Agronómicas y Veterinarias, 85000 Ciudad Obregón, México.

**Palabras clave:** equinos, Friesian, hidrocefalia, rhAmp, SNP.

## Introducción

Una de las patologías hereditarias más importantes observadas en los caballos es la hidrocefalia congénita. Esta enfermedad es causada por un gen recesivo, por lo que la presencia de equinos portadores representa un serio riesgo debido a que no manifiestan la enfermedad, pero transmiten la mutación a la descendencia. No existe tratamiento para esta enfermedad por lo que su detección oportuna permite identificar animales portadores no afectados, facilitando la exclusión de estos en la reproducción y reduciendo así la incidencia de hidrocefalia en la población (Ducro *et al.*, 2015; Finno, 2020). Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue la utilización de una prueba molecular para el diagnóstico de la mutación en el gen B3GALNT2 relacionado con la presencia de hidrocefalia en caballos de raza Friesian.

## Metodología

El estudio incluyó 51 caballos Friesian, los cuales fueron seleccionados al azar de diferentes cuadradas equinas ubicadas en el sur de Sonora sin importar edad y sexo. Se recolectaron 4 mL de sangre a través de punción en la vena yugular usando tubos Vacutainer con EDTA. Las muestras de sangre fueron centrifugadas hasta obtener la capa leucoplaquetaria, la cual fue utilizada para la extracción de ADN usando el kit de extracción de ADN TACO™. La cantidad y calidad del ADN fue evaluada con espectrofotómetro Nano-Drop, y la integridad del ADN fue verificada por electroforesis en gel de agarosa 1%. Se obtuvo la secuencia de la mutación del gen B3GALNT2 en formato FASTA, la cual fue analizada en SnapGene hasta obtener el cambio en la base nitrogenada posición 79 Mb (C/T). Se diseñaron los controles sintéticos, cebadores y sondas usando el software IDT, asignando el fluoróforo FAM como alelo de referencia y VIC como alelo alternativo. Se desarrolló la reacción de rhAmp SNP utilizando gBlocks como controles sintéticos. La técnica se procesó en termo-ciclador en tiempo real Bio-Rad CFX96™. El genotipado se realizó con la técnica rhAmp SNP siguiendo las instrucciones del proveedor y para la interpretación de resultados se usó el procedimiento de discriminación alélica.

## Resultados y discusión

El rendimiento de ADN por espectrofotometría mostró una DO media de 1,95 (260/280) y

una concentración de 184,75 ng/μL. La concentración y pureza de las muestras se consideraron adecuadas para realizar la técnica de rhAmp SNP, la cual fue estandarizada con gBlocks para optimizar la detección de la mutación. El proceso de genotipado para rhAmp SNP se realizó por medio de discriminación alélica a través de enlace competitivo de dos cebadores alelo-específicos. En la reacción se usó un control positivo de genotipos homocigotos recesivos, así como genotipos homocigotos dominantes y heterocigotos. Los resultados del genotipado revelaron la presencia de 7 caballos heterocigotos portadores del alelo mutante (C/T) y 44 caballos (homocigotos dominantes) con genotipos normales (C/C), en una población total de 51 caballos (Figura 1). Por consiguiente, la frecuencia estimada del alelo mutante fue del 13.72%. La incidencia encontrada en este estudio fue mayor que el 9.6% reportado por Ayala-Valdovinos *et al.* (2017), y menor que el 17.3% reportado por Ducro *et al.* (2015).

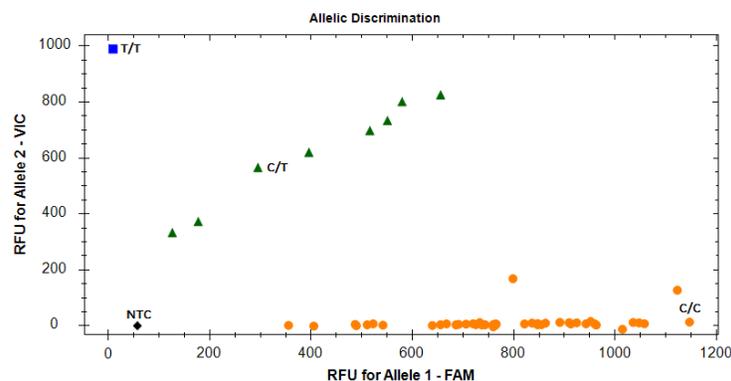


Figura 1. Genotipado en rhAmp SNP a través de discriminación alélica mostrando los genotipos homocigoto dominante (C/C) y recesivo (T/T), y heterocigoto (C/T).

## Conclusiones

La técnica rhAmp SNP demostró su eficacia y sensibilidad al identificar con éxito la presencia de la mutación en el gen B3GALNT2 en caballos Friesian de Sonora. Los resultados obtenidos demuestran la pertinencia de esta prueba molecular para el diagnóstico de mutaciones genéticas, con el fin de diferenciar los animales sanos de los portadores.

## Referencias

- Ayala-Valdovinos, M.A., Galindo-García, J., Sánchez-Chiprés, D. (2017). Genotyping of Friesian horses to detect a hydrocephalus-associated c.1423C>T mutation in B3GALNT2 using PCR-RFLP and PCR-PIRA methods: Frequency in stallion horses in México. *Mol Cell Probes*. 32, 69-71.
- Ducro, B., Schurink, A., Bastiaansen, J., Boegheim, I., Steenbeek, F., Vos-Loohuis, M., Nijman, I., Monroe, G., Hellinga, I., Dibbitts, B., Back, W., Leegwater, P. (2015). A nonsense mutation in B3GALNT2 is concordant with hydrocephalus in Friesian horses. *BMC Genomics*. 16, 761.
- Finno, C. (2020). *Equine Genetic Diseases (An Issue of Veterinary Clinic, Equine Practice)*. 1<sup>st</sup> ed. Philadelphia, Pennsylvania. Elsevier Inc.

# Validación de un marcador genético asociado a la fertilidad en ganado bovino productor de leche

García Benitez C.<sup>a</sup>; Leyva Corona J.C.<sup>a</sup>; Thomas M.G.<sup>b</sup>; Luna Nevárez P.<sup>a\*</sup>

✉\*pluna@itson.edu.mx

<sup>a</sup> Instituto Tecnológico de Sonora, Departamento Ciencias Agronómicas y Veterinarias, 85000 Ciudad Obregón, México.

<sup>b</sup> Texas A & M AgriLife Research, 78102 Beeville TX, USA.

**Palabras clave:** estrés por calor, fertilidad, genes, Holstein, marcadores.

## Introducción

Durante el verano, la fertilidad de la vaca lechera se reduce hasta 50% debido al estrés por calor (EC). Adecuaciones en instalaciones y manejo nutricional se han implementado para mejorar la fertilidad en verano, pero son costosas y poco atractivas para el ganadero. La aplicación de tecnologías moleculares ha emergido como una potencial herramienta para identificar vacas con habilidad genética para tolerar el EC. Genes localizados en el eje endócrino GH/IGF1 han sido propuestos como candidatos para mejorar la fertilidad en vacas lecheras (Leyva-Corona *et al.*, 2018). Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue evaluar polimorfismos de genes del eje GH/IGF1 como predictores de la fertilidad en vacas lecheras manejadas en verano en el Valle del Yaqui.

## Metodología

El estudio se realizó en el establo lechero de la Posta-ITSON e incluyó 100 vacas Holstein con 60 días de lactación, de 3 a 6 años y peso promedio de 600 kg., las cuales recibieron una dieta acorde a sus requerimientos (NRC, 2021). Al iniciar el verano, las vacas recibieron una evaluación reproductiva por ultrasonografía transrectal, iniciaron un protocolo para sincronización de la ovulación (OvSynch) e inseminación artificial (IA) y fueron diagnosticadas para gestación 30 días después de la IA. Se evaluaron las variables reproductivas de tasa de preñez a primer servicio (TPPS), número de servicios por concepción (SPC), días abiertos (DA) e intervalo entre partos (IEP). Se recolectó una muestra de sangre individual para extracción de ADN, el cual fue genotipado utilizando un dispositivo con 180 polimorfismos de nucleótido simple (SNPs) a través de la plataforma de arreglo de masas "Sequenom MassArray". Los genotipos resultantes fueron sometidos a un estudio asociativo con las variables de fertilidad usando un modelo estadístico de efectos mixtos, el cual fue procesado en el software SAS. Se realizó un estudio de sustitución alélica usando el genotipo como covariable en el modelo estadístico.

## Resultados y discusión

Los valores promedio para caracteres reproductivos de TPPS, SPC, DA e IEP fueron  $52.3 \pm 12.9$ ,  $2.1 \pm 0.1$ ,  $149 \pm 10.2$  y  $412 \pm 26.9$ , respectivamente, los cuales se consideran normales y con variabilidad aceptable. La Tabla 1 muestra los rasgos de fertilidad de

acuerdo con los genotipos del SNP que resultó ser predictor, el cual se encuentra en el gen IGFBP5. El genotipo favorable resultó ser el CC debido a que vacas con este genotipo mostraron la mejor fertilidad. En el mismo cuadro se observa el efecto de sustitución alélica que muestra la contribución favorable del SNP para cada variable reproductiva. El gen STAT5 codifica para una proteína que regula la transcripción del IGF1, el cual se considera como un importante regulador de la función reproductiva en la vaca. Este gen se encuentra dentro del cromosoma 5 en una región conocida como eje GH/IGF1 que incluye otros genes como SOCS2, PMCH e IGFBP, que también participan en la regulación de la fertilidad. Estudios previos reportaron un SNP en el gen STAT5 asociado al intervalo parto-primer estro (Hax *et al.*, 2017), tasa de preñez a primer servicio, días abiertos y servicios por concepción (Leyva-Corona *et al.*, 2018).

Tabla 1

Valores promedio para rasgos reproductivos de acuerdo a los genotipos del SNP del gen STAT5 y efecto de sustitución alélica.

SNP ID	Gen	Rasgo	TT	TC	CC	Prob	ESA
rs110668467	STAT5	TPPS	42.7 <sup>a</sup>	53.9 <sup>b</sup>	67.3 <sup>c</sup>	<0.01	12.6
		SPC	2.1 <sup>a</sup>	2.0 <sup>ab</sup>	1.7 <sup>b</sup>	<0.01	0.2
		DA	179.1 <sup>a</sup>	143.6 <sup>b</sup>	128.2 <sup>c</sup>	<0.01	24.9
		IEP	474.5 <sup>a</sup>	422.78 <sup>b</sup>	391.8 <sup>c</sup>	<0.01	41.7

STAT5 (Signal transducer and activator of transcripción 5); Rasgo (TPPS=Tasa de preñez a primer servicio; SPC=Servicios por concepción; DA=Días abiertos; IEP=Intervalo entre partos); TT, TC, CC=Genotipos para el SNP rs110668467 del gen STAT5; ESA=Efectos de sustitución alélica.

### Conclusiones

Un SNP del gen STAT5 resultó ser predictor de los caracteres reproductivos de TPPS, SPC, DA e IEP en ganado lechero. Por lo tanto, dicho SNP se considera como un marcador genético útil para ser incluido en programas de selección para mejorar la fertilidad en vacas lecheras manejadas en el Valle del Yaqui.

### Referencias

- Hax, L.T., Schneider, A., Jacometo, C.B., Mattei, P., da Silva, T.C., Farina, G., & Corrêa, M.N. (2017). Association between polymorphisms in somatotropic axis genes and fertility of Holstein dairy cows. *Theriogenology*. 88, 67-72.
- Leyva-Corona, J.C., Reyna, J.R., Zamorano, R., Sanchez, M.A., Thomas, M.G., Enns, R.M., Speidel, S.E., Medrano, J.F., Rincon, G., & Luna-Nevarez, P. (2018). Polymorphisms within the prolactin and growth hormone/insulin-like growth factor-1 functional pathways associated with fertility traits in Holstein cows raised in a hot-humid climate. *Trop Anim Health Prod*. 50(8), 1913-1920.
- NRC National Research Council (2021). *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. 8th ed. National Academy Press.

## Diagnóstico previa siembra de *Vibrio parahaemolyticus* toxigénico en post-larvas de camarón blanco *Litopenaeus vannamei*

Uribe Ochoa N.E.<sup>a</sup>; Ibarra Gámez J. C.<sup>a</sup>; Ochoa Meza A. R.<sup>b</sup>; Sánchez Díaz R.<sup>a</sup>; Martínez Ibarra D.<sup>a</sup>

✉ \*jose.ibarra@itson.edu.mx; ✉ \*esme.urch@gmail.com

<sup>a</sup> Instituto Tecnológico de Sonora, C. 5 de febrero 818, Centro, Urb. No. 1, 85000, Cd. Obregón, Sonora,

<sup>b</sup> Instituto Tecnológico del Valle del Yaqui, Calle 600, Block 611, Bácum, 85276 San Ignacio Río Muerto, Sonora.

**Palabras clave:** postlarvas, *V. parahaemolyticus*, PirAB<sup>VP</sup>

### Introducción

La camaronicultura es un sector altamente productivo y rentable a nivel mundial. La mayor problemática a la que se enfrenta son distintas enfermedades (virales y bacterianas). Al género *Vibrio*, se le acuñen diversas infecciones que causan mortalidades significativas. Dentro de este género se encuentran cepas que contienen uno o varios plásmidos extra cromosómicos capaces de codificar una potente toxina binaria (PirAB<sup>VP</sup>) causante de AHPND (Lee *et al.*, 2015).). Esta cepa toxigénica se presume que llegó a México durante 2013 y fue asociada a fuertes mortalidades (hasta 100%) en cultivos camaroneros (Tran, 2013). *Vibrio parahaemolyticus* (Vp) y otras cepas han sido reportadas como el agente causal, a la fecha se siguen reportando mortalidades ocasionadas por este patógeno. El objetivo del presente estudio fue determinar la presencia de *V. parahaemolyticus* toxigénico en post-larvas de camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) colectados en los contenedores de transporte provenientes de laboratorios.

### Metodología

Se muestrearon 26 contenedores, provenientes de tres laboratorios del Estado de Sonora (LA, LC, LE) y tres de Sinaloa (LB, LD, LF) entre los meses de abril y julio de 2022 y febrero de 2023. El estudio se dividió en cuatro etapas.

- I. Colecta de las postlarvas de camarón blanco (*L. vannamei*) tomados de los contenedores de transporte, organismos que no poseían signo de enfermedad.
- II. Aislamiento en agares selectivos TCBS (Agar Tiosulfato Citrato Bilis Sacarosa) y CHROMagar *Vibrio* y purificación en medio TSA (Agar Trypticaseína de Soya)
- III. Análisis molecular. PCR en tiempo real, detectando el gen codificante de la toxina binaria PirAB<sup>VP</sup> utilizando el kit comercial IQ REALTM AHPND/EMS Toxin 1.
  - Crio preservación en crio-perlas de las cepas positivas (Oscars & Castro, 2020).
- IV. Secuenciación de la región 16's ARNr. Se realizó una secuenciación de la región 16s ARNr en la empresa MacroGen. Para la afiliación filogenética se utilizó el programa

BLAST para una búsqueda de similitud en los resultados de la secuenciación, y para determinar una evolución evolutiva el programa MEGA11.

### Resultados y discusión

De los 26 contenedores (casos), se obtuvieron 21 positivos presumiblemente para *V. parahaemolyticus* en medio TCBS y CHROMagar Vibrio. Con una prevalencia de 80.76% (BUSH, 1997), cabe aclarar que este método no identifica con certeza a la especie que pertenece la cepa bacteriana ni la presencia de la toxina PirAB<sup>VP</sup>. Por el método de PCR en tiempo real se confirmaron que cinco de los anteriores casos resultaron positivos a la Toxina PirAB<sup>VP</sup> causante de AHPND. En la secuenciación de las cepas positivas a la toxina se obtuvo que el LA presentó a *V. alginolyticus* mientras que LB a *V. campbellii* (Tabla 1). La cepa *V. parahaemolyticus* era la principal codificadora de la toxina binaria PirAB<sup>VP</sup> (Tran, 2013).

Tabla 1  
Resultados de los análisis.

Laboratorios	Transportes (casos)	Bacteriológico	PCR	Especie
LA	C1b	+	+	<i>V. alginolyticus</i>
	C3	+	+	<i>V. alginolyticus</i>
	C6b	+	+	<i>V. alginolyticus</i>
	C15	+	+	<i>V. alginolyticus</i>
LB	C2	+	+	<i>V. campbellii</i>

### Conclusión

Se detectaron y aislaron bacterias del género *Vibrio* (*V. campbellii* y *V. parahaemolyticus*) codificadoras de la toxina binaria PirAB<sup>VP</sup> causante de la AHPND en postlarvas que todavía no eran ingresadas en el sistema de engorda. La toxina binaria se presentó en una especie diferente a *V. parahaemolyticus*. Por tal motivo se recomienda seguir con esta línea de investigación.

### Referencias

- Di Pinto, A., Terio, V., Novello, L. y Tantillo, G. (2011). Control de Alimentos, 22 (1), 124-127, <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2010.06.013>.
- FAO. (2004). FAO Documento Técnico de Pesca. No. 450. 66p. <https://www.fao.org/3/y5040s/y5040s.pdf>.
- Lee, C. T. (2015). Proc Natl Acad Sci EE.UU. 112(34), 10798–10803. <https://doi.org/10.1073>
- Oscars P. Y. & Castro F. J. F. (2020). Boletín INIA N°428. <https://bibliotecadigital.ciren.cl/handle/20.500.13082/3296>.
- Tran, L. N. (2013). Diseases of aquatic organisms, 105(1), 45–55. <https://doi.org/10.3354/dao02621>.

## Liberación *in vitro* de *Pontibacillus* sp. simulando el sistema digestivo del langostino *Macrobrachium tenellum*

Diarte Plata G.<sup>a</sup>; Granados Alcantar S.<sup>b\*</sup>, Escamilla Montes R.<sup>a</sup>; Vega Carranza A.S.<sup>a</sup>; Luna González A.<sup>a</sup>; Fierro Coronado J.A.<sup>a</sup>

✉\*salvador.granados@uadeo.mx

<sup>a</sup> Instituto Politécnico Nacional. CIIDIR-Unidad Sinaloa. Departamento de Acuacultura, Guasave, 81101 Sinaloa, México.

<sup>b</sup> Universidad Autónoma de Occidente, Unidad Los Mochis. Departamento de Ciencias Naturales y Exactas. Los Mochis, 81223 Sinaloa, México.

**Palabras clave:** probiótico, microencapsulación, langostino, liberación

### Introducción

La efectividad de un probiótico radica en alcanzar el sitio de acción con una concentración idónea, requiriéndose entonces, que los probióticos tienen la capacidad para poder resistir diferentes condiciones (temperatura, luz, pH, oxígeno, etc.) que se presentan durante el procesamiento, almacenamiento, aplicación y paso por el tracto gastrointestinal del organismo receptor. (Krasaekoopt *et al.*, 2006). Para lo cual la microencapsulación, ha surgido para mejorar diferentes parámetros que conllevan a la obtención de un producto exitosamente fortificado con probióticos. Por lo que el objetivo de este trabajo fue evaluar la liberación *in vitro* de microcápsulas de *Pontibacillus* sp. (MT Hp3 2020), simulando el sistema digestivo del langostino de agua dulce *Macrobrachium tenellum*.

### Metodología

La cepa de *Pontibacillus* sp se cultivó en caldo de tripticaseína de soya (BD, Bioxon®, México) durante 72 h a 32 °C. El cultivo se ajustó a una densidad óptica de 1.0 (a 595 nm). Las microcápsulas se prepararon mediante la técnica de gelificación iónica con modificaciones al protocolo establecido por Calero *et al.* (2008), se preparó una solución acuosa de alginato de sodio al 2% p/v con aceite vegetal de soya para una concentración final de 1.5% v/v. Se emulsificaron las 2 soluciones mediante ultrasonido a una amplitud del 60% durante 1.5 min y se añadieron las bacterias previamente cultivadas (12 x 10<sup>6</sup> UFC/mL). Para la liberación *in vitro* se disectaron 15 organismos, para obtener el estómago, hepatopáncreas e intestino, los cuales fueron centrifugados (13,000 g por 10 min, a 4 °C) en una solución de Tris 50 mM pH 7, en una proporción de 1:1 p/v. El experimento consto de 2 tratamientos (por triplicado): **I) Control:** *Pontibacillus* sp sin microencapsular [610 000 UFC/mL por 1 mL de extracto enzimático de estómago de los 0 a las 3 h (T0, T3/E), de hepatopáncreas a las 6 h (T6/H) y de intestino a los 9 h (T9/I)]; **II) Tratamiento I:** Micropartículas secadas por aspersion con *Pontibacillus* sp [(610 000 UFC/g por mL de extracto enzimático (T0, T3/E), (T6/H) y (T9/I)]. Para la determinación del porcentaje de liberación de *Pontibacillus* sp y en cada uno de los tratamientos se tomaron muestras

de 100 µL (por triplicado) y se realizarán diluciones seriadas, las cuales se sembraron en tripticaseína de soya agar (BD Bioxon®, México) al, para obtener un conteo de UFC/mL (Escamilla-Montes *et al.*, 2015).

## Resultados y discusión

En cuanto a la eficiencia de encapsulación de las microcápsulas resultantes de la de la técnica de gelificación iónica, mostró que el 100% de las bacterias eran viables después de la emulsión, se puede deber a que las temperaturas de secado son menores, lo que permite que la supervivencia de la cepa bacteriana fue mayor. En la liberación *in vitro* de *M. tenellum*, se obtuvo una viabilidad inicial de  $39 \times 10^5$  UFC/g. El porcentaje bacteriano de *Pontibacillus* sp que logró liberarse en el EEI, fue mayor en el tratamiento microencapsulado con alginato de calcio (II:  $25.57 \pm 0.37\%$ ) comparado con el tratamiento control ( $5.13 \pm 0.01\%$ ) (Tabla 1). Lo que nos indica que este procedimiento de encapsulación es el idóneo para permitir que la bacteria probiótica pueda llegar en las mejores condiciones al intestino del langostino *M. tenellum*.

Tabla 1

Liberación *in vitro* de *Pontibacillus* sp en tracto gastrointestinal de machos de *M. tenellum*.

Tratamiento	T0 (EEE)	T3 h (EEE)	T6 h (EEH)	T9 h (EEI)
I. Control ( <i>Pontibacillus</i> sp sin microencapsular)	$100 \pm 1.39$	$5.13 \pm 2.52$	$12.82 \pm 2.89$	$5.13 \pm 0.01$
II. T I. <i>Pontibacillus</i> sp microencapsulado con alginato de calcio	$8.25 \pm 0.20$	$15.79 \pm 2.67$	$19.74 \pm 2.60$	$25.57 \pm 0.37$

EEE=Extracto enzimático de estómago; EEH=Extracto enzimático de hepatopáncreas; EEI=Extracto enzimático de intestino. % P  $\pm$  e.e.

## Conclusiones

Se obtuvieron valores altos de viabilidad al encapsular *Pontibacillus* sp. mediante la técnica de gelificación iónica. El extracto de intestino presentó el mayor porcentaje de liberación con respecto al hepatopáncreas y estómago.

## Referencias

- Calero, J., Sánchez, Y.F., Tórrez, R., Hernann, E., & López, K. (2008). Elaboración y Caracterización de microcápsulas gastrorresistentes de Diclofenaco obtenidas por Gelificación Iónica. Univ. (León). Rev. Científica la UNAN-León. 2, 27–30.
- Escamilla-Montes, R., Luna-González, A., del Carmen Flores-Miranda, M., Alvarez-Ruiz, P., Fierro-Coronado, J.A., Sánchez-Ortiz, A.C., & Ávila-Leal, J. (2015). Isolation and characterization of potential probiotic bacteria suitable for mollusk larvae cultures. Thai Journal of Veterinary Medical. 45 (11).
- Krasaekoopt, W., Bhandari, B., & Deeth, H.C. (2006). Survival of probiotics encapsulated in chitosan-coated alginate beads in yoghurt from UHT-and conventionally treated milk during storage. LWT-Food Science of Technology. 39, 177–183.

## Predicción de la producción de leche en vacas Holstein en base a un indicador ambiental

Pineda Montes A.<sup>a</sup>; Mondaca Duarte M.<sup>a</sup>; Leyva Corona J.C.<sup>a</sup>; Reyna Granados J.R.<sup>a</sup>; Thomas M.G.<sup>b</sup>; Luna Nevárez P.<sup>a\*</sup>

✉\*pluna@itson.edu.mx

<sup>a</sup> Instituto Tecnológico de Sonora, Departamento Ciencias Agronómicas y Veterinarias, 85000 Ciudad Obregón, México.

<sup>b</sup> Texas A&M AgriLife Research, 78102 Beeville TX, USA.

**Palabras clave:** estrés por calor, leche, Holstein, ITH.

### Introducción

El cambio climático afecta los sistemas de producción ganadera ya que induce el estrés por calor (EC), el cual representa una seria amenaza para la supervivencia animal especialmente en regiones áridas y desérticas. El método más preciso para evaluar el efecto del EC es a través del indicador de temperatura y humedad (ITH), el cual parece estar asociado con el rendimiento productivo en las vacas lecheras. Se considera importante determinar el impacto del EC sobre el comportamiento productivo, lo que facilita la implementación de estrategias de manejo adecuadas que aseguren la rentabilidad del ganado bovino lechero. Por lo tanto, el objetivo fue evaluar el efecto del ITH como predictor de la producción de leche en vacas de raza Holstein expuestas a EC.

### Metodología

El estudio se realizó en el establo lechero de la Posta-ITSON e incluyó registros de producción de 2 años correspondientes a 143 vacas lactantes de raza Holstein, de 3 a 6 partos y peso promedio de 600 kg. Se registró la producción de leche (kg) correspondiente a las dos ordeñas del día (0700 y 1700 h) utilizando un sistema electrónico. Se registró diariamente la temperatura ambiental y humedad relativa a través de sensores colocados en los corrales, las cuales se usaron para calcular el ITH. Se realizó un análisis de correlación entre el ITH y la producción de leche obtenida durante la época de verano. Un análisis de regresión lineal simple fue desarrollado para evaluar el potencial del ITH como predictor de la producción de leche en vacas Holstein que fueron expuestas a EC.

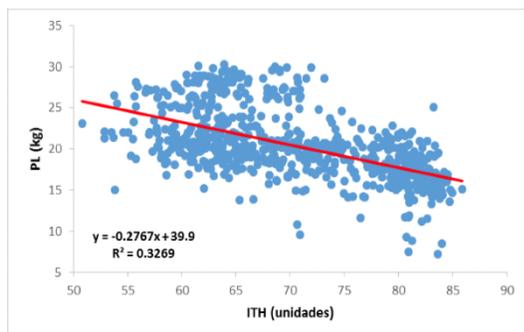
### Resultados y discusión

Los valores promedio  $\pm$  error estándar para la producción de leche, temperatura ambiental, humedad relativa e ITH fueron  $20.39 \pm 0.15$ ,  $34.87 \pm 0.22$ ,  $66.98 \pm 0.38$  y  $70.50 \pm 0.32$ , respectivamente. Los valores anteriores muestran una distribución y variabilidad normales. La tabla 1 muestra los resultados del análisis de correlación entre la producción de leche y la variable climática de ITH. La figura 1 muestra el resultado del análisis de regresión, donde la ecuación indica una magnitud de cambio en la producción de leche de  $-0.2767$  litros por unidad de cambio en el ITH durante el período experimental ( $P < 0.0001$ ).

Tabla 1

Análisis de correlación entre la producción de leche y las variables de TA, HR e ITH durante el periodo experimental.

Variable	n	Correlación (r)	Valor de P
TA, °C	692	-0.587	0.0001
HR, %	685	-0.028	0.4590
ITH, unidades	685	-0.610	0.0001



Los elementos climáticos que afectan negativamente la producción de leche son la temperatura ambiental (TA), humedad relativa (HR), radiación solar, velocidad del viento y precipitación pluvial (Becker *et al.*, 2020). En el presente estudio el ITH resultó ser un predictor de la producción de leche durante el verano, por lo cual el cambio en esta variable por unidad de incremento en el ITH, parece ser una respuesta fisiológica ante el EC que se caracteriza por incremento en la ingesta de agua y reducción del consumo de alimento (Sejian *et al.*, 2018). Evidencias previas confirman la afectación en la producción de leche debido al EC, lo cual se atribuye a la disminución del aporte nutricional a la glándula mamaria derivado de la reducción del apetito, como estrategia para minimizar la producción de calor.

### Conclusiones

El ITH ha mostrado ser un indicador confiable del efecto climático sobre el comportamiento productivo del ganado y se propone en el presente estudio como un predictor de la producción de leche de vacas Holstein durante el verano.

### Referencias

- Becker, C.A., Collier, R.J., & Stone, A.E. (2020). Invited review: Physiological and behavioral effects of heat stress in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 103(8), 6751-6770.
- Sejian, V., Bhatta, R., Gaughan, J., Dunshea, F., & Lacetera, N. (2018). Review: Adaptation of animals to heat stress. *Animal.* 12(S2), S431-S444.

# **CAPÍTULO 2.**

## **CIENCIAS DE LOS ALIMENTOS**



## Introducción

---

En un mundo con una economía globalizada y con una población que crece exponencialmente la demanda, la oferta de alimentos y los cambios poblacionales ocasionan patrones alimentarios variables. La industria alimentaria requiere de una reinversión constante para poder contribuir a la mejora de las condiciones de vida de la sociedad.

La ciencia de los alimentos se define como la aplicación de las ciencias básicas y la ingeniería para estudiar la naturaleza física, química y bioquímica de los alimentos y los principios de su procesamiento. La inocuidad de alimentos, la nutrición y la seguridad alimentaria son temas prioritarios para la industria alimentaria, la cual evoluciona constantemente. Por otro lado, los avances científicos y tecnológicos permiten producir alimentos que responden a las demandas de los consumidores, con procesos productivos sostenibles y eficientes. El objetivo de la inocuidad de los alimentos es la protección de la salud, así como la prevención de enfermedades y la garantía del acceso a alimentos inocuos y nutritivos.

Algunos avances en ciencia de los alimentos son la detección temprana de enfermedades que afectan los sistemas productivos agrícolas y pecuarios para lograr insumos de calidad que son la base para obtener alimentos diversos. Además, el desarrollo de tecnología para la trazabilidad de los productos alimentarios que se ofrecen al consumidor. Por otro lado, existen alternativas novedosas para la conservación de los alimentos para extender su vida de anaquel, tales como los empaques inteligentes, el uso de compuestos naturales para sustituir el uso de compuestos químicos, así como la mejora de la funcionalidad de ingredientes.

En este capítulo se abordan algunos trabajos enfocados en la actividad antimicrobiana, enzimática, antioxidante de nuevos alimentos o sus extractos, búsqueda de nuevas materias primas para la producción de alimentos, diseño de envases inteligentes, el aprovechamiento de subproductos alimentarios.

**Dra. Olga Nydia Campas Baypoli**  
Profesora-Investigadora ITSON

**Dra. Ana Karina Blanco Ríos**  
Responsable del Programa Educativo  
Licenciatura en Tecnología de Alimentos ITSON

## Actividad antimicrobiana de hidrolizado de vísceras de pollo glicado vía reacción de Maillard

Flores-Quezada J.B.<sup>a</sup>; Villa-Lerma A.G.<sup>a\*</sup>; Rodríguez-Ramírez R.<sup>a</sup>; Ávila-Villa L.A.<sup>b</sup>; Plascencia-Jatomea R.<sup>b</sup>; Mondaca-Fernández, I.<sup>a</sup>

✉ <sup>\*</sup>alma.villa@itson.edu.mx

<sup>a</sup> Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias. Instituto Tecnológico de Sonora. Cd. Obregón, 85000 Sonora, México.

<sup>b</sup> Departamento de Ciencias de la Salud, Universidad de Sonora, Ciudad Obregón, 85040 Sonora, México

**Palabras clave:** *Staphylococcus aureus*; autólisis; proteína; glicación

### Introducción

Las proteínas pueden tener un impacto significativo en la industria alimentaria, ya que tienen la capacidad de mejorar y mantener la calidad de los alimentos gracias a sus propiedades fisicoquímicas. Cerca del 30% de los desechos de la industria avícola son vísceras, constituyendo una fuente de proteínas. Combinadas con azúcares reductores, vía reacción de Maillard, generan compuestos con potencial antimicrobiano. Este estudio se enfoca en evaluar la actividad antimicrobiana del hidrolizado de vísceras de pollo glicado frente a *Staphylococcus aureus*.

### Metodología

Se extrajeron proteínas de vísceras de pollo (Jamdar & Harikumar, 2008). Se determinó el contenido de proteína mediante Bradford. Se mezcló extracto proteico con glucosa en proporción 1:2 (p/p). Los tratamientos se calentaron en horno durante 3 horas y 90 °C. Se realizó una curva entre  $\text{Log}_{10} \text{UFC} \cdot \text{mL}^{-1}$  y densidad óptica para *S. aureus*. Se determinó el potencial antimicrobiano según Rodríguez-Ramírez *et al.*, 2018. Análisis de los datos: ANOVA y test Duncan,  $\alpha = 0.05$  (StatGraphics Plus). De la codificación de los ensayos: HPVP-Glu-90 para hidrolizado proteico con glucosa calentado; HPVP-Glu para hidrolizado proteico con glucosa crudo; HPVP-90 para hidrolizado proteico calentado; Glu-90 para glucosa calentada y Oxi para el antibiótico oxitetraciclina.

### Resultados y discusión

La concentración de proteína del extracto fue de  $2.5 \text{ mg} \cdot \text{mL}^{-1}$ . De los resultados del ensayo antimicrobiano (tabla 1). Es interesante destacar que, aunque los tratamientos lograron una inhibición menos pronunciada respecto al antibiótico de referencia, la presencia de algún nivel de inhibición sugiere cierta actividad antimicrobiana. Así pues, los sistemas HPVP-Glu-90 y HPVP-90 mostraron actividad contra la cepa analizada, con un máximo de inhibición del 14.7% y 14.13%, respectivamente, a los 240 minutos de incubación.

Tabla 1  
Inhibición de *S. aureus*

Tiempo (min)	HPVP-Glu-90 (%)	HPVP-Glu (%)	HPVP-90 (%)	Glu-90 (%)	Oxi (%)
180	NP	NP	NP	4.35 ± 10.59	NP
210	10.13 <sup>a</sup> ± 8.83	NP	10.13 <sup>a</sup> ± 6.51	3.19 <sup>a</sup> ± 8.66	10.66 <sup>a</sup> ± 7.72
240	14.7 <sup>a</sup> ± 6.38	NP	14.13 <sup>a</sup> ± 4.56	2.02 <sup>a</sup> ± 8.77	28.28 <sup>b</sup> ± 6.28
270	14.54 <sup>a</sup> ± 4.73	NP	12.86 <sup>a</sup> ± 2.09	3.34 <sup>a</sup> ± 10.67	36.47 <sup>b</sup> ± 3.94
300	11.32 <sup>a</sup> ± 3.95	NP	11.24 <sup>a</sup> ± 1.86	6.26 <sup>a</sup> ± 12.23	40.70 <sup>b</sup> ± 5.13
330	2.31 <sup>a</sup> ± 6.49	NP	9.86 <sup>a</sup> ± 5.32	2.02 <sup>a</sup> ± 5.63	39.11 <sup>b</sup> ± 6.49

Cifras con misma letra dentro de cada columna son estadísticamente iguales (Duncan, P-valor 0.05) (n=3); % Inhibición DS. NP: no presentó.

Chakka *et al.*, (2015); Chen *et al.*, (2021) demostraron que hidrolizados y glicoconjugados de hígado de pollo inhiben bacterias Gram-positivas, incluyendo *S. aureus* y *S. saprophyticus* respectivamente. Nuestros resultados, al igual que los de ambos estudios, respaldan la susceptibilidad de las bacterias Gram-positivas a los hidrolizados y glicoconjugados de vísceras de pollo.

### Conclusiones

El extracto proteico de vísceras de pollo glicado con glucosa presenta actividad antimicrobiana menor a la concentración efectiva 50. *S. aureus* presenta sensibilidad ante los extractos proteicos glicados al inhibir su crecimiento en 14.7 %. Este estudio permite recomendar la determinación de la concentración mínima inhibitoria/bacteriostática de los extractos glicados frente a *S. aureus*.

### Referencias

- Chakka, A. K., Elias, M., Jini, R., Sakhare, P. Z., & Bhaskar, N. (2015). In-vitro antioxidant and antibacterial properties of fermentatively and enzymatically prepared chicken liver protein hydrolysates. *Journal of Food Science and Technology*, 52, 8059-8067.
- Chen, X., Jiang, D., Xu, P., Geng, Z., Xiong, G., Zou, Y. & Xu, W. (2021). Structural and antimicrobial properties of Maillard reaction products in chicken liver protein hydrolysate after sonication. *Food chemistry*, 343, 128417.
- Jamdar, S.N. & Harikumar, P. (2008). A rapid autolytic method for the preparation of protein hydrolysate from poultry viscera. *Bioresource Technology*, 99:6934-6940.
- Rodríguez-Ramírez, R., Mondaca-Navarro, B.A., Torres-Arreola, W., et al. (2018). Determinación de citotoxicidad y actividad antimicrobiana sobre *S. aureus* de glicoproteínas de origen animal. XXXV Reunión Nacional de Microbiología y Toxicología de los Alimentos. Nueva Vallarta, Nayarit, México.

## Evaluación de la amilosa en *Triticum aestivum* y *Triticum durum*

Padilla-Torres C. V.<sup>a</sup>; Mondaca-Fernandez I.<sup>a\*</sup>; López-Ahumada G.<sup>b</sup>; Balderas-Cortes J. J.<sup>a</sup>; Meza-Montenegro M. M.<sup>a</sup>; Serna-Saldívar S.O.<sup>c</sup>

✉\* [iram.mondaca@itson.edu.mx](mailto:iram.mondaca@itson.edu.mx)

<sup>a</sup> Instituto Tecnológico de Sonora, 5 de febrero 818 Sur, Col. Centro, Ciudad Obregón, Sonora, México.

<sup>b</sup> Universidad de Sonora, Departamento de Investigación y Posgrado en Alimentos, Blvd. Luis Encinas y Rosales, Hermosillo, Sonora, C.P. 83000.

<sup>c</sup> Tecnológico de Monterrey, Centro de Investigación y Desarrollo de Proteínas, Avenida Eugenio C.P. 64849.

**Palabras clave:** amilosa, trigo duro, trigo panadero.

### Introducción

Existen algunas variedades tanto de trigo panadero como trigo cristalino mexicano que se consideran de buena calidad, sin embargo, estos granos se ven afectados por diferentes fenómenos que en la mayoría dependen de las condiciones ambientales que prevalezcan durante el periodo de crecimiento del grano de trigo. Dentro de dichos fenómenos existe un desorden fisiológico conocido comúnmente como “panza blanca” (PB). PB afecta al grano de trigo disminuyendo el contenido de proteína y aumentando el contenido de almidón, que se manifiesta por una apariencia almidonosa en grano. Este desorden fisiológico afecta la calidad y el valor económico del grano, causando sanciones y pérdidas a los agricultores (Rodríguez-Félix *et al.*, 2014). Para establecer la calidad del almidón, es esencial considerar su estructura, entre otros aspectos (Akonor *et al.*, 2023). Las características del almidón contribuyen al comportamiento de la harina durante la cocción, las variaciones en la calidad y cantidad de almidón tienen un impacto en las características de procesamiento de la harina. Estudiar el impacto de PB en las propiedades del almidón es significativo, ya que el almidón es el componente principal de los granos y tiene un efecto en la calidad del pan y otros productos.

### Metodología

La determinación del contenido de amilosa y el análisis de la unión de yodo se realizaron según Bouhallel *et al.* (2021). El método colorimétrico de yodo se utilizó para determinar el contenido de amilosa de las muestras de almidón. El contenido de amilosa se obtuvo mediante la determinación de la absorbancia de la solución final a 620 nm.

### Resultados y discusión

El contenido de amilosa en el almidón de granos de trigo con y sin PB se muestra en la Figura 1. El resultado de amilosa para las muestras fue TP 27.18 %, TP-PB 28.96, TD 29.53 y TD-PB 30.37, siendo un valor cercano al reportado en la bibliografía (Naguleswaran *et*

*al.*, 2013), y clasificándose como un almidón normal. Se puede observar que donde hubo diferencias significativas fue en el trigo panadero, lo que nos indica que la presencia de panza blanca en el trigo si influye en la estructura del almidón. Es importante considerar esta información porque los almidones con diferentes contenidos de amilosa son de interés en el procesamiento de alimentos debido a su potencial para modificar la textura y calidad de los productos finales.

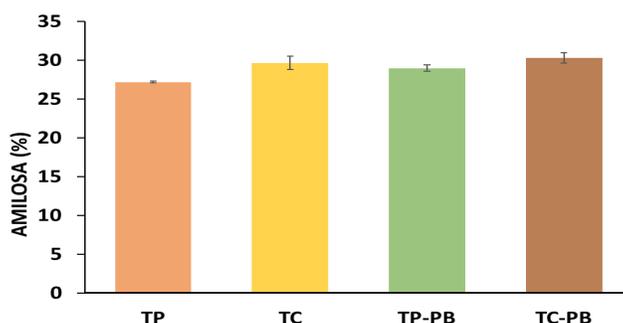


Figura 1. Contenido de amilosa del trigo cristalino (TC), trigo cristalino con panza blanca (TC-PB), trigo panadero (TP) y trigo panadero con panza blanca (TP-PB).

### Conclusiones

Los resultados de este estudio han observado que la presencia de “panza blanca” (PB) en el trigo panadero influye en la estructura del almidón, lo que se refleja en el contenido de amilosa. En general, este estudio resalta la importancia de comprender la composición y la estructura del almidón en diferentes variedades de trigo, ya que esto puede tener un impacto significativo en la calidad y la textura de los productos alimenticios finales.

### Referencias

- Akonor, P. T., Osei Tutu, C., Arthur, W., Adjebeng-Danquah, J., Affrifah, N. S., Budu, A. S., & Saalia, F. K. (2023). Granular structure, physicochemical and rheological characteristics of starch from yellow cassava (*Manihot esculenta*) genotypes. *International Journal of Food Properties*, 26(1), 259–273.
- Bouhallel, S., Belhadi, B., Souilah, R., Djabali, D., & Nadjemi, B. (2021). Isolation of starch from seven Pearl Millet grain landraces by two processes; wet milling and Ultrasound application. *Algerian Journal of Environmental Science and Technology*, 7(1), 1687–1697.
- Naguleswaran, S., Vasanthan, T., Hoover, R., & Bressler, D. (2013). The susceptibility of large and small granules of waxy, Normal and high-amylose genotypes of barley and corn starches toward amyolysis at sub-gelatinization temperatures. *Food Research International*, 51(2), 771–782.
- Rodríguez-Félix, F., Ramirez-Wong, B., Torres-Chávez, P. I., Álvarez-Avilés, A., Moreno-Salazar, S., Rentería-Martínez, E. M., & Bello-Pérez, L. A. (2014). Yellow berry, protein and agronomic characteristics in bread wheat under different conditions of nitrogen and irrigation in northwest Mexico. *Pakistan Journal of Botany*, 46(1), 221–226.

# Alimento tradicional producido con diferentes especies de maguey de la región mixteca de Oaxaca

López Sánchez C.\*<sup>b</sup>; Palma-Cruz F.J.<sup>a</sup>.

✉ \*[claudia.lopez@itoaxaca.edu.mx](mailto:claudia.lopez@itoaxaca.edu.mx)

<sup>a</sup> Tecnológico Nacional de México. Instituto Tecnológico de Oaxaca. División de Estudios de Posgrado e Investigación. 68030. Oaxaca de Juárez, Oaxaca. México.

<sup>b</sup> Tecnológico Nacional de México. Instituto Tecnológico de Oaxaca. Departamento de Ingeniería Química y Bioquímica. 68030. Oaxaca de Juárez, Oaxaca. México.

**Palabras clave:** alimento, bromatológico, *Agave*, dulce

## Introducción

Los agaves se usan para la elaboración del alimento *Yavi tikunchi*, que es hecho con diferentes especies de *Agave* silvestres: *Agave potatorum*, *Agave nussaviorum*, *Agave seemanniana* y *Agave atrovirens*, con el *Oxalis lasiandra* nombrado como coyul, trébol o *Ntuja* en lengua mixteca. Ambas materias primas (*Agave-Oxalis*) son llevadas a cocción, para promover la hidrólisis de los carbohidratos con la ayuda de dos factores; la temperatura de ebullición y la acidez dada por el *Oxalis*, obteniendo los fructooligosacáridos (FOS), las cuales poseen bajo peso molecular y grado de polimerización menor a 10 unidades (Spiegel *et al.*, 1994; Mancilla y López, 2006). Dicho producto final es primordial dentro de la alimentación de los mixtecos que ha sido transmitido por años, por lo mencionado es de suma importancia conocer el impacto que tiene sobre la dieta de los consumidores, por ello en el presente trabajo se realizó el análisis bromatológico conforme a la AOAC 2002 de los diferentes dulces, así como de sus ingredientes que son los agaves y el *Oxalis*.

## Metodología

El trabajo de campo consistió en la colecta de los agaves silvestres (*A. potatorum*, *A. seemanniana*, *A. nussaviorum* y *A. atrovirens*) con una madurez fisiológica de más de 5 años, el coyul o trébol (*Oxalis lasiandra*) fue colectado en los sembradíos de milpa, los lugares de colecta fueron; Santo Tomás Ocotepec y Santiago Nuyoo del distrito de Tlaxiaco, Oaxaca. El alimento dulce se preparó utilizando la parte basal de las hojas de agave, para después cortar en trozos pequeños y verter junto con el *Oxalis* en una olla de barro, en donde transcurrió la cocción por poco más de cuatro horas. Terminado la cocción, se obtuvo un alimento agridulce y se llevó al laboratorio para su análisis bromatológico (Tabla 1) así como para la determinación de azúcares reductores totales y directos (ART, ARD) por el método de Lane-Eynon (método de Fehling) conforme a la AOAC 2002. El análisis de datos se realizó por prueba de Tukey.

## Resultados y discusión

Los resultados se realizaron mediante un análisis de varianza (ANOVA, tabla1), con la finalidad de comparar la media (método de Tukey) con respecto a los azúcares reduc-

tores y el rendimiento de jugo, con un nivel de significancia de 0.05%. *Agave atrovirens* tuvo el mayor rendimiento en jugo, con el 72.33%, es el que también presentó el menor porcentaje de azúcares reductores en comparación con las demás especies. Los azúcares reductores directos fueron bajos, ya que se encontraban como polímeros y no habían sido hidrolizados totalmente. Por su parte, *Agave potatorum*, *A. nussaviorum* y *A. seemanniana* mostraron los mayores porcentajes de azúcares reductores totales, los cuales oscilaron entre 21.27 y 21.98%, estos son considerados de buena calidad según Granados (1993), ya que los azúcares reductores están presentes en una planta adulta de agave constituyendo entre el 20 y 30% del peso fresco. Al respecto, Bautista *et al.* (2001) encontraron que las piñas crudas de *Agave tequilana* tienen de 25 a 30% de azúcares reductores.

Tabla 1

Valores de rendimiento de jugo, grados Brix, ARD y ART presentes el jugo de Agave

Alimento tradicional Preparado con	Grados Brix	% ARD	%ART
Agave potatorum	14	8.73 <sup>b</sup> ±0.01	10.18 <sup>a</sup> ±0.07
Agave nussaviorum	14.5	8.94 <sup>a</sup> ±0.05	9.90 <sup>b</sup> ±0.04
Agave seemanniana	10.1	6.79 <sup>c</sup> ±0.01	7.15 <sup>c</sup> ±0.01
Agave atrovirens	8	5.86 <sup>d</sup> ±0.02	8.42 <sup>d</sup> ±0.01

D.E= Desviación estándar; ARD= Azúcares reductores directos; ART= Azúcares reductores totales.

<sup>a, b, c, d</sup> análisis de medias por el método de Tukey.

## Conclusiones

De las cuatro especies de *Agave* utilizadas para la elaboración del alimento dulce, el *A. atrovirens* tuvo el mayor porcentaje de jugo, sin embargo, también fue el que presentó el menor porcentaje de grados Brix y azúcares reductores totales. Por su parte, *A. potatorum*, *A. nussaviorum* y *A. seemanniana* tuvieron más del 20% de azúcares reductores y por ende son considerados de buena calidad. El alimento dulce elaborado con *A. nussaviorum* mostró los mayores porcentajes de grados Brix y azúcares reductores directos, de igual forma tuvieron una diferencia entre los valores de los azúcares reductores directos y los totales, lo que indica que es posible que estaban presentes azúcares no hidrolizados. Los valores bromatológicos validan el valor nutricional del alimento elaborado con *Agave* y el hecho de que sea considerado como una fuente energética importante. Los valores de proteína, extracto etéreo y fibra son predominantes en *Oxalis lasiandra* es por ello que entra en la clasificación como quelites.

## Referencias

- AOAC (2002). Official Methods of analysis. Fourteenth edition. Association of official Analytical Chemists. Washington, U.S.A.
- García-Mendoza, A. (2002). Distribution of *Agave* (Agavaceae) in México. Cactus and Succulent Journal 74: 177-187.

## Análisis conceptual de una bebida fermentada tradicional: caso de estudio del tejuino

Tapia Martínez W.<sup>a</sup>; Carmona Escutia R.P.<sup>b</sup>; Leyva Trinidad D.A.<sup>c</sup>; Gschaedler Mathis A.<sup>d</sup>; García Barrón S.E.<sup>\*d</sup>

✉\*segarcia@ciatej.mx

<sup>a</sup> Centro Universitario de Ciencias Económico Administrativas, Periférico Norte # 799, Núcleo Universitario Los Belenes, Cp. 45100, Zapopan, Jal. México.

<sup>b</sup> Sensory Smart Sevices, Sierra Leona #2115, Independencia Infonavit, Cp. 44240, Guadalajara, Jal. México.

<sup>c</sup> Coordinación de Desarrollo Regional, Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. Carretera Gustavo Enrique Astiazarán Rosas #46, Cp. 83304, Hermosillo, Son. México.

<sup>d</sup> Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, Camino Arenero # 1227, El Bajío, Cp. 45019, Zapopan, Jal. México.

**Palabras clave:** representación, comportamiento alimentario, consumidor, gastronomía tradicional.

### Introducción

Los alimentos y bebidas fermentados forman parte de la cultura gastronómica. Diversos estudios muestran que el consumo de estos productos, benefician a la salud humana. Un ejemplo de ello es el tejuino, que en náhuatl significa *latir del corazón*. Esta bebida, se elabora a partir de la fermentación de masa de maíz nixtamalizada (Cuamatzin-García *et al.*, 2022). Silva *et al.*, (2017), mencionan que el tejuino tiene potencial probiótico debido a los microorganismos que contiene. Sin embargo, a pesar de estos beneficios, desde el punto de vista del consumidor, el tejuino no ha sido estudiado. En ese sentido, mediante el análisis conceptual, es posible evaluar estructuras conceptuales, las cuales reflejan el comportamiento del consumidor. Por lo anterior, este trabajo se orientó a analizar la estructura conceptual que define el concepto *tejuino*.

### Metodología

Mediante una encuesta enviada por correo electrónico dirigida a consumidores de tejuino, se encuestaron 162 personas. La parte principal de la encuesta consistió en mencionar cuatro palabras que se asociaban al “tejuino” y posteriormente ordenarlas en función de su importancia, uno para la más importante y cuatro para la menos importante. Los resultados se analizaron mediante la metodología propuesta por Gómez-Corona *et al.*, (2016).

### Resultados y discusión

Se recabaron un total de 648 palabras, de las cuales se retuvieron las 16 palabras más mencionadas. Estas palabras representan la estructura conceptual que da significado al término *tejuino* (Figura 1). De acuerdo al análisis, el *core* central, es decir, la zona que

define al concepto, presentó el mayor número de palabras. Esto sugiere que el significado que los participantes tienen sobre el término tejuino es robusto. Además, aspectos relacionados con experiencias, hedonismo, proceso de elaboración, atributos sensoriales y tanto con las materias primas como con la identidad territorial que el tejuino representa para los participantes.

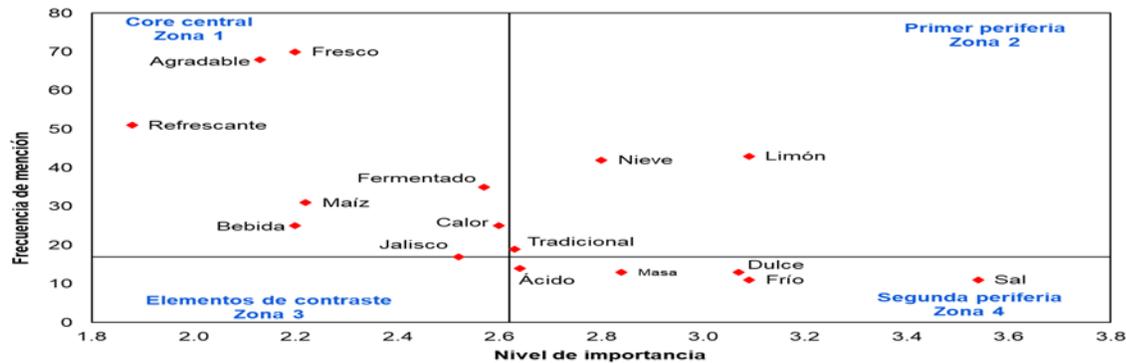


Figura 1. Estructura conceptual que conforma la representación del concepto “tejuino”)

## Conclusiones

De acuerdo a los resultados, la estructura conceptual que define el término *tejuino* muestra que se conforma de diferentes términos que le dan sentido al significado de este producto. Así mismo, la estructura conceptual refleja la identidad territorial, así como la experiencia, proceso y el hedonismo derivado del consumo. Por lo que es posible inferir la importancia simbólica del tejuino dentro de la alimentación tradicional de la población.

## Referencias

- Cuamatzin-García, L., Rodríguez-Rugarcía, P., El-Kassis, E. G., Galicia, G., Meza-Jiménez, M. de L., Baños-Lara, Ma. del R., Zaragoza-Maldonado, D. S., & Pérez-Armendáriz, B. (2022). Traditional Fermented Foods and Beverages from around the World and Their Health Benefits. *Microorganisms*, 10(6), 1151.
- Gómez-Corona, C., Lelievre-Desmas, M., Escalona Buendía, H. B., Chollet, S., & Valentin, D. (2016). Craft beer representation amongst men in two different cultures. *Food Quality and Preference*, 53, 19–28.
- Silva, M. S., Ramos, C. L., González-Avila, M., Gschaedler, A., Arrizon, J., Schwan, R. F., & Dias, D. R. (2017). Probiotic properties of *Weissella cibaria* and *Leuconostoc citreum* isolated from tejuino – A typical Mexican beverage. *LWT*, 86, 227–232.

## Análisis fitoquímico y capacidad antioxidante de extractos metanólicos de *Bromelia karatas* L.

Gastélum Gutiérrez D. E.<sup>a\*</sup>; Campas Baypoli O. N.<sup>a</sup>; Sánchez Machado D. I.<sup>a</sup>; Cantú Soto E. U.<sup>a</sup>; López Cervantes J.<sup>a</sup>; Sánchez Duarte R. G.<sup>b</sup>

✉\*[daniel.gastelumgutierrez@potros.itson.edu.mx](mailto:daniel.gastelumgutierrez@potros.itson.edu.mx)

<sup>a</sup> Instituto Tecnológico de Sonora, Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias, 85000 Ciudad Obregón, México.

<sup>b</sup> Instituto Tecnológico de Sonora, Departamento de Ciencias del Agua y Medio Ambiente, 85000 Ciudad Obregón, México.

**Palabras clave:** *Bromelia karatas*, fitoquímicos, extractos y capacidad antioxidante

### Introducción

*Bromelia karatas* L. (Bromeliaceae), conocida comúnmente como “cocuixtle”, crece en países con zonas neotropicales como México y posee variedad de vitaminas, minerales, enzimas y compuestos con propiedades bioactivas (Meza-Espinoza *et al.*, 2017). Además, sus propiedades antioxidantes están asociadas a una disminución en el riesgo de padecer enfermedades crónico degenerativas. Por ello, el objetivo fue establecer el perfil fitoquímico y la capacidad antioxidante de extractos de *B. karatas* L.

### Metodología

Los extractos se obtuvieron usando 300 mg de muestra (hoja, tallo y fruto) de *B. karatas* con 10 mL de metanol 80%. Estos se sonicaron a 40 KHz por 15 min, se agitaron por 30 min a 300 rpm y se filtraron con papel Whatman No. 1. Se realizó un estudio fitoquímico (Varadharajan *et al.*, 2012) y la capacidad antioxidante de los extractos (Brad-Williams *et al.*, 1995; Re *et al.*, 1999). Los datos se analizaron por un ANOVA simple con contraste de rangos múltiples (Tukey,  $p < 0.05$ ) en Statgraphic Centurion XVI. Todos los análisis se realizaron por triplicado.

### Resultados y discusión

Tabla 1

Cribado fitoquímico de extractos metanólicos de *Bromelia karatas* L.

Muestra	1	2	3	4	5	6	7	8
Hoja	+	+	-	+	+	-	+	-
Tallo	+	+	+	+	+	-	+	-
Fruto	+	+	+	+	+	-	-	-

+, presencia; -, ausencia; 1, Fenoles; 2, Flavonoides; 3, Antocianinas; 4, Cumarinas; 5, Quinonas; 6, Alcaloides; 7, Saponinas; 8, Aminoácidos.

El cribado fitoquímico de los extractos de *B. karatas* L. mostró la presencia de fenoles, flavonoides, antocianinas, cumarinas y quinonas (Tabla 1); compuestos que han mostrado propiedades antioxidantes, antimicrobianas, antiinflamatorias y anticancerígenas. El contenido de compuestos antioxidantes fue determinado por el ensayo DPPH<sup>•</sup> y ABTS<sup>•+</sup> (Tabla 2). Donde, el extracto de tallo mostró una mayor capacidad de inhibición del DPPH<sup>•</sup> y el de hoja para el ABTS<sup>•+</sup>. Estas diferencias en la eficiencia antirradical se asocian a la abundancia de compuestos con una mayor capacidad de captación (Liang & Kitts, 2014).

Tabla 2

Contenido de compuestos antioxidantes y valores de la IC<sub>50</sub> en extractos metanólicos de *Bromelia karatas* (n=3).

Muestra	Contenido antioxidante ( $\mu\text{M ET g}^{-1}$ B.S.)		IC <sub>50</sub> ( $\mu\text{M ET L}^{-1}$ )	
	DPPH <sup>•</sup>	ABTS <sup>•+</sup>	DPPH <sup>•</sup>	ABTS <sup>•+</sup>
Hoja	26.18 ± 1.08 <sup>a</sup>	7.39 ± 0.19 <sup>a</sup>	83.76 ± 1.59 <sup>a</sup>	70.46 ± 1.27 <sup>a</sup>
Tallo	24.64 ± 0.49 <sup>b</sup>	10.31 ± 0.17 <sup>b</sup>	78.71 ± 2.66 <sup>b</sup>	87.34 ± 1.75 <sup>b</sup>
Fruto	19.92 ± 0.44 <sup>c</sup>	10.62 ± 0.403 <sup>b</sup>	94.27 ± 2.68 <sup>c</sup>	75.99 ± 2.7 <sup>c</sup>

Promedio ± desviación estándar. Letras diferentes indican diferencia estadística.

## Conclusiones

El estudio fitoquímico de los extractos de *B. karatas* L. mostró diversidad de compuestos polifenólicos. Donde, los compuestos presentes en el extracto de tallo presentaron mayor eficiencia para la inhibición del DPPH<sup>•</sup> y los de hoja para el ABTS<sup>•+</sup>.

## Referencias

- Brand-Williams, W., Cuvelier, M.E., Berset, C. (1995). Use of a Free Radical Method to Evaluate Antioxidant Activity. *LWT-Food Sci. Technol.* 28(1), 25-30.
- Liang, N., Kitts, D. D. (2014). Antioxidant Property of Coffee Components: Assessment of Methods that Define Mechanisms of Action. *Molecules.* 19(11), 19180-19208.
- Meza-Espinoza, L., Vivar-Viera, M. A., García-Magaña M. L., Montalvo-González, E. (2017). Enzyme Activity and partial Characterization of Proteases Obtained from *Bromelia karatas* Fruit and Compared with *Bromelia pinguin* Proteases. *Food Sci Biotechnol.* 27, 509-517.
- Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M. and Rice-Evans, C. (1999). Antioxidant Activity Applying an Improved ABTS Radical Cation Decolorization Assay. *Free Radic. Biol. Med.* 26(9-10), 11231-1237.
- Varadharajan, V., Janarthanan, U. K., & Krishnamurthy, V. (2012). Physicochemical, phytochemical screening and profiling of secondary metabolites of *Annona squamosa* leaf extract. *World J. Pharm. Res.* 1(4), 1143-1164.

## Diseño y evaluación de *primers* universales *rbcL* para su aplicación en códigos de barras en alérgenos de origen vegetal

Villanueva-Zayas J.D.<sup>a</sup>; Rodríguez-Ramírez R.<sup>a\*</sup>; Ávila-Villa L.A.<sup>b</sup>; Arellano-Gil M.<sup>c</sup>; Lares-Villa F.<sup>c</sup>; Canett-Romero R.<sup>d</sup>.

✉\*roberto.rodriguez@itson.edu.mx

<sup>a</sup>Instituto Tecnológico de Sonora, Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias, 85000 Ciudad Obregón, México.

<sup>b</sup>Universidad de Sonora, Departamento de Ciencias de la Salud, 85040, Ciudad Obregón, Sonora, México.

<sup>c</sup>Instituto Tecnológico de Sonora, Departamento de Ciencias Agronómicas y Veterinarias, 85000 Ciudad Obregón, México.

<sup>d</sup>Universidad de Sonora, Departamento de Investigación y Posgrado en Alimentos (DIPA), 83000 Hermosillo, México.

**Palabras clave:** alergias, alimentos, *primers* universales, *rbcL*, código de barras.

### Introducción

Se estima que 500 millones de personas padecen alergias alimentarias (Ruiz-Segura *et al.*, 2020). Alimentos de origen vegetal como el maní, nueces, almendras etc., causan la mayor cantidad de reacciones alérgicas. El código de barras de ADN es una herramienta capaz de autenticar alimentos (Madesis *et al.*, 2013). Para su aplicación, regiones estandarizadas del genoma se amplifican mediante *primers* universales que detectan un alto número de especies. El objetivo del trabajo fue evaluar un nuevo set de *primers* universales del gen *rbcL* para el desarrollo de un código de barras de alérgenos vegetales en alimentos.

### Metodología

Las muestras fueron cacahuete, soya, apio, mostaza, ajonjolí, trigo, cebada, sorgo, almendras, nuez, avellana y pistacho. El ADN se extrajo siguiendo la metodología de Villanueva-Zayas *et al.*, (2021). Las Secuencias del gen *rbcL* de especies vegetales fueron del portal NCBI <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/gene> para alinearse en el programa MEGA-X y buscar regiones conservadas. Posteriormente se seleccionaron dos de estas regiones para el diseño de *primers* universales. Las reacciones de PCR fueron de 35 ciclos con una temperatura de alineamiento de 48°C para los *primers rbcL*.

### Resultados y discusión

Los *primers* universales del gen *rbcL* muestran valores aceptables en T<sub>m</sub>, %G-C y dímeros-estructuras secundarias (Tabla 1). No obstante, el parámetro más determinante en el diseño de *primers* universales es el número de “mismatches” (desajustes) en las secuencias conservadas ya que a ciertos niveles pueden ser un factor de inhibición de la PCR. En el diseño realizado se presentaron *mismatches* entre las especies de alérgenos, sin

embargo, estos se encontraron fuera del extremo 3' lo cual no afecta significativamente a la PCR (Piñol *et al.*, 2019).

Tabla 1  
Características de los *primers* universales *rbcl*.

Secuencia	Tm	%G-C	Dímeros y estructuras secundarias
Forward: CACAAACAGAGACTAAAGC	52.1	42.1	NO
Reverse: CCATGTACCAGTAGAAGA	50.1	44.1	NO

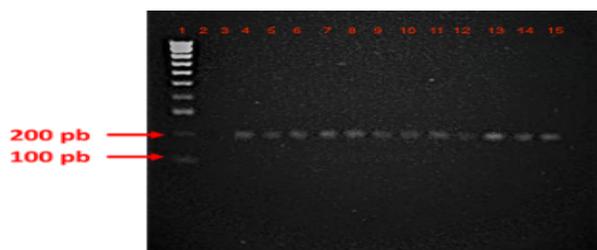


Figura 1. Amplicon gen *rbcl* (~191 pb). 1: Marcador molecular de 100 pb, 2: Control negativo 3: Vacío, 4: Trigo, 5: Sorgo, 6: Cebada, 7: Cacahuete, 8: Almendra, 9: Nuez 10: Avellana, 11: Pistacho 12: Soya, 13: Ajonjolí, 14: Mostaza, 15; Apio.

La Figura 1 muestra el amplicón (~191 pb) para cada alérgeno vegetal. Esto indica que los primers fueron capaces de detectar y discriminar con alta resolución el gen *rbcl* (Madesis *et al.*, 2013) para los alérgenos descritos en la ley de etiquetado de alérgenos alimentarios y protección al consumidor (FALCPA).

### Conclusiones

Se logró diseñar un set de *primers* universales para la amplificación de un fragmento (~191 pb) del gen *rbcl* con potencial uso como código de barras en la detección de alérgenos de origen vegetal en los alimentos.

### Referencias

- Madesis, P., Ganopoulos, I., Bosmali, I. & Tsaftaris, A. (2013). Barcode high resolution melting analysis for forensic uses in nuts: A case study on allergenic hazelnuts (*Corylus avellana*). *Food Research International*. 50: 551-360.
- Piñol, J., Miquel A. & William O.C. (2019). The choice of universal primers and the characteristics of the species mixture determine when DNA metabarcoding can be quantitative. *Molecular Ecology*. 28(2): 407–19.
- Ruiz-Segura, L. T., Figueroa-Pérez, E., Nowak-Wegrzyn, A., Siepmann, T. & Larenas, D. (2020). Food allergen sensitization patterns in a large allergic population in Mexico. *Allergologia et Immunopathologia* 48(6): 553–59.
- Villanueva-Zayas, J. D., Rodríguez-Ramírez, R., et al. (2021). Using a COI mini-barcode and real-time PCR (qPCR) for sea turtle identification in processed food. *Journal of Food Processing and Preservation*. 45(10).

## Efecto del secado de cáscara de aguacate en el contenido de fenólicos e inhibición de $\alpha$ -glucosidasa

Vega-Álvarez M.<sup>a</sup>; López-Cervantes J.<sup>a</sup>; López-Valenzuela J.A.<sup>c</sup>; Salazar-Salas N.Y.<sup>c</sup>; Sánchez-Machado D.I.<sup>a</sup>; Servín de la Mora-López G.<sup>b\*</sup>

✉\* gabrielaservin.3@gmail.com

<sup>a</sup> Instituto Tecnológico de Sonora, Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias, 85000 Ciudad Obregón, México.

<sup>b</sup> Universidad Autónoma de Occidente, Departamento en Ciencias de la Salud, 80020 Culiacán, México.

<sup>c</sup> Universidad Autónoma de Sinaloa, Facultad de Ciencias Químico Biológicas, Posgrado en Ciencia y Tecnología de Alimentos, 80010 Culiacán, México.

**Palabras clave:** secado, compuestos fenólicos, actividad antioxidante, inhibición de  $\alpha$ -glucosidasa.

### Introducción

La cáscara de aguacate es un residuo alimentario y fuente importante de compuestos antioxidantes, algunos con actividades biológicas relevantes para el ser humano. Para su conservación, el secado por calor es una alternativa viable por su bajo costo y accesibilidad. A la fecha, se sabe que las temperaturas de secado de hasta 85 °C incrementan el rendimiento y extracción de compuestos fenólicos (Figueroa *et al.*, 2017), sin embargo, se desconoce el efecto de temperaturas de secado superiores sobre el contenido de fenólicos, actividad antioxidante e inhibición de la enzima  $\alpha$ -glucosidasa, que es blanco de fármacos (acarbosea y miglitol) utilizados para el control glicémico. Es por esto que se planteó analizar el efecto de las temperaturas de secado (60, 80, 100 y 120 °C) sobre el contenido total de fenólicos (CTF), actividad antioxidante (AA) e inhibición de la enzima  $\alpha$ -glucosidasa de cáscara de aguacate "Hass".

### Metodología

La cáscara de aguacate de frutos maduros se secó a 60, 80, 100 y 120 °C y liofilizó. Se elaboraron harinas a partir de las cuales se obtuvieron extractos secos base etanol al 80%; se les determinó el CTF y AA espectrofotométricamente (DPPH y ABTS). Los resultados se reportaron como mg equivalentes de ácido gálico (mg EAG/g b.s.) y mg equivalente de trolox (mg TE/ g b.s.), ambos, por g en base seca. La inhibición de la enzima  $\alpha$ -glucosidasa se evaluó monitoreando la hidrólisis del sustrato 4-nitrofenil  $\beta$ -D-glucopiranosido a 405 nm. Acarbosea se utilizó como control positivo. Los resultados se expresaron como valores IC<sub>50</sub>, que es la concentración de extracto (mg/mL) necesaria para inhibir el 50% de la actividad enzimática.

## Resultados y discusión

El rendimiento del extracto fue de 7.5-8.2% para cáscara secada por calor y de 22.6% para la liofilizada. En este sentido, la liofilización permitió conservar niveles en el CTF (91 mg EAG/g b.s.) y AA (ABTS, 403.8 mg ET/g b.s.; DPPH, 354.2 mg ET/g b.s.) de al menos 4.9, 4.2 y 8.9 veces más alto que las muestras secadas térmicamente. El secado a 120 °C produjo un incremento significativo en el CFT (17.7 mg EAG/g b.s.) del 68%, 36% y 50% con respecto al secado a 60, 80 y 100 °C, respectivamente. Consecuentemente, se observó una AA significativamente mayor en cáscara secada a 120 °C (ABTS, 93.3 mg ET/g b.s.; DPPH, 38.4 mg ET/g b.s.) en contraste con la cáscara secada a 60 (ABTS, 30.3 mg ET/g b.s.; DPPH, 9.3 mg ET/g b.s.), 80 (ABTS, 53.3 mg ET/g b.s.; 27.9 mg ET/g b.s.), y 100 °C (ABTS, 29 mg ET/g b.s.; DPPH, 16.7 mg ET/g b.s.). Los resultados se encuentran en los rangos reportados en estudios previos para CTF (7-89 mg EAG/g b.s.), ABTS (40.3-120 mg ET/g b.s.) y DPPH (16.2-215.5 mg ET/g b.s.) (Araújo *et al.*, 2021; Figueroa *et al.*, 2017). La enzima  $\alpha$ -glucosidasa está involucrada en el metabolismo de carbohidratos por lo que su inhibición resulta en una menor hidrólisis, y por lo tanto, en una menor absorción de glucosa (Dirir *et al.*, 2022). En este sentido, todos los extractos presentaron una mejor inhibición de la enzima (al menos 7.9 veces más alta) que el fármaco acarbose. La muestra liofilizada (0.014 mg/mL) y secada a 120 °C (0.035 mg/mL), mostraron valores de  $IC_{50}$  significativamente menores que las secadas a 60 (0.98 mg/mL), 80 (0.054 mg/mL) y 100 °C (0.50 mg/mL). Los resultados indican que el secado a 120 °C es una buena opción para preservar la cáscara de aguacate ya que conserva los mejores valores en el CTF, AA e inhibición de  $\alpha$ -glucosidasa.

## Conclusiones

La temperatura de secado de 120 °C incrementó la cantidad de compuestos fenólicos extraíbles en cáscara de aguacate, reflejándose en una mayor actividad antioxidante y mejor inhibición de la enzima  $\alpha$ -glucosidasa.

## Referencias

- Araújo, R., Rodríguez-Jasso, R., Ruiz, H., Govea Salas, M., Pintado, M., & Aguilar, C. (2021). Recovery of bioactive components from avocado peels using microwave-assisted extraction. *Food and Bioprocess Processing*, 127, 152-161.
- Dirir, A. M., Daou, M., Yousef, A. F., & Yousef, L. F. (2022). A review of alpha-glucosidase inhibitors from plants as potential candidates for the treatment of type-2 diabetes. *Phytochemistry Reviews*, 21(4), 1049-1079.
- Figueroa, J., Borrás-Linares, I., Lozano-Sánchez, J., Quirantes-Piné, R., & Segura Carretero, A. (2017). Optimization of Drying Process and Pressurized Liquid Extraction for Recovery of Bioactive Compounds from Avocado Peel By-Product. *Electrophoresis*, 39.

# Enriquecimiento de antioxidante de frutos frescos cortados aplicando un extracto de semilla de dátil Mejhoul

Ortega Ramirez L. A.<sup>a\*</sup>; Gutiérrez Pacheco M. M.<sup>a</sup>; Gutiérrez Pacheco S. L.<sup>b</sup>; Salomón Torres R.<sup>a</sup>; López Romero J. C.<sup>c</sup>; Ayala Zavala J. F.<sup>d</sup>

✉ [\\*luis.ortega@ues.mx](mailto:*luis.ortega@ues.mx)

<sup>a</sup> Universidad Estatal de Sonora, 83448, San Luis Rio Colorado, Sonora, México.

<sup>b</sup> Instituto Tecnológico de Sonora, 85136, Ciudad Obregón, Sonora, México.

<sup>c</sup> Universidad de Sonora, 83600, Caborca, Sonora, México.

<sup>d</sup> Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, 83000, Hermosillo, Sonora, México.

**Palabras clave:** subproductos, compuestos bioactivos, compuestos fenólicos.

## Introducción

Los frutos frescos cortados destacan como alimentos nutritivos, novedosos y convenientes que se adaptan a las necesidades de un estilo de vida moderno. Sin embargo, estos productos se caracterizan por una vida útil más corta que sus contrapartes enteras, debido a una mayor susceptibilidad al deterioro oxidativo que se estimula al herir el tejido; provocando pardeamiento enzimático, deterioro de la textura, el rápido crecimiento microbiano y pérdida de peso (Bernal-Mercado *et al.*, 2018). Por esta razón, existe el reto de buscar compuestos que provengan de fuentes naturales para su uso como aditivos alimentarios. Los extractos de subproductos agrícolas se han propuesto como alternativa a los antioxidantes sintéticos para inhibir los procesos de oxidación e incrementar el contenido de compuestos antioxidantes benéficos para la salud (Bernal-Mercado *et al.*, 2018). Las semillas de dátiles son un producto de desecho importante de la industria datilera y poseen una diversidad de compuestos bioactivos con actividad antioxidante (Al-Farsi & Lee, 2011). Por lo tanto, el objetivo del trabajo fue evaluar el efecto de la adición de un extracto de semilla de dátil en el contenido de fenoles, flavonoides y capacidad antioxidante de frutos frescos cortados.

## Metodología

Se obtuvo el extracto de semilla de dátil (ESD) en base a lo reportado por Bernal-Mercado *et al.* (2018). Posteriormente, se determinó el contenido de fenoles, flavonoides y capacidad antioxidante por el método de DPPH (Bernal-Mercado *et al.* 2018). Se identificaron y cuantificaron los principales compuestos fenólicos mediante cromatografía líquida de ultra resolución con detector de arreglo de diodos (UPLC-DAD por sus siglas en inglés) según lo reportado por Preciado-Saldaña *et al.* (2022). El extracto se aplicó a manzana, pera y durazno fresco cortado por inmersión (3 min), se dejaron secar y se almacenaron en charolas de plástico a 4°C durante 12 días. Por último, se cuantificó el contenido de fenoles, flavonoides y capacidad antioxidante a los 0, 3, 6, 9 y 12 días de almacenamiento.

## Resultados y discusión

Se identificaron dos ácidos fenólicos en el ESD, el ácido gálico (5.13 mg/mL) y ácido cinámico (1 mg/mL). El ESD mostró un contenido de fenoles y flavonoides totales de 34.67 mg EAG/g p.s. y 123.06 mg EQ/g p.s., respectivamente. Respecto a la capacidad antioxidante, el ESD mostró un  $IC_{50}$  de 2.2 mg/mL. Los frutos expuestos al ESD mostraron mayor ( $p < 0.05$ ) contenido de fenoles, flavonoides y capacidad antioxidante en comparación con los frutos sin tratar. La manzana, pera y durazno control mostraron al inicio del almacenamiento un contenido de fenoles de 10.12, 10.04 y 10.34 mg EAG/g, mientras que en los frutos tratados fue mayor con 14.47, 13.86 y 13.84 mg EAG/g, respectivamente. Para el caso de flavonoides, en los frutos control fue de 2.34, 1.06 y 0.98, y para los tratados fue de 7.25, 6.89 y 1.59 mg EQ/g. La capacidad antioxidante en los frutos tratados aumentó 0.4, 1.4 y 1.0 veces más comparado con los frutos control. Al final del almacenamiento, los frutos tratados presentaron el mismo comportamiento, donde el contenido de fenoles (15.87, 16.08 y 13.40 mg EAG/g), flavonoides (5.91, 2.89 y 3.08 mg EQ/g) y capacidad antioxidante (58, 43 y 24 %) fue mayor en comparación con el contenido de fenoles (11.83, 4.28 y 6.04 mg EAG/g), flavonoides (3.45, 1.29 y 1.11 mg EQ/g) y capacidad antioxidante (32, 23 y 18 %) de los frutos control para manzana, pera y durazno, respectivamente. Esto coincide con lo reportado por Bernal-Mercado *et al.* (2018) donde frutos tratados con extractos de semillas presentan un aumento en el contenido de fenoles y flavonoides y lo que contribuye a un enriquecimiento de su capacidad antioxidante. Estos hallazgos reflejan el potencial la semilla de dátil y la importancia de la revalorización de los subproductos agroindustriales como fuentes de compuestos bioactivos.

## Conclusión

El extracto de semilla de dátil aumenta el contenido de compuestos fenólicos y capacidad antioxidante de los frutos frescos cortados, por lo tanto, posee potencial para ser usado como aditivo alimentario para la conservación de alimentos y el desarrollo de alimentos funcionales.

## Referencias

- Al-Farsi, M. A., & Lee, C. Y. (2011). Usage of date (*Phoenix dactylifera* L.) seeds in human health and animal feed. In Nuts and seeds in health and disease prevention. Academic Press, 447-452.
- Bernal-Mercado, A.T. et al. (2018). Antioxidant and antimicrobial capacity of phenolic compounds of mango (*Mangifera indica* L.) seed depending upon the extraction process. Journal of Medicinal plants and By-product, 7(2), 209-219.
- Preciado-Saldaña, A.M. et al. (2022). Mango "Ataulfo" peel extract improves metabolic dysregulation in prediabetic Wistar rats. Life, 12(4), 532.

## Evaluación del efecto de empacado al vacío sobre la calidad del callo de hacha (*Atrina maura*)

Cota Galván E.<sup>a</sup>; Góngora Sanchez R.<sup>a</sup>; Rivera Pérez C.<sup>b</sup>; Rentería A.M.<sup>a</sup>; Ulloa Mercado R.G.<sup>a</sup>; Díaz Tenorio L.M.<sup>a\*</sup>

✉ <sup>\*</sup>lourdes.diaz@itson.edu.mx

<sup>a</sup> Instituto Tecnológico de Sonora, Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias, Ciudad Obregón, Sonora, México.

<sup>b</sup> Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, Programa de Ecología Pesquera, La Paz, BCS, México.

**Palabras clave:** vida de anaquel, calidad, organoléptica, *Atrina maura*.

### Introducción

La calidad de un alimento de origen acuático está determinada por las condiciones *pre-mortem*, las de sacrificio (tiempo y tipo) y las *post-mortem*. Las primeras implican variables propias de la especie y factores ambientales. Las *post-mortem* incluyen las condiciones de almacenamiento y procesamiento. La calidad del alimento se evalúa según la composición de este, utilizando métodos químicos físicos, microbiológicos y sensoriales. Todos en conjunto, son necesarios para evaluar la pérdida de frescura y el deterioro de los productos marinos (Anders *et al.* 2020, Manthey-Karl *et al.* 2015). Buscando retardar el deterioro se han empleado tratamientos térmicos, químicos o biológicos, de tal manera que procesos como enhielado, congelación, secado, salado, ahumado, enlatado, fermentado, entre otras. Dichos procesos buscan mantener la disponibilidad de los recursos pesqueros, sobre todo los que son de temporada. Existen investigaciones relacionadas con la conservación a bajas temperaturas del músculo abductor del callo de hacha, sin embargo, es necesario referente evaluar los cambios *post-mortem* para definir el cambio en la calidad, dicha información que sería importante para la seguridad del consumidor y para la comercialización de este producto (Aleu, *et al.*, 2018). El objetivo de este trabajo fue evaluar los cambios en las propiedades organolépticas y sanitarias del callo de hacha almacenado al vacío durante su vida de anaquel para encontrar la forma más eficiente de preservar el alimento.

### Metodología

Las muestras de músculo abductor se obtuvieron en las costas de Baja California Sur, desde su extracción hasta el envasado, se mantuvo la cadena de frío. Los callos se empacaron en bolsas selladas grado alimento, las cuales previamente se expusieron a luz ultravioleta (UV) durante 15 min. A la mitad de las bolsas se les extrajo en aire con una máquina de vacío para alimentos. Los callos fueron analizados a los 0, 5, 8, 12 y 15 d de almacenamiento en hielo, se les aplicó un análisis del perfil de textura (APT) de doble compresión al 75% y se cuantificó la concentración de bases volátiles totales (BVT-N).

## Resultados y discusión

El valor inicial promedio de BVT-N para ambas condiciones fue de 2.24 g N/ 100 g de callo, posteriormente, al día 8 se observa una diferencia significativa entre las condiciones de almacenamiento, para el sellado se obtiene un valor de 16.53 g N/ 100 g, contrario al de vacío que presentó 10.78 g N/ 100 g de callo (Figura 1). Al llegar al día 15 de evaluación de vida de anaquel ambos tratamientos aún rebasaban el valor de la NOM-242-SSA1-2009 de especificaciones sanitarias para productos de la pesca frescos, refrigerados, congelados y procesados que establece el gobierno de México con un valor máximo permisible 35 g N/ 100 g. El APT relaciona las variables de dureza, cohesividad, y elasticidad para determinar el trabajo necesario para consumir el alimento (masticabilidad) donde se observa que no hay una diferencia significativa a lo largo de la vida de anaquel de callo de hacha.

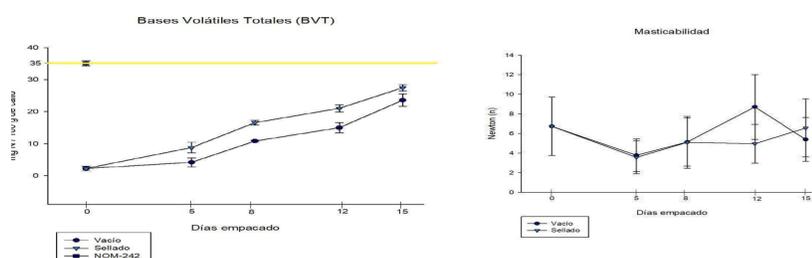


Figura 1. BVT-N y Masticabilidad del callo de hacha

## Conclusiones

Si bien al día 15 el callo de hacha es apto para consumo en las dos modalidades de almacén, se observa que el almacenamiento al vacío prolonga al menos 3 días más la vida de anaquel, representando una ayuda sustancial durante la venta.

## Referencias

- Aleu, G., Rosmini, M.R., Sequeira, G.J., Zogbi, A.P., Vico, J.P., Saavedra, S., & Sánchez, I.C. (2018). Guía para el aseguramiento de la calidad en industrias de alimentos de origen animal. Secretaría de Ciencia y Tecnología (Argentina). 188 pp. ISBN 978-987-1498-73-4.
- Anders, N., Eide, I., Lerfall, J., Roth, B., & Breen, M. (2020). Physiological and flesh quality consequences of pre-mortem crowding stress in Atlantic mackerel (*Scomber scombrus*). PLOS ONE 15(2): e0228454.
- Manthey-Karl, M., Lehmann, I., Ostermeyer, U., Rehbein, H., & Schröder, U. (2015). Meat Composition and Quality Assessment of King Scallops (*Pecten maximus*) and Frozen Atlantic Sea Scallops (*Placopecten magellanicus*) on a Retail Level. *Foods*, 4(4), 524–546.

## Chorizo tradicional con chaya (*Cnidocolus chayamansa*) sus características sensoriales y estabilidad oxidativa

Peña-Torres E. F.<sup>a\*</sup>; Benítez-Hernández A.<sup>b</sup>; Dávila-Ramírez J. L. <sup>c</sup>; González-Ríos H. <sup>c</sup>; Guillermo Azcorra Chan <sup>a</sup>; Sergio Erick García-Barrón <sup>d</sup>

✉\*edgar.pena@utchetumal.edu.mx

<sup>a</sup> Universidad Tecnológica de Chetumal, Departamento de Gastronomía, 77000 Chetumal, México.

<sup>b</sup> Universidad Autónoma de Sinaloa, Facultad de Ciencias del Mar, 82000 Mazatlán, México.

<sup>c</sup> Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, Departamento de Ciencia y Tecnología de Alimentos de Origen Animal, 83304 Hermosillo, México.

<sup>d</sup> Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, 44270 Guadalajara, México.

**Palabras clave:** hoja de chaya, chorizo, antioxidante, calidad sensorial

### Introducción

Actualmente los consumidores buscan alimentos novedosos que contengan ingredientes naturales con un enfoque saludable y de aspectos sensoriales atractivos como el sabor, olor y apariencia. En este sentido, la hoja de chaya (*Cnidocolus chayamansa*) es un ingrediente ampliamente utilizado en la cocina regional del sureste de México, y que cuenta con compuestos fenólicos a los cuales se le atribuyen propiedades bioactivas como antioxidante, antihipertensivo, hipoglucemiante, entre otras lo puede ser de interés su inclusión a un producto cárnico como el chorizo en el cual se le adicionan conservadores artificiales que pueden ser perjudiciales a la salud, además de otorgarle una mejora en los aspectos sensoriales del producto. Por lo tanto, el objetivo del presente estudio fue evaluar las características sensoriales y estabilidad oxidativa de un chorizo regional con hojas de chaya.

### Metodología

Se elaboraron tres formulaciones de chorizo con base a un (testigo, chaya al 5% y chaya al 10%) de acuerdo con una receta base con un contenido de 73% carne magra de cerdo, 14% de grasa y la inclusión de hojas trituradas de chaya (n=12). Posteriormente a la elaboración, se evaluaron las características sensoriales de color, sabor, apariencia, olor y aceptación por un panel entrenado con rangos del 0 al 10 (Colle, 2020); adicionalmente las muestras de chorizo fueron almacenadas durante 14 días y se evaluó la estabilidad oxidativa al día 0, 7 y 14 mediante la técnica de TBARS de acuerdo con la metodología descrita por De León & Borges (2020). Los datos fueron analizados mediante un análisis de varianza de una vía a un nivel de probabilidad del 95% en el programa estadístico NCSS versión 2007.

## Resultados y discusión

En las variables sensoriales se obtuvieron calificaciones aceptables en los chorizos formulados con chaya (tabla 1), sin embargo, no arrojaron diferencias estadísticas respecto al chorizo sin chaya ( $p > 0.05$ ). Respecto a la estabilidad oxidativa, se encontró un efecto protector en los chorizos con chaya a lo largo del tiempo de almacenamiento, donde CH5 y CH10 obtuvieron medias generales de 1.11 y 1.24 mgMDA/kg los cuales fueron estadísticamente diferentes ( $p < 0.05$ ) respecto al grupo sin aditivo (2.54 mgMDA/kg). Actualmente no existen estudios donde se implemente la chaya en chorizos o matrices cárnicas, pero un estudio con aceite esencial de orégano encontró un efecto protector en el color y sabor y con buena aceptabilidad (Charles *et al.*, 2019) sin embargo, una ventaja de la chaya es que mejora puede aportar efectos hipoglicemiantes y antihipertensivos.

Tabla 1  
Variables fisicoquímicas y sensoriales de chorizo adicionado con chaya

Variable	Testigo	CH5	CH10	Valor de p
Color	8.3±0.01	8.1±0.2	8.1±0.1	0.57
Sabor	9.2±0.1	9.5±0.05	9.0±0.1	0.62
Apariencia	8.8±0.1	9.1±0.1	8.6±0.2	0.21
Olor	8.4±0.03	8.2±0.1	7.9±0.02	0.33
Aceptación	9.6±0.5	9.6±0.2	9.5±0.1	0.83
TBARS (mgMDA/kg)	2.54±0.03 <sup>a</sup>	1.1±0.1 <sup>b</sup>	1.24±0.02 <sup>b</sup>	<0.05*

Testigo: sin aditivo; CH5: Chaya al 5%; CH10: Chaya al 10%  
Literales diferentes indican significancia estadística,  $p < 0.05$

## Conclusiones

La adición de hojas de chaya en chorizo tradicional resultó con calificaciones aceptables en el olor, sabor y aceptabilidad, además presentar un efecto protector en la estabilidad oxidativa a los 14 días de almacenamiento. El presente producto puede ser de interés al mercado ya que cuenta con propiedades protectoras debido a sus compuestos bioactivos, goza de buena aceptabilidad además de poder coadyuvar a la salud del consumidor debido a las propiedades de la chaya.

## Referencias

- Charles-Aviles, J. C., Garza, C., Herrera, D., Vázquez, R., Hume, M., & Zamora, G. (2019). Oregano essential oil as vinegar substitute in pork chorizo formulation. *Revista Chapingo Serie Zonas Áridas*, 18(2), 11-25.
- Colle, M. (2020). Research guidelines for cookery, sensory evaluation, and instrumental tenderness measurements of meat. American Meat Science Association, Champaign, Illinois. 110-127.
- De Leon, J. & Borges, C. (2020). Evaluation of oxidative stress in biological samples using the thiobarbituric acid reactive substances assay. *Journal of Visualized Experiments*. 159, e61122.

# Análisis simultáneo de L-aminoácidos mediante electroforesis capilar

Díaz Quiroz C.A.<sup>a\*</sup>; Torres Reyes A.J.<sup>a</sup>; Chávez-Almanza A.F.<sup>a</sup>; Ulloa-Mercado R.G.<sup>a</sup>,  
Gortáres-Moroyqui P.<sup>a</sup>; Hernández-Chávez J.F.<sup>b</sup>

✉\*carlos.diazq@itson.edu.mx

<sup>a</sup> Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias

<sup>b</sup> Departamento de Veterinaria y Ciencias Agronómicas.

Instituto Tecnológico de Sonora, Cd. Obregón, Sonora; México.

**Palabras clave:** aminoácidos, derivatización, electroforesis capilar.

## Introducción

La electroforesis capilar (EC) ha demostrado ser una técnica analítica eficiente y versátil para la separación y cuantificación de aminoácidos, debido a su alta resolución, sensibilidad y eficiencia (Zhong *et al.*, 2015). La mayoría de los métodos para su determinación se basan en técnicas cromatográficas acopladas con detectores de fluorescencia inducida o espectrometría de masas, que por su naturaleza son costosas y complejas. Por lo tanto, el objetivo del presente trabajo fue desarrollar un método económico y confiable para la separación y el análisis de 23 aminoácidos mediante electroforesis capilar y detección UV-Vis.

## Metodología

Se prepararon soluciones estándar de los aminoácidos a 1-3 mg/mL en forma individual y mezcla. Los estándares y la mezcla se derivatizaron utilizando NBD-Cl a 45 mg/L en diferentes proporciones. Posteriormente, fueron incubadas a 60°C durante 40 a 60 minutos y colocadas en agua con hielo para su posterior análisis. Los estándares se inyectaron en un equipo P/ACE MDQ (Beckman Coulter), con capilar de 75 µm de diámetro y longitud a ventana de 51 cm, voltaje de 18 kV y temperatura de 25°C. La muestra se inyectó en el extremo izquierdo del capilar a una presión de 3.45 kPa durante 3 s con polaridad normal. Como buffer de separación se utilizó tetraborato de sodio, SDS y LiCl. La detección se realizó a diferentes longitudes de onda mediante detector UV-DAD.

## Resultados y discusión

En la Figura 1 se observan los electroferogramas representativos para los aminoácidos analizados de forma individual y en mezcla. Los aminoácidos con las mejores eficiencias de separación son L-hidroxiprolina, L-prolina, L-metionina y L-serina, detectados a longitudes de onda de 490 nm. Los primeros son componentes principales del colágeno y son útiles como índices de su concentración (Alves *et al.*, 2023), mientras que la metionina y serina son esenciales en la síntesis de proteína y son utilizados como suplementos dietéticos en nutrición animal (Siegert *et al.*, 2015). La proporción de NBD-Cl óptimo fue de 10% v/v y el tiempo de incubación de 40 minutos.

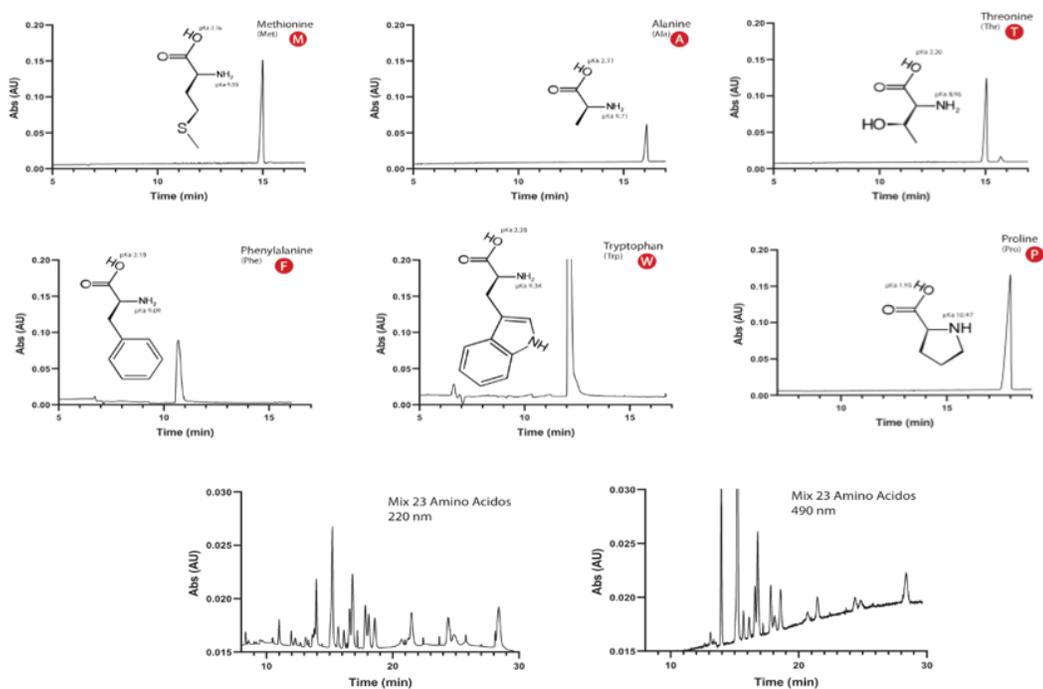


Figura 1. Electroferogramas representativos de aminoácidos analizados por electroforesis capilar. Se analizaron 23 aminoácidos diferentes con diferente grado de eficiencia de separación. La resolución es suficiente para detectar todos los aminoácidos en la solución estándar.

## Conclusiones

Se ha demostrado la posibilidad de analizar aminoácidos por detección UV-Vis, especialmente útil en alimentos donde no se requieren altas sensibilidades. El método es económico y requiere cantidades mínimas de reactivos y muestras.

## Referencias

- Alves, V. R., Gonçalves, S., Daguer, H., Micke, G. A., & Vitali, L. (2023). Development of a new method for the determination of 4-hydroxyproline as a measurement of collagen content in meat products and dietary supplements by cyclodextrin-assisted electrokinetic chromatography. *Journal of Food Composition and Analysis*, 105431.
- Siegert, W., Ahmadi, H., & Rodehutschord, M. (2015). Meta-analysis of the influence of dietary glycine and serine, with consideration of methionine and cysteine, on growth and feed conversion of broilers. *Poultry Science*, 94(8), 1853-1863.
- Zhong, X., Chen, Z., Snovida, S., Liu, Y., Rogers, J. C., & Li, L. (2015). Capillary electrophoresis-electrospray ionization-mass spectrometry for quantitative analysis of glycans labeled with multiplex carbonyl-reactive tandem mass tags. *Analytical chemistry*, 87(13), 6527-6534.

# Estudio de la calidad microbiológica de productos comerciales fermentados con bacterias ácido-lácticas (BAL)

Esquer-Álvarez A.<sup>a</sup>; Flores-Dórame D. N.<sup>a</sup>; Cabrera-Pinto J.<sup>a</sup>; Pérez-Osuna V. U.<sup>a</sup>; Rojas-Padilla J.<sup>b\*</sup>

✉ \*johnrojaspadilla@gmail.com

<sup>a</sup> Universidad La Salle Noroeste, Departamento de Ciencias de la Salud, 85019 Ciudad Obregón, Sonora, México

<sup>b</sup> Instituto Tecnológico de Sonora, Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias, 85000 Ciudad Obregón, Sonora, México.

**Palabras clave:** calidad, probióticos, bacterias ácido-lácticas, *Lactobacillus*

## Introducción

Las bacterias probióticas son microorganismos vivos que pertenecen a la microbiota natural humana y se caracterizan por tener una mínima o nula capacidad patógena, así como por desempeñar funciones favorables sobre la salud y el bienestar de los huéspedes (Yeung *et al.*, 2016). El avance de la tecnología alimentaria ha ampliado la variedad de estos productos, van desde los que satisfacen el gusto hasta los benéficos a la salud. La norma mexicana NMX-F-703-COFOCALEC-2012 menciona que el producto fermentado debe contener microorganismos viables, activos y en cantidad de un mínimo de  $10^6$  UFC/g en punto de venta. De esta manera el objetivo de este estudio fue demostrar la cantidad de bacterias benéficas de distintos productos fermentados, contrastar con la información de la etiqueta del producto y con la normatividad mexicana para este tipo de productos.

## Metodología

**Obtención de muestras:** Las muestras fueron tomadas a partir de cinco productos comerciales que contuvieran probióticos (4 productos de leche fermentada con probióticos y una gelatina con probióticos), se efectuaron tres muestreos de los productos más populares del mercado (Kéfir coco, Kéfir artesanal natural, Bio 4, Pavia y Yoplait inmuno) y fueron transportados en refrigeración hasta el laboratorio de Microbiología de Alimentos de la Universidad La Salle Noroeste. **Recuento y aislamiento de las BAL:** Se realizó conforme lo descrito por Ramírez-López y Vélez-Ruiz (2016), partiendo de diluciones seriadas (NOM-110-SSA1-1994) y sembrando en cajas con agar MRS para su posterior incubación en atmósfera microaerofílica a 37°C por 48 h. Tras el recuento de colonias se seleccionaron aquellas que poseían distintas morfologías por resiembras para la obtención de cultivos puros en agar MRS y su posterior caracterización macroscópica y microscópica. **Caracterización:** Las colonias aisladas, se caracterizaron macroscópicamente, según el manual de Bergey's y si presentaban características propias de BAL se les realizó microscopía y tinción al Gram. Se utilizó ANOVA y Tukey HSD ( $P \leq 0.05$ ) empleando el software en GraphPad Prism 8.

## Resultados y discusión

Las características macroscópicas presentadas en agar MRS fueron colonias de consistencia suave, de tamaño aproximado de 1 a 3 mm, circular con borde entero, opacas no pigmentadas, textura lisa y elevación plana, elevada y convexa. Posteriormente se realizó tinción Gram a estas colonias dando todas como Gram positivas, características de este tipo de bacterias y reportadas pertenecen al grupo de BAL (Ramírez-López y Vélez-Ruiz, 2016; Ramirez-Muñoz, 2010; Yeung *et al.*, 2016). En la figura 1 se muestra el recuento de BAL en agar MRS, solamente el producto Inmuno cumple con el límite mínimo de la normativa mexicana ( $10^6$  UFC/g), teniendo un total de  $1.3 \times 10^7$  UFC/g. Sin embargo, sólo contiene un 3.27% de bacterias viables comparado con lo mencionado en su etiqueta. El resto de los productos se encuentran debajo de lo establecido en la normativa y contienen menos del 2% de lo mencionado en sus etiquetas de bacterias viables.

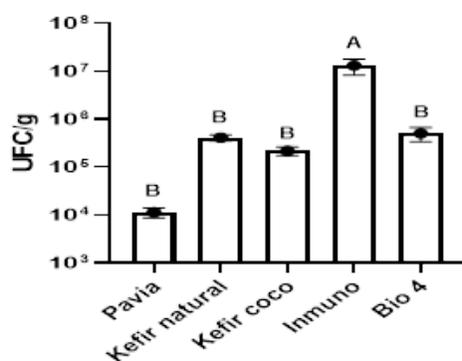


Figura 1. Recuento total de productos analizados. \*El promedio (n=3) con la misma letra no tuvo diferencia significativa acorde al método Tukey HSD ( $p \leq 0.05$ ).

## Conclusiones

Los beneficios que nos ofrecen estos productos provienen de bacterias lácticas vivas, solamente 1 producto evaluado cumple con la NMX-F-703-COFOCALEC-2012, y ninguno de los productos contienen la cantidad de bacterias viables que dicen tener en su etiquetado. Se recomienda siempre revisar la caducidad del producto, además de no perder la cadena de refrigeración de este para no tener una afectación mayor en la cantidad de bacterias viables.

## Referencias

- Ramírez-López, C., & Vélez-Ruiz, J. (2016). Aislamiento, caracterización y selección de bacterias lácticas autóctonas de leche y queso fresco artesanal de cabra. *Información Tecnológica*, 27(6), 115–128.
- Ramirez-Muñoz, F. A. (2010). Aislamiento de bacterias *Lactobacillus* sp. y levaduras a partir de productos lácteos artesanales y evaluación de la capacidad antagónica in vitro. (Vol. 6). Pontificia Universidad Javeriana.
- Yeung, T. W., Üçok, E. F., Tiani, K. A., McClements, D. J., & Sela, D. A. (2016). Microencapsulation in alginate and chitosan microgels to enhance viability of *Bifidobacterium longum* for oral delivery. *Frontiers in Microbiology*, 7(APR), 1–11.

## Actividad antagonista de *Enterococcus spp.* aisladas de chile jalapeño contra patógenos alimentarios

Hernandez-Mendoza E.<sup>a</sup>; Peña-Ramos E.A.<sup>a\*</sup>; Juneja V.K.<sup>b</sup>; Martinez-Tellez M.A.<sup>a</sup>; Gonzalez-Rios H.<sup>a</sup>; Paredes-Aguilar M.C.<sup>c</sup>

✉ <sup>\*</sup>aida@ciad.mx

<sup>a</sup> Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C., Coordinación de Tecnología de Alimentos de Origen Animal, Hermosillo, 83304 Sonora, México.

<sup>b</sup> U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service, Eastern Regional Research Center, Pennsylvania 19308, USA.

<sup>c</sup> Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C., Área de Inocuidad Alimentaria, Guaymas, 85480 Sonora, México.

**Palabras clave:** enterocinas, *L. monocytogenes*, *Salmonella* Typhimurium, *S. aureus*, *E. coli* O157:H7

### Introducción

Las bacterias ácido-lácticas (BAL) son microorganismos ampliamente distribuidos en la naturaleza. Estas son capaces de producir bacteriocinas, compuestos con actividad antagonista contra patógenos alimentarios resistentes como *Listeria monocytogenes*, lo que las hace ideales para su uso como biopreservantes en alimentos. La nisina es una bacteriocina de origen lácteo comercialmente utilizada como antimicrobiano natural. Sin embargo, diversas investigaciones han identificado BAL de otras fuentes alimentarias (vegetales) productoras de bacteriocinas. El objetivo del estudio se centró en la identificación de cepas de BAL de la superficie del chile jalapeño con la habilidad de producir bacteriocinas con actividad antagonista contra patógenos alimentarios.

### Metodología

Se analizó la actividad antimicrobiana de un total de 390 cepas de BAL aisladas de chile jalapeño contra *L. monocytogenes* ATCC7644 en agar infusión cerebro corazón (BHI). A partir de las BAL bioactivas se obtuvo su sobrenadante libre de células (SLC), se liofilizaron y se realizó la prueba de antagonismo. Posteriormente, se identificó la naturaleza del compuesto antagonista siguiendo el método reportado por Cruz-Guerrero *et al.*, (2014). Después se aplicó una prueba de termorresistencia a 121 °C por 15 minutos a los SLC y se realizó la identificación de las BAL productoras de los SLC termorresistentes (SLC-TR). Por último, se determinó la concentración mínima inhibitoria (CMI) de los SLC-TR por medio de la técnica de dilución en microplaca. Aquellas muestras con la menor CMI fueron evaluadas a diferentes concentraciones (40 a 320 mg/mL) para determinar su efecto en el crecimiento de *L. monocytogenes*; y a partir de esta evaluación, se seleccionó el SLC-TR más efectivo para determinar su acción en el crecimiento de *Staphylococcus aureus*, *Salmonella typhimurium*, y *Escherichia coli* O157:H7. Todas las evaluaciones fueron realizadas por triplicado.

## Resultados y discusión

Se reactivaron 72 cepas con actividad antagonista frente a *L. monocytogenes* y se confirmó que el SLC de 60 cepas tuvieron actividad debido a compuestos proteicos, tras perder su actividad al ser tratadas con proteasas; y solo 16 SLC mantuvieron su actividad después de ser expuestas al tratamiento térmico. Las BAL productoras de estos SLC-TR, fueron identificadas como *Enterococcus*. De tal manera, que el compuesto antagonista de origen proteico pudiera ser una enterocina. La CMI contra *L. monocytogenes* de cuatro SLC-TRs fue de 80 mg/mL, la cual es menor a la reportada para nisina de 740 mg/mL contra la misma cepa de *L. monocytogenes* (ATCC 7644) (Benkerroum & Sandine, 1988). Al adicionar diferentes concentraciones de los SLC-TRs seleccionados, se obtuvo que el SLC-TR de la cepa 67 fue más efectivo para prolongar la fase de latencia de la curva de crecimiento de *L. monocytogenes* hasta por 10 h a 40 mg/mL (en comparación con 8.5, 7 y 6 h de los SLC-TRs de las cepas 127, 144 y 205, respectivamente). Finalmente, el SLC-TR-67 presentó actividad bactericida contra *S. aureus* y *S. typhimurium* y bacteriostática contra *E. coli* O157:H7 a 320 mg/mL. Una actividad antagonista similar ha sido reportada en bacteriocinas provenientes de BAL de distintas fuentes vegetales como pepinillos (Yi et al., 2020).

## Conclusiones

*Enterococcus* aislado de la superficie del chile jalapeño de Sonora, México exhibe una actividad antagonista de amplio espectro contra *L. monocytogenes*, *S. aureus*, *S. typhimurium* y *E. coli* O157:H7 al inhibir su crecimiento mediante la producción de compuestos proteicos, posiblemente enterocinas. Los hallazgos de este estudio ofrecen una nueva alternativa para la obtención de antimicrobianos de origen natural con el potencial de garantizar la inocuidad alimentaria.

## Referencias

- Cruz-Guerrero, A., Hernández-Sánchez, H., Rodríguez-Serrano, G., Gómez-Ruiz, L., García-Garibay, M., & Figueroa-González, I. (2014). Commercial probiotic bacteria and prebiotic carbohydrates: a fundamental study on prebiotics uptake, antimicrobials production and inhibition of pathogens. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 94(11), 2246–2252.
- Benkerroum, N., & Sandine, W. E. (1988). Inhibitory action of nisin against *Listeria monocytogenes*. *Journal of Dairy Science*, 71(12), 3237-3245.
- Yi, L., Qi, T., Hong, Y., Deng, L., & Zeng, K. (2020). Screening of bacteriocin-producing lactic acid bacteria in Chinese homemade pickle and dry-cured meat, and bacteriocin identification by genome sequencing. *LWT*, 125, 109177.

## Frecuencia de *Salmonella enterica* en carne movilidad de res expedida en diferentes condiciones sanitarias

Rodríguez Trujillo A.<sup>a</sup>; López Hernández K. M.<sup>a\*</sup>; Pardo Sedas V. T.<sup>a</sup>; Rivera Ramón K.<sup>a</sup>; Pelayo Andapia S.<sup>a</sup>; Martínez Sánchez Z.<sup>a</sup>.

✉\* klopez@uv.mx

<sup>a</sup> Universidad Veracruzana, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Laboratorio de Seguridad Agroalimentaria, Veracruz, México.

**Palabras clave:** *Salmonella enterica*, carne molida, condiciones sanitarias.

### Introducción

La carne molida de res es un producto altamente perecedero que puede contaminarse con patógenos causantes de enfermedades de transmisión alimentaria como *Salmonella* spp., agente causal de salmonelosis, considerada zoonosis alimentaria. Son diversas las fuentes de contaminación de la carne molida de res durante su elaboración. Sumado a lo anterior, en los mercados públicos las prácticas de manipulación y el almacenamiento pueden ser mal ejecutadas, favoreciendo a la presencia del patógeno que se multiplica rápidamente entre los 4 y 59 °C (COMECARNE, 2023). Siriken *et al.* (2020) determinaron una frecuencia de *Salmonella* spp. de 24.0 % en carne molida procedente de carnicerías de Turquía. En México se registró la frecuencia del 23.3 % de *Salmonella* spp. en carne molida de res expedida en carnicerías de Chiapas (Gordillo, 2019). Debido a lo anterior y a los escasos estudios realizados en carne molida de res en mercados de México, el objetivo de la presente investigación fue determinar la frecuencia de *S. enterica* (*invA*+) en carne molida de res expedida en diferentes condiciones sanitarias.

### Metodología

Se realizó un estudio epidemiológico transversal con muestreo estratificado proporcional (2023) en mercados municipales del Puerto de Veracruz, México. Para establecimientos se estimó la *n* de 26 carnicerías y 41 muestras de carne molida de res. El aislamiento y confirmación de *S. enterica* (*invA*+) se realizó por el método del BAM/FDA (Andrews, 2007) y PCR punto final. La temperatura (ambiental y de la carne) y condiciones sanitarias de los establecimientos se registraron y clasificaron de acuerdo con la NOM-213-SSA1-2018 y NOM-251-SSA1-2009. Las variables observadas fueron: utensilios y mollienda completamente limpios, temperatura de almacenamiento (0.0 – 7.0 °C), suministro de agua, lavadero, buen manejo de basuras, uso de guantes, gorros y cubrebocas, y aislamiento total del alimento. Establecimientos en Nivel 1= *Buenas condiciones sanitarias*, con el cumplimiento del 80 % de las variables. Los establecimientos con *Malas condiciones sanitarias* se asignados como Nivel 2. El análisis de las diferencias significativas encontradas y la frecuencia de *S. enterica* entre mercados, temperaturas y nivel de condiciones sanitarias se realizó con la prueba de  $X^2$  por SPSS.

## Resultados y discusión

En el presente estudio la frecuencia general de *S. enterica* fue de 60.9 % (25/41) en carne molida de res, casi tres veces mayor a las frecuencias observadas en muestras de carne molida procedente de carnicerías de Turquía (24.5 %) y Chiapas, México (23.3 %). En la Tabla 1 se puede observar que en el mercado MM se presentó la frecuencia más alta de *S. enterica* y el rango de temperatura que favoreció su aislamiento fue de 20.0 – 32.0 °C, superior a lo establecido por la NOM-251 (4.0 – 7.0 °C). *S. enterica* se detectó en establecimientos con condiciones sanitarias de Nivel 1 y 2. Aunque no se observó diferencia significativa entre las frecuencias y el nivel de las condiciones sanitarias, el 76.6 % de las carnicerías contaban con deficiencias en la limpieza.

Tabla 1

Frecuencia de *S. enterica* (*invA*+) en carne molida de res expedida en diferentes condiciones sanitarias en mercados municipales de Veracruz.

Variable	"n"	Positivos ( <i>invA</i> +)	Frecuencia (%)	IC <sub>95%</sub>	X <sup>2</sup>	P
Mercados					<b>6.0</b>	<b>0.1</b>
MH	14	9	64.2	35.6 – 86.0		
MUV	18	9	50.0	26.7 – 73.2		
MM	9	7	77.7	40.1 – 96.0		
Temperatura (°C) ambiental del establecimiento					<b>6.0</b>	<b>0.1</b>
20.0 – 28.0	14	9	64.2	35.6 – 86.0		
28.1 – 36.0	27	16	59.2	39.0 – 76.9		
Temperatura (°C) de la carne					<b>3.0</b>	<b>0.2</b>
8.0 – 20.9	10	6	6.0	27.3 – 86.3		
21.0 – 32.0	31	19	61.2	42.2 – 77.5		
Condiciones sanitarias					<b>6.0</b>	<b>0.1</b>
Nivel 1	4	3	75.0	21.9 – 98.6		
Nivel 2	37	22	59.4	42.2 – 74.8		

## Conclusiones

La carne molida de res analizada expedida en establecimientos con condiciones sanitarias de Nivel 1 y 2 no cumple con la normatividad mexicana de la NOM-213 que establece la ausencia de *Salmonella* spp. en 25 g de muestra, lo que podría representar un riesgo para la salud del consumidor.

## Referencias

- Andrews, W. H., Wang, H., Jacobson, A., Ge, B., Zhang, G., & Hammack, T. (2007). BAM Chapter 5: *Salmonella*. Bacteriological Analytical Manual. U.S. Food and Drug Administration.
- Compendio estadístico 2023 – Consejo Mexicano de la Carne. (2023). Consejo Mexicano de la Carne.
- Gordillo, B. M. A. (2019). Prevalencia de *Salmonella* spp. en alimentos contaminados y descripción según serotipos; tipos de alimentos y jurisdicciones sanitarias afectadas en Chiapas, durante el periodo 2016-2018. [Tesis de Maestría, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas]. Repositorio Institucional UNICACH.
- Siriken, B., Al G., & Erol, I. (2020). Prevalence and antibiotic resistance of *Salmonella* Enteritidis and *Salmonella* Typhimurium in ground beef and meatball samples in Samsun, Turkey. *Microbial Drug Resistance*, 26(2), 136-144.

## Perfil antimicrobiano de cepas de *Escherichia coli* productoras de toxinas Shiga en agroalimentos

López Cruz O.E.; Cantú Soto E.U.\*; Figueroa López A.M.; Chávez Almanza A.F.; Nájera Encinas D.A.; Alcalá Rosas R.I.

✉\*ernesto.cantu@itson.edu.mx

Instituto Tecnológico de Sonora, Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias. Cd. Obregón, Sonora, México.

**Palabras clave:** resistencia antimicrobiana, STEC, *Escherichia coli*

### Introducción

El desarrollo de resistencia a antibióticos es un fenómeno que ocurre principalmente por cambios genéticos dados a través del tiempo, sin embargo, en las últimas décadas este proceso se ha visto acelerado por el uso intensivo que el sector productivo primario hace de ellos con el fin de promover el crecimiento y prevenir enfermedades (Pham-Duc *et al.*, 2019). Dada la similitud estructural de los compuestos antimicrobianos utilizados en la medicina veterinaria y la práctica humana, estos genes dotan a los microorganismos de mecanismos capaces de inhibir el efecto de los medicamentos utilizados para tratar las enfermedades que estos mismos generan en el ser humano. Desde hace aproximadamente una década *E. coli* STEC es reconocida como un agente importante de zoonosis asociadas al consumo de alimentos contaminados, capaz de originar brotes epidemiológicos con cuadros clínicos severos y en ocasiones mortales (Shaqiu Zhang *et al.*, 2020). El objetivo fue realizar una comparativa del perfil antimicrobiano de cepas de *E. coli* (STEC) aisladas de diferentes fuentes dentro de la cadena productiva utilizando el método de concentración mínima inhibitoria ( $\mu\text{g/mL}$ ).

### Metodología

Se analizaron cuatro cepas preservadas a  $-70\text{ }^{\circ}\text{C}$ , identificadas como H 11-1, H28-1, H28-3, y JA107 pertenecientes a la colección del Laboratorio de Investigación en Microbiología Molecular de ITSON (Rivas *et al.*, 2020, Anduro *et al.*, 2022), las cuales fueron confirmadas mediante perfil bioquímico y molecular por PCR punto final como *Escherichia coli* productoras de toxinas Shiga (stx1 y stx2). Las cepas fueron reactivadas en cajas Petri con agar estándar métodos mediante estría por agotamiento e incubadas a  $35\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$  por 24 h. La susceptibilidad de los aislados se evaluó mediante la prueba de concentración mínima inhibitoria (CMI) de acuerdo con los criterios establecidos por el *Clinical and Laboratory Standards Institute* (CLSI, 2018). El análisis se efectuó en Micro Scan Neg combo Panel Type 68 spec de 96 pozos para lectura con espectrofotómetro con un panel de 23 antibióticos. Los resultados fueron expresados como susceptible y resistente.

### Resultados y discusión

De los 23 antibióticos evaluados, la cepa H11-1 presentó resistencia al 52.17%, la H28-1

al 47.8%, la JA107 al 21.7% y la H28-3 al 13%. Todas las cepas mostraron resistencia a ampicilina, tetraciclina y trimetoprima/sulfametoxazol. Las cepas H11-1, H28-1 y JA107 no demostraron susceptibilidad a betalactámicos, lo que sugiere presencia de genes que codifican para enzimas betalactamasas. De acuerdo con los reportes del Sistema Nacional de Monitoreo de la Resistencia a los Antimicrobianos (NARMS) (CDC, 2019), el aislamiento de cepas de *E. coli*, no necesariamente STEC, multirresistentes a partir de muestras alimentarias y heces de animales ha sufrido un aumento del 16% en 2017 al 20% en 2018, algunos de los medicamentos con incidencia de resistencia en aumento son las quinolonas, como la ciprofloxacina a la que H11-1 resultó resistente, estas sustancias son indicadas en tratamientos graves, alergias a otros compuestos o altas postquirúrgicas.

### Conclusión

Los datos obtenidos resaltan la necesidad de mejorar la vigilancia y regulación del uso de antimicrobianos en el sector agropecuario. Además de que pone de manifiesto la vulnerabilidad a la que se expone el sistema de salud al no poder garantizar la eficacia de los tratamientos médicos convencionales, sumado al costo económico que supone estadías más largas y desarrollo de nuevos compuestos.

### Referencias

- Anduro-Jordan, J. A., Maldonado-Mendoza, I. E., Figueroa-López, A. M., Torres-Vitela, M. D. R., Campas-Baypoli, O. N., Sánchez-Machado, D. I., & Cantú-Soto, E. U. (2022). STEC non-0157 strains in meat from Southern Sonora, México and their antibiotic resistance. *Veterinaria México OA*, 9.
- Centers for Disease Control and Prevention (CDC). (2019). Antibiotic Resistance Threats in the United States, 2019. U.S. Department of Health and Human Services.
- CLSI. (2018). M100 Standards, Performance Testing, Antimicrobial Susceptibility, 29th ed. En M100, 29th Edition.
- Pham-Duc, P., Cook, M. A., Cong-Hong, H., Nguyen-Thuy, H., Padungtod, P., Nguyen-Thi, H., & Dang-Xuan, S. (2019). Knowledge, attitudes and practices of livestock and aquaculture producers regarding antimicrobial use and resistance in Vietnam. *PloS One*, 14(9).
- Rivas-Ruiz, C. M., Cantú-Soto, E. U., Maldonado-Mendoza, I. E., Figueroa-López, A. M., Anduro-Jordan, J. A., Luna-Nevarez, P., & López-Castro, P. A. (2020). Detección de *Escherichia coli* productora de toxina-Shiga en bovinos asintomáticos del sur de Sonora, México. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 7(2), 1–7.
- Zhang, M., He, L.-Y., Liu, Y.-S., Zhao, J.-L., Liu, W.-R., Zhang, J.-N., Ying, G.-G. (2019). Fate of veterinary antibiotics during animal manure composting. *Science of The Total Environment*, 650, 1363–1370.

## Presencia y susceptibilidad antimicrobiana de *Salmonella enterica* en carne de pollo en supermercados de Veracruz

Rivera Ramón K.<sup>a</sup>, Pardío Sedas, V<sup>a</sup> \*.; López Hernández K.M.<sup>a</sup>; Quintana Castro R.<sup>b</sup>; Flores Primo A.<sup>a</sup>; Cruz Romero A.<sup>a</sup>

✉ \*vpardio@uv.mx

<sup>a</sup> Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Veracruzana. 91710. Veracruz, México.

<sup>b</sup> Facultad de Bioanálisis. Universidad Veracruzana. 91700. Veracruz, México.

**Palabras clave:** resistencia antimicrobiana, carne de pollo, supermercados

### Introducción

La carne de pollo es el principal tipo de carne producida internacionalmente por su alta demanda debido a su bajo costo. Sin embargo, puede ser portadora de diferentes enfermedades, siendo una de las más relevantes la salmonelosis (Regalado *et al.*, 2020). En los últimos años, el número de aislamientos de cepas resistentes a antimicrobianos ha incrementado debido al uso extensivo e inadecuado en medicina humana y veterinaria. En Veracruz, se ha detectado la presencia de cepas de *S. enterica* (4.1 %) en carne de pollo comercializada en mercados municipales, que fueron resistentes a los antimicrobianos para el tratamiento del patógeno en humanos y aves (Rivera *et al.*, 2022). No obstante, Regalado *et al.* (2020) ha detectado que es 3.8 veces más probable aislar *Salmonella* spp. de canales de pollo comercializados en supermercados que de mercados. Por lo anterior, el objetivo de este trabajo fue determinar la presencia y susceptibilidad antimicrobiana de *Salmonella enterica* aislada de pollo crudo comercializado en supermercados de la ciudad de Veracruz, México.

### Metodología

Se realizó un estudio epidemiológico observacional de tipo transversal con un muestreo aleatorio estratificado proporcional en 2022-2023 de pollo crudo refrigerado en 3 cadenas de supermercados en la Ciudad de Veracruz. Se aisló y confirmó cepas de *Salmonella enterica* por microbiología convencional y PCR punto final (Garza *et al.*, 2020). Se evaluó el perfil de sensibilidad a 6 agentes antimicrobianos por la técnica de Kirby-Bauer (CLSI, 2018). Los antimicrobianos probados fueron ampicilina (AM 10 µg), amoxicilina-ácido clavulánico (AMC 20/10 µg), azitromicina (AZT 15 µg), ciprofloxacina (CIP 5 µg), trimetoprim-sulfametoxazol (SXT 23.75/1.25 µg) y cloranfenicol (C 30 µg) (BIO-RAD). Las zonas de inhibición se midieron e interpretaron según el CLSI y se empleó *E. coli* ATCC 25922 como control. Las cepas de *Salmonella enterica* que mostraron resistencia a tres o más antimicrobianos se consideraron multirresistentes (MDR) (López *et al.*, 2018).

## Resultados y discusión

De las 32 canales de pollo analizadas 11 resultaron positivas (34.4 %), aislándose un total de 34 cepas de *Salmonella enterica*. Esta frecuencia fue 8.4 veces la encontrada en pollos comercializados en mercados municipales de Veracruz (Rivera *et al.*, 2022), concordando con Regalado *et al.* (2020), probablemente debido a la extensión de la vida de anaquel que pudiera estar favoreciendo la supervivencia de *Salmonella enterica* en canales contaminadas previamente. De las 34 cepas aisladas de *Salmonella enterica*, 52.9 % fueron resistentes a AM y 29.4 % a STX, mientras que el 79.4 %, 73.5 %, 70.6 % y 64.7 % fueron sensibles a AZT, AMC, SXT y C, respectivamente. El 94.1 % de las cepas presentaron una susceptibilidad intermedia a CIP, agente que se encuentra en la lista de antimicrobianos de importancia de la Organización Mundial de la Salud. Más aún, el 29.4 % (10/34) de las cepas fueron multirresistentes a los antimicrobianos probados, de las que el 70.0 % (7/10) fue resistente a tres antibióticos, 20.0 % (2/10) a cuatro y 10.0 % (1/10) a cinco antibióticos.

## Conclusiones

La presencia de las cepas de *Salmonella enterica* en las muestras de canales de pollos comercializadas en los supermercados estudiados indica la probable contaminación en uno o varios puntos de la cadena de producción, que puede incrementar en los supermercados. Las cepas aisladas del pollo crudo son multirresistentes principalmente a los antibióticos recomendados para el control de la salmonelosis en humanos y aves. La presencia de susceptibilidad intermedia a ciprofloxacina representa un riesgo alto para la salud pública.

## Referencias

- CLSI. (2018). *Performance Standards for Antimicrobial Disk Susceptibility Tests. CLSI standard M02*. Wayne, PA. Decimotercera edición. Clinical and Laboratory Standards Institute.
- Garza García, J., Rubio Lozano, M., Wachter Rodarte, M., Navarro Ocaña, A., E. (2020). Frecuencia de contaminación y de serotipos de *Salmonella enterica* y *Escherichia coli* en una operación integrada de matanza y deshuese de bovinos. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 11(4), 971–990
- López, A., Burgos, T., Díaz, M., Mejía, R., Quinteros, E. (2018). Contaminación microbiana de la carne de pollo en 43 supermercados de El Salvador. *ALERTA Revista Científica Del Instituto Nacional de Salud*, 1(2), 45–53.
- Regalado-Pineda ID, Rodarte-Medina R, Resendiz-Nava CN, Saenz-Garcia CE, Castañeda-Serrano P, Nava GM. (2020). Three-Year Longitudinal Study: Prevalence of *Salmonella enterica* in Chicken Meat is Higher in Supermarkets Than Wet Markets from Mexico. *Foods*. 2;9(3):264.
- Rivera Ramón, K., Pardío Sedas, V. López Hernández, K.M., Vicente Martínez, J.G., Andrade Moreno, A., Cruz Ruiz, L.F., Rodríguez Trujillo, A.X., Ochoa Valencia, J.L. (2022). Susceptibilidad antimicrobiana de cepas de *Salmonella* en pollo crudo comercializado en mercados de Veracruz, México. *Acta De Ciencia En Salud*, (19)

# **CAPÍTULO 3.**

## **CIENCIAS AMBIENTALES Y BIOINGENIERÍA**



## Introducción

---

El II Congreso Internacional de Biotecnología y Ciencias Alimentarias (CIBCA) se llevó a cabo en modalidad híbrida (presencial-remota) del 23 al 27 de octubre de 2023, en el que se desarrollaron diversas temáticas relacionadas con el quehacer biotecnológico, se contó con la participación de profesores investigadores y estudiantes tanto del Instituto Tecnológico de Sonora, de diversas instituciones de educación superior y de investigación del ámbito nacional e internacional. Durante el evento se presentaron alrededor de 29 trabajos relacionados con biotecnología ambiental. Sin lugar a dudas ésta es una de las áreas de mayor aplicación de los procesos biotecnológicos. A continuación, se mencionan algunos de los trabajos presentados durante el congreso y que se incluyen en el presente capítulo.

Los trabajos presentados abordan con temas tales como: a) aprovechamiento de residuos lignocelulósicos para la obtención de enzimas extracelulares con posible aplicación industrial, b) producción de exopolisacáridos a partir de cepas aisladas en el ex lago de Texcoco, c) producción de metano, etanol e hidrógeno a partir de aguas residuales, d) caracterización e identificación de microorganismo en agua (*Acanthamoeba spp*) y aguas residuales (*Salmonella spp*, *Shigella sonei*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae* y *Listeria monocytogenes*), e) Caracterización y aplicación de quitosano en remoción de metales en agua residual, así como en la preparación de recubrimientos verdes, f) producción de polihidroxicanoatos (bioplásticos), g) aprovechamiento de residuos sólidos en aplicaciones agrícolas, h) aprovechamiento de plantas (*Parkinsonia aculeata* y *tithonia diversifolia*) en la generación de productos biotecnológicos, g) obtención de ácido láctico a partir de residuos agroindustriales i) extracción de lípidos a partir de microalgas, entre los temas de gran interés y aplicación de la biotecnología en el área ambiental, sea para la remoción de contaminantes en aguas, aprovechamiento de residuos sólidos agroindustriales.

Sin lugar a dudas, la aplicación de las herramientas biotecnológicas y de los procesos biotecnológicas son y seguirán siendo de gran relevancia en la solución de los problemas ambientales, sea desde el punto de vista correctivo, es decir utilizar productos biotecnológicos en el combate plagas como es el caso de los cristales de *Bacillus thuringensis*, o bien desde el punto de vista correctivo como es el caso de la eliminación de contaminantes químicos y biológicos en aguas residuales, en suelo, o bien el en el aprovechamiento de residuos sólidos agroindustriales; así como en el cuidado de la inocuidad de los alimentos.

**Dr. Pablo Gortáres Moroyoqui**  
Profesor-Investigador ITSON

## Análisis de actividad enzimática extracelular en cepas de hongos nativos del sur de Sonora

Maldonado Bustamante S.R.<sup>a</sup>; Mondaca Fernández I.<sup>a</sup>; Balderas Cortés J.J.<sup>a</sup>; Meza Montenegro M.M.<sup>a</sup>; Hidalgo Sotomayor L.<sup>a</sup>

✉ [sara.maldonado20708@potros.itson.edu.mx](mailto:sara.maldonado20708@potros.itson.edu.mx)

<sup>a</sup> Instituto Tecnológico de Sonora, Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias, 85000 Ciudad Obregón, México.

**Palabras clave:** lignocelulosa, hongos de pudrición blanca, enzimas.

### Introducción

La lignocelulosa es uno de los biopolímeros más abundantes en el planeta y es considerado como un recurso natural renovable, el cual se compone de 3 polímeros: celulosa (35-50%), hemicelulosa (25-30%) y lignina (25-30%). Los hongos de pudrición blanca son reconocidos principalmente por su capacidad para degradar el material lignocelulósico, debido a que cuentan con un complejo de enzimas específicas como lacasas (Lac), manganeso peroxidasas (MnP) y lignina peroxidasas (LiP) (Li *et al.* 2011). Estos representan una alternativa en aprovechamiento de residuos agroindustriales, por lo cual el objetivo de este trabajo es probar tres cepas de hongos nativos del sur de Sonora mediante la determinación del índice enzimático para su uso potencial como biopulpeo de paja de trigo.

### Metodología

**Microorganismo.** Las 3 cepas obtenidas del parque La Colorada en Álamos, Sonora fueron sembradas en placas con medio dextrosa de papa e incubadas a 30°C por 7 días.

**Actividad enzimática.** La actividad de LiP se evaluó en agar extracto de malta (MEA) que contenía 0,1 g/L de Azure B, se seleccionaron aislados con actividad positiva de lignina peroxidasa basándose en decolorados de púrpura a azul claro. Para Lac la selección de hongos por actividad extracelular fue realizada en cajas con MEA con 0.05% de ABTS, la actividad positiva de los aislados seleccionados se basó en la formación de halos color verde (Maldonado-Bustamante *et al.*, 2017). La actividad enzimática de MnP fue evaluada en medio MEA con 0.1 g/l de rojo fenol, la actividad positiva se mostró en la formación de un halo de color rojo oscuro. En todos los medios se inoculó con un disco de 1 cm<sup>2</sup>, se realizaron duplicados por cada prueba y se incubó a 30 °C por siete días.

**Potencial enzimático.** El halo observado se midió con el software Image J 1.44, una vez obtenidos las áreas se calculó el índice enzimático (IP) utilizando la ecuación 1. Los resultados fueron reportados como media ± desviación estándar (DE) de muestras por duplicado. Se realizó la prueba simple ANOVA para comparar la media del mejor índice enzimático entre cepas.

$$IP = \frac{\text{Área de Halo}}{\text{Área de colonia}} \quad (\text{Ecuación 1})$$

## Resultados y discusión

En la Tabla 1, es posible visualizar el promedio y desviaciones estándar de la actividad de las cepas positivas con índice de potencia enzimático. El valor de índice de potencial enzimático nos indica si la cepa es la más deseable o seleccionable en comparación de las otras 2, lo que indica un menor crecimiento del hongo y una mayor actividad enzimática.

Tabla 1  
Actividad enzimática.

Enzimas Cepa	MnP	LiP	Lac
RP	2.04 ± 0.69 <sup>a</sup>	1.36 ± 0.16 <sup>a</sup>	-
BP	1.57 ± 0.069 <sup>a</sup>	1.53 ± 0.24 <sup>a</sup>	2.55 ± 0.24 <sup>a</sup>
GP	1.27 ± 0.12 <sup>a</sup>	1.15 ± 0.049 <sup>b</sup>	1.18 ± 0.08 <sup>b</sup>

Civzele *et al.* 2023, evaluaron la producción de enzimas ligninolíticas mediante la oxidación de ABTS a ABTS<sup>+</sup> con la formación de color verde y la decoloración de Azure B para 10 cepas de hongos con capacidades potencialmente altas de producción de enzimas y demostraron su posible aplicación en el pretratamiento biológico de la lignocelulosa.

## Conclusiones

De las 3 cepas evaluadas la mejor cepa fue la RP con 2.04 ± 0.69 índice enzimático para MnP peroxidasas, la cepa BP con 1.53 ± 0.24 para LiP y 2.55 ± 0.24 para Lac. Con estos resultados se concluye que es factible la incorporación de estas 3 cepas de hongos nativos en un proceso de deslignificación.

## Referencias

- Civzele, A., Stipniece-Jekimova, A. A., & Mežule, L. (2023). Fungal ligninolytic enzymes and their application in biomass lignin pretreatment. *Journal of Fungi*, 9(7), 780.
- Li P P, Wang XJ, Yuan X F, Wang X F, Cao Y Z *et al* (2011) Screening of a Composite Microbial System and Its Characteristics of Wheat Straw Degradation. *Agricultural Sciences in China*, 10(10): 1586-1594.
- Maldonado-Bustamante, S. R., Mondaca-Fernández, I., Caro-Reyes, R. B., Gámez-Gutiérrez, L. A., Santos-Villalobos, S. D. L., Meza-Montenegro, M. M., & Balderas-Cortés, J. J. (2017). Selección de cepas productoras de enzimas ligninolíticas nativas del Valle del Yaqui. *Nova scientia*, 9(19), 24-36.

## Cinética de producción de exopolisacáridos de la cepa N31 aislada del ex Lago de Texcoco

De La Rosa Medrano A. P.; Gassós Ortega L. E; Cira Chávez L. A; Coronado Corral J. C; Estrada Alvarado M.I.\*

✉ \* m.estrada@itson.edu.mx

Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias, Instituto Tecnológico de Sonora. 5 de febrero 818 sur. CP 85000 Cd. Obregón, Sonora.

**Palabras clave:** exopolisacárido, fuente de carbono, halófilos, glucosa, N31

### Introducción

Los microorganismos halófilos son aquellos que se encuentran en los ambientes hipersalinos, pero son diferentes a los halotolerantes porque son capaces de reproducirse y llevar a cabo sus funciones metabólicas de una forma más eficiente en presencia de elevadas concentraciones de sales que en su ausencia (Ali *et al.*, 2016). Los exopolisacáridos (EPS) son polisacáridos que se encuentran en la superficie de las células microbianas, son macromoléculas compuestas por carbohidratos en ocasiones con proteínas. La glucosa y la sacarosa son los azúcares que facilitan una producción de EPS más productiva o rentable en la mayoría de los casos (Tiwari *et al.*, 2016). En este trabajo de investigación el objetivo fue la obtención de exopolisacáridos de la cepa N31 usando glucosa como fuente de carbono.

### Metodología

La metodología usada para la cepa N31 aislada del ex Lago de Texcoco fue la siguiente:

1. La cepa N31 fue sembrada en placa en agar marino + rojo Congo/azul de Coomassie, para detectar cualitativamente la producción de EPS.
2. Se realizó la cinética de producción de EPS en caldo marino al 3% NaCl + glucosa 2% a 37 °C y 150 rpm durante 6 días tomando muestra por triplicado, cada 24 horas.
3. Análisis de azúcares reductores en los extractos libres de células, por el método colorimétrico DNS y determinación de azúcares totales por el método de fenol-sulfúrico.
4. Extracción de EPS con etanol al 96% a 4 °C. Se realizó una diálisis con membrana de 12 kDa posteriormente se liofilizó el EPS obtenido.
5. Las muestras de EPS se leyeron en el FTIR comparándolo con varios estándares

### Resultados y discusión.

1. Inoculación en agar marino, 3% NaCl + Glucosa 2% la cepa N31 Presentó un aspecto colonial mucoso, lo que indica que tiene la capacidad de producir un exopolisacárido.
2. En la extracción de EPS, la mayor producción de exopolisacáridos se obtuvo a las 0 horas con una concentración mayor con promedio de 0.7 mg/L, al comparar los resultados con Fuentes *et al.* (2013) los mayores valores se alcanzaron después de 1 hora con una cantidad de 0,296 mg/L, observándose una tendencia a la disminución a las 24 horas

y se utilizó melaza como fuente de carbono en bacterias halófilas (*Halomonas* sp.).

3. Se recuperó el EPS liofilizado, para leer las muestras en el espectro FTIR, generando señales similares a los estándares utilizados. La región de 1200 a 900  $\text{cm}^{-1}$  se considera como la región de la “huella digital” de los carbohidratos, lo que permite identificación de los principales grupos químicos en polisacáridos (López-Ortega *et al.*, 2020).

### Conclusiones

Se logró obtener exopolisacáridos (0.7 mg/L) con la cepa N31 a partir de caldo marino 3% NaCl +glucosa 2% como fuente de carbono, El EPS producido podría aplicarse a los campos de la biotecnología como metabolito de interés para la cosmética, alimentos, farmacéutica y remediación.

### Referencias

- Ali, I., Prasongsuk, S., Akbar, A., Aslam, M., Lotrakul, P., Punnapayak, H., & Rakshit, S. K. (2016). Hypersaline habitats and halophilic microorganisms. *Maejo International Journal of Science and Technology*, 10(3), 330-345.
- Castilla Marroquín, J. D. (2019). Producción de exopolisacáridos (EPS) de *Leuconostoc spp.* de tibicos de caña de azúcar en cultivo líquido (Master's thesis).
- Fuentes, Ángel, Carreño, C., & Llanos, C. (2013). Rendimiento de exopolisacáridos emulgentes producidos por bacterias halófilas nativas en tres concentraciones de melaza de *Saccharum officinarum* L. “caña de azúcar”. *Scientia Agropecuaria*, 4(2), 111-120.
- López-Ortega, M. A., Rodríguez-Hernández, A. I., Camacho-Ruiz, R. M., Cordova, J., del Rocío López-Cuellar, M., Chavarria-Hernandez, N., & Gonzalez-Garcia, Y. (2020). Physicochemical characterization and emulsifying properties of a novel exopolysaccharide produced by haloarchaeon *Haloferax mucosum*. *International journal of biological macromolecules*, 142, 152-162.
- Tiwari ON, Sasmal S, Kataria AK, & Devi I. (2020). Application of microbial extracellular carbohydrate polymeric substances in food and allied industries. *3 Biotech*. May;10(5):221.

## Aumento de la producción de metano a partir de sargazo en codigestión anaerobia con FORSU

Guzmán-Bautista C. A.<sup>a</sup>; González-Tenorio D.<sup>a</sup>, Durán-Moreno A.<sup>a\*</sup>

✉ \*glezdianat87@gmail.com

<sup>a</sup> Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México, Circuito Interior, Ciudad Universitaria, Coyoacán, 04510, México, México.

**Palabras clave:** biometano, sargazo, FORSU, digestión anaerobia, codigestión,

### Introducción

El *Sargassum* es una macroalga café que ha aumentado su presencia en el Golfo de México y el Mar Caribe, las algas que destacan en mayor proporción son las algas *Sargassum fluitans* y *Sargassum natas*. *Sargassum* sp. se depositan en las playas en cantidades masivas estacionalmente. La materia orgánica resultante de su descomposición contamina la calidad de aguas costeras generando impactos. El sargazo se puede usar como materia prima para la producción de energía en forma de biocombustibles a través de la digestión anaerobia (DA), incrementándose con otros residuos por la codigestión anaerobia (Pardilhó *et al.*, 2022). El objetivo de este trabajo fue determinar el efecto de la codigestión en cinco diferentes combinaciones sobre la producción de metano a partir de sargazo con la fracción orgánica de residuos sólidos urbanos (FORSU).

### Metodología

Los sustratos empleados fueron el sargazo recolectado en Cancún, Yucatán, México y la FORSU recolectada en la cafetería de un hospital. El sargazo se lavó con agua corriente para remover la sal y se secó al sol por 12 horas. El inóculo fue lodo anaerobio granular de un reactor UASB. La caracterización de los sustratos consistió en determinar diferentes parámetros fisicoquímicos. Después se evaluaron diferentes combinaciones de los cosustratos Sargazo/FORSU (S/F) al 5% de los ST. Se determinó para cada combinación el Potencial Bioquímico de Metano usando reactores en lote con un volumen efectivo de 360 mL en el equipo de gas Endeavour, Bioprocess Control durante 35 días (Angelidaki *et al.*, 2009).

### Resultados y discusión

Mediante la caracterización se determinó que el sargazo tiene un pH de 8, Carbono Orgánico Total de 84.4 mg /g, una Demanda Química de Oxígeno (DQO) de 59.6 g /g y 0.13 g/g de Sólidos Volátiles (SV). En la Figura 1 se muestran la producción de biometano. La FORSU produjo 1.15 veces más que el sargazo. Las combinaciones que tuvieron un incremento en la producción de metano fueron (S/F): 25/75, 50/50. La combinación con la que se obtuvo una mayor producción fue con la relación de S/F al 25/75 (138.9 mL NCH<sub>4</sub>/ST). Esta combinación produce 1.1 veces más de volumen de metano comparado con el sargazo. La codigestión mejora la producción de metano presumiblemente debido al alto

contenido de ST en ambos sustratos, aumentando la materia orgánica biodegradable, el potencial de biodegradación (Pardilhó *et al.*, 2022).

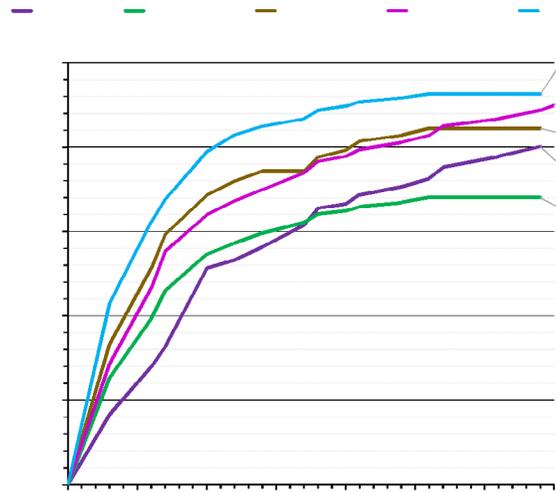


Figura 1. Producción de la codigestión S/F

### Conclusiones

Los resultados indican que la codigestión anaerobia de S/F fue benéfica para aumentar la digestibilidad de la biomasa y como consecuencia el rendimiento del metano para el sustrato FORSU.

### Referencias

- Angelidaki, I., Alves, M., Bolzonella, D., Borzacconi, L., Campos, J. L., Guwy, A. J., Kalyuzhnyi, S., Jenicek, P., & van Lier, J. B. (2009). Defining the biomethane potential (BMP) of solid organic wastes and energy crops: a proposed protocol for batch assays. *Water science and technology*, 59(5), 927–934.
- Rivera-Hernández Y., Hernández-Eugenio G., Balagurusamy N., Espinosa-Solares T., (2022) Sargassum-pig manure co-digestion: An alternative for bioenergy production and treating a polluting coastal waste, *Renewable Energy*, 199, 1336-1344,
- Tapia-Fuentes J., Cruz-Salas A. A., Martínez-Salvador C., Ojeda-Benítez S., Vázquez-Morillas A., Álvarez-Zeferino J. C., (2023), Presence of microplastics deposited in Sargassum sp. on sandy beaches, *Regional Studies in Marine Science*, 66,103152.
- Pardilhó S., Boaventura R., Almeida M., & Dias J. M. (2022). Anaerobic co-digestion of marine macroalgae waste and fruit waste: Effect of mixture ratio on biogas production, *Journal of Environmental Management*, 322, 116142.

## Caracterización molecular de cepas de *Acanthamoeba* spp., aisladas del agua potable en Cajeme, Sonora

Camacho Aguilar P.<sup>a</sup>, Rodríguez Anaya L. Z.<sup>b\*</sup>, González Zúñiga L. D.<sup>a</sup>, Lares Villa F.<sup>c</sup>, Lares-Jiménez L. F.<sup>c</sup>, González Galaviz J. R.<sup>b</sup>.

✉ \*libia.rodriguez@itson.edu.mx

<sup>a</sup>Instituto Tecnológico de Sonora, Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias, 85000 Ciudad Obregón, México.

<sup>b</sup>CONAHCYT-Instituto Tecnológico de Sonora.

<sup>c</sup>Instituto Tecnológico de Sonora, Departamento de Ciencias Agronómicas y Veterinarias, 85000 Ciudad Obregón, México.

**Palabras clave:** *Acanthamoeba*, genotipos, secuenciación.

### Introducción

*Acanthamoeba*, es una amiba de vida libre patógena para los seres humanos capaz de provocar infecciones de encefalitis granulomatosa amebiana (EGA), con una letalidad de >95%; así como queratitis amebiana (QA), provocando pérdida de visión. Esta especie se clasifica por su morfología quística o en genotipos (T1-T23) en genotipos no patógenos y en su mayoría patógenos, basada en el 18S ARNr. Su estudio, se basa en además de monitorear la distribución de genotipos presentes en la región, en conocer su disposición para el desarrollo de infecciones en la población, así como relacionar con los factores directos e indirectos que indique un posible potencial para su persistencia y (Gabr *et al.*, 2020; Rayamajhee *et al.*, 2023). Por lo anterior, el objetivo de este trabajo fue realizar la caracterización molecular de cepas de *Acanthamoeba*, aisladas de agua potable en el municipio de Cajeme mediante la extracción y secuenciación de ADN para su clasificación genotípica.

### Metodología

Se delimitaron tres sitios de muestreo en cada zona con presencia de plantas potabilizadoras en el municipio, donde 13 de los 21 muestreos resultaron cepas positivas a este patógeno. El ADN del cultivo axénico de *Acanthamoeba* se obtuvo con el kit de extracción DNA Extraction Genomic DNA Isolation (Promega) seguido de la medición de la concentración y pureza de ADN con un espectrofotómetro NanoDrop 2000c. La identificación molecular se realizó mediante la secuenciación de 8 cepas por técnica de Sanger de productos de PCR generados con los cebadores JDP1 y JDP2 en el 18S rDNA de la amiba. El análisis filogenético se creó con máxima verosimilitud y el modelo de Kimura de dos parámetros en el programa MEGA11, utilizando las secuencias Rns con secuencias representativas para cada genotipo y comparando las diferencias alélicas de la región DF3 (Coronado-Velázquez *et al.*, 2020).

## Resultados y discusión

La genotipificación agrupó las cepas positivas seleccionadas en los genotipos T4, T5, T11, T15 y T22 (Figura 1), mismas que han sido identificadas en casos de infección, tanto en EGA como QA. Diversos análisis en México corroboran la presencia de estos genotipos en la región al ser reportadas con anterioridad. Sin embargo, el T22 se ha registrado en muy pocas ocasiones en comparación a los T4 y T5 (Ramírez-Flores *et al.*, 2022). La variabilidad de especies se ha relacionado con las condiciones de temporada en los meses más calurosos del año, dada la adaptabilidad de *Acanthamoeba* a estas temperaturas (Rayamajhee *et al.*, 2023). Por otra parte, la mayoría de los autores relacionan la presencia de esta ameba en agua potable con el tipo de almacenamiento en los hogares y las inadecuadas condiciones de higiene aunado al hecho de que en las plantas potabilizadoras pueden albergar una densidad pequeña de AVL después del tratamiento (Gabr *et al.*, 2020).

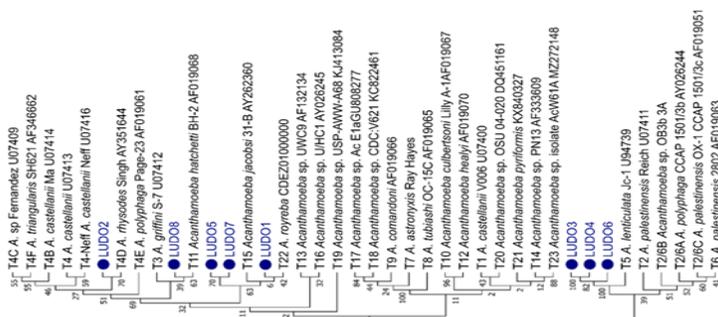


Figura SEQ Figura \\* ARABIC 1. Árbol filogenético de genotipos de *Acanthamoeba* spp. extraídos a partir de muestras de agua potable de Cajeme, Sonora.

## Conclusiones

La identificación de genotipos patógenos en el agua potable mediante técnicas moleculares y herramientas bioinformáticas refuerzan la información reportada en la región sobre esta especie con una mayor fiabilidad y permitiendo asociarlas como un posible riesgo de infección en la población, así como con sus factores de prevalencia.

## Referencias

- Coronado-Velázquez, D., Silva-Olivares, A., et al (2020). *Acanthamoeba mauritaniensis* genotype T4D: An environmental isolate displays pathogenic behavior. *Pathogens*, 74, 1-11.
- Gabr, N., Mohamed, R., Belal, U. S., Abdel-Hafeez, E., Abdel-Fatah, M., & Ahmed, R. (2020). Isolation and identification of pathogenic *Acanthamoeba* species from different water sources in Minia Governorate, Egypt. *Minia Journal of Medical Research*, 31(3), 298–303.
- Ramírez Flores, E., Robles Valderrama, E. *et al.* (2022). Calidad amebológica del agua embotellada en garrafón del área metropolitana de la ciudad de México. *Ingeniería Investigación y Desarrollo*, 22(2), 71–81.
- Rayamajhee, B., Williams, N. L. *et al.* (2023). Identification and quantification of *Acanthamoeba* spp. within seawater at four coastal lagoons on the east coast of Australia. *Science of The Total Environment*, 901.

# Eliminación por sorción y biodegradación de antibióticos de agua residual porcícola con lodos granulares anaerobios

Durán Hinojosa U.<sup>a\*</sup>; Delgadillo Mirquez L.<sup>b</sup>; Serrano Palacios D.<sup>c\*</sup>

✉<sup>\*</sup>uduranh@xanum.uam.mx; ✉<sup>\*</sup>denisse.serrano@itson.edu.mx

<sup>a</sup> Universidad Autónoma Metropolitana unidad Iztapalapa, Depto. Biotecnología, 09340, CDMX, México.

<sup>b</sup> Universidad de Ibagué, Facultad de Ingeniería, 730008, Tolima, Colombia.

<sup>c</sup> Instituto Tecnológico de Sonora, Depto. de Ciencias del Agua y Medio Ambiente, 85130, Cd. Obregón, Sonora, México.

**Palabras clave:** agua residual porcícola, antibióticos, bioadsorción, inhibición

## Introducción

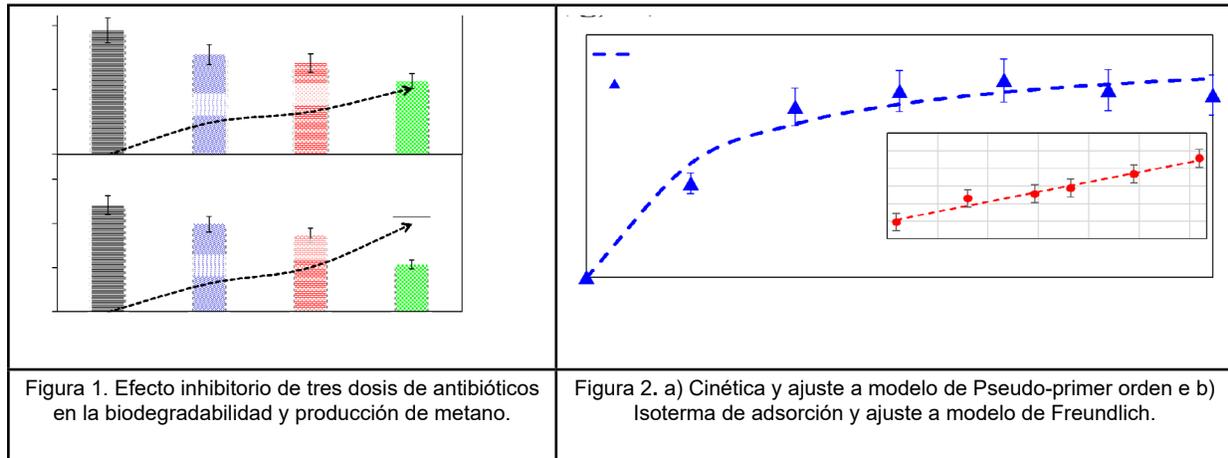
El consumo de carne de cerdo ha aumentado 50% desde los 90's, incrementando la presencia de antibióticos en el agua residual por la cría de cerdos, principalmente tetraciclinas y macrólidos (OCDE, 2019). Las tetraciclinas tienen vida media de 100 días y los macrólidos de 21 días, esto ha provocado bioacumulación en el ambiente e incremento de bacterias resistentes. Generando un riesgo para la salud humana, porque en la mayoría de los países la presencia de antibióticos en el agua residual no está regulada (Van Epps & Blaney, 2016). Para la remoción de antibióticos los procesos más utilizados son: oxidación avanzada; ozonización y foto-Fenton, estos oxidan diversos contaminantes en tiempos cortos, pero su aplicación es limitada por su alto costo. Los reactores anaerobios son los más utilizados para el tratamiento del agua residual porcícola, ya que remueven materia orgánica y nutrientes con eficiencias mayores al 80%, pero no remueven completamente o no son capaces de eliminar los antibióticos, por problemas de inhibición (Cetecioglu *et al.*, 2013). Por lo tanto, en este trabajo se evaluaron en un lodo granular anaerobio los mecanismos de eliminación por sorción y biodegradación de una mezcla de tres antibióticos: tetraciclina (TCN), oxitetraciclina (OTC) y tilosina (TYL).

## Metodología

**Mecanismo de biodegradación.** Se realizaron ensayos por duplicado en botellas de 60 mL, con 16 mL de agua residual y utilizando una relación sustrato/biomasa inicial ( $S/X_0$ ) de 0.4 mgC/mgSSV. Cada botella contenía unas dosis de antibióticos en mezcla de: 15, 30 y 45  $\mu\text{g/mL}$ . Las botellas se incubaron a  $37 \pm 2$  °C y a 120 rpm.

**Mecanismos de sorción.** Los ensayos se realizaron con lodo granular anaerobio inactivado por esterilización y con 1% de azida sódica. Se realizaron en botellas de 60 mL, con agua destilada a pH de 7 y a temperatura ambiente. Se utilizaron 57 g SSV/L de lodos. Se ajustó la sorción a los modelos de: Pseudo-primer orden, pseudo-segundo orden, Elovich y difusión intraparticular; y se realizaron isotermas de sorción y los resultados ajustaron a los modelos de Langmuir y Freundlich.

## Resultados y discusión



La Figura 1 muestra un efecto inhibitorio de los antibióticos, lo que redujo la actividad de biodegradación y la producción de  $\text{CH}_4$  a partir de agua residual porcícola. Este efecto fue directamente proporcional a la concentración de antibióticos, siendo mayor con  $45 \mu\text{g}/\text{mL}$ . Este efecto inhibitorio posiblemente se deba a las tetraciclinas (OTC y TCN), ya que se ha reportado que limitan la producción de los AGVs. El lodo granular inactivo alcanzó una remoción por adsorción de más del 52% para OTC, 70% para TCN y 92% para TYL, a partir de las primeras 20 horas. Los resultados se ajustaron al modelo de Pseudo-primero orden con un  $R^2$  de 0.987 (Figura 2a) y las isothermas de adsorción (Figura 2b) se ajustaron al modelo de Freundlich ( $Q_e (\mu\text{g}/\text{g}) = 15.4[\text{C}_e]^{1/0.23}$ ), indicando que los sitios activos del lodo se distribuyen de manera heterogénea sobre la superficie y su intensidad está determinada por los sitios que son llenados por el antibiótico. Esto indica que la biomasa anaerobia es un adsorbente eficaz para los antibióticos en concentraciones iguales o menores a  $45 \mu\text{g}/\text{mL}$ .

### Conclusiones

Los antibióticos en dosis inferiores o iguales a  $45 \mu\text{g}/\text{mL}$  no inhiben completamente la actividad de biodegradación y la producción de metano del lodo anaerobio. Los antibióticos se adsorben y acumulan en la biomasa anaerobia inactiva en 20 horas. Por lo tanto, el tiempo de contacto y la baja concentración de los antibióticos podrían favorecer su adsorción inicial para posteriormente metabolizarse por los lodos anaerobios.

### Referencias

- Cetecioglu Z, Ince B, Gros M, Rodriguez-Mozaz S, Barceló D, Orhon D, Ince O. Chronic impact of tetracycline on the biodegradation of an organic substrate mixture under anaerobic conditions. *Water Res.* 2013 Jun 1;47(9):2959-69.
- OCDE (2019). Exámenes de mercado en México: Estudio de caso del mercado de la carne de cerdo.
- Van Epps, A. y Blaney, L. (2016). Antibiotic Residues in Animal Waste: Occurrence and Degradation in Conventional Agricultural Waste Management. *Curr. Pol. Rep.*, 2(3),135–155.

# Evaluación microbiana de efluentes provenientes de “La Salada” (Guaymas, Sonora) mediante técnicas de microbiología tradicional

Ruiz Zatarain A.G.<sup>a</sup>; Niño Gómez D.C.<sup>a</sup>; Mendoza Chávez C.E.<sup>a</sup>; Leyva Soto L.A.<sup>a</sup>; Rentería Mexía A. M.<sup>a</sup>; Gortáres Moroyoqui P.<sup>a\*</sup>

✉\*pablogortares@itson.edu.mx

<sup>a</sup> Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias, Instituto Tecnológico de Sonora. 5 de febrero 818 sur, 85000, Ciudad Obregón, Sonora México.

**Palabras clave:** aguas residuales, tratamiento, microbiología, molecular.

## Introducción

Según la USGS (2018) podemos definir como agua residual cualquier agua que ya ha sido utilizada. Estas aguas podrían incluir sustancias como aceites, jabones, productos químicos y colorantes, así como desechos humanos, entre otros. Ante la gran demanda de agua a nivel mundial, se ha visto la necesidad de utilizar procesos químicos, biológicos y/o físicos para su tratamiento, el cual consiste en eliminar cualquier tipo de contaminación que pueda ser considerado un peligro para la salud humana, y restaurar su calidad (Englande, *et al*, 2015). “La Salada” es una serie de lagunas de oxidación que se encuentran en el sur de la ciudad de Guaymas, Sonora. Su principal propósito es concentrar todas las aguas residuales de la ciudad para posteriormente someterlas a tratamiento. Según *El Imparcial* (2019) se han realizado diversos estudios en los últimos años en los que se ha mostrado un deterioro de esta laguna al arrojar resultados que se encuentran por encima de la norma. El objetivo principal de esta investigación es evaluar y comparar la calidad microbiana al inicio y al final de la laguna utilizando técnicas de microbiología y biología molecular con el fin de comparar los resultados con los valores permisibles de la a NOM-003-ECOL-1997.

## Metodología

Se seleccionaron cuatro bacterias como referencia para el análisis microbiológico debido a su relevancia en la salud humana. Las bacterias seleccionadas fueron: *Escherichia coli*, *Salmonella*, *Klebsiella* y *Shigella*. Se realizaron muestreos mensuales en “La Salada”, Guaymas. Se tomó una muestra en la entrada de las lagunas y otra en la salida. Estas fueron transportadas en hielo. Las muestras se homogenizaron y se realizaron diluciones decimales tanto para aquellas de la entrada como de la salida, de las cuales se sembraron 100 microlitros por triplicado en cajas Petri previamente preparadas con los distintos medios que permitían el desarrollo de las bacterias seleccionadas. Las placas se incubaron a 37°C por 48 horas. Pasadas las 48 horas se realizó conteo en placa y se registraron los datos. Al no ser medios altamente selectivos, se seleccionaron colonias presuntivas y se sembraron para obtener las bacterias aisladas. Se incubaron de igual forma y pos

teriormente fueron sembradas en Caldo tripticasa de soya (TSB por sus siglas en inglés). Se mantuvieron en incubación para su crecimiento.

### Resultados y discusión

Se realizaron cuatro muestreos. cómo se observa en la tabla 1 en el mes de agosto se obtuvo la mayor carga microbiana y los mayores porcentajes de remoción. Según Ríos en 2017, al ser bacterias provenientes del tracto gastrointestinal, la temperatura y humedad han permitido su reproducción y sobrevivencia.

Tabla 1

Concentrado de los datos obtenidos por técnicas microbiológicas para los meses de junio, julio, agosto y septiembre.

	Muestreo Junio			Muestreo Julio			Muestreo Agosto			Muestreo Septiembre		
	Entrada (UFC/100 mL)	Salida (UFC/100 mL)	% Remoción	Entrada (UFC/100 mL)	Salida (UFC/100 mL)	% Remoción	Entrada (UFC/100 mL)	Salida (UFC/100 mL)	% Remoción	Entrada (UFC/100 mL)	Salida (UFC/100 mL)	% Remoción
<i>Escherichia</i>	2.17E+06	7.33E+04	96.62	5.70E+06	1.63E+05	97.13	1.12E+07	1.98E+05	98.24	7.70E+05	3.10E+05	59.74
<i>Klebsiella</i>	1.93E+06	5.89E+05	69.54	1.47E+06	7.67E+04	94.78	1.00E+07	4.50E+04	99.55	8.33E+04	1.43E+04	82.80
<i>Salmonella</i>	1.33E+06	3.93E+05	70.45	1.80E+06	3.33E+03	99.81	1.70E+07	4.33E+03	99.97	3.77E+05	5.70E+04	84.87
<i>Shigella</i>	3.33E+05	3.33E+03	99.00	3.14E+05	9.68E+03	96.92	9.67E+05	4.00E+03	99.59	2.92E+06	1.05E+05	96.42

% Remoción				
	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
<i>E. coli</i>	96.62	97.13	98.24	59.74
<i>Klebsiella</i>	69.54	94.78	99.55	82.80
<i>Salmonella</i>	70.45	99.81	99.97	84.87

Así mismo, en el mes de septiembre se pudieron observar los valores más bajos de remoción, aunque, según los datos obtenidos en las salidas de los diferentes meses, y a pesar de sus porcentajes de remoción, todos los valores se encuentran por encima de la norma.

### Conclusiones

A pesar de que los altos porcentajes de remoción podrían indicar un buen funcionamiento de las lagunas, al comparar los datos de salida con la NOM-003-ECOL-1997 se pudo observar que ningún mes ha logrado estar por debajo de la norma, lo que nos indica que las aguas no pueden ser reutilizadas y necesitan de un proceso adicional para mejores resultados.

### Referencias

El imparcial. (2019). Bahía de Guaymas tiene cinco fuentes de contaminación. Recuperado el día 27 de septiembre de 2023 de <https://www.elimparcial.com/sonora/sonora/Bahia-de-Guaymas-tiene-cinco-fuentes-de-contaminacion-20191021-0031.html>

Englande, A. J., Jr., Krenkel, P., & Shamas, J. (2015). Wastewater Treatment & Water Reclamation. Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences, B978-0-12-409548-9.09508-7.

Ríos-Tobón, S, Agudelo-Cadavid, R, & Gutiérrez-Builes, L. (2017). Patógenos e indicadores microbiológicos de calidad del agua para consumo humano. Revista Facultad Nacional de Salud Pública, 35(2), 236-247.

USGS. (2018). Wastewater Treatment Water Use. Water science school. Recuperado el día 27 de septiembre de 2023 de <https://www.usgs.gov/special-topics/water-science-school/science/wastewater-treatment-water-use>

# Identificación de bacterias patógenas por PCR en aguas residuales tratadas de la Ensenada La Salada Guaymas, Sonora

Niño Gómez D. C.<sup>a</sup>; Ruiz Zatarain A.<sup>a</sup>; Mendoza Chávez E.<sup>a</sup>; Leyva Soto L.<sup>a</sup>; Ulloa Mercado R.G.<sup>a</sup>; Gortares Moroyoqui P.<sup>\*a</sup>.

✉ [\\*pablo.gortares@itson.edu.mx](mailto:pablo.gortares@itson.edu.mx)

<sup>a</sup> Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias, Instituto Tecnológico de Sonora, 85000 Ciudad Obregón, México.

**Palabras clave:** bacterias patógenas, iniciadores, PCR, secuencia codificante.

## Introducción

El agua es un recurso natural valioso e indispensable para el desarrollo de la vida en nuestro planeta y es empleada en múltiples actividades como la agricultura, la ganadería, la minería y la industria, así como en labores antrópicas cotidianas (Voulvoulis, 2018). Su calidad se basa principalmente en los compuestos químicos y materiales que contienen disueltos, así como en los microorganismos que estén presentes. La identificación de estos microorganismos por medio de técnicas de biología molecular como la Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR por sus siglas en inglés) facilitan su detección. El objetivo de esta investigación fue evaluar la presencia de bacterias patógenas en las aguas contenidas en las lagunas de oxidación de la Ensenada La Salada al sur de Guaymas, Sonora, mediante técnicas de PCR.

## Metodología

**Selección de iniciadores (*primers*).** Se seleccionaron 5 bacterias patógenas humanas: *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Salmonella spp.*, *Shigella sonnei* y *Listeria monocytogenes* para realizar búsqueda en literatura reciente de los iniciadores usados para la amplificación de secuencias específicas de su genoma. Los iniciadores se seleccionaron de acuerdo con los siguientes criterios: a) número de pares de bases entre 20 y 22, b) temperatura de fusión entre 58 y 62 °C, c) % de Guanina – Citosina entre 45 y 50, d) valor valor E (BLASTN) más cercano a 0 y e) tamaño del fragmento amplificado (*amplicon*) menor o igual a 120 pares de bases de acuerdo con Tamay *et al.*, (2013).

**Muestras:** Se realizó un muestreo mensual de junio a septiembre del 2023 en la ensenada La Salada. Se tomó una muestra de agua residual, tanto a la entrada como a la salida del sistema de lagunas, el cual consta de cuatro lagunas en serie. Las muestras se transportaron en condiciones de refrigeración y se homogenizaron y se realizaron diluciones decimales, de las cuales se sembraron 100µL en cajas Petri (por triplicado) en Agar SS para *Salmonella* y *Shigella*, Agar - Medio MUG para *E. coli* y Agar ENDO para *Klebsiella*.

**Extracción de ADN:** Se realizó mediante el protocolo del reactivo DNAzol (2019) y posterior a esto se elaboró un gel de agarosa al 1% para confirmar la amplificación e integridad del ADN.

## Resultados y discusión

En la tabla 1 se pueden observar las secuencias de iniciadores, directos e indirectos, seleccionadas y sintetizadas.

Tabla 1

Iniciadores seleccionados y sintetizados para amplificación de ADN

MO	Secuencia directa 5' → 3'	T (°C)	% G – C	Secuencia indirecta 5' → 3'	T (°C)	% G – C	Valor E	t <sub>amp</sub>
	Nombre (pares de bases)			Nombre (pares de bases)				
Ec	Stx2 FRW (18) CGACCCCTCTTGAA-CATA	53.0	50.0	Stx2 RVR (20) GATAGACATCAA-GCCCTCGT	56.8	50.0	6x10 <sup>-46</sup>	108
Kp	KlebP-KH FRW (23) GATGAAACGACCTGATTGCATTC	58.6	43.0	KlebP-KH RVR (18) CCGGGCTGTCGGGATAAG	59.6	66.0	2x10 <sup>-29</sup>	77
Sn	ipaH-U1 (19) CCTTTTCCGCGTTCC-TTGA	58.4	52.6	ipaH-L1 (19) GCAATACCTCCGGATTCCG	58.0	57.8	2x10 <sup>-30</sup>	79
Ss	invA-F (23) AATCCAACAATCCATCAGCAAGG	59.5	43.4	invA-R (21) GCTTGGCTATGTGTTGCGGAA	61.8	52.3	6x10 <sup>-39</sup>	95
Lm	hlyA-177-F (19) TGCAAGTCCTAAGACGCCA	58.9	52.6	hlyA-177-R (24) TTAGTATACCACGGAGATGCAGTG	59.9	45.8	4x10 <sup>-37</sup>	92

MO: Microorganismo; Ec: Escherichia coli, Kp: Klebsiella pneumoniae, Sn: Shigella sonnei, Ss: Salmonella spp. Lm: Listeria monocytogenes; t<sub>amp</sub>: Tamaño del fragmento amplificado (amplicón).

Se minimizó la formación de dímeros de iniciadores o productos inespecíficos y se garantizó la eficiencia de la reacción de PCR al tomar en cuenta los criterios sugeridos por Tamay *et al.*, (2013) para la selección de iniciadores.

## Conclusiones

Se reporta la amplificación de secuencias específicas codificantes y por lo tanto la presencia de *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Salmonella spp.*, *Shigella sonnei* y *Listeria monocytogenes* en el sistema de tratamiento de aguas residuales, tanto a la entrada como a la salida del sistema de lagunas de oxidación de la Ensenada La Salada. Debido al riesgo de salud pública que representa el que estas bacterias estén presentes en la descarga del sistema de lagunas al mar, se considera necesario mejorar, complementar o fortalecer este sistema de tratamiento de aguas residuales para minimizar el riesgo de contaminación de la población humana aledaña al lugar.

## Referencias

- Voulvoulis, N. (2018). Water reuse from a circular economy perspective and potential risks from an unregulated approach. *Current Opinion in Environmental Science & Health*, 2, 32-45.
- DNAzol (2019). Genomic DNA isolation reagent. Manufacturer protocol.
- Tamay de Dios, L., Ibarra, C., & Velasquillo, C. (2013). Fundamentos de la reacción en cadena de la polimerasa (PCR) y de la PCR en tiempo real. *Investigación en discapacidad*, 2(2), 70-78.

# Impacto de intermitencia solar en factor de polarización y consumo energético en ósmosis inversa

Dévora Isiordia G.E.<sup>a\*</sup>, Montoya-Pizeno R.<sup>a</sup>, Cabanillas López R.<sup>b</sup>, Álvarez Sánchez J.<sup>a</sup>, González Enríquez R., Correa Murrieta M.<sup>a</sup>

✉ [\\*german.devora@itson.edu.mx](mailto:german.devora@itson.edu.mx)

<sup>a</sup> Departamento Ciencias del Agua y Medio Ambiente, Instituto Tecnológico de Sonora, Antonio Caso & E. Kino, Cd. Obregón, Sonora, CP. 85130, México.

<sup>b</sup> Universidad de Sonora, Blvd. Luis Encinas J., Calle Av. Rosales y centro, Hermosillo, Sonora, C.P. 83000, México.

**Palabras clave:** calidad del Agua; desalinización; escasez agua, incrustación

## Introducción

El desarrollo industrial y el rápido crecimiento demográfico requieren de un alto consumo de recursos; lo que origina escasez de agua y energía (Dévora et al., 2016). Por lo cual se buscan nuevas tecnologías de abastecimiento (Boussouga et al., 2021), como la Ósmosis Inversa (OI). Una de sus principales desventajas es la polarización de la concentración, con repercusiones severas al proceso afectando el rendimiento de conversión (%), reducción del flux de permeado ( $L\ m^{-2}\ h^{-1}$ ), aumento en presión de operación (psi), aumento en el costo específico de energía ( $kWh\ m^{-3}$ ). Una forma de evaluar este fenómeno es por medio del factor de polarización de la concentración  $\beta$  (Kucera, 2015).

## Metodología

Se operó una planta desalinizadora de OI de  $5.76\ m^3\ d^{-1}$  con 4 membranas de 4" x 40" modelo SWC4-MAX, con flujo de permeado de  $27.3\ m^3\ d^{-1}$  y presión de 1,200 psi. Se evaluó el factor de polarización de concentración ( $\beta$ ), consumo específico de energía (SEC) en  $kWh\ m^{-3}$ , suministrado con corriente alterna (CA) y directa (CD) en lote y continuo, para desalinizar agua de  $10,000\ mg\ L^{-1}$  de SDT. Se varió la potencia simulando radiación solar fotovoltaica intermitente.

## Resultados y discusión

Durante el proceso por lotes la presión requerida fue mayor en CD con 2.45 MPa, mientras los valores de SEC en CA corresponden a  $3.98\ kWh\ m^{-3}$  y en CD a  $3.79\ kWh\ m^{-3}$  (Figura 1). En etapa continua hubo una diferencia de 0.33 MPa entre ambas corrientes, siendo CD la que demandó mayor presión, sin embargo, el consumo energético fue menor en comparación a CA donde se consumieron  $3.68\ kWh\ m^{-3}$ , mientras en CD  $3.02\ kWh\ m^{-3}$ .

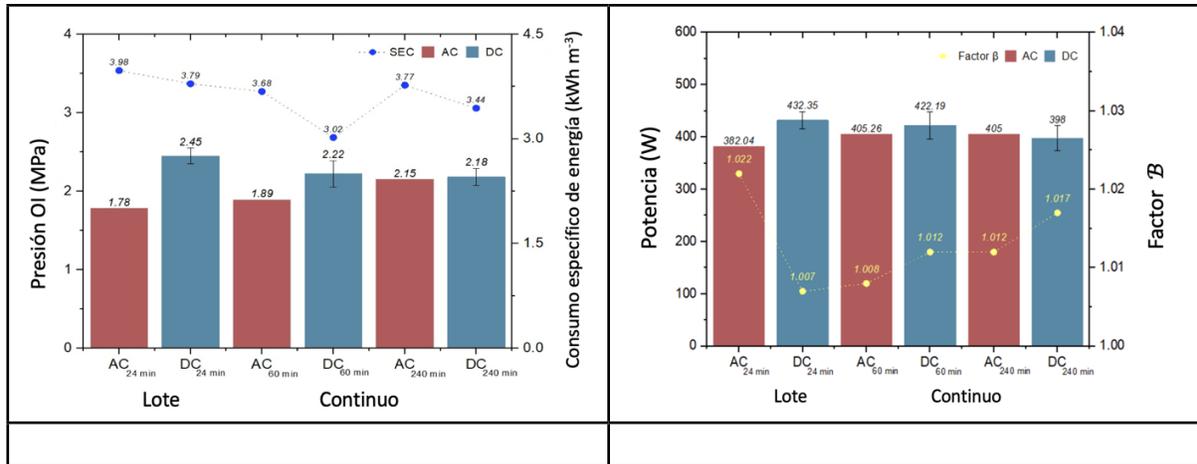


Figura 1. Consumo específico de energía.

Figura 2. Factor de polarización.

En la Figura 2 se muestran los valores obtenidos del Factor  $\beta$ . En ambas experimentaciones el valor del Factor  $\beta$  es menor a 1.2, por lo que se encuentra dentro del límite recomendado (Uppu, 2019). En etapa por lotes el Factor  $\beta$  disminuye un 1.38 % al aplicar pulsaciones en CD, mientras la demanda de potencia es 432.35 W. Para el proceso continuo en los valores en CA fueron significativos, se requirieron 405 W de potencia para el proceso y un Factor  $\beta$  1.00, los cuales son menores en comparación a lo obtenido en CD (Kucera, 2015).

### Conclusiones

La intermitencia debida a la variación de potencia es una forma alternativa prometedora de reducir el factor de polarización de la concentración, con efectos en la reducción del consumo específico de energía y la mejora de calidad del agua permeada. Lo anterior se refleja en la reducción de la escasez de agua al brindar agua de calidad con el enfoque de economía circular y desarrollo sostenible.

### Referencias

- Boussouga, Y. A., Richards, B. S., & Schäfer, A. I. (2021). Renewable energy powered membrane technology: System resilience under solar irradiance fluctuations during the treatment of fluoride-rich natural waters by different nanofiltration/reverse osmosis membranes. *Journal of Membrane Science*, 617.
- Dévora Isiordia, G. E., López Mercado, M. E., Fimbres Weihs, G. A., Álvarez Sánchez, J., & Astorga Trejo, S. (2016). Desalación por ósmosis inversa y su aprovechamiento en agricultura en el valle del Yaqui, Sonora, México. *Tecnología y Ciencias Del Agua*, 7(3), 155–169.
- Kucera, J. *Reverse Osmosis*, 2nd ed.; Wiley: Hoboken, NJ, USA, 2015.
- Uppu, A., Chaudhuri, A., & Prasad Das, S. (2019). Numerical modeling of particulate fouling and cake-enhanced concentration polarization in roto-dynamic reverse osmosis filtration systems. *Desalination*, 468, 114053.

## Impacto del peso molecular en la síntesis de recubrimientos verdes anticorrosivos

Aguilar Ruiz A. A.<sup>a</sup>; Sánchez Duarte R. G.<sup>a\*</sup>; Devora Isirdia G. E.<sup>a</sup>; Villegas Peralta Y.<sup>a</sup>,  
Álvarez Sánchez J.<sup>a</sup>, Correa Murrieta M.A.<sup>a</sup>

✉ <sup>\*</sup>[reyna.sanchez@itson.edu.mx](mailto:reyna.sanchez@itson.edu.mx)

<sup>a</sup> Instituto Tecnológico de Sonora, Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias, 85000 Ciudad Obregón, México.

**Palabras clave:** recubrimientos verdes, quitosano, peso molecular.

### Introducción

Los metales son compuestos inestables que tienden a degradarse o corroerse a partir de interacciones con el medio ambiente. Dentro de los métodos más utilizados para prevenir la corrosión están el uso de pinturas. No obstante, dicho método está asociado con una alta toxicidad (Umoren *et al.*, 2018). Existe un creciente interés en el quitosano, polímero que ofrece una alternativa versátil en la prevención del ataque corrosivo y es considerado un “material verde” (Kumar *et al.*, 2019). El uso y aplicación del quitosano depende su pureza siendo clave su grado de desacetilación (GDA) y peso molecular (PM), donde este último tiene influencia en la preparación de recubrimientos resistentes al ataque corrosivo. Es por ello, que el objetivo de este trabajo es determinar el impacto del peso molecular en la síntesis de recubrimientos verdes anticorrosivos a partir de estudios de monitoreo de pérdida de peso de dichos recubrimientos.

### Metodología

Se obtuvo quitosano a partir de cáscara de camarón por el método de desacetilación alcalina propuesto por Sánchez-Duarte *et al.*, (2012) y fue caracterizado en términos de grado de desacetilación, PM por viscosimetría capilar, % de humedad, % de cenizas y solubilidad. Para la síntesis de recubrimientos se siguió el método propuesto por Aguilar-Ruiz *et al.*, (2023). Las placas de aluminio se acondicionaron previamente antes de recubrirse con solución de quitosano-PVP por el método sol-gel. Después las placas recubiertas con el polímero fueron sumergidas en una solución de NaCl al 3.5%; el impacto del PM en los recubrimientos fue evaluado por monitoreo de pérdida de peso durante un tiempo definido.

### Resultados y discusión

Se obtuvo quitosano de tres pesos moleculares, alto (PMA), medio (PMM), y bajo (PMB). El peso molecular fue determinado a partir de la determinación de la viscosidad intrínseca y los resultados se muestran en la Tabla 1. Los resultados obtenidos son similares a lo reportado en la literatura. El grado de desacetilación obtenido para los quitosanos estuvo por encima del 90 % en todos los casos.

Tabla 1  
Caracterización fisicoquímica del quitosano.

Quitosano	Peso molecular (kDA)	Humedad (%)	Cenizas (%)
PMB	65.50	3.559 ± 0.2574	0.1453 ± 0.0748
PMM	397.43	4.075 ± 0.5727	0.2278 ± 0.0929
PMA	459.26	2.511 ± 0.2486	0.6220 ± 0.2962

En donde: PMB es el peso molecular bajo, PMM es el peso molecular medio y PMA es el peso molecular alto. Los valores reportados son el promedio de las desviaciones estándar n=3.

Se obtuvieron recubrimientos de quitosano de PMA a partir de la técnica sol-gel: puro (PMA-Q), entrecruzado con PVP (PMA-PVP), y entrecruzado con PTA (PMA-PTA); y de medio peso molecular: puro (PMM-Q), entrecruzado con PVP (PMM-PVP), y entrecruzado con PTA (PMM-PTA). Se descartó el uso del peso molecular bajo debido a que en los ensayos no logró depositarse en la superficie metálica, lo cual se atribuye a su baja densidad. Finalmente, las placas recubiertas fueron sumergidas en NaCl al 3.5 % y monitoreadas en términos de pérdida de peso durante 20 días. Los resultados mostraron estabilidad de los recubrimientos atribuida a la buena adherencia sobre la superficie, con pérdida de peso de 0.5 -1 %.

### Conclusiones

Se obtuvo quitosano con tres diferentes pesos moleculares y se sintetizaron recubrimientos verdes a partir de la técnica sol-gel. Se demostró la influencia del peso molecular en la capacidad del polímero para depositarse en superficies metálicas. Se propone llevar a cabo estudios electroquímicos con los recubrimientos que mostraron mejor comportamiento.

### Referencias

- Aguilar-Ruiz, A. A., Dévora-Isiordia, G. E., Sánchez-Duarte, R. G., Villegas-Peralta, Y., Orozco-Carmona, V. M., & Álvarez-Sánchez, J. (2023). Chitosan-Based Sustainable Coatings for Corrosion Inhibition of Aluminum in Seawater. *Coatings*, 13(9), 1615.
- Kumar, S., Ye, F., Dobretsov, S., & Dutta, J. (2019). Chitosan nanocomposite coatings for food, paints, and water treatment applications. *Applied Sciences (Switzerland)*, 9(12).
- Sánchez-Duarte, R. G., Sánchez-Machado, D. I., López-Cervantes, J., & Correa-Murrieta, M. A. (2012). Adsorption of allura red dye by cross-linked chitosan from shrimp waste. *Water Science and Technology*, 65(4), 618–623.
- Umoren, S. A., AlAhmary, A. A., Gasem, Z. M., & Solomon, M. M. (2018). Evaluation of chitosan and carboxymethyl cellulose as ecofriendly corrosion inhibitors for steel. *International Journal of Biological Macromolecules*, 117, 1017–1028.

## Perfil infrarrojo medio de *Parkinsonia aculeata* bajo condiciones de salinidad, sequía y calor en Sonora, México

Herrera-Sepúlveda A.<sup>a</sup>; Argente-Martínez L.<sup>a\*</sup>; Mondaca-Fernandez I.<sup>b</sup>; Peñuelas-Rubio O.<sup>a</sup>; Torres-Velazquez J.R.<sup>a</sup>

✉ <sup>\*</sup>oleinismora@gmail.com

<sup>a</sup> Tecnológico Nacional de México, Campus Valle del Yaqui. Depto. de Ingenierías. Bá-cum, México.

<sup>b</sup> Instituto Tecnológico de Sonora. Depto. de Biotecnología y Ciencias Alimentarias. Cd Obregón, México.

**Palabras clave:** palo verde, estrés abiótico, perfil infrarrojo medio.

### Introducción

En condiciones edafoclimáticas óptimas, en las plantas se prioriza el metabolismo primario, que es esencial para su crecimiento y desarrollo. Sin embargo, cuando enfrentan estrés (biótico y/o abiótico) producen metabolitos secundarios (MS). Estos no son esenciales para la planta, pero desempeñan un rol importante en la defensa antiestrés. En el noroeste de México, factores como sequía, variaciones de temperatura y salinidad del suelo limitan el crecimiento de las plantas. Esto induce a las plantas a producir MS para sobrevivir y adaptarse a estas condiciones adversas (Divekar *et al.*, 2022). *Parkinsonia aculeata* es una especie de interés, la cual ha demostrado adaptaciones a las condiciones semidesérticas y tener poca susceptibilidad a plagas y enfermedades. El objetivo de esta investigación fue evaluar el impacto de la salinidad, calor y sequía en las hojas de *P. aculeata* mediante espectroscopia de infrarrojo medio (MIR) para identificar los cambios en la composición química y explorar posibles aplicaciones en el control de plagas y enfermedades en cultivos agrícolas regionales.

### Metodología

Las muestras fueron tomadas de cuatro sitios experimentales: S1: Bahía de Lobos, San Ignacio Río Muerto, S2: Tesopaco, Tesopaco; S3: Las Misiones, Cajeme y S4: Prados del Tepeyac, Cajeme. En estos sitios, predominan condiciones de salinidad, sequía, calor y óptimas, respectivamente. Se tomaron muestras foliares, que se deshidrataron en horno durante 6 días a 24°C. Se tomaron 3 muestras de cada sitio experimental para la adquisición de espectros infrarrojos en un espectrómetro Nicolet iS50-FT-IR (Thermo Scientific). Las muestras deshidratadas se colocaron sobre el cristal ART-IR de diamante y se bajó un punzón plano precalibrado para mantener la muestra fija sobre el cristal. Los espectros fueron colectados en un rango de onda de 4000 a 400 cm<sup>-1</sup>, con tres barridos por cada muestra experimental. Se tomó el espectro de fondo al comienzo de las mediciones y entre cada muestra. Se realizó una interpretación de las bandas espectrales en base a la bibliografía.

## Resultados y discusión

Se obtuvieron un total de nueve picos en las posiciones de longitud de onda ( $\text{cm}^{-1}$ ) dentro del espectro de infrarrojo medio (Figura 1). Este perfil se presentó en todas las condiciones; sin embargo, se observó variación en los valores de absorbancia (altura de los picos) en las diferentes condiciones. Los grupos funcionales (picos) detectados en el MIR forman parte de moléculas involucradas en procesos fisiológicos como: fotosíntesis (aldehídos), metabolismo del nitrógeno y etileno (ácidos carboxílicos y aminas), así como en la composición de la cutícula vegetal (alcanos y alquenos) (Bueno *et al.*, 2019), proteínas y enzimas (aminas) y mecanismos de defensa contra patógenos, plagas y estrés abiótico (Alcaraz *et al.*, 2020), por lo que estas alteraciones representan estrategias adaptativas empleadas por *P. aculeata* para hacer frente al estrés hídrico, térmico y salino.

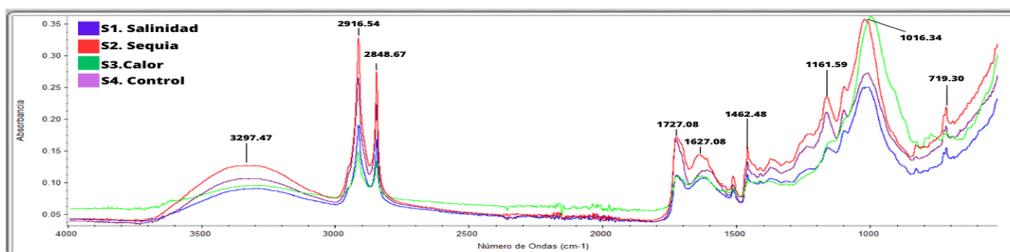


Figura 1. Perfil Infrarrojo Medio (MIR) de muestras foliares de *P. aculeata*, tomadas de sitios experimentales bajo condiciones abióticas estresantes.

## Conclusión

Se presentaron alteraciones en el perfil químico de *P. aculeata* en respuesta al estrés abiótico, lo que permite apoyar a la comprensión de la tolerancia de *P. aculeata* a las condiciones del semidesierto de Sonora y sus posibles aplicaciones en control de plagas y enfermedades para el sector agrícola. Además, la aplicación de la técnica de MIR como herramienta no invasiva para monitorear la respuesta de las plantas a los factores abióticos, ofrece promesas para futuras investigaciones.

## Referencias

- Alcázar, R., Bueno, M., & Tiburcio, A. F. (2020). Polyamines: Small amines with large effects on plant abiotic stress tolerance. *Cells*, 9(11), 2373.
- Bueno, A., Alfarhan, A., Arand, K., Burghardt, M., Deininger, A. C., Hedrich, R., ... & Riederer, M. (2019). Effects of temperature on the cuticular transpiration barrier of two desert plants with water-spender and water-saver strategies. *Journal of Experimental Botany*, 70(5), 1613-1625.
- Divekar, P. A., Narayana, S., Divekar, B. A., Kumar, R., Gadratagi, B. G., Ray, A., & Behera, T. K. (2022). Plant secondary metabolites as defense tools against herbivores for sustainable crop protection. *International journal of molecular sciences*, 23(5), 2690.

# Producción de metano promovida por la modificación química de material carbonáceo en digestión anaerobia

Cuevas-Obeso N.M.<sup>a</sup>; Moreno-Sarabia Y.<sup>a\*</sup>; Alvarez L.H.<sup>a</sup>.

✉ \*yasmin.moreno.sarabia@gmail.com

<sup>a</sup> Instituto Tecnológico de Sonora, Departamento de Ciencias Agronómicas y Veterinarias, 85000 Ciudad Obregón, México.

**Palabras clave:** digestión anaerobia, material carbonáceo, DIET, metano.

## Introducción.

El impacto del metano ( $\text{CH}_4$ ) como biocombustible ha tomado importancia por su contribución ambiental y energética. El emplear materiales a base de carbón activado (CA) ha promovido un mecanismo recientemente conocido como transferencia directa de electrones (DIET) entre los microorganismos y materiales en procesos anaerobios. El interés del  $\text{CH}_4$  radica en su naturaleza renovable y en los bajos costos para su producción mediante el aprovechamiento de biomasa. Es útil para producir calefacción, electricidad y alumbrado dando solución a la crisis energética. Por ello, se busca evaluar el efecto de la modificación química de carbón activado en la digestión anaeróbica para la producción de  $\text{CH}_4$ .

## Metodología.

*Modificación química por oxidación.* Se realizó en dos ocasiones a 1 h y 2 h. Se utilizaron 5 g de material: carbón activado granular (CAG) y fieltro de carbón activado (FT), sumergidos en 150 mL de  $\text{HNO}_3$  8 M en reflujo entre 85-95 °C. Luego se decantó el ácido y se secó a 90 °C por 12 h (Aylas *et al.*, 2016). *Modificación química por método de Lucas* para la inmovilización antraquinona 2-sulfonato (AQS) en CAG y FT según lo indica Espinoza *et al.*, 2021. *Producción de biogás.* Volumen total 10 mL, con 10 g/L de material carbonáceo, 1 g SSV/L de lodo granular anaerobio, 3 g/L de DQO a partir de glucosa y medio basal. Se trabajó por triplicado, para CAG y FT, en dos valores de pH (8.86 y 7.18). *Métodos de análisis.* Se evaluó la eficiencia de la DQO para conocer el porcentaje de remoción. Se utilizó el modelo de Gompertz para obtención de parámetros cinéticos.

## Resultados y discusión.

En la cinética con un pH de 8.86 el  $\text{FT}_{\text{oxi2}}$  tuvo una mayor producción de  $\text{CH}_4$  comparado al CAG siendo 1.8 veces mayor; sin embargo, a pH de 7.18 el  $\text{FT}_{\text{AQS}}$  tuvo 5.07 % más producción con un volumen de 837.5 mL/L y una eficiencia de conversión del 78.4% comparado con otro estudio donde se utiliza agua porcícola el material carbonáceo tuvo una eficiencia de conversión de 54.1 % (Burboa-Charis & Alvarez, 2020). Dentro de los resultados del CAG el  $\text{CAG}_{\text{AQS}}$  presentó mayor producción con 743 mL/L (Figura 1). En cambio, los controles estuvieron por debajo de  $\text{FT}_{\text{AQS}}$  y  $\text{CAG}_{\text{AQS}}$ .

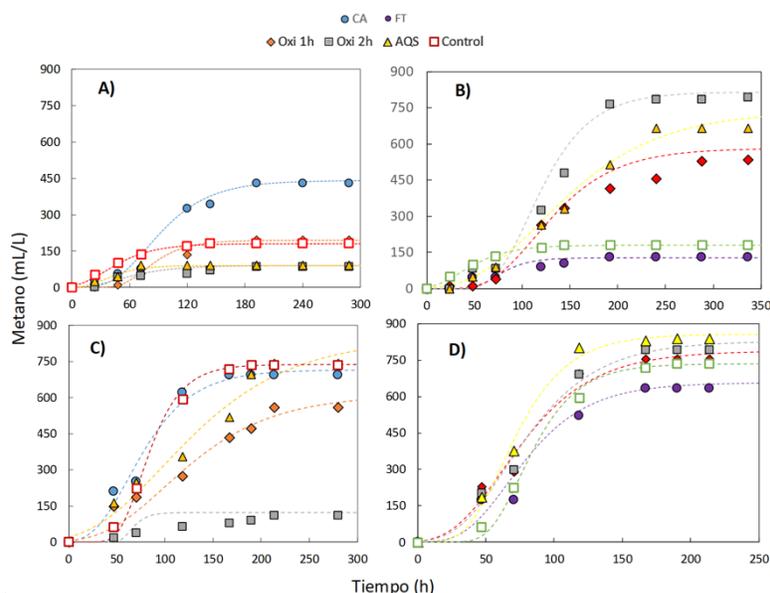


Figura 1. Producción de metano con un pH de 8.86 (A y C) y 7.18 (B y D).

El FT modificado y crudo presentó un 100% de remoción de DQO, excepto en el control. Según el modelo de Gompertz dentro de los materiales modificados el  $CAG_{AQS}$  con pH de 7.18 tuvo menor tiempo de fase lag (23.1 h), mientras que el  $FT_{oxi1}$  presentó el menor tiempo (24.7 h).

## Conclusiones

Los materiales carbonáceos modificados con la inmovilización de quinona aumentaron la producción de  $CH_4$  en un pH más neutro. El FT promueve producir metano más que el CAG y la producción del control se mantuvo por debajo de los materiales carbonáceos modificados y no modificados.

## Referencias

- Aylas Orejón, E. J., Picasso Escobar, G., & Sun Kou, M. del R. (2016). Modificación ácida del carbón activado y la influencia del grupo sustituyente en la adsorción de compuestos fenólicos. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 82(3), 339–351.
- Burboa-Charis, V. A., & Alvarez, L. H. (2020). Methane production from antibiotic bearing swine wastewater using carbon-based materials as electrons' conduits during anaerobic digestion. *International Journal of Energy Research*, 44(13), 10996–11005.
- Espinoza, G. A., Almaguer-Cantú, V., García-Reyes, R. B., Meza, E. R., Serrano-Palacios, D., & Alvarez-Valencia, L. H. (2021). Biotransformation of congo red in a UASB reactor under salinity conditions using immobilized redox mediator in granular activated carbon. *Mexican Journal of Biotechnology*, 6(4), 17–34.

## Remoción de cromo hexavalente acuoso en carbón activado encapsulado en quitosano modificado

Correa Murrieta M.A.<sup>a\*</sup>; Aguilar Mendoza V.A.<sup>a</sup>; Sánchez Duarte R.G.<sup>a</sup>; Dévora Isiordia G.E.<sup>a</sup>; Martínez Macías M.R.<sup>a</sup>; Álvarez Sánchez J.<sup>a</sup>

✉\*maria.correa@itson.edu.mx

<sup>a</sup> Instituto Tecnológico de Sonora, Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias, 85000 Ciudad Obregón, México.

**Palabras clave:** quitosano, carbón activado, cromo hexavalente, gavilla de trigo.

### Introducción

En el Valle del Yaqui se generan gran cantidad de residuos como la gavilla de trigo y las cáscaras de camarón. El cromo hexavalente es muy tóxico, afectando la salud seriamente (Aguilar Loyola, 2021). A partir de las cáscaras de camarón se puede obtener quitosano (Q). Por otro lado, a partir de la gavilla de trigo se puede obtener carbón activado (CA). Por lo anterior, el objetivo de este estudio es determinar la proporción de masa óptima quitosano-carbón activado para la obtención de un adsorbente que elimine eficientemente cromo hexavalente acuoso.

### Metodología

**Materiales y reactivos.** Las soluciones se prepararon a partir de dicromato de potasio,  $K_2Cr_2O_7$ . La concentración de Cromo (VI) se midió en un espectrofotómetro UV-VIS (AGILENT, C.A., EE. UU). Para validar el método de cuantificación de la concentración de Cromo (VI), se midieron los parámetros de calidad de linealidad, precisión y exactitud.

**Adsorbente.** La preparación de CA se realizó siguiendo la metodología de Amado-Sánchez, (2021). Para obtener el Q, el encapsulamiento de CA en Q, y el entrecruzamiento con glutaraldehído, se siguió y adaptó la metodología de Correa-Murrieta *et al.*, (2014). Finalmente, la protonación se realizó de acuerdo a la metodología de Velázquez, (2016), teniendo como resultado Perlas de CA encapsulado en Q modificado con Glutaraldehído y Protonado (P-CA-QGP).

**Ensayos de adsorción.** Los ensayos fueron realizados poniendo en contacto 25 ml de una solución de Cromo (VI) (10 mg/l) con 1 g de P-CA-QGP en matraces Erlenmeyer, y se colocaron en un agitador (Yamato, EE, UU). La masa óptima de CA se determinó con base a la Metodología de Superficie Respuesta (MSR), apoyándose en el software “Statgraphics”, usando un diseño factorial  $3^2$ . Los factores fueron el tiempo de agitación (20, 40 y 60 min) y la masa de CA (0.2 g, 0.6 g y 1 g). La respuesta fue el porcentaje de adsorción de Cromo (VI). Los ensayos se realizaron por triplicado, obteniéndose 27 experimentos.

### Resultados y discusión

Las perlas que tuvieron la cantidad óptima de CA, resultaron con una humedad del  $96.68 \pm 0.04\%$  y un diámetro de  $3.54 \pm 0.18$  mm. En la validación del método de cuantifi-

cación, la precisión fue de 1.88%, mientras que la exactitud 99.89% y un error de 0.11%. Estos valores se encuentran dentro del rango para considerar aceptable este método. La obtención de las condiciones óptimas de la proporción de Q-CA, resultaron ser de 0.2 g para la masa CA y 53 min para el tiempo de contacto. En la Figura 1 se muestra la gráfica Superficie de Respuesta estimada.

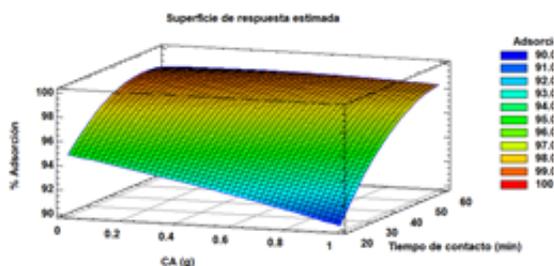


Figura 1. Gráfico 3D masa de CA, tiempo de contacto y % adsorción de Cr (VI).

Para la optimización del modelo se analizaron los valores bajos y altos de los factores bajo estudio y se ajustaron a un modelo de segundo grado, donde se obtuvo la ecuación “% Adsorción = 87.6309 - 5.80251\*CA + 0.446688\*Tiempo de contacto - 0.979028\*CA^2+0.108697\*CA\*Tiempo de contacto - 0.0043789\*Tiempo de contacto^2”, con una  $R^2 = 0.9738$ .

### Conclusiones

Las condiciones óptimas de adsorción de cromo (VI) en CA encapsulado en Q modificado, determinadas por la MSR, fueron 0.2 g de CA y 53 min de tiempo de contacto. Con base a esta investigación, se concluye que las P-CA-QGP, son una opción sustentable para la remoción de cromo hexavalente.

### Referencias

- Aguilar Loyola, J. S. (2021). Reducción de la concentración de cromo (vi) en una solución acuosa mediante el uso del exoesqueleto de *Litopenaeus vannamei* y el mucílago de la hoja de *Opuntia ficus-indica*.
- Amado-Sánchez, D. (2021). Carbón activado de gavilla de trigo para la adsorción de azul de metileno acuoso. Obtenido de Maestría de Ciencias en Recursos Naturales.
- Correa-Murrieta, M. A., López-Cervantes, J., Sánchez-Machado, D. I., & Sánchez-Duarte, R. G. (2014). Synthesis and application of modified chitosan beads for iron removal: kinetic and isotherm models. *Asia-Pacific Journal of Chemical Engineering*, 9(6), 895-904.
- Velázquez, G. (2016). Cinéticas de adsorción de cromo (VI) en quitosano protonado modificado con glutaraldehído. Tesis Para optar el Título Profesional de Ingeniero Químico. Instituto Tecnológico de Sonora.

## Valoración de la fracción orgánica de los residuos sólidos

Suaste Medina, C.<sup>a</sup>; Romero Rodríguez, J.<sup>a</sup>; Ruiz Patrón, D.<sup>a</sup>;  
Santos Tejero, J.<sup>b</sup>

✉\*delghi.rp@valladolid.tecnm.mx

<sup>a</sup> Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico Superior de Valladolid, Ingeniería Ambiental, Valladolid, Yucatán, México.

<sup>b</sup> Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico Superior de Valladolid, Ingeniería en Sistemas Computacionales, Valladolid, Yucatán, México.

**Palabras clave:** compostaje, valorización, germinación, residuos orgánicos.

### Introducción

La composta es un abono orgánico que se forma por la degradación microbiana de materiales acomodados en capas y sometidos a un proceso de descomposición (SEMARNAT, 2013). Los residuos sólidos urbanos (RSU) no solo contaminan el ambiente, también son fuentes alimenticias y de reproducción para cientos de roedores y otras plagas de animales, los cuales son portadores de vectores de ciertas enfermedades perjudiciales para la salud de las personas como son los malestares gastrointestinales y respiratorios (Canul y May, 2016). El objetivo de esta investigación es valorizar la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos para la elaboración de composta, así como la realización de pruebas de germinación a escala laboratorio para su utilización como sustrato orgánico en un huerto de hortalizas doméstico. Adicionalmente, se evaluará el mejoramiento de la composta al realizar mezclas con un material residual de un banco de extracción de piedra denominado “cernido”, que es un Residuo de Manejo Especial (RME) utilizándolo como parte del tratamiento para la elaboración y mejoramiento de la composta.

### Metodología

La elaboración de la composta consistió en disminuir el tamaño de partícula de la materia orgánica, se utilizaron medidas del compostero 1 m x 1 m, además se realizaron dos compostas enterradas con medidas de 1.5 m x 1 m x 0.65 m. El tiempo de compostaje varió entre 2 y 3 meses. Los datos de campo recolectados durante cada proceso fueron la temperatura, humedad, presencia de fauna alrededor. Se dejó secar cada tipo de composta por un periodo de 4 a 5 días y se tamizó con una malla No. 200. Los parámetros evaluados a cada composta seca fueron el pH y la conductividad eléctrica con el equipo multiparamétrico HI 9828 Hanna. Para las pruebas de germinación se utilizaron semillas de tomate, se realizaron 42 pruebas de germinación con diferentes tratamientos, variando el porcentaje de cernido de 25 y 50 %, además se utilizaron dos sustratos de referencia. Los parámetros monitoreados a los germinados fueron el crecimiento de la raíz, del tallo y de las hojas.

## Resultados y discusión

Los resultados obtenidos muestran un mayor porcentaje de germinación en los tratamientos del sustrato de referencia que utilizó tierra roja con un valor del 77.7%. El mejoramiento de las compostas con el “cernido” cuando se adicionó un 25 % se obtuvo un 55.5 % de germinación y la composta con un 50 % de “cernido” se incrementó el porcentaje de germinación al 66.6%. Los resultados obtenidos indican que las compostas mejoradas con un 50 % de “cernido” son adecuadas para su uso en huertos caseros. Según Micheal y Fuchs (2020) los resultados pueden estar influenciados por el nivel de maduración de la composta.

Tabla 1

Parámetros de las pruebas de germinación de semillas de los tratamientos con mayor porcentaje de germinación.

Muestra	Repeticiones	N. de semillas germinadas	Crecimiento de la Raíz(cm)	Crecimiento de las brotes (cm)	Crecimiento de las hojas (cm)	Porcentaje de germinación
C3 Cc	C 3.1	2	2 y 3.5	8	1	55.5%
C al	C 3.2	1	3	6	0.5	
25%	C 3.3	2	2	5.5	0.5	
C4 Cc	C 4.1	4	2 y 2.5	4, 6.5 y 7	1	66.6%
C al	C 4.2	1	2.5	5.5	0.5	
50%	C 4.3	1	3	6	1	
SR 1	SR 1.1	3	1, 1.5, 2.5	5 cm, 6 cm	1	77.7%
Tierra	SR 1.2	1	0.2	1 cm	s/d	
Roja	SR 1.3	3	1, 2, 2.5,	4.5 y 5	1	

Nota. Elaboración propia. \*SR: Sustrato de Referencia. Cc C. Composta con Cernido.

## Conclusiones

Es factible utilizar los residuos sólidos orgánicos en conjunto con el “cernido” para la obtención de composta que se utilice en el cultivo de huertos caseros.

## Referencias

- Canul, F. (2016). El problema de la basura en el interior del estado de Yucatán. *Reaxión*. Revista de divulgación científica. Retrieved Agosto 21, 2023, from [http://reaxion.utleon.edu.mx/Art\\_El\\_problema\\_de\\_la\\_basura\\_en\\_el\\_interior\\_del\\_estado\\_de\\_Yucatan.html](http://reaxion.utleon.edu.mx/Art_El_problema_de_la_basura_en_el_interior_del_estado_de_Yucatan.html)
- Michel, V., & Fuchs, J. (2020). Test De Calidad Del Compost. Best4Soil Network. Retrieved Agosto 16, 2020, from <file:///C:/Users/52983/Downloads/EVALUACION-C3%93N%20DE%20LA%20CALIDAD%20DEL%20COMPOST.pdf>
- SEMARNAT. (2013). ¿Qué es la composta?. Presidencia de la República. Gobierno de México. Retrieved Agosto 16, 2023, from <https://www.gob.mx/ejn/articulos/que-es-la-composta>

## Cianobacterias con potencial tóxico en la Bahía del Tóbari asociadas a eventos de eutrofización

Chávez-Luzanía R. A.<sup>a</sup>; Ortega-Urquieta M. E.<sup>a</sup>; Morales-Sandoval P. H.<sup>a</sup>; Jara-Morales V. B.<sup>a</sup>; Arredondo-Márquez S. H.<sup>a</sup>; de los Santos-Villalobos S.<sup>a\*</sup>

✉ [\\*sergio.delossantos@itson.edu.mx](mailto:sergio.delossantos@itson.edu.mx)

<sup>a</sup> Instituto Tecnológico de Sonora, Departamento de Ciencias Agronómicas y Veterinarias, CP. 85000, Ciudad Obregón, México.

**Palabras clave:** cianotoxinas, floración de cianobacterias, biología molecular, minería genómica.

### Introducción

Las cianobacterias son un filo protagonista de decesos humanos y animales por proliferaciones excesivas y segregación de cianotoxinas. Cuerpos acuáticos de todo el mundo enriquecidos con una alta cantidad de nutrientes se han convertido en el nicho perfecto para las floraciones de cianobacterias (Damatac & Cao, 2022).

La Bahía del Tóbari, Sonora, México, ha presentado proliferaciones excesivas de fitoplancton y muerte de peces por posibles aumentos en la población de cianobacterias, situación que puede ser causada por la eutrofización por lixiviados de nutrientes no aprovechados en la agricultura en el Valle del Yaqui, Sonora, México. En el Valle predomina el cultivo de trigo sobre el cual son aplicados hasta 300 kg N/ha, donde el 69% de este no es aprovechado por la planta, mismo que puede ser lixiviado por el riego o precipitaciones hasta llegar a distintos cuerpos de agua como la Bahía del Tóbari (Ibarra-Villarreal *et al.*, 2023). Por lo anterior, se plantea conocer la diversidad de especies de cianobacterias en la Bahía del Tóbari, asociadas a eventos de eutrofización durante el periodo de cultivo de trigo en el Valle del Yaqui para determinar su potencial tóxico.

### Metodología

Se tomaron muestras de 250 mL de agua superficial en tres puntos en la Bahía del Tóbari el 25 de febrero de 2023 durante el periodo de cultivo de trigo en el Valle del Yaqui. Las muestras se conservaron a 4°C durante su traslado al Laboratorio de Biotecnología del Recurso Microbiano del Instituto Tecnológico de Sonora, donde se realizó el enriquecimiento de la muestra en 250 mL de medio BG-11 y el posterior aislamiento de microorganismos mediante plaqueo de diluciones seriadas en BG-11 adicionado con 1.2% de agar-agar (Sanseverino *et al.*, 2022).

### Resultados y discusión

Se aislaron 9 cepas con morfologías típicas de cianobacterias (Figura 1). El análisis micro y macroscópico apuntan a *Microcystis* y *Chroococcus* como posibles géneros de los ais

lados con base en sus características unicelulares, esféricas, solitarias y tonalidad verde, mismas que han sido reportadas como productoras de toxinas (Damatac & Cao, 2022).

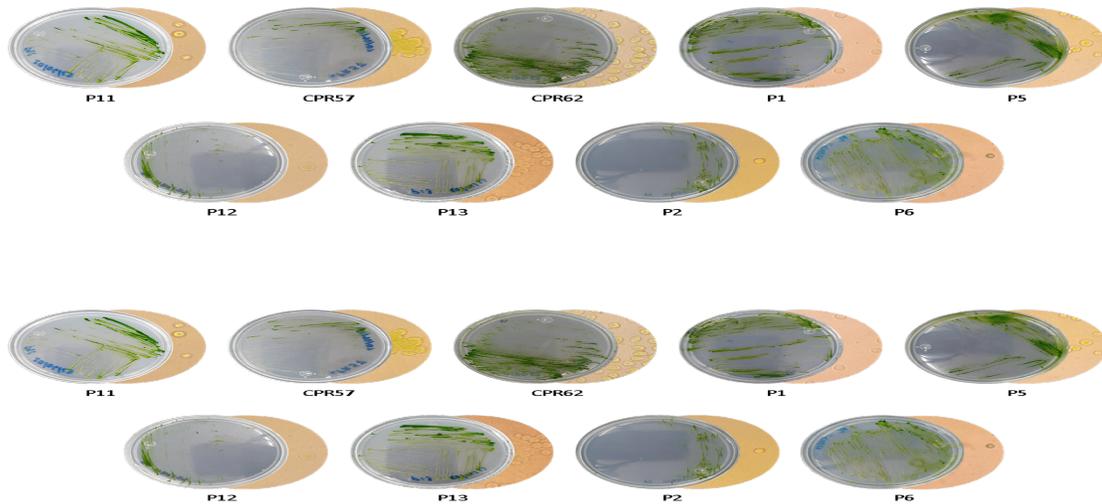


Figura 1. Observaciones micro y macroscópica de microorganismos aislados de la Bahía del Tóbari, Sonora, México.

### Conclusiones

La presencia de *Microcystis* y *Chroococcus* en la Bahía del Tóbari podría suponer la segregación de cianotoxinas en el cuerpo de agua, lo que requeriría de acciones de las autoridades competentes para evitar daños a la salud humana y animal. Sin embargo, se encuentran en proceso los análisis genómicos y de detecciones de toxinas como complemento del proyecto para generar un diagnóstico robusto.

### Referencias

- Damatac, A. M., & Cao, E. P. (2022). Identification and diversity assessment of cyanobacterial communities from some mine tailing sites in Benguet Province, Philippines using isolation-dependent and isolation-independent methods. *Environment, Development and Sustainability*, 24(1), 1166–1187.
- Ibarra-Villarreal, A. L., Villarreal-Delgado, M. F., Parra-Cota, F. I., Yopez, E. A., Guzmán, C., Gutierrez-Coronado, M. A., Valdez, L. C., Saint-Pierre, C., & de Los Santos-Villalobos, S. (2023). Effect of a native bacterial consortium on growth, yield, and grain quality of durum wheat (*Triticum turgidum* L. subsp. durum) under different nitrogen rates in the Yaqui Valley, Mexico. *Plant Signaling & Behavior*, 2219837.
- Sanseverino, I., Pretto, P., António, D. C., Lahm, A., Facca, C., Loos, R., Skejo, H., Beghi, A., Pandolfi, F., Genoni, P., & Lettieri, T. (2022). Metagenomics Analysis to Investigate the Microbial Communities and Their Functional Profile During Cyanobacterial Blooms in Lake Varese. *Microbial Ecology*, 83(4), 850–868.

## Concentración de cadmio y factor de riesgo en moluscos comestibles en el estero de Tóbari, Sonora

Balderas Cortés J.<sup>a\*</sup>; Mondaca Fernández I.<sup>a</sup>; Meza Montenegro M.<sup>a</sup>; Aguilar Acosta A.<sup>a</sup>

✉\*jose.balderas@itson.edu.mx

<sup>a</sup> Instituto Tecnológico de Sonora, Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias, 85000 Ciudad Obregón, México.

**Palabras clave:** metales pesados, lagunas costeras, almeja reyna.

### Introducción

La contaminación ambiental en lagunas costeras es un problema global, siendo los metales pesados los que mayor importancia presentan en daño a la salud, afectando los sistemas; inmune, integumentario, nervioso, endocrino, reproductivo y cardiorrespiratorio (Tomaila y Iannacone, 2018). El grado de contaminación por cadmio depende de la posición que juega en la cadena trófica, de modo que los microorganismos y el plancton acumulan menores concentraciones, pero en organismos superiores como depredadores o los humanos se produce bioacumulación y bioconcentración (Del Olmo, 2018). El presente estudio tiene como objetivo el evaluar la concentración de cadmio en la almeja reina *Megapitaria aurantiaca* (Molusco-bivalvo) y su factor de riesgo a la salud en comunidades indígenas del sur de Sonora. Para detectar la presencia de cadmio se usó espectrofotometría de absorción atómica con la finalidad de establecer el grado de toxicidad. Con la información previamente procesada se realizó una evaluación de riesgo utilizando el criterio de la USEPA para Superfund (Rodríguez, 2022).

### Metodología

Se colectaron muestras de almeja reina en zonas ubicadas en el estero del Tóbari. Se tomaron 10 g de músculo de cada individuo, se sometieron a digestión ácida y ya con el residuo, se determinó la concentración de cadmio mediante espectrofotometría de absorción atómica, utilizando un espectrofotómetro marca Agilent Technologies 200, series AA según lo indica la NOM-242-SSA1-2009 (Vega, 2021). El riesgo a la salud por consumo humano fue calculado mediante el Cociente de Riesgo (HQ por sus siglas en inglés).

### Resultados y discusión

La media de la concentración de cadmio (Cd) en la almeja reina (*Megapitaria aurantiaca*) extraída del estero del Tóbari fue de  $214 \pm 0.20$   $\mu\text{g}/\text{kg}$ . La concentración encontrada en este estudio no sobrepasa los límites permisibles por la NOM-242-SSA1-2009 cuyo límite máximo para consumo humano es de  $2000$   $\mu\text{g}/\text{kg}$ . Al realizarse comparaciones con otros estudios se puede apreciar que otros autores reportan concentraciones mayores de cadmio atribuidos al giro económico y comercial del lugar en donde se obtiene el molusco.

Especie molusco	Media Cd en moluscos ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )	Lugar	Referencia
<i>Megapitaria aurantiaca</i>	214 $\pm$ 0.20	Tóbari, Sonora	Este estudio
<i>Anadara tuberculosa</i>	1680	Huaylá, Ecuador	Collaguazo (2017)
<i>Anadara similis</i>	1210	El Oro, Ecuador	Tobar <i>et al.</i> (2017)
<i>Megapitaria Squalida</i>	4660	Loreto, BCS	Cadena-Cárdenas (2009)

El valor de HQ obtenido para Cd fue de 1.017, representando un riesgo a la salud por consumo humano. Los efectos adversos que puede causar el cadmio en el organismo son problemas al sistema nervioso por su neurotoxicidad, es carcinógeno y tiene efectos sobre el sistema vascular, además de ser químicamente parecido al calcio y bioacumulado por el ser humano en huesos, pudiese causar deformaciones (Aguilar, 2021).

### Conclusiones

El consumo humano de *Megapitaria aurantiaca* representa un riesgo para la salud ya que la concentración bioacumulada de cadmio indica altos niveles de HQ equivalentes a un índice de 1.017.

### Referencias

- Aguilar, A. (2021). Concentraciones de Arsénico en moluscos y factor de riesgo por consumo en Bahía del Tóbari, Sonora. Memorias de congreso. I Congreso Internacional de Biotecnología y Ciencias Alimentarias. Instituto Tecnológico de Sonora.
- Del Olmo, D. (2018). Ecotoxicología del cadmio, riesgo para la salud por la utilización de suelos ricos en cadmio. Informe académico. Facultad de Farmacia. Universidad Complutense. España. 20p.
- Rodríguez, L., Martínez, M., Balderas, J., Mondaca, I., Navarro, M., & Meza, M. (2022). Arsenic-contaminated drinking water and associated health risks in children from communities located in a geothermal site of michoacán, México: monte carlo probabilistic method. Human and ecological risk assessment: an international journal. ISSN electrónico: 1549-7860.
- Tomaila, J., & Iannacone, J. (2018). Toxicidad letal y subletal del arsénico, cadmio, mercurio y plomo sobre el pez *Parachaeirodon innesi neon tetra* (Characidae). Revista de Toxicología, vol. 35, núm. 2. Asociación Española de Toxicología, España.
- Vega, Ch., Dévora, A., Burgess, J., *et al.* (2021). Inflammation biomarkers associated with arsenic exposure by drinking water and respiratory outcomes in indigenous children from three yaqui villages in southern Sonora, México. Environmental science and pollution research. ISSN electrónico: 16147499.

# Evaluación de la calidad del agua residual tratada descargada a la ensenada “La Salada” en Guaymas, Sonora

Mendoza Chávez C.E.; Acosta Herrera M.; Leyva Soto L.A.; Barrón Villarreal M.; Gortáres Moroyoqui, P.\*

✉ \*pablo.gortares@itson.edu.mx

Instituto Tecnológico de Sonora, Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias, 85000 Ciudad Obregón, México.

**Palabras clave:** agua residual, lagunas de oxidación, contaminación, eutrofización.

## Introducción

El municipio de Guaymas representa un pilar para la economía de México cuyas actividades productivas podrían estar en riesgo debido al mal manejo de las aguas residuales en esta región. “La Salada”, es una ensenada ubicada en el municipio de Guaymas que recibe diariamente descargas de aguas residuales después de pasar por un sistema de lagunas de oxidación inicialmente diseñadas para un caudal de 200 L/s, pero que reciben actualmente alrededor de 0.1053 m<sup>3</sup>/s (Vargas, 2012). Dentro de los principales problemas de la descarga de agua residual sin tratar al mar se encuentra el fenómeno de eutrofización de las costas y la contaminación microbiológica. El presente proyecto tiene como objetivo evaluar la calidad del agua residual descargada a “La Salada” para determinar su grado de afectación y el riesgo potencial para la realización de actividades productivas en ella.

## Metodología

El sitio de muestreo se encuentra ubicado en la ensenada “La Salada”, al suroeste de la bahía de Guaymas. La toma de muestras se realizó mensualmente durante junio, julio y agosto de 2023 a la entrada y salida de las lagunas de oxidación. Los parámetros de calidad evaluados fueron los considerados por la NOM-001-SEMARNAT-2021 y utilizando las metodologías establecidas por la misma. Se determinó sólidos sedimentables, sólidos suspendidos totales, DQO, grasas y aceites, nitrógeno total (incluyendo nitrato, nitrito, nitrógeno orgánico, nitrógeno amoniacal), fósforo total, y los microorganismos indicadores: *E. coli* y *Enterococcus faecales*. Adicionalmente, se analizó la concentración de clorofila en las muestras para determinar el grado de eutrofización en las lagunas de oxidación.

## Resultados y discusión

Los parámetros fisicoquímicos que exceden la norma fueron los sólidos suspendidos totales en cada uno de los meses (64.67, 113.33 y 85 mg/L en los meses de junio, julio y agosto, respectivamente) y las grasas y aceites en los meses de julio con valores de 192 mg/L y en agosto con 259 mg/L. En el caso del nitrógeno, este se encontró cerca del límite máximo permisible (LMP) de 35 mg/L en cada uno de los muestreos, excediendo

este valor en el mes de junio con 36.22 mg/L. La forma principal de nitrógeno detectada fue nitrógeno amoniacal (valor máximo de 33.4 mg/L en el mes de junio), lo que puede deberse a la baja concentración de oxígeno en el agua que entra a las lagunas de 0.58 y cercano a cero en el agua estancada que no permiten que ocurra la nitrificación inhibida en valores de oxígeno menores a 0.5 mg/L (Bravo *et al.*, 2014). En el caso del fósforo total, este se encontró dentro de la norma con un valor promedio de 4.3 mg/L en los meses de muestreo.

En el caso de los indicadores microbiológicos *E. coli* y *Enterococcus faecalis*, estos se encuentran fuera de la norma en cada uno de los meses analizados con valores máximos de  $2.05 \times 10^5$  UFC/100 ml para *E. coli* y de  $1 \times 10^4$  UFC/100 ml para *E. faecalis*, ambos en el mes de junio. En el caso del contenido de clorofila, indicador del estado de eutrofización de un cuerpo de agua, se encontraron concentraciones de clorofila de 413.43, 820.16, y 443.17  $\mu\text{g/L}$  en el agua a la salida de las lagunas, lo que nos indica un estado de eutrofización avanzado que afecta la oxigenación de estas (Franco *et al.*, 2010). En el agua de mar cerca de la orilla el valor de clorofila fue de 310.84  $\mu\text{g/L}$  superior a los valores considerados normales en la zona de 5  $\mu\text{g/L}$  (INAPESCA, 2023).

### Conclusiones

El sistema de tratamiento se encuentra excedido en su capacidad y muestra un estado de eutrofización avanzado que se ve reflejado en sus bajas eficiencias de remoción y los altos niveles de clorofila en la orilla del mar producto de la descarga. La presencia *E. coli* y *E. faecalis* en el agua residual tratada podría representar un riesgo a la salud debido a las actividades que se realizan en la zona.

### Referencias

- Bravo Bolaños, O. S. C. A. R., Ortega Aguirre, J. O. S. E., Espinosa Rodriguez, M. A., & Hidalgo Millán, A. (2014). Evaluación de la nitrificación a través de perfiles operacionales en un reactor aerobio.
- Franco, D. P. M., Manzano, J. Q., & Cuevas, A. L. (2010). Métodos para identificar, diagnosticar y evaluar el grado de eutrofia. *ContactoS*, 78(1), 25-33.
- INAPESCA. <https://www.inapesca.gob.mx/portal/documentos/publicaciones/BOLETINES/hidro-climatico/NORMALES-ABRIL-clorofila.pdf>. Recuperado 4 de octubre 2023.
- Vargas González, H. H. (2012). Vertimientos de aguas residuales urbanas y sus efectos en la condición ambiental de la Ensenada La Salada, Sonora, México.

## Pretratamientos hidrotérmicos en paja de trigo, alternativa para este residuo agrícola del Valle del Yaqui

Herrera-Portillo G.<sup>a\*</sup>; Encinas-Yepis D.H.<sup>b</sup>; Mondáca-Fernández I.<sup>a</sup>; Galindo-Valenzuela E.<sup>b</sup>

✉ [\\*gabriel.herrera@potros.itson.edu.mx](mailto:gabriel.herrera@potros.itson.edu.mx)

<sup>a</sup> Instituto Tecnológico de Sonora. Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias. 85000. Cd. Obregón, Sonora. México

<sup>b</sup> Instituto Tecnológico de Sonora. Departamento de Ciencias del Agua y Medio Ambiente. 85000. Cd. Obregón, Sonora. México

**Palabras clave:** Valle del Yaqui, residuos agrícolas, paja de trigo, hidrólisis, pretratamiento, deslignificación

### Introducción

La producción en masa del trigo en el Valle del Yaqui ha conllevado a la generación de grandes cantidades de paja de trigo como residuo agrícola y, en consecuencia, en la quema desmedida de la misma. El proceso repercute considerablemente en las emisiones de contaminantes al aire, ocasionando un deterioro en su calidad (González y Villegas, 2015). El objetivo de este trabajo es comparar la efectividad de deslignificación y extracción de compuestos secundarios del pretratamiento de hidrólisis ácida y de autohidrólisis en Material Lignocelulósico (MLC) del Valle del Yaqui.

### Metodología

Se utiliza hidrólisis en ácido diluido y autohidrólisis ajustados del trabajo de Barroso, (2010), para hacer uso de una autoclave. La metodología fue realizada por duplicado en matraces de 250 mL con 5 gr de muestra, un medio líquido de 50 mL de ácido sulfúrico a pH 5 y agua destilada para hidrólisis ácida y autohidrólisis respectivamente, a 120°C, 15 psi durante 1 hora en autoclave. La deslignificación y extracción de compuestos es como el utilizado por Barroso, (2010). Posteriormente, se utilizó permanganato como es utilizado por Sarria *et al.*, (2018).

### Resultados y discusión

Hidrólisis ácida, tiene una deslignificación de 1.2% de la lignina residual total del MLC y solubiliza un 30% de celulosa en forma de azúcares facilitando su recuperación. Con autohidrólisis, se encontraron <4% de compuestos secundarios e inhibidores, con 1.09% de lignina residual solubilizada resaltando la menor efectividad de deslignificación. La cantidad de extractos totales (CE), es la suma de los extractos obtenidos en la extracción con acetona y agua caliente (tabla 1). La cantidad de compuestos secundarios en la paja de trigo se encuentran alrededor del 20% en peso seco (Toscano *et al.*, 2015; Barroso, 2010; Romero *et al.*, 2014). En la tabla 1 se observa que los resultados de CE obtenidos son mayores que los reportados por Barroso, 2010, por un gran margen, con 79% y 66%

más extractos para GA y GN respectivamente, dando a entender el efecto que tienen los factores de desarrollo del MLC. Sin embargo, se obtuvo una extracción de compuestos secundarios del 39.94% en GA y un 3.23% en GN con respecto al total reportado por Toscano *et al.*, (2015).

Tabla 1

Contenido de extractos totales en comparación con los obtenidos por Barroso y los obtenidos en %peso seco por Toscano *et al.* <sup>a</sup>: Composición química de la paja de trigo en base a su materia seca.

Comparación de extractos totales_%			
Muestras	CE Obtenido	CE Reportado (Barroso, 2010)	CE <sup>a</sup> (Toscano <i>et al.</i> , 2015)
GA	12.4008	6.94	20.65
GN	19.9815	12.00	

### Conclusión

Este estudio destaca que las condiciones utilizadas en la etapa de hidrólisis ácida son óptimas para la deslignificación, además de que reduce la degradación de glucosa y xilosa de la pared celular. Se recomiendan temperaturas más altas en autohidrólisis, así como un reactor capaz de soportarlas para obtener una mayor deslignificación.

### Referencias

- Barroso, C. M. (2010). Pretratamiento de biomasa celulósica para la obtención de etanol en el marco de una biorrefinería. *Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Forestal*, 1-151.
- González, P., & Villegas, Y. (2015). Capítulo V. Beneficios y perjuicios de la quema del follaje del cultivo del espárrago (*Asparagus officinalis* L.) en el Valle del Yaqui, Sonora. *Investigación Universitaria: Avances y Resultados*, 54-66.
- Toscano, L., Ayala, A., Cervantes, L., Amado, M., Torres, R., Romero, E., & Correa, C. (2015). Caracterización química de paja de trigo del Valle de Mexicali y la correlación entre el No. de KAPPA y el contenido de lignina. *Academia Mexicana de Investigación y Docencia en Ingeniería Química*, 1095-1100.
- Sarria, A., Gallo, J., & Benítez, R. (2018). Condiciones óptimas de deslignificación del aserrín de *Pinus patula* como etapa crucial en la obtención de bioetanol. *Informador Técnico (Colombia)*, 82(2), 160-171.

## Biosíntesis de óxido de zinc de la flor de Botón de Oro (*Tithonia diversifolia*)

Borrás-Enríquez A.J.a,b\*, Candilla-Ramírez V.a; Orantes-Calleja P.D.a; González-Escobar J.L.b; Veana-Hernández F.b

✉\*anajo\_borras@hotmail.com

<sup>a</sup>Tecnológico de Estudios Superiores de San Felipe del Progreso. División de Ingeniería en Energías Renovables, San Felipe del Progreso, México.

<sup>b</sup>Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Ciudad Valles. Departamento de Agronomía, Ciudad Valles, México.

**Palabras clave:** biosíntesis, flor, *Tithonia*

### Introducción

El óxido de zinc es un semiconductor de gran interés debido a sus múltiples aplicaciones biotecnológicas como sensores de gas, láser ultravioleta y visible, celdas solares, celdas fotocatalíticas, en catalizadores fotocatalíticos. En este trabajo resulta de interés, el Botón de Oro (*Tithonia diversifolia*), esta es una planta forrajera invasiva también conocida como falso girasol, ya que presenta flores de menor tamaño. Esta planta crece durante todo el año en los cultivos de maíz, avena, trigo y sorgo, entre otros, interfiriendo en la eficiencia de la producción de los cultivos, ya que tiene una alta capacidad de reproducción vegetativa. Se ha reportado que en las épocas de lluvias esta especie invade densas áreas agrícolas, por lo que los agricultores deben controlar su crecimiento mediante el uso de agroquímicos, podas y quemas. Aunado a ello, la planta Botón de Oro, presenta una fuente importante de proteínas y metabolitos secundarios como polifenoles y flavonoides, mismos que de acuerdo a la literatura, permitirían generar mediante el proceso de biosíntesis la producción de nanopartículas de óxido de zinc, lo que traerá diferentes beneficios, como es la utilización de una planta invasiva como lo es, el Botón de Oro para la generación de un semiconductor de gran interés.

### Metodología

La flor del Botón de Oro fue recolectada en los alrededores del municipio de San Felipe del Progreso, Estado de México, la cual fue deshidratada a 60°C durante 24 horas, y pulverizada hasta obtener malla 60. La biosíntesis se llevó a cabo en un sistema abierto, generando una infusión a 60°C por 1 hora, y posteriormente el extracto fue reaccionado con la sal precursora nitrato de zinc, a temperaturas de 80°C hasta obtener un polvo. El polvo obtenido fue caracterizado mediante rayos X y microscopía electrónica de barrido

### Resultados y discusión

Se logró la obtención de óxido de zinc con un 87% de pureza, de acuerdo a los resultados obtenidos de rayos X (Figura 1) así mismo mediante microscopía electrónica de barrido se obtuvieron forma hexagonal (Figura 2).

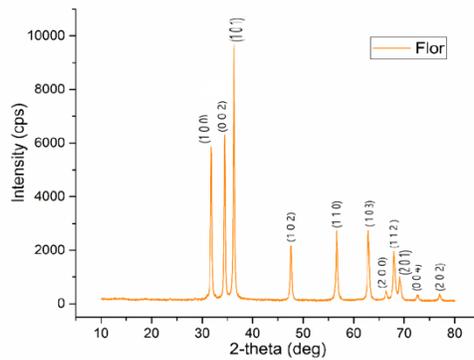


Figura 1. Análisis de rayos X del óxido de zinc de la flor de *Tithonia diversifolia*

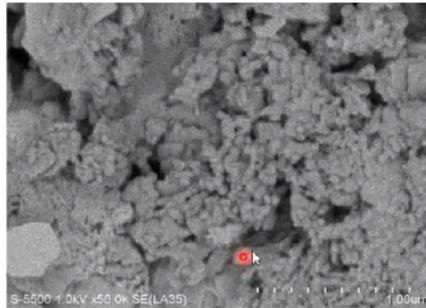


Figura 2. Análisis de microscopía electrónica de barrido de la flor de *Tithonia diversifolia*.

### Referencias

- Mabou-Tagne, A., Marino, F., & Cosentino M. (2018). *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray as a medicinal plant: A comprehensive review of its ethnopharmacology, phytochemistry, pharmacotoxicology and clinical relevance, *Journal of Ethnopharmacology*, 220:94-116.
- Jafarirad, S., Mehrabi, B., Divband, B., & Kosari-Nasab M. (2016). Biofabricación de nanopartículas de óxido de zinc utilizando extracto de fruta de *Rosa canina* y su potencial tóxico contra las bacterias: un enfoque mecanicista, *Mater. Ciencia. Ing. C.59*, 296–302,
- Hashemi, S., Asrar, Z., Pourseyedi S., & Nadernejad, N. (2016). Síntesis verde de nanopartículas de ZnO por *Olive (Olea europaea)*, *IET. Nanobiotecnología*. 10 (6), 400–404.

## Características del quitosano obtenido de quitinas provenientes del tratamiento biológico de cáscara de camarón

Vázquez Aldana M.<sup>a</sup>; González González R.<sup>a</sup>; Cruz Díaz M.<sup>b</sup>; Martínez Trujillo A.<sup>a\*</sup>

✉\*[amartinezt@tese.edu.mx](mailto:amartinezt@tese.edu.mx)

<sup>a</sup> Tecnológico Nacional de México: Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec, División de Ingeniería Química y Bioquímica. Av. Tecnológico s/n, Col. Valle de Anáhuac. Ecatepec, Estado de México, CP 55210.

<sup>b</sup> Universidad Nacional Autónoma de México, Departamento de Ingeniería y Tecnología, FES-Cuautitlán-Campo Uno, Av. 1° de mayo s/n Colonia Santa Ma. Las Torres, Cuautitlán Izcalli, Estado de México CP 54740.

**Palabras clave:** cultivo mixto secuencial, solubilidad, peso molecular.

### Introducción

La cáscara de camarón (CC) contiene proteína (30-40%), calcio (30-50%) y quitina (20-30%). La quitina se puede recuperar por tratamiento químico (TQ) o biológico (TB). El quitosano se obtiene a partir de la desacetilación (DA) de la quitina (Aldila *et al.*, 2020). En el TQ se utilizan concentraciones altas de ácido (HCl) para la desmineralización (DM) y base (NaOH) en la desproteínización (DP); mientras que para la DA se utiliza NaOH. El TQ disminuye la calidad de la quitina y quitosano y genera desechos contaminantes (Pakizeh *et al.*, 2021). El TB implica la utilización de microorganismos y/o enzimas para la DP (con proteasas), DM (con los ácidos orgánicos producidos durante la fermentación) y DA (con quitin desacetilasas, QDA); aunque aún no se ha alcanzado la total efectividad sobre la obtención de la quitina y quitosano (Sixto *et al.*, 2023). La aplicación del ultrasonido (US) podría favorecer la acción de las QDA durante la DA (Chakravarty *et al.*, 2018). El objetivo de este proyecto fue identificar cómo el orden de DM y DP modifica el rendimiento de obtención de quitina durante el TB, y verificar si la implementación de US impacta en la acción de las QDA y las características del quitosano resultante.

### Metodología

Se utilizaron quitinas provenientes de un TB de CC mediante cultivos mixtos secuenciales (CMS), donde *Lactobacillus delbrueckii* (*Ld*) se usó para la DM y *Bifidobacterium lactis* (*Bl*) produjo las proteasas que catalizaron la DP. Se usaron cuatro condiciones experimentales: 1) La secuencia DM → DP (*Ld*-G → G → *Bl*); la secuencia DP → DM, 2) poniendo solo un pulso de G en DM (*Bl* → *Ld*-G), o 3) aplicando dos pulsos de G en DM (*Bl* → *Ld*-G → G); 4). TQ sobre la CC, sin TB previo (control). La quitina se recuperó por filtración, se lavó y sometió a un TQ para completar la DP y DM (con NaOH y HCl 1 M, respectivamente). Posteriormente se sometieron a DA con un extracto enzimático (DAE) rico en QDA (142 U/g<sub>quitina</sub>), ya sea con un tratamiento con US previo a la adición de la QDA (CUS) o de forma directa sin US (SUS). La mitad del material resultante se sometió

a un tratamiento químico posterior para la DA (DAE + Q), utilizando NaOH al 50% (p/v). Se cuantificó la solubilidad del material obtenido, con ácido acético (AA) al 4% (p/v), y el peso molecular, por viscosidad (Sixto *et al.*, 2023).

### Resultados y discusión

Con el TB se obtuvieron rendimientos de DP mayores a los del control (73.41%), siendo los más altos aquellos obtenidos con la secuencia DP-DM. La DM del control (100%) superó los del TB (Tabla 1). El quitosano con la mayor solubilidad se obtuvo con la secuencia DP-DM. El TQ aplicado a las quitinas provenientes del TB provocó una disminución en la solubilidad del quitosano resultante. El US disminuyó la solubilidad de los quitosanos obtenidos por TB, pero incrementó la de los quitosanos obtenidos por TB+TQ y el obtenido solo por TQ de la CC, que pasó de  $11 \pm 1.4$  a  $15 \pm 0.7\%$ . Los quitosanos provenientes de la DAE+Q tuvieron una solubilidad del 100%. Los pesos moleculares de los quitosanos variaron en función de la secuencia DP-DM realizada durante el TB y el TQ posterior a la DAE.

### Conclusiones

La secuencia DP→DM durante el TB mejora los rendimientos de obtención de quitina. El US favorece la DAE solo cuando la quitina proviene del TB+Q. Los quitosanos obtenidos tuvieron diferentes pesos moleculares.

### Referencias

- Aldila, H., Fabiani, V. A., Dalimunthe, D. Y., & Irwanto, R. (2020). The effect of deproteination temperature and NaOH concentration on deacetylation step in optimizing extraction of chitosan from shrimp shells waste. *In/OP Conference Series: Earth and Environmental Science* 599(1): 012003. IOP Publishing.
- Chakravarty, J., Yang, C. L., Palmer, J., & Brighman, C. J. (2018). Chitin extraction from lobster Shell waste using microbial culture-based methods. *Appl Food Biotechnol*, 5(3), 141-54.
- Pakizeh, M., Moradi, A., & Ghassemi, T. (2021). Chemical extraction and modification of chitin and chitosan from shrimp shells. *Eur Pol J*, 159, 110709.
- Sixto-Berrocal, A. M., *et al.* M. R. (2023). Chitin/chitosan extraction from shrimp Shell waste by a completely biotechnological process. *International Journal of Biological Macromolecules*, 230, 123204.

Tabla 1



## Clonación del gen internalina A de *Listeria monocytogenes* en células competentes JM109

Flores Cervera V.<sup>a</sup>; Figueroa López A. M.<sup>a\*</sup>; Cantú Soto E. U.<sup>a</sup>

✉\* [alejandro.figueroa@itson.edu.mx](mailto:alejandro.figueroa@itson.edu.mx)

<sup>a</sup> Instituto Tecnológico de Sonora, Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias, 85000 Ciudad Obregón, México.

**Palabras clave:** Clonación, Internalina A, *Listeria monocytogenes*.

### Introducción

*Listeria monocytogenes* (Lm) es un bacilo Gram positivo con una gran capacidad de proliferar en condiciones adversas. Esta bacteria es la causante de la listeriosis, una enfermedad que, aunque poco común, puede ser fatal en adultos mayores, mujeres embarazadas, infantes y personas inmunocomprometidas (Radoshevich & Cossart, 2018). Lm inicia su infección mediante la inducción de la internalización en células no fagocíticas mediado por el gen internalina A (*InlA*) provocando la colonización del hígado, la barrera intestinal o la barrera placentaria (Ireton *et al.*, 2021). El objetivo fue clonar un fragmento del gen *InlA* en células competentes JM109 para la estandarización de un método de detección basado en PCR cuantitativo (qPCR).

### Metodología

SE amplificó el gen *InlA* por PCR utilizando los oligos InlA1F (5'-CAAATGCTCAGGCA-GCTACA-3') e InlA1R (5'- CCCGACAGTGGTGCTAGATT-3') de un tamaño de 787 pb durante 35 ciclos con una temperatura de anillamiento de 58 °C. El amplicón se purificó con QIAquick® (No. Cat. 28104). El fragmento se insertó en el vector pGEM®-T Easy (No. Cat. A1360) siguiendo el procedimiento del fabricante. Con el vector pGEMT-*InlA* se transformó las células competentes JM109 (Promega, Cat. L2001). Las células transformadas fueron seleccionadas con el sistema de selección blanco/azul en presencia de IPTG (0.5mM) y X-Gal (80µg/mL). Las clonas seleccionadas fueron inoculadas en 5mL de caldo LB con 100 µg/mL de ampicilina a 37 °C con agitación constante de 150 rpm por 18 h. La extracción de ADN plasmídico (ADNp) se realizó mediante lisis alcalina con SDS (Maniatis *et al.*, 1991). Se verificó la inserción del fragmento con una digestión con la enzima EcoRI (Promega, No. Cat. R601A). Los productos se analizaron en electroforesis en gel de agarosa al 2% con bromuro de etidio 0.33 mg/mL y documentados con el sistema MiniBis pro® (SERVA Electrophoresis). La concentración y pureza de ADN se determinó con el equipo Nanodrop 2000c (Thermo Scientific™).

### Resultados y Discusión

El vector elegido para la clonación del gen de internalina A fue el PGEM®-T Easy debido a que presenta una gran versatilidad para la clonación de fragmentos de ADN. Además, cuenta con sitios de corte para una gran variedad de enzimas de restricción (Ramos *et*

*al.*, 2017). En la figura 1.A se observa selección de células transformadas de color blanco con el gen de interés, las colonias azules cuentan con el gen *LacZ* sin interrumpir. En la figura 1.B se observa en el carril 1 el plásmido sin cortar con un tamaño esperado de 3804 pb (3015 pb del vector y 789 pb del producto de PCR), una vez realizada la digestión se observa el plásmido digerido con un tamaño de 2997 pb y el inserto con un tamaño de 807 pb (Figura 1B, carril 3). Estos resultados fueron similares a los reportados por Doosti *et al.* (2015).

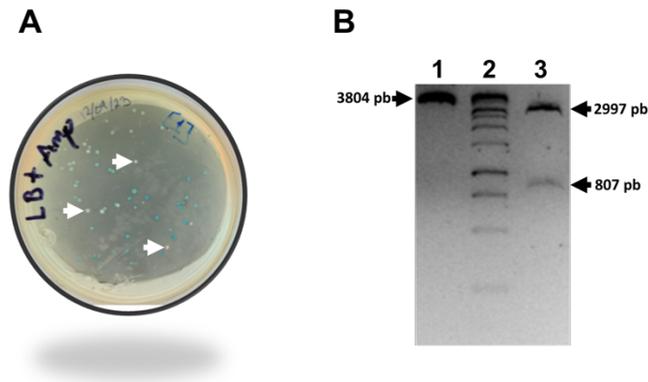


Figura 1. Resultados de la transformación de células competentes. Figura 1A. Selección de clonas blancas. Figura 1B. Verificación de la inserción del fragmento en el vector. 1 Vector sin cortar. 2 Marcador de peso molecular 1kb (Cat. G571A). 3 Producto de la digestión y liberación del gen clonado.

### Conclusiones

Se clonó con éxito el fragmento del gen *InlA* en células competentes JM109, las células JM109. Las colonias blancas evidenciaron la clonación adecuada del fragmento. Este trabajo brindará la base para lograr estandarizar un método de detección de *Lm* por qPCR.

### Referencias

- Radoshevich L, Cossart P. (2018). *Listeria monocytogenes*: Towards a complete picture of its physiology and pathogenesis. *Nature Reviews Microbiology*. (1):32-46. doi:10.1038/nrmicro.2017.126.
- Ireton, K., Mortuza, R., Gyanwali, G. C., Gianfelice, A., & Hussain, M. (2021). Role of internalin proteins in the pathogenesis of *Listeria monocytogenes*. *Molecular Microbiology*, (6):116, 1407-1419.
- Maniatis, T., Sambrook, J., & Fritsch, E. F. (1991). *Molecular Cloning: A Laboratory Manual*. *Trends in Biotechnology*, 9(1), 7-8.
- Ramos, A. E., Muñoz, M., Moreno-Pérez, D. A., & Patarroyo, M. A. (2017). PELMO, an optimised in-house cloning vector. *AMB Express*, 7(1).
- Doosti, A., Ghasemi-Dehkordi, P., Kargar, M., & Sharifi, A. (2015). Generation of divalent DNA vaccine based on P39 and shiga-like toxin 2 (STX2) genes. *Genetika*, 47(2), 499-507.

## Cultivo *in vitro* de *Ustilago maydis* con un medio de cultivo de residuos agroindustriales

Domínguez Calva J.A.\*; Lozano Grande M.A.; Fosado Cuevas A.; Ortega Rangel L.

✉\*antonio.dominguez@utxicotepec.edu.mx

Universidad Tecnológica de Xicotepec de Juárez, Puebla

**Palabras clave:** huitlacoche, *Ustilago maydis*, cultivo *in vitro*

### Introducción

El maíz criollo es uno de los principales productos agrícolas para el autoconsumo en México. Una alternativa para incrementar su valor comercial es la producción de huitlacoche. Para ello, se requieren cepas agresivas de *U. maydis* que puedan infectar eficientemente a las razas de maíz criollo y así, producir huitlacoche. El presente proyecto tiene como objetivo el aislamiento y crecimiento *in vitro* de una cepa de *U. maydis* endémica de la Sierra Norte para su posterior inoculación en campo.

### Metodología

La cepa de *Ustilago maydis* fue aislada a partir de agallas de Huitlacoche proveniente de maíz criollo de la comunidad Rancho Nuevo, Xicotepec, Puebla. Para ello, se seleccionaron agallas intactas y frescas, se identificaron las teliosporas (Fig. 1 B y C) y posteriormente se realizaron tratamientos de asepsia de las agallas para la siembra en caja Petri (Fig. 1 A). El aislamiento se realizó por reproducción sexual en agar PDA (25°C en oscuridad y pH: 5.5) (Fig. 1 D). Para la producción *in vitro*, se preparó un medio de cultivo a partir de residuos de papa, pulpa de café y melaza (PM) ajustando los azúcares reductores a 70 g·L<sup>-1</sup> y cocción durante 20 min. La inoculación se realizó con la adición de una colonia de *U. maydis* en agitación a 150 rpm en un reactor discontinuo. La biomasa seca y la cuantificación de azúcares reductores se monitorearon mediante el método con DNS (Fig. 2 A), posteriormente se estimaron los parámetros cinéticos a partir de la ecuación de Monod (Hemetsberger *et al.*, 2012).

### Resultados y discusión

Algunos de los resultados obtenidos se muestran en la Figura 1 y 2. De los tratamientos de asepsia, el 4 permitió el aislamiento de *U. maydis* sin contaminación. En cuanto al cultivo con el medio casero, se obtuvieron los datos para determinar las ecuaciones diferenciales de la cinética de crecimiento y el cálculo de la velocidad en un reactor discontinuo. Con estos resultados se logró obtener un modelo lineal y los parámetros cinéticos: constante de Monod ( $K_s$ ) y velocidad máxima ( $\mu_{m\acute{a}x}$ ) (Fig. 2B, 2C). En la Figura 2 C se muestran los rendimientos de sustrato/biomasa ( $Y_{s/c}$ ) a las 50 h de cultivo, los cuales son comparables con lo reportado (Cornejo-Mazón *et al.*, 2008).

A) Condiciones de asepsia	1	2	3	4	5	6
Limpieza con dextrán (5 min)	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Enjuague agua estéril	Si	Si	Si	Si	Si	Si
NaClO al 3%	No	No	No	60 s	120 s	180 s
Enjuague agua estéril	No	No	No	Si	Si	Si
EtOH 70%	No	1 min	No	1 min	No	No
Enjuague agua estéril	No	Si	Si	Si	No	No
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 5 vol (2 ciclos)	No	No	Si	30 s	No	No
Enjuague agua estéril	No	No	Si	Si	No	No

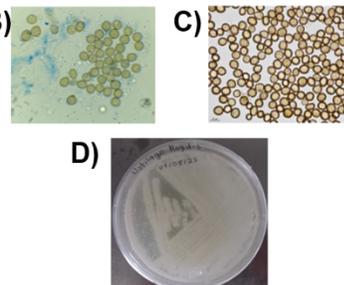


Figura 1. Aislamiento de *Ustilago maydis*. **A)** Tabla de los diferentes tratamientos (1-6) de asepsia de agallas. **B)** Micrografía de teliosporas vistas al microscopio (40X) **C)** Teliosporas referenciales de *U. maydis*. **D)** Colonias del aislado en medio PDA.

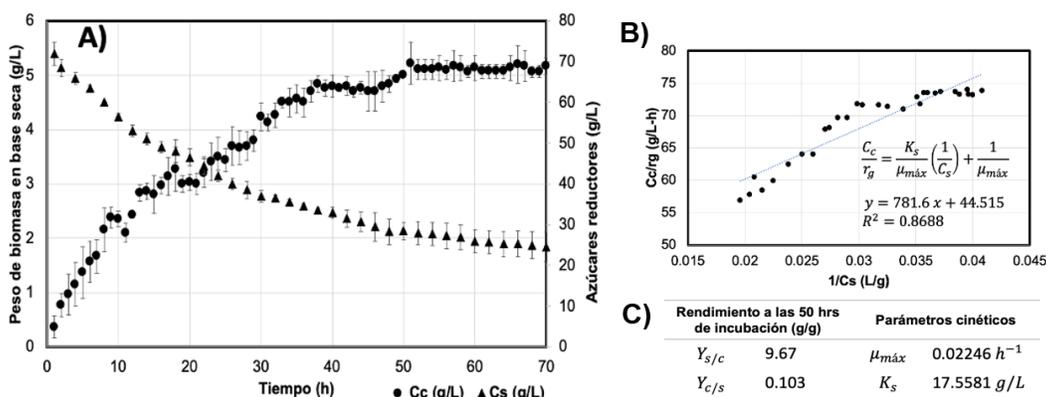


Figura 2. Cinética del crecimiento de *Ustilago maydis* en medio PM. **A)** Curva de crecimiento en función de la biomasa y sustrato. **B)** Regresión de los datos con la expresión de Hanes-Woolf de la ecuación de Monod. **C)** Tabla de rendimientos y parámetros cinéticos.

### Conclusiones

La cepa de *Ustilago maydis* se aisló de una variedad de maíz criollo proveniente de la región de la Sierra Norte de Puebla. Fue posible el crecimiento de *U. maydis* en un medio de cultivo a base de desechos agroindustriales cuyos parámetros cinéticos obtenidos sientan las bases para el diseño racional de otros medios de cultivo con desechos regionales y que finalmente pueda ser aplicado (inoculado) en campo.

### Referencias

Cornejo-Mazon M., Jaramillo-Flores M.E., Villa-Tanaca L., & Hernandez-Sanchez H. (2008). Optimization of Biomass Production by *Ustilago maydis* in Submerged Culture using Taguchi Experimental Design. *Biotechnology* 7(4):818 - 821

Hemetsberger C., Herrberger C., Zechmann B., Hillmer M., & Doehlemann G. (2012). The *Ustilago maydis* Effector Pep1 Suppresses Plant Immunity by Inhibition of Host Peroxidase Activity. *PLoS Pathog* 8(5):1002684

# Desarrollo de una metodología para el aislamiento de cristales parasporales producidos por *Bacillus thuringiensis*

Rodríguez Alejandro M. C.<sup>a</sup>; Aguilar Franco M.<sup>d</sup>; Juárez Arellano E. A.<sup>b</sup>; Martínez García A.<sup>c</sup>; Peña-Rico M.A.<sup>a\*</sup>; Navarro-Martinez K.<sup>a</sup>

✉\*mapena@unpa.edu.mx

<sup>a</sup> Centro de Investigaciones Científicas, Instituto de Biotecnología, Universidad del Papaloapan, Tuxtepec, 68301 Oaxaca, México.

<sup>b</sup> Centro de Investigaciones Científicas, Instituto de Química, Universidad del Papaloapan, Tuxtepec, 68301 Oaxaca, México.

<sup>c</sup> Departamento de Metalurgia e Integridad Estructural, Centro de Investigación en Materiales Avanzados (CIMAV), Chihuahua, 31136 Chihuahua, México.

<sup>d</sup> Laboratorio de Microscopia, CFATA.UNAM, Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada - UNAM, Juriquilla, 4510 Querétaro, México.

**Palabras clave:** *Bacillus thuringiensis*, Cry, cristales parasporales

## Introducción

*Bacillus thuringiensis* es reconocida por su capacidad de producir inclusiones cristalinas, constituidas por proteínas con actividad bioinsecticida y anticancerígena. Cada una de las cepas de *Bacillus thuringiensis* producen un cristal con una morfología distinta y con un contenido diferentes de Cry, Cyt y parasporinas (PS) (Aboul-Soud *et al.*, 2019; Mukhija *et al.*, 2018). El Comité de Clasificación y Nomenclatura de Parasporinas, considera la morfología del cristal como un criterio para la clasificación de las PS (Sieiro *et al.*, 2021). Para determinar la forma del cristal es fundamental eliminar todo interferente muestra, entre ellos, las esporas. El objetivo de este trabajo fue desarrollar un método sencillo, rápido y barato para el aislamiento de los cristales proteicos producidos por *Bacillus thuringiensis*, que permita observar sus características morfológicas.

## Metodología

*Bacillus thuringiensis* se cultivó en medio agar nutritivo, por 8 días a 30 °C, posteriormente, se incubó a 4°C de 6 a 10 días. La biomasa de 400 cajas de cultivo fue utilizada para el aislamiento de los cristales. La biomasa se centrifugó a 5,500 rpm a 4°C por 12 minutos. La pastilla resultante se lavó 3 veces con una solución de NaCl 1 M + 0.01% de tritón X-100, se centrifugó a 5,500 rpm a 4°C por 12 minutos. Enseguida, se lavó en 3 ocasiones con una solución de NaCl 0.85 p/v + 10% de hexano, la muestra se sonicó a 100w por 10 minutos. Finalmente, se realizaron 2 lavados con agua destilada fría para disminuir el contenido de NaCl. La presencia de cristales proteicos se verificó con azul de Comassie. Y la determinación de la pureza se hizo por termogravimetría (TGA) y microscopía electrónica de barrido (SEM).

## Resultados y discusión

En otros estudios, la acreditación de la eficiencia del método aislamiento se basa únicamente con imágenes de SEM (Aboul-Soud *et al.*, 2019). En este trabajo, el TGA demostró la presencia tanto de los cristales proteicos, degradación entre los 50°C y 230°C (Figura 1A área naranja), como la degradación de las sales inorgánicas (Figura 1B, área en azul). Las imágenes de SEM indican abundancia de cristales proteicos (Figura 1C), a diferencia de la muestra sin lavados (Figura 1B), en la solamente se las esporas que son de forma hexagonal (Sieiro *et al.*, 2021).

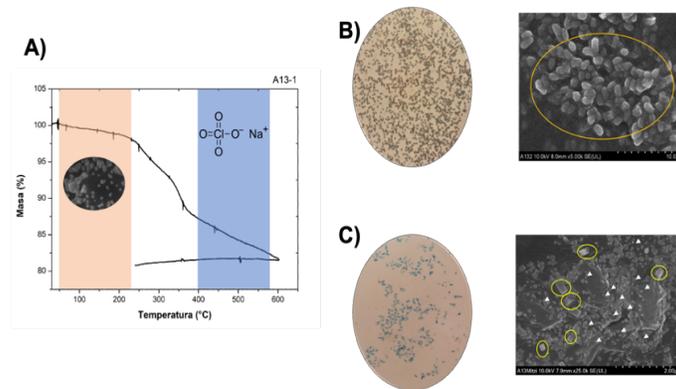


Figura 1. **A)** TGAs de los cristales aislados, en área naranja indica el intervalo de temperatura de degradación de los cristales proteicos. La zona azul indica la degradación del NaCl. **B)** Micrografías ópticas y SEM previo a los lavados, el semicírculo naranja muestra el contenido de esporas. **C)** Micrografías ópticas y SEM, los círculos amarillos señalan los cristales de NaCl, las puntas de flecha blancas muestran a los cristales proteicos.

## Conclusiones

El método desarrollado permitió obtener cristales proteicos de *Bacillus thuringiensis* sin presencia de esporas, sin embargo, se detectaron impurezas de sales principalmente NaCl.

## Referencias

- Aboul-Soud, M. A., Al-Amri, M. Z., Kumar, A., Al-Sheikh, Y. A., Ashour, A. E., & El-Kersh, T. A. (2019). Specific cytotoxic effects of parasporal crystal proteins isolated from native Saudi Arabian *Bacillus thuringiensis* strains against cervical cancer cells. *Molecules*, 24(3), 506.
- Mukhija, B., & Khanna, V. (2018). Isolation, characterization and crystal morphology study of *Bacillus thuringiensis* isolates from soils of Punjab. *J Pure Appl Microbiol*, 12(1), 189-193.
- Sieiro, C., Pichardo-Gallardo, Á., Areal-Hermida, L., Almuiña-González, R., & Villa, T. G. (2021). Parasporal Crystal Toxins in *Bacillus thuringiensis*. *Developmental Biology in Prokaryotes and Lower Eukaryotes*, 125-148.

# Detoxificación de hidrolizados ácidos de olote de maíz para su uso en compuestos biotecnológicos

Ponce Fernández N.E.<sup>a</sup>; Astorga Trejo R.<sup>b</sup>; Reyes Moreno, C.<sup>a</sup>; Castro Martínez C.<sup>b\*</sup>.

✉ \*clcastro@ipn.mx

<sup>a</sup> Universidad Autónoma de Sinaloa, FCQB, Programa de Posgrado Integral de Biotecnología, 80013 Culiacán, Sinaloa, México.

<sup>b</sup> Instituto Politécnico Nacional, CIIDIR Unidad Sinaloa, Departamento de Biotecnología Agrícola, 81049 Guasave, Sinaloa, México.

**Palabras clave:** hidrolizados ácidos, olote de maíz, xilosa, furfural, xilitol.

## Introducción

La biomasa lignocelulósica es una fuente renovable y económica de azúcares fermentables (glucosa y xilosa) para la producción de biocombustibles de segunda generación (2G) y productos como el xilitol, empleado como ingrediente nutracéutico y farmacéutico. En particular, la valorización de los residuos agrícolas como el olote de maíz requieren pretratamientos como ácidos diluidos que hidrolizan azúcares y generan inhibidores como ácido acético, 5-hidroximetilfurfural (HMF) y furfural, tóxicos para los microorganismos utilizados en la etapa de fermentación. Una forma de eliminar estos inhibidores es mediante el uso de carbón activado (CA) (Ahuja *et al.*, 2022). Por lo que, el objetivo de este estudio fue optimizar la detoxificación de hidrolizados ácidos de olote de maíz utilizando CA, disminuyendo el contenido de furfural con el mínimo impacto en la concentración de xilosa, necesario para la producción de xilitol.

## Metodología

La materia prima empleada fue un hidrolizado ácido de olote de maíz con composición (g/L): xilosa (18.89), glucosa (19.79), ácido acético (2.74), HMF (0.1) y furfural (0.81). La optimización se realizó mediante un diseño experimental Box Behnken (Design Expert V13.0). Se evaluó el efecto de la temperatura  $X_1$  (30-60 °C), tiempo  $X_2$  (30-90 min) y concentración de CA  $X_3$  (1-5% p/v), sobre la remoción de furfural ( $Y_2$ ), evitando la pérdida de xilosa ( $Y_1$ ). La cuantificación de azúcares e inhibidores se realizó en UPLC (Waters Acquity, detector IR, fase móvil  $H_2SO_4$  5mM, columna Bio-Rad Aminex HPX-87H).

## Resultados y discusión

Los resultados experimentales incluyen 15 experimentos con tres puntos centrales. La máxima concentración de xilosa (18.68 g/L) resultó en el tratamiento 15 (1% de CA, 45°C, 30 min). Sin embargo, la concentración de furfural ( $Y_2$ ) también fue la mayor (0.301 g/L). De los experimentos con remoción total de furfural, el tratamiento 1 (3% de CA, 60°C, 30 min) permitió obtener la mayor concentración de xilosa (18.14 g/L). Basado en el análisis de varianza, se seleccionó el modelo de primer orden para la variable de respuesta de

concentración de xilosa y un modelo un cuadrático para furfural. La concentración de xilosa solo fue afectada por la concentración de CA ( $X_3$ ), y con respecto al furfural, los factores significativos fueron el tiempo ( $X_2$ ) y la concentración de CA. Los polinomios obtenidos, representan modelos de predicción de concentración de xilosa y furfural en hidrolizados detoxificados con CA, con coeficientes de correlación ( $R^2$ ) de 0.95 y 0.99, respectivamente.  $Y_{1(\text{xilosa})} = 17.95 - 0.375 X_3$ ;  $Y_{2(\text{furfural})} = 0.014 - 0.014 X_2 - 0.140 X_3 + 0.140 X_3^2$ . Estos fueron estadísticamente significativos empleando la prueba F-Fisher con un nivel de confianza del 95%. El modelo predice que bajo las condiciones: 3.2% de CA, 45°C y 60 min, se obtendrá una concentración de xilosa de 18.31 g/L, y de furfural menos de 0.001 g/L (Figura 1), esto fue validado experimentalmente con una variación de  $\pm 0.05$ . Los resultados son comparables por lo reportado por Dasgupta *et al.* (2022), que detoxificaron hidrolizados de olote de maíz. De manera similar, Gupta *et al.* (2017), con 2% de CA, 30°C y 180 min, removieron furfural ( $< 0.008$  g/L). Las diferencias se atribuyen a que la eficiencia del tratamiento con CA depende de la concentración, temperatura, tiempo, pH de la reacción y composición del hidrolizado.

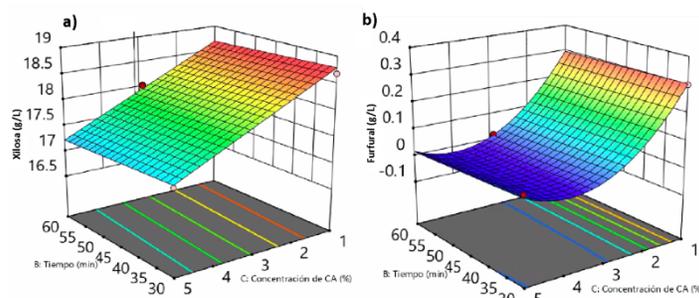


Figura 1. Gráficos de superficie de respuesta para la concentración de: a) xilosa y b) furfural. Efecto de la interacción entre variables de estudio a  $T=45^{\circ}\text{C}$ .

## Conclusiones

Fue posible establecer condiciones óptimas de detoxificación ( $45^{\circ}\text{C}$ , 60 min, 3.2% de CA) para reducir el contenido del inhibidor furfural  $< 0.001$  g/L, manteniendo la concentración inicial de xilosa, permitiendo su potencial uso biotecnológico. Además, se demostró que al remover furfural, también se eliminó HMF.

## Referencias

- Ahuja, V., Kshirsagar, S., Ghosh, P., *et al.* (2022). Process development for detoxification of corncob hydrolysate using activated charcoal for xylitol production. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 10(1), 107097.
- Dasgupta, D., Sidana, A., *et al.* (2022). Process development for crystalline xylitol production from corncob biomass by *Pichia caribbica*. *Food and Bioproducts Processing*, 133, 45-56.
- Gupta, R., Gautam, S., Shukla, R., & Kuhad, R. C. (2017). Study of charcoal detoxification of acid hydrolysate from corncob and its fermentation to xylitol. *Journal of environmental chemical engineering*, 5(5), 4573-4582

## Extracción y cuantificación de enzimas lignocelulolíticas de *Pleurotus ostreatus* cultivado en paja de trigo

Reatiga Rivera D.<sup>a</sup>; Maldonado Bustamante S.R.,<sup>a\*</sup>; Mondaca Fernandez I.<sup>a</sup>; Balderas Cortés J.J.<sup>a</sup>; Meza Montenegro M.M.<sup>a</sup>; Arvayo Enriquez H.<sup>a</sup>

✉ \*sara.maldonado20708@potros.itson.edu.mx

<sup>a</sup> Instituto Tecnológico de Sonora, Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias, 85000 Ciudad Obregón, México.

**Palabras clave:** *Pleurotus ostreatus*, paja de trigo, lacasas, manganeso peroxidasa.

### Introducción

La paja de trigo, un subproducto abundante de la planta del trigo, es un material lignocelulósico y está compuesto por celulosa (39%), hemicelulosa (38,7%) y lignina (17%) (Baltierra *et al.*, 2016), esto proporciona resistencia, presentando un desafío a su degradación. El hongo *Pleurotus ostreatus* (*P.o.*), conocido como “hongo ostra”, es un saprófito leñoso perteneciente a la clase Basidiomicetos. Este hongo comestible produce enzimas especiales que descomponen la celulosa, hemicelulosa y lignina de la paja de trigo, convirtiéndolas en compuestos más simples y accesibles. El objetivo principal de este estudio fue evaluar el crecimiento y la actividad enzimática de *P.o.* en presencia de paja de trigo.

### Metodología

La cepa *P.o.* fue conservada en agar extracto de malta a 30°C. Se utilizó 3 gramos secos de paja de trigo de 2cm con solución nutritiva 1:4 S/L según Thakur *et al.* 2013, se inoculó con 5 discos 1 cm<sup>2</sup> del hongo. La extracción enzimática se realizó cada tres días por 21 días de fermentación, se utilizó 50 mL de buffer de acetatos a 30 °C y 150 rpm, se filtró usando papel Whatman 1. Se centrifugó a 8500 rpm por 10 minutos. Los extractos enzimáticos se evaluaron para determinar la actividad de diferentes enzimas. La actividad de lacasa con la oxidación de ABTS a 420 nm (Varnero *et al.*, 2010), para manganeso peroxidasa (MnP) se evaluó la oxidación de 2,6-dimetilfenol a 469 nm (Thakur *et al.*, 2013), la actividad de endoglucanasas fue con la determinación de azúcares reductores por el método de Miller (1959).

### Resultados y discusión

Se realizó un análisis de actividad de endoglucanasas, la producción de lacasas y MnP por parte de la cepa de *P.o.* Se utilizó paja de trigo extraído con buffer de acetatos, relacionado con la generación de estas enzimas ver tabla 1). (Inicialmente, se observó mayor actividad de endoglucanasas a los 3 días de fermentación, disminuyendo gradualmente hasta el día 18 de fermentación, posiblemente influenciado por la disponibilidad del sustrato y el ciclo de vida del hongo en esta etapa. En cuanto a la producción de lacasas y manganeso peroxidasa, se observó cierta variabilidad a lo largo del período estudiado.

Aunque no se evidenció un patrón definido, se notó cierta estabilidad en las concentraciones de estas enzimas, con fluctuaciones durante la mayoría de los días analizados. Esta estabilidad es crucial para descomponer eficazmente la paja de trigo.

Tabla 1  
Generación de estas enzimas

Tiempo/días	Endoglucanasas U.I./g.s.s	Lacasas U.I. / g.s.s.	MnP U.I./g.s.s.
3	4093.598±1601.471	0.549±0.005	0.605±0.0001
6	3155.396±1251.589	0.555±0	0.605±0.0005
9	1717.405±794.230	0.549±0.008	0.604±0.0007
12	1549.347±425.538	0.506±0.047	0.601±0.002
15	3011.012±1326.446	0.552±0.001	0.603±0.0003
18	1290.684±221.473	0.531±0.033	0.604±0.0002
21	2101.746±654.179	0.547±0.0006	0.587±0.026

Nota: U.I. / g.s.s hace referencia a unidades internacional/ gramo seco de sustrato

Se registraron picos máximos de actividad enzimática para lacasas (0.555 U.I./g.s.s.) y manganeso peroxidasa (0.605 U.I./g.s.s) mantuvo su productividad a lo largo de los 21 días, en comparación con Thakur *et al.* (2013), se observaron mayores actividades enzimáticas para lacasas (14.189 U/g) y MnP (562.80 U/g) en este estudio, indicando resultados superiores en la actividad enzimática de lacasas y MnP.

### Conclusiones

Este estudio destaca la importancia del tiempo de fermentación influye en la actividad enzimática, destacando lacasa y manganeso peroxidasa. Estos datos son clave para entender la dinámica enzimática en la fermentación de *Pleurotus ostreatus* y mejorar su producción en distintas aplicaciones.

### Referencias

- Baltierra. E.-T., Eliseo, S.-E., Liliana, M.-B., Juan, S.-Y., Del, D., Resumen, A., Mujica SN, F. J., Felicitas, C., Río, D., Mich, M., Manuel Sánchez-Yáñez, J., & Andina, S. (2016). Inducción de la degradación de lignina de paja de trigo en aromáticos por *Aspergillus* spp. y *Penicillium chrysogenum* Wheat straw lignin degradation induction to aromatics by por *Aspergillus* spp. and *Penicillium chrysogenum*. [Org. bo. http://www.scielo.org.bo/pdf/jsars/v7n1/v7n1\\_a03.pdf](http://www.scielo.org.bo/pdf/jsars/v7n1/v7n1_a03.pdf).
- Miller GL (1959) Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Anal Chem* 31:426–428.
- Thakur S, Shrivastava B, Ingale S, Kuhad R, Gupte A. (2013). Degradation and selective ligninolysis of wheat straw and banana stem for an efficient bioethanol production using fungal and chemical pretreatment. *3 Biotech.* 3.5. 365-372

# Inmovilización de *Lactobacillus delbrueckii* para la producción de ácido láctico

Calderon Cruz L.M.; Hernández Cruz I.E.; Martínez Trujillo M.A.\*

✉ \*amartinezt@tese.edu.mx

Tecnológico Nacional de México/Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec, Av. Tecnológico s/n, Col. Valle de Anáhuac, Ecatepec de Morelos, Edo. de México, México. 55210.

**Palabras clave:** alginato de sodio, quitosano, fermentación.

## Introducción

El ácido láctico (AL) es un ácido orgánico que tiene un amplio uso en la industria química, cosmética, alimentaria, y farmacéutica (Bahry *et al.*, 2019). Actualmente, el 90% de su producción se obtiene vía fermentación de bacterias ácido-lácticas (BAL), algunos factores limitantes de estas es que son sensibles a su microambiente y están sujetas a la inhibición por parte del sustrato y el producto. Una alternativa para superar estos problemas y favorecer la producción de AL es la inmovilización celular. Con base en la información anterior el objetivo del presente trabajo fue identificar la metodología de inmovilización de *Lactobacillus delbrueckii* con la que se obtenga el mayor rendimiento de ácido láctico.

## Metodología

*Lactobacillus delbrueckii* se cultivó en medio MRS a 25°C y en condiciones estáticas durante 46 h. Las células se recuperaron por centrifugación (10 min a 4000 rpm) y se inmovilizaron: 1) con alginato de calcio, siguiendo el método descrito por Thakur *et al.*, (2019) (AC); 2) recubriendo las perlas de AC con una capa de quitosano (A/Q); 3) haciendo un segundo recubrimiento de las perlas A/Q con una capa de alginato de calcio y otra de quitosano (A/Q/A/Q). Con esos materiales se llevaron a cabo cuatro fermentaciones: 1) el experimento control, que se desarrolló con células libres; 2) usando las células AC; 3) usando las células A/Q y 4) usando las células A/Q/A/Q. Las fermentaciones se desarrollaron en matraces Erlenmeyer de 500 mL con 100 mL de medio mínimo (MM) (Martínez *et al.*, 2020). La fermentación control se inició con la adición del inóculo, al 10% (v/v) del volumen total. Las otras fermentaciones se iniciaron al agregar las perlas, previamente lavadas con agua destilada estéril. Todas las fermentaciones se incubaron a 25 °C bajo condiciones estáticas, retirando muestras cada 4 h durante 52h. A las muestras obtenidas se les cuantificó la concentración de glucosa y de ácido láctico (Martínez *et al.*, 2020). En los cultivos AC, se cuantificó el crecimiento bacteriano por peso seco, luego de disolver las perlas en una solución de citrato de sodio 0.1 M.

## Resultados y discusión

La velocidad de consumo de sustrato por las células inmovilizadas en AC (-0.38 g/L\*h) fue ligeramente mayor que la del cultivo control (-0.27 g/L\*h) (Figura 1a). En el cultivo con

células AC *L. delbrueckii* produjo 27.95 g/L de ácido láctico (Figura 1b), similar a los 22 g/L producidos por *L. rhamnosus* que también fue inmovilizado en perlas de alginato de calcio al 2% (Bahry *et al.*, 2019). Por otra parte, los cultivos A/Q produjeron ácido láctico en una cantidad similar a la obtenida en el cultivo control. Sin embargo, el doble recubrimiento (A/Q/A/Q) causó una disminución considerable en la producción de ácido láctico. De acuerdo con Thakur *et al* (2019), esto puede deberse a la disminución en la transferencia de masa en el sistema, de sustrato y nutrientes esenciales. Por otro lado, con las bacterias que crecieron dentro de las células AC pudieron desarrollar un nuevo cultivo, luego de agotar la glucosa en el primer cultivo probado.

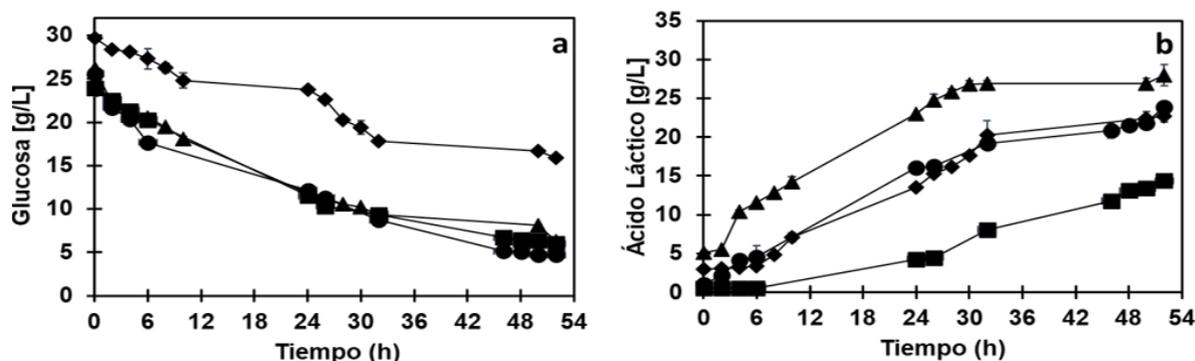


Figura 1. Consumo de glucosa (a) y producción de ácido láctico (b) por *L. delbrueckii* durante 52 horas en los cultivos desarrollados con: (♦) células libres, (▲) células AC, (●) células A/Q, y (■) células A/Q/A/Q.

## Conclusiones

Es posible el uso de alginato de calcio como soporte de inmovilización para la producción de ácido láctico por *Lactobacillus delbrueckii*. El material así inmovilizado puede tener mejor estructura si se recubre con una capa de quitosano. Ambas condiciones de inmovilización generaron una mayor cantidad de ácido láctico en comparación con las células libres. Una segunda capa de alginato y quitosano afectaron considerablemente al sistema de producción de ácido láctico, por lo que resultan la opción de inmovilización menos viable.

## Referencias

- Bahry, H., Abdalla, R., Pons, A., Taha, S., & Vial, C. (2019). Optimization of lactic acid production using immobilized *Lactobacillus rhamnosus* and carob pod waste from the Lebanese food industry. *Journal of biotechnology*, 306, 81-88.
- Martínez, M. A., Bautista, K., García, M., Martínez, A., & Cruz, M. R. (2020). Enzymatic saccharification of banana peel and sequential fermentation of the reducing sugars to produce lactic acid. *Bioprocess and biosystems engineering*, 43, 413-427.
- Thakur, A., Panesar, P. S., & Saini, M. S. (2019). L (+)-Lactic acid production by immobilized *Lactobacillus casei* using low cost agro-industrial waste as carbon and nitrogen sources. *Waste and Biomass Valorization*, 10, 1119-1129.

## Producción de ácido láctico por fermentación de residuos agroindustriales

Díaz Cortes M. F.; Nuñez Monroy G. F.; Martínez Trujillo M. A.\*; Neria González M. I.\*

✉\*amartinez@tese.edu.mx; \*mineriag@tese.edu.mx

TecNM: Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec. División de Ingeniería Química y Bioquímica. Av. Tecnológico S/N esq. Av. Carlos Hank González; Ecatepec, Estado de México.

**Palabras clave:** cáscara de papa, cabeza de camarón, *Lactobacillus delbrueckii*, hidrolizado enzimático.

### Introducción

El ácido láctico (AL) es un ácido orgánico natural con diversas aplicaciones en la industria farmacéutica, cosmética y alimentaria, principalmente se usa como neutralizante químico, solvente y agente limpiador (Nanfra *et al.*, 2021). El medio de cultivo usado para la producción de AL es químicamente complejo, lo que encarece el proceso. Sin embargo, el AL puede ser obtenido por fermentación microbiana usando compuestos agroindustriales como fuentes de carbono (Guzmán *et al.*, 2010). El objetivo de este proyecto es diseñar un medio de cultivo semidefinido, utilizando derivados de residuos agroindustriales como las fuentes de carbono y nitrógeno para la producción de ácido láctico por *Lactobacillus delbrueckii*.

### Metodología

Los azúcares reductores fermentables (AR) se obtuvieron de 1 kg de cáscara de papa (CP), ésta se licuó con 500 mL de agua y se filtró mediante manta de cielo. El filtrado se recolectó en un recipiente y se sometió a ebullición por 10 min, se dejó enfriar a temperatura ambiente y se le añadieron 20 mL de un extracto enzimático (EE) de origen fúngico que también se produce en el laboratorio; la mezcla se incubó a 45 °C y 150 rpm por 24 h. Los AR obtenidos con la sacarificación enzimática se esterilizaron por filtración. Por otro lado, se utilizó cabeza de camarón (CC) para extraer la proteína que serviría como fuente de nitrógeno (FN) en la fermentación. Para ello, la CC secada y molida se remojó en agua en una relación 1:10, durante 2 h. La fase líquida, que contenía la proteína eluida, se separó de la mezcla por decantación y se esterilizó por filtración. Entonces, se diseñaron medios de cultivo para la fermentación láctica, probando tres materiales como FN: 1) albúmina de suero bovino esterilizada por calor 2) la proteína eluida de la CC y 3) extracto de levadura. En todos los casos el hidrolizado de la cáscara de papa fue la fuente de AR fermentables, y se suplementó con el medio de sales minerales. Los medios de cultivo se inocularon con un cultivo fresco de *Lactobacillus delbrueckii* desarrollado en caldo MRS, que representaba el 10% del volumen final del medio. Los cultivos bacterianos se incubaron durante 48 h a 28°C, registrando el pH, el consumo de AR y la producción de AL (Sixto *et al.*, 2023), cada 12 h durante 120 h.

## Resultados y discusión

Con la sacarificación enzimática de la CP se obtuvieron 18 g/L de AR, con un rendimiento de  $0.0075 \text{ g}_{\text{AR}}/\text{g}_{\text{cáscara de papa húmeda}}$ . Los resultados de la fermentación láctica se muestran en la Fig. 1. La velocidad de consumo de AR fue diferente para cada FN. Hubo una mayor producción de AL con respecto a la cantidad de AR aparentemente consumidos por la bacteria. Esto se podría atribuir a la actividad enzimática en el medio, que se reactiva al disminuir la concentración de AR, lo que provoca que continúe la hidrólisis enzimática del sustrato. La producción máxima de AL se registró a las 24 h (Fig. 1B y 1C) y a las 48 h (Fig. 1A). Después de alcanzar el valor máximo, la cantidad de AL presente en el medio disminuyó (Fig. 1A y 1B), lo que sugiere que el AL podría estarse reabsorbiendo. La disminución de pH en el medio es congruente con la producción de AL (Fig. 1).

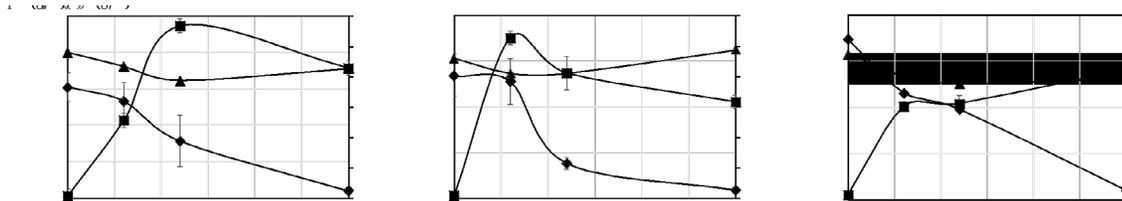


Figura 1. Producción de AL (■), consumo de AR(◆), pH(▲) de *L. delbrueckii* con diferentes FN: A) albúmina de suero bovino esterilizada por calor, B) proteína eluida de la cabeza de camarón esterilizada por filtración, C) extracto de levadura.

## Conclusiones.

La sacarificación del agua proveniente de la CP mostró rendimientos aceptables. Es posible sustituir la glucosa del medio mínimo por el agua hidrolizada de papa, y al extracto de levadura por la proteína eluida de la CC, obteniendo un mayor rendimiento de AL ( $1.38 \text{ g}_{\text{AL}}/\text{g}_{\text{ARinicial}}$ ) respecto al control ( $0.82 \text{ g}_{\text{AL}}/\text{g}_{\text{glucosa}}$ ).

## Referencias.

- Guzmán, C., Paternina, G. A., & Villadiego, A. M. D. (2010). Producción de ácido láctico por vía biotecnológica. *Temas agrarios*, 15(2), 9-26.
- Nanfra, S., Logrippo, A., & Ortubia, C. (2021). Producción de ácido láctico por la vía biotecnológica. *Repositorio Digital*.
- Sixto, A. M., Vázquez, M., Miranda, S. P., Martínez, M. A., & Cruz, M. R. (2023). Chitin/chitosan extraction from shrimp shell waste by a completely biotechnological process. *International Journal of Biological Macromolecules*, 230, 123204.

# Cinética de hidrólisis enzimática de pulpa de paja de trigo

Badilla Ruiz A.<sup>a</sup>; Mondaca Fernández I.<sup>a\*</sup>; Maldonado Bustamante, S. R.<sup>a</sup>; Meza Montenegro M. M.<sup>a</sup>; Balderas Cortés J. J.<sup>a</sup>

✉ <sup>\*</sup>[iram.mondaca@itson.edu.mx](mailto:iram.mondaca@itson.edu.mx)

<sup>a</sup> Instituto Tecnológico de Sonora, Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias, 85000 Ciudad Obregón, México.

**Palabras clave:** hidrólisis enzimática, celulosa, modelo cinético, celulasas.

## Introducción

La generación de energías alternativas, como los biocombustibles de segunda generación, es parte del progreso económico sostenible y una posible solución a la crisis medioambiental actual (Kamusoko *et al.*, 2021). La hidrólisis enzimática representa un desafío en el proceso de obtención de biocombustibles a partir de biomasa lignocelulósica, principalmente por el alto costo de las reacciones enzimáticas, lo cual afecta a la producción sostenible (Dalena *et al.*, 2019). No obstante, el investigar la cinética del proceso de hidrólisis nos permite simular y predecir el sistema bajo diferentes condiciones, con la posibilidad de reducir costos y tiempo de experimentación (De buck *et al.*, 2020). El presente trabajo tiene como objetivo explorar experimentalmente la cinética de la hidrólisis enzimática de sustratos celulósicos con un modelo basado en la ecuación Michaelis-Menten, utilizando el software Berkeley Madonna.

## Metodología

Primeramente, se realizó la hidrólisis enzimática de los sustratos carboximetilcelulosa y pulpa de celulosa de paja de trigo, se utilizó la enzima comercial Cellulase *Trichoderma longibrachiatum* (C9748-100G). El medio de reacción se formó de 1 mL de buffer de citrato de sodio (50mM, pH 5.0) y 0.5 mL de solución enzimática, con concentración de 8 g/L de sustrato, cada sustrato se evaluó por separado, las condiciones fueron, temperatura de 50°C, agitación de 150 rpm y 17.5 min. Los azúcares reductores liberados se determinaron por el método DNS (Miller, 1959). Se obtuvieron los parámetros ajustados del modelo, mediante un ajuste de la curva cinética a los datos experimentales, en Berkeley Madonna. Por último, se validó el ajuste del modelo, de los datos experimentales y predichos, con el coeficiente de determinación ( $R^2$ ), el cual se calculó en Microsoft Excel.

## Resultados y discusión

Al ajustar la curva del modelo original con los valores experimentales los parámetros cinéticos obtenidos fueron  $k_1=2.6624$ ,  $k_2=25.08584$  y  $k_3=0.11205$ , para el sustrato CMC, mientras que para pulpa de celulosa fueron  $k_1=-0.39381$ ,  $k_2=14.45437$  y  $k_3=-0.13213$ . El modelo simula la cinética de la hidrólisis enzimática de los sustratos evaluados, predice el consumo del sustrato y la producción de azúcares reductores (glucosa) con el paso

del tiempo, mostrando la acción celulolítica. En la validación del modelo, los coeficientes de determinación ( $R^2$ ) obtenidos fueron 0.931 y 0.9542 para el CMC y la pulpa de celulosa, respectivamente (Figura 1). Datos mayores a 0.9 indican buena concordancia con el ajuste del modelo respecto a los valores experimentales (Igwilo *et al.*, 2021).

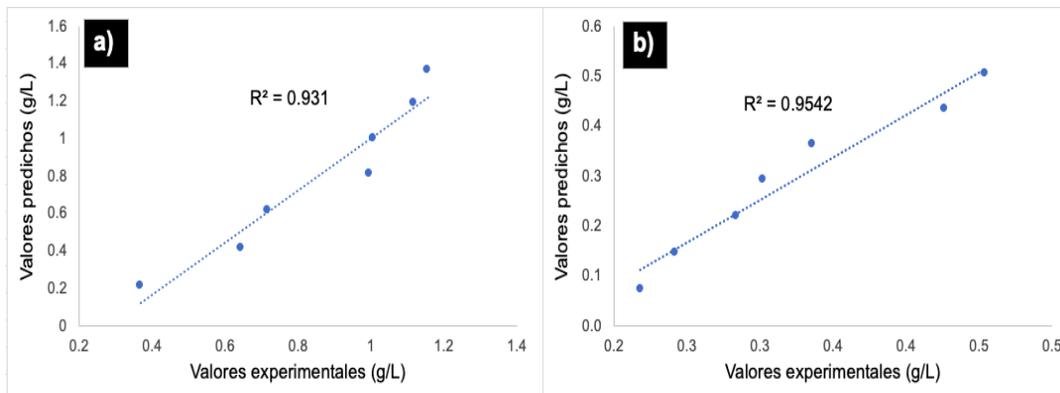


Figura 1. Validación de modelo a) CMC y b) pulpa de celulosa de paja de trigo.

## Conclusiones

El modelo seleccionado permitió simular la hidrólisis enzimática de los sustratos CMC y pulpa de celulosa de paja de trigo, obteniendo un buen ajuste con un  $R^2$  por encima de 0.9 para ambos casos. Poder modelar la hidrólisis enzimática de dichos sustratos es de gran interés, ya que permitirá predecir la reacción a diferentes condiciones como la concentración de sustrato inicial y tiempo.

## Referencias

- Dalena, D., Senatore, A., Lulianelli, A., Di, L., Basile, M. & Basile, A. (2019). Chapter 2, Ethanol From 174 Biomass: Future and Perspectives. En *Ethanol Science and Engineering*. A. Basile, A. Lulianelli, F. 175 Dalena and T.N. Veziroğlu (ed.), pp 25-59. Elsevier Inc.
- De Buck, V., Polanska, M. & Impe, J. (2020). Modeling Biowaste Biorefineries: A Review. *Frontiers in Sustainable Food Systems*. 4(11).
- Igwilo, C., Egbuna, S., Onoh, M., Asadu, C. & Onyekwulu, C. (2021). Optimization and kinetic studies for enzymatic hydrolysis and fermentation of colocynthis vulgaris Shrad seeds shell for bioethanol production. *Journal of Bioresources and Bioproducts*. 6(1), 45-64.
- Kamusoko, R., Jingura, R., Parawira, W. & Chikwambi, Z. (2021). Strategies for valorization of crop 188 residues into biofuels and other value-added products. *Biofuels, Bioproducts and Biorefining*. 15(189), 1950-1964.
- Miller, G. (1959). Use of Dinitrosalicylic Acid Reagent for Determination of Reducing Sugar. *Analytical Chemistry*, 31(3), 426-428.

# Producción de exopolisacáridos por la cepa halófila *BLLSAM2035* utilizando como fuente de carbono glucosa

Díaz Palma J.J; Gassós Ortega L.E; Cira Chávez L. A; Estrada Alvarado M.I; Coronado Corral J.C\*.

✉ \*[juan.coronado47095@potros.itson.edu.mx](mailto:juan.coronado47095@potros.itson.edu.mx)

Instituto Tecnológico de Sonora; Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias, Cd. Obregón, 85000 Sonora, México

**Palabras clave:** bacterias halófilas, exopolisacáridos, fuente de carbono, glucosa.

## Introducción

Las comunidades microbianas pueden encontrarse en diversas condiciones adversas, temperatura, pH y salinidad extremas. Los microorganismos halófilos habitan en condiciones extremas de salinidad, y se clasifican en: halófilos ligeros 3%, moderados 5- 20%, y halófilos extremos 20-30% de NaCl. Los exopolisacáridos (EPS) microbianos juegan un papel importante en las asociaciones celulares, la nutrición y el entorno micro y macro (Kleber et al. 2015). Se han empleado en alimentos, detergentes, bebidas, textiles, productos farmacéuticos, tratamientos contra el cáncer, medicamentos y formulación de medios de fermentación (Fenibo et al. 2019). El objetivo de este trabajo es la producción de EPS por bacterias halófilas utilizando como fuente de carbono glucosa. Se empleó la cepa BLLSAM2035 para la cinética de producción a temperatura 37°C con una agitación de 150 rpm y tiempo de incubación de 6 días.

## Metodología

1. Se analizó la cepa BLLSAM2035, aislada de Bahía de Lobos, mediante la prueba cualitativa en placa con rojo Congo/azul de Coomassie a las 24 horas detectándose la producción del EPS.
2. La cinética de producción de EPS, se realizó en caldo marino al 3% NaCl + glucosa 2% a temperatura 37 °C a 150 rpm durante 6 días tomando muestra por triplicado cada 24 horas.
3. Se determinó el contenido de azúcares reductores y azúcares totales.
4. La producción de EPS se llevó a cabo mediante la precipitación con etanol, se evaporaron los restos de alcohol, el precipitado se dializó en membranas de 12 kDa. Y se llevó a cabo el análisis de las muestras del EPS en el espectrómetro de infrarrojos por transformada de Fourier FT-IR.
5. Se utilizó el análisis de varianza (ANOVA) para examinar los resultados y se utilizó la prueba de Tukey para detectar diferencias significativas utilizando el software StatGraphics Centurion XVIII.

## Resultados y discusión

La cepa BLLSAM2035 proveniente del ambiente salino de Bahía de Lobos del Estado de Sonora; en la placa de cultivo presentó un aspecto colonial mucoso que a su vez es indicativo de su capacidad de producir exopolisacárido. La determinación de azúcares reductores en la cinética de producción fue de 1.5 mg/L a las 24 horas. Mientras que los azúcares totales con 1.2 mg/L a las 72 horas. Así la producción de EPS fue 1.6 mg/L a las 96 horas. De acuerdo a Amjres, *et al.*, 2015, los EPS producidos por bacterias halófilas indican que los EPS comienzan a sintetizarse en la fase exponencial de crecimiento, aumentando su producción conforme aumenta el número de células y cesando cuando el sustrato carbonado se consume. Singh *et al* (2019) reportó EPS producido por *Natronotalea sambharensis*, fue de 1.2 g/L y la cepa BLLSAM2035 fue capaz de secretar 1.6 mg/L a las 96 horas, siendo 0.4 g/L mayor en esta investigación. El EPS de la cepa BLLSAM2035 obtenido, se leyó por espectrofotometría de infrarrojo, comparándolo con estándares (almidón, carragenina, goma arábica, goma xantana, pectina cítrica), el análisis de los espectros de FTIR se observan la presencia de señales en la región de 900-1200  $\text{cm}^{-1}$  que corresponde a los enlaces C-O-C, C-O, característicos de carbohidratos (Ermiş, *et al*; 2020).

### Conclusiones

La cepa BLLSAM2035 produjo el exopolisacárido en caldo marino al NaCl 3% + glucosa 2%; Obteniéndose 1.6 mg/L EPS, el cual reveló señales características de polisacáridos en el análisis del FTIR. Los datos obtenidos, el análisis de la composición y producción de EPS por bacterias halófilas, es una herramienta para determinar sus posibles propiedades y aplicaciones biotecnológicas.

### Referencias

- Amjres, H., Béjar, V., Quesada, E., Carranza, D., Abrini, J., Sinquin, C., ... & Llamas, I. (2015). Characterization of haloglycan, an exopolysaccharide produced by *Halomonas stenophila* HK30. *International journal of biological macromolecules*, 72, 117-124.
- Ermiş, E., Poyraz, E., Dertli, E. & Yılmaz, M. T. (2020). Optimization of exopolysaccharide production of *Lactobacillus brevis* E25 using RSM and characterization. *Sakarya University Journal of Science*, 24 (1), 151-160.
- Fenibo, E. O., Ijoma, G. N., Selvarajan, R., & Chikere, C. B. (2019). Microbial surfactants: The next generation multifunctional biomolecules for applications in the petroleum industry and its associated environmental remediation. *Microorganisms*, 7(11), 581.
- Kleber, M., Eusterhues, K., Keiluweit, M., Mikutta, C., Mikutta, R., & Nico, P. S. (2015). Mineral-organic associations: formation, properties, and relevance in soil environments. *Advances in agronomy*, 130, 1-140.
- Singh S, Sran KS, Pinnaka AK, & Roy Choudhury A. (2019). Purification, characterization and functional properties of exopolysaccharide from a novel halophilic *Natronotalea sambharensis* sp. nov. *Int J Biol Macromol*. Sep 1;136:547-558.

## Efecto del NaCl sobre la lipasa digestiva de *Odobenus rosmarus divergens*, un análisis *in silico*

Martínez Pérez R.B.<sup>a\*</sup>; Bojórquez Sánchez A.M.<sup>a</sup>; Díaz-Vidal T.<sup>b</sup>; Rosales-Rivera L.C.<sup>b</sup>; Leyva-Soto L.A.<sup>a</sup>; Díaz-Tenorio L.M.<sup>a</sup>

✉\* [raul.martinez@itson.edu.mx](mailto:raul.martinez@itson.edu.mx)

<sup>a</sup> Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias, Instituto Tecnológico de Sonora, 85137 Ciudad Obregón, México.

<sup>b</sup> Departamento de Ingeniería Química, CUCEI, Universidad de Guadalajara, Guadalajara 44430, México.

**Palabras clave:** morsa del pacífico, digestión, lipasa digestiva, fuerza iónica.

### Introducción

La morsa del Pacífico (*Odobenus rosmarus divergens*) es un mamífero marino que pertenece al clado de los pinnípedos y a la familia *Odobenidae*, se localiza en los mares de Chukchi y Bering (Abraham *et al.*, 2015). La dieta de las morsas se basa en moluscos bentónicos, invertebrados, peces y otros pinnípedos ricos en ácidos grasos poliinsaturados (Fay *et al.*, 1982), que al ser consumidos conducen agua salada al estómago de la morsa. Debido a esto, el presente estudio se enfocó en comprender el efecto del NaCl sobre la estructura de la lipasa digestiva de la morsa, mediante métodos computacionales de dinámica molecular; con esto ampliar el conocimiento de la fisiología de los pinnípedos y su potencial en procesos biotecnológicos.

### Metodología

Las simulaciones de dinámica molecular (DM) se realizaron con GROMACS (v. 2021.1) (Riedman *et al.*, 1990). El estado de protonación de la estructura PWGL a pH 5,5 se analizó con Protein Prepare. Las cargas se asignaron con el módulo gmx pdb2gmx. Dentro de la caja se simularon fuerzas iónicas de 150 mM, 500 mM y 1 M de NaCl. El sistema se sometió a equilibrios NPT y NVT de 100 ps a 1 atm y 310 °K, utilizando el algoritmo de acoplamiento de temperatura y termostato de Berendsen y el algoritmo de termostato de reescalado de velocidad de Berendsen modificado. La electrostática de largo alcance se calculó utilizando el método Particle Mesh Ewald (PME).

### Resultados y discusión

Las simulaciones de la lipasa digestiva de la morsa del pacífico mostraron altas desviaciones, los primeros 40.000 ps en la RMSD (desviación cuadrática media) de la proteína; sin embargo, la desviación de la columna vertebral se observó principalmente en la estructura de la lipasa digestiva a 0,15 M después de 50 ns a 100 ns y se desvió entre 0,2 - 0,4 nm. La RMSF (fluctuación cuadrática media) reveló movimientos significativos entre los residuos 60 - 80 y 300 - 345 en 1,0 M de NaCl, sin embargo, a 0.15 M NaCl y 0.5 M NaCl, se mostró una mayor fluctuación entre los residuos 225 - 250, los cuales repre-

sentan la tapa de la lipasa. Se observa que los valores de Rg se limitaron entre 2,0 - 2,1 nm para todas las salinidades; sin embargo, la estructura de PWGL a 1,0 M NaCl fluctuó menos (2,0 - 2,05 nm) (Figura 1). Lo datos anteriores muestran la estabilidad y dinámica de la lipasa digestiva de la morsa del pacífico.

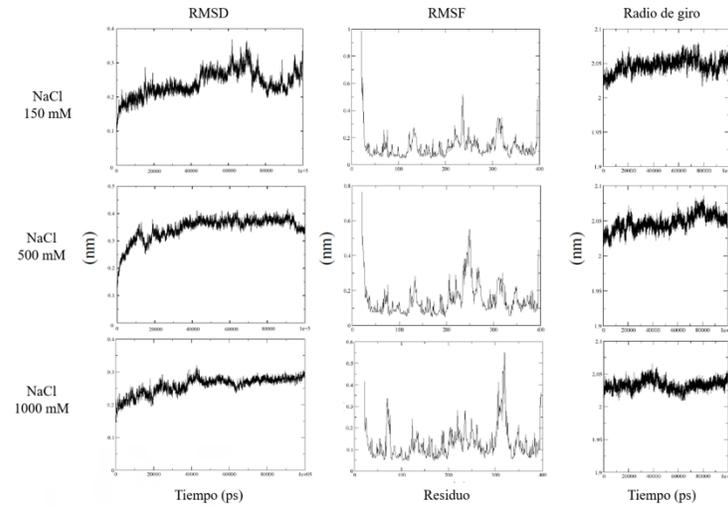


Figura 1. Dinámica molecular de la lipasa gástrica de la morsa del Pacífico a diferentes concentraciones de salinidad. RMSD, RSMF y radio de giro.

### Conclusiones

Mediante dinámica molecular a diferentes condiciones de fuerza iónica indica que la lipasa digestiva de la morsa del Pacífico (*Odobenus rosmarus divergens*) muestra halotolerancia. Estos hallazgos son importantes desde el punto de vista biológico y tecnológico.

### Referencias

- Abraham, M. J., Murtola, T., Schulz, R., Páll, S., Smith, J. C., Hess, B., & Lindahl, E. (2015). GROMACS: High performance molecular simulations through multi-level parallelism from laptops to supercomputers. *SoftwareX*, 1, 19-25.
- Fay, F. H. (1982). Ecology and biology of the Pacific walrus, *Odobenus rosmarus divergens* Illiger. *North American Fauna*, (74), 1- 279.
- Riedman, M. (1990). *The pinnipeds: seals, sea lions, and walruses* (Vol. 12). Univ of California Press

## Pangenoma de *Balamuthia mandrillaris* evidencia genes vinculados a la virulencia

Otero-Ruiz A.<sup>a</sup>; Rodríguez-Anaya L.Z.<sup>\*b</sup>; Lares-Villa F.<sup>c</sup>; Lozano Aguirre Beltrán L.F.<sup>d</sup>; Lares-Jiménez L.F.<sup>c</sup>; Gonzalez-Galaviz J.R.<sup>b</sup>

✉ <sup>\*</sup>libia.rodriguez@itson.edu.mx

<sup>a</sup> Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias, Instituto Tecnológico de Sonora, 85000, Ciudad Obregón, Sonora, México,

<sup>b</sup> CONAHCYT Instituto Tecnológico de Sonora, 85000, Ciudad Obregón, Sonora, México.

<sup>c</sup> Departamento de Ciencias Agronómicas y Veterinarias, Instituto Tecnológico de Sonora, 85000, Ciudad Obregón, Sonora, México,

<sup>d</sup> Unidad de Análisis Bioinformáticos, Centro de Ciencias Genómicas de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), 62210, Cuernavaca, Morelos, México.

**Palabras clave:** anotación funcional, genómica comparativa, bioinformática

### Introducción

*Balamuthia mandrillaris* es un protozoo patógeno que causa una infección casi siempre mortal en el sistema nervioso central y en algunos casos lesiones cutáneas; actualmente, los datos genómicos de esta ameba de vida libre (AVL) son escasos, disponiéndose en el banco de genes dos genomas nucleares completos con calidad de borrador, pero ninguno de ellos cuenta con anotación funcional. Esta AVL fue aislada de una laguna artificial del municipio de Cajeme y se identificó por medio de análisis de 18S del ADN ribosomal y reacción en cadena de la polimerasa (PCR). El presente estudio tiene como objetivo el secuenciar y ensamblar la cepa anteriormente descrita (ITSON01) y posteriormente realizar anotación funcional en conjunto con las cepas disponibles en el banco de genes (V039 y 2046) para una aplicación de genómica comparativa.

### Metodología

Se llevó a cabo la extracción y secuenciación del ADN de la cepa ITSON01 de *B. mandrillaris* utilizando plataformas de secuenciación de 2<sup>da</sup> y 3<sup>ra</sup> generación, Illumina y Oxford Nanopore Technologies (ONT), respectivamente. A continuación, se procedió al ensamblaje y anotación del genoma mitocondrial (ADNmt), después se comparó con 9 genomas mitocondriales completos disponibles en el banco de genes. Por otro lado, se ensambló el genoma nuclear de la cepa ITSON01 y se reensambló la cepa 2046, seguido de la anotación funcional de las tres cepas (ITSON01, V039 y el reensamblaje de la cepa 2046). Finalmente, se realizó un análisis de genómica comparativa.

### Resultados y discusión

Los resultados del análisis de genómica comparativa se expresaron en un diagrama Venn (Figura 1), donde se muestra el pangenoma con los solapamientos entre los grupos ortólogos de las diferentes cepas de *B. mandrillaris*. Cabe señalar que los grupos de genes ortólogos del genoma núcleo representan aproximadamente el 6% de las proteínas de

cada cepa. Dentro de dichos grupos, se identificaron genes homólogos potencialmente implicados en la invasión de otros protozoarios patógenos (*Trypanosoma cruzi* y *Acanthamoeba* spp.) (Gu *et al.*, 2022; Siqueira-Neto *et al.*, 2018; Wang *et al.*, 2023). En cuanto el ensamblaje y anotación del ADNmt se obtuvo un genoma con longitud de 41,385 pb, 13 ARNt, 37 secuencias codificantes y 2 subunidades de ARNr. Mostrando en la comparación un porcentaje del 98% de identidad con la mayoría de los genomas mitocondriales completos disponibles a excepción de las cepas V451 y KM-20.

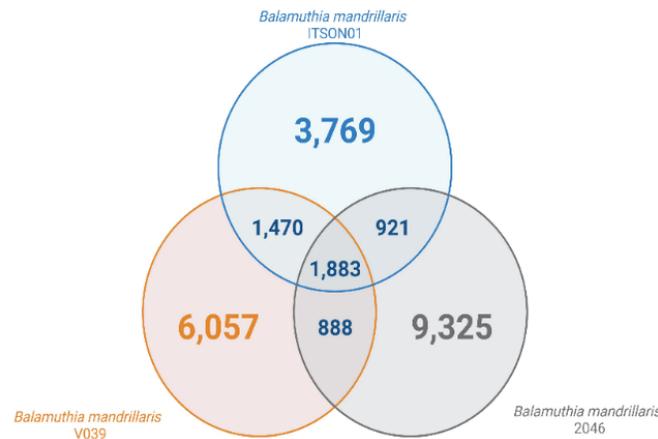


Figura 1. Diagrama de Venn del solapamiento entre grupos ortólogos.

### Conclusiones

En el presente estudio se logró la anotación de los genomas nuclear y mitocondrial de *B. mandrillaris*, obteniéndose valiosa información sobre posibles genes implicados en la patogenicidad de este protozoario a través de homólogos con otras especies de protozoarios patógenos.

### Referencias

- Gu, X., Lu, X., Lin, S., Shi, X., Shen, Y., Lu, Q., Yang, Y., Yang, J., Cai, J., Fu, C., Lou, Y., & Zheng, M. (2022). A Comparative Genomic Approach to Determine the Virulence Factors and Horizontal Gene Transfer Events of Clinical *Acanthamoeba* Isolates. *Microbiology Spectrum*, 10(2).
- Siqueira-Neto, J. L., Debnath, A., McCall, L. I., Bernatchez, J. A., Ndao, M., Reed, S. L., & Rosenthal, P. J. (2018). Cysteine proteases in protozoan parasites. In *PLoS Neglected Tropical Diseases* (Vol. 12, Issue 8). Public Library of Science.
- Wang, Y., Jiang, L., Zhao, Y., Ju, X., Wang, L., Jin, L., Fine, R. D., & Li, M. (2023). Biological characteristics and pathogenicity of *Acanthamoeba*. In *Frontiers in Microbiology* (Vol. 14). Frontiers Media S.A.

# Utilización de herramientas informáticas para el ensamble y anotación de genomas bacterianos

Cárdenas Gómez J. <sup>a</sup>, de los Santos Villalobos S. <sup>a\*</sup>

✉ \*sergio.delossantos@itson.edu.mx

<sup>a</sup> Instituto Tecnológico de Sonora, Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias, 85000 Ciudad Obregón, México.

**Palabras clave:** bioinformática, taxonomía, secuenciación, genoma.

## Introducción

Para el año 2005, después de una década de secuenciaciones del genoma completo de microorganismos, el número de genomas bacterianos completos se aproximaba a 400. En este periodo, el costo de secuenciación por nucleótido había bajado  $10^2$ -  $10^3$  veces, haciendo así la secuenciación de un genoma completo una opción asequible para muchos laboratorios (Arahal, D. R. 2014).

Con esto y aunado a las nuevas herramientas moleculares avanzadas para la afiliación taxonómica de especies bacterianas, hace de los métodos bioinformáticos una buena opción para diversos estudios filogenéticos de especies bacterianas.

## Metodología

Ésta fue realizada siguiendo aquella propuesta por el equipo de trabajo del Laboratorio de Biotecnología del Recurso Microbiano (LBRM, [www.itson.edu.mx/LBRM](http://www.itson.edu.mx/LBRM)). Haciendo uso de los datos crudos de la secuenciación de una cepa de interés, mediante el método de secuenciación Illumina, se realizó un análisis y preprocesamiento de los datos en Lenguaje Bash con herramientas de uso libre (FastQC, Trimmomatic). Ensamble y reordenamiento (SPAdes, MAUVE), OGRIs (Índices Generales de Relación del Genoma) y Anotación del genoma (RAST Server).

## Resultados y discusión

En la Tabla 1 se presentan los resultados del método (ANI) encontrado óptimo para comparar los distintos genomas con similitud en el gen 16SRNAr en la búsqueda de correlación entre especies, de 3 distintos métodos donde se puntúa la distancia promedio entre nucleótidos (ANI), Ortho ANI mostró mejores resultados obteniendo arriba de 95% de similitud en solo 2 genomas de los 10 analizados. La mejor diferencia significativa se logró con una de las fórmulas para calcular GGDC, con solo una especie relacionada con mayor porcentaje de similitud a 70% recomendado por (Wayne *et al.*, 1987).

En el caso de la anotación de genes utilizando el *server* RAST para una anotación rápida se obtuvo 334 subsistemas y 96 RNAs con un total de 72% de genes no hipotéticos.

Tabla 1  
Índices generales de relación del genoma.

Especie	RNA 16S %	Ortho ANI %	GGDC %
<i>Bacillus subtilis</i> RO-NN-1 [ABQL01000001]	99.86	98.15	83.5
<i>Bacillus tequilensis</i> KCTC 13622T [AYTO01000043]	99.93	91.7	44.7
<i>Bacillus cabrialesii</i> TE3 <sup>T</sup> [MK462260]	99.93	92.42	47.6
<i>Bacillus inaquosorum</i> KCTC 13429T [AMXN01000021]	99.93	92.95	50
<i>Bacillus stercoris</i> D7XPN1 <sup>T</sup> [MN536904]	99.8	95.29	61.7

Similaridad en 16S rRNA es cercano al 98.7% en especies relacionadas, ortho average nucleotide identity (ANI) >95%, y Genome to Genome Distance Calculator (GGDC) >70%.

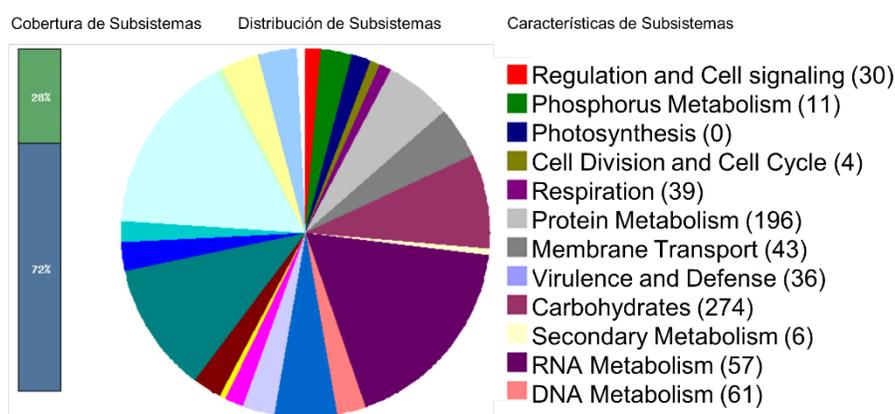


Figura 1. Anotación del Genoma (Rapid Annotation Using Subsystem Technology (RAST) <http://rast.nmpdr.org>).

## Conclusiones

Mediante el uso de distintas herramientas a disposición fue posible obtener datos significativos para afiliación taxonómica y la anotación de distintos genes para la cepa analizada, sin embargo, estos métodos aún presentan bastante variabilidad y al margen de métodos estandarizados aún es necesario la complementariedad con métodos tradicionales.

## Referencias

- Arahal, D. R., Goodfellow, M., Sutcliffe, I., & Chun, J. (2014). Methods in microbiology: new approaches to prokaryotic systematics. 103-122.
- Wayne, L. G., Brenner, D. J., Colwell, R. R., Grimont, P. A. D., Kandler, O., Krichevsky, M. I., ... & Truper, H. G. (1987). Report of the ad hoc committee on reconciliation of approaches to bacterial systematics. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 37(4), 463-464.

# Comparación de medios de cultivo para la producción de enzimas ligninolíticas

Flores Hernández J.; García Rivero M.

✉ \*mgarcia@tese.edu.mx

<sup>a</sup> TecNM: Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec. División de Ingeniería Química y Bioquímica, Av. Tecnológico s/n, Valle de Anáhuac, 55210 Ecatepec de Morelos, Estado de México.

Palabras clave: *Trametes versicolor*, extracto enzimático crudo, colorante textil

## Introducción

Los hongos de pudrición blanca se reconocen por su capacidad de eliminar contaminantes a través de sus enzimas ligninolíticas, como lacasa, manganeso peroxidasa (MnP), lignina peroxidasa (LiP) y versátil peroxidasa (VeP) (Minussi *et al.*, 2007) que se producen como respuesta a la limitación de la fuente de nitrógeno o carbono. Las enzimas ligninolíticas tienden a ser afectadas por el pH y la temperatura del medio donde se degradan los contaminantes (Domínguez Morales, 2018). Para realizar la caracterización de las enzimas se requiere disponer de extracto enzimático cuyo nivel de actividad puede depender de las condiciones de cultivo en las que se produjeron. Considerando lo anterior, esta investigación tiene por objetivo elegir un medio de cultivo para la producción de las enzimas antes mencionadas. Esta información será la base para obtener los parámetros cinéticos de las enzimas.

## Metodología

El extracto multienzimático se produjo con *Trametes versicolor* CDBB-1051 utilizando el medio Saboroud y el medio de Radha (Domínguez Morales, 2018) modificados. El medio Saboroud se suplementó con: i)  $\text{MnSO}_4$  (0.10 % p/v) y  $\text{CuSO}_4$  (0.16 % p/v), llamado MS-1 y ii) con  $\text{CaCO}_3$  (2% p/v), llamado MS-2 (Montoya Barreto *et al.*, 2020). El medio Radha se modificó siguiendo la propuesta de Rogalski *et al.* (1991) que reduce la concentración de glucosa a 28 mM y adiciona 1 mM de Alcohol veratrílico. En todos los ensayos, el pH del medio se ajustó a 4.5 con  $\text{H}_2\text{SO}_4$  1 N. Se hicieron estudios duplicados usando biomasa fúngica inmovilizada en cubos de espuma de poliuretano.

## Resultados y discusión

Los resultados de biomasa se muestran en la **Tabla 1**. En el medio Radha modificado la producción de biomasa fue similar a la obtenida en el medio MS-1, pero en la mitad del tiempo; en contraparte, en el medio MS-2 la biomasa se duplicó en comparación con el medio de Radha. Estas diferencias en la producción de biomasa son explicadas por la composición del medio, el medio Saboroud tiene una alta concentración de la fuente de carbono y el medio Radha es un medio mínimo (Guillen-Navarro *et al.*, 1998). En cuanto a la actividad enzimática de *T. versicolor* se observa una importante variabilidad (Tabla 1).

A los seis días, en el medio de Radha modificado, se produjo la mayor actividad de lacasa (2.07 U/mL min) debido a la presencia del alcohol veratrílico; en contraparte, la actividad de la MnP parece ser favorecida por la adición de CaCO<sub>3</sub>, como se observa en el MS-2. Para la enzima LiP, la mayor actividad se obtuvo en medio Radha. La enzima VeP solo se produjo en el medio MS-1 debido a la presencia de las sales de cobre y manganeso (Montoya Barreto *et al.*, 2020).

Tabla 1

Biomasa producida con cultivos de células inmovilizadas de *T. versicolor* en los tres medios ensayados

Medio	Tiempo (días)	Biomasa (g/L)	Lacasa (U/L min)	MnP (U/L min)	LiP (U/L min)	VeP (U/L min)
Radha	6	6.20±1.73	2.07E-02	1.13E-01	7.11E-02	0.00E+00
MS-1	11	6.35±3.45	1.69E-02	1.13E-01	5.52E-01	2.99E+02
MS-2	11	15.97±0	0.00E+00	4.73E-01	2.22E-01	0.00E+00

### Conclusiones

Los resultados obtenidos demostraron que el uso de un inductor y la concentración de la fuente de carbono definen los niveles de actividad enzimática que se producen. Por tanto, para producir una enzima ligninolítica en particular se debe emplear un medio diferente en cada caso, por lo cual se continuará trabajando en la búsqueda de una condición que permita favorecer la producción de la mayoría de las enzimas.

### Referencias

- Domínguez Morales, D. M. (2018). Estudio de la producción de enzimas y la decoloración de negro reactivo 5 por *Trametes versicolor*. México.
- Guillén-Navarro, G. K., Márquez-Rocha, F. J., & Sanchez-Vázquez, J. E. (1998). Producción de biomasa y enzimas ligninolíticas por *Pleurotus ostreatus* en cultivo sumergido. *Rev. Iberoam. Micol*, 15, 302-306.
- Minussi, R. C., Miranda, M. A., Silva, J. A., Ferreira, C. V., Aoyama, H., Marangoni, S., & Durán, N. (2007). Purification, characterization, and application of laccase from *Trametes versicolor* for colour and phenolic removal of olive mill wastewater in the presence of hydroxybenzotriazole. *african journal of biotechnology*, 6(10).
- Montoya Barreto, S., Patiño Marín, Y. A., & Sánchez Toro, Ó. J. (2020). Diseño eficiente de medios para la producción de lacasa manganeso peroxidasa y endoxilanas de *trametes versicolor* cultivado sobre residuos agroindustriales, mediante modelamiento matemático. *investigacion e innovaciones en ingenierias*, 8(2), 106- 136.
- Rogalski, Jerzy., Lundell, T., Leonowicz, Andrzej. J., & Hatakka, A. (1991). Production of laccase, lignin peroxidase and manganese-dependent peroxidase by various strains of *Trametes versicolor* depending on culture conditions.

# CAPÍTULO 4. BIOTECNOLOGÍA APLICADA A LA SALUD



## Introducción

---

Los principales problemas de salud de la población se han asociado al estrés oxidativo. La producción excesiva de especies reactivas de oxígeno y nitrógeno ocasionan daños graves en el organismo. Actualmente la sociedad tiene una conciencia mayor, respecto a la relación que existe entre la salud, el estilo de vida y la alimentación. Lo cual ha sido determinante para crear una cultura de consumo de alimentos que proporcionen beneficios a la salud. Adicionalmente los productores de alimentos poco a poco han avanzado en el desarrollo de nuevos productos enfocados en las necesidades actuales de los consumidores.

El desarrollo de nuevos productos que sean saludables para la población es un proceso complejo para los productores, el cual requiere de la vinculación de diferentes sectores, tales como el privado, los centros de investigación, las entidades gubernamentales y grupos de estudio interdisciplinarios. Una de las ciencias de mayor influencia en el desarrollo de productos tecnológicos es la biotecnología enfocada en la salud.

En los últimos años, la biotecnología en el área de salud ha realizado importantes aportaciones para el desarrollo de técnicas de diagnóstico de enfermedades, así como el uso de tratamientos terapéuticos de origen natural. Algunas aplicaciones de esta área son la producción de antibióticos, de vacunas, fármacos, medicina regenerativa, pruebas genéticas y de caracterización molecular.

La obtención de compuestos de interés biotecnológico a partir de diversas fuentes debe cumplir con criterios de calidad durante sus procesos de extracción y purificación. Tales como, una adecuada caracterización de la matriz, la estandarización de la extracción y la evaluación de sus propiedades. En este contexto las investigaciones han avanzado activamente en la búsqueda de matrices de origen animal, vegetal o sus subproductos como fuentes de compuestos fenólicos, flavonoides, antocianinas, naringenina, cianidina, sesamina entre otros. A estos compuestos bioactivos se les atribuyen propiedades antioxidantes, antimicrobianas, antiproliferativas, antidiabéticas e inhibición enzimática.

En este capítulo se abordan algunos trabajos enfocados en la caracterización de extractos de plantas y animales para la obtención de compuestos bioactivos, así como la evaluación de sus propiedades. Por otro lado, se presentan estudios de evaluación del estado nutricional mediante mediciones antropométricas, además del efecto de metales pesados en la salud.

**Dra. Olga Nydia Campas Baypoli**  
Profesora-Investigadora ITSON

**Dra. Ana Karina Blanco Ríos**  
Responsable del Programa Educativo  
Licenciatura en Tecnología de Alimentos - ITSON

## Composición química y efecto del pH en la actividad antioxidante en extractos de *Justicia spicigera*

Quiñonez Espinoza A. J.<sup>a\*</sup>; Gastélum Gutiérrez D. E.<sup>a</sup>; Campas Baypoli O. N.<sup>a</sup>;  
Sánchez Machado D. I.<sup>a</sup>; López Cervantes J.<sup>a</sup>; Cedillo Molina M.G.<sup>a</sup>

✉ <sup>\*</sup>ana.quinonez213222@potros.itson.edu.mx

<sup>a</sup> Instituto Tecnológico de Sonora, Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias, 85000 Ciudad Obregón, México.

**Palabras clave:** *Justicia spicigera*, fenólicos, capacidad antioxidante, pH, extractos.

### Introducción

*Justicia spicigera*, conocida comúnmente como muicle o nicle, pertenece a la familia Acanthaceae y es una planta de climas cálidos endémica de México. De acuerdo con Castro *et al.* (2022), su contenido de compuestos fenólicos y su acción antioxidante son de interés actual dado que proporcionan propiedades biológicas específicas (antimicrobianas y antidiabéticas) y algunas farmacológicas (antihipertensivas, antidepresivas, ansiolíticas, antitumorales, etc.). Por lo cual, el objetivo fue establecer la composición química y el efecto del pH en la capacidad antioxidante de extractos acuosos de *J. spicigera*.

### Metodología

Los extractos se obtuvieron usando 300 mg de muestra (hoja y flor) de *J. spicigera* con 15 mL de agua destilada. Estos se sonicaron a 40 KHz por 15 min, se agitaron por 30 min a 300 rpm y se filtraron con papel Whatman No. 1. Se realizó un estudio fitoquímico (Varadharajan *et al.*, 2012) y la capacidad antioxidante (CA) de los extractos en un rango de pH de 3.5 a 10.5 (Brad-Williams *et al.*, 1995; Re *et al.*, 1999). Los datos se analizaron por un ANOVA simple con contraste de rangos múltiples (Tukey,  $p < 0.05$ ) en Statgraphics Centurion XVI. Todos los análisis se realizaron por triplicado.

### Resultados y discusión

El cribado fitoquímico de los extractos de hoja y flor de *J. spicigera* mostró presencia de fenoles, flavonoides, antocianinas, saponinas, quinonas, terpenoides, cumarinas (solo en flor) y aminoácidos; compuestos reportados con propiedades antioxidantes, antimicrobianas, antiinflamatorias y anticancerígenas (Castro *et al.*, 2022). El contenido fenólico y flavonoide determinado fue mayor en el extracto de flor (Tabla 1). Además, se apreció un comportamiento distinto en los espectros UV-vis de los extractos al variar su pH de ácido a alcalino (Figura 1A-B). Estos cambios fueron evaluados en relación a su capacidad antioxidante a concentración de 10  $\mu\text{g}$  EAG  $\text{mL}^{-1}$ . Donde, los extractos de ambas muestras mostraron una mayor CA a pH ácido por el ensayo del DPPH<sup>•</sup> y alcalino por el ensayo del ABTS<sup>•+</sup>. En este sentido la abundancia de grupos hidroxilo en las estructuras fenólicas influye de manera significativa en el poder antioxidante y los cambios en el pH de la disolución podrían aumentar o disminuir su CA (Shah *et al.*, 2020).

Tabla 1

Contenido de compuestos fenólicos totales (CFT) y flavonoides totales (FT) en extractos acuosos de *Justicia spicigera* (n=3).

Muestra	CFT (mg EAG g <sup>-1</sup> B.S.)	FT (mg EQ g <sup>-1</sup> B.S.)
Hoja	14.62 ± 0.05 <sup>a</sup>	11.39 ± 0.21 <sup>a</sup>
Flor	23.81 ± 0.004 <sup>b</sup>	12.39 ± 0.05 <sup>b</sup>

Promedio ± desviación estándar. Letras diferentes indican diferencia estadística.

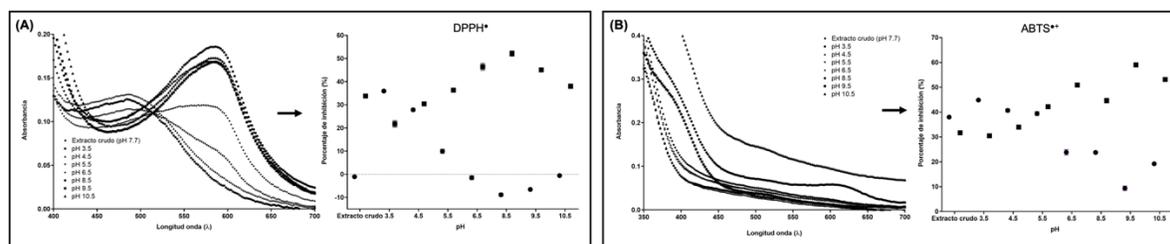


Figura 1. Efecto del pH en el espectro UV-vis y la capacidad antioxidante de extractos acuosos de hoja (A) y flor (B) de *J. spicigera*.

## Conclusiones

Los extractos acuosos de *J. spicigera* mostraron diversidad de compuestos, siendo mayor en el extracto de flor. Además, los extractos mostraron mayor capacidad antioxidante a pH ácido para el DPPH<sup>•</sup> y a alcalino ABTS<sup>•+</sup>.

## Referencias

- Brand-Williams, W., Cuvelier, M.E., Berset, C. (1995). Use of a Free Radical Method to Evaluate Antioxidant Activity. *LWT-Food Sci. Technol.* 28(1), 25-30.
- Castro, R., León, L. & García, O. (2022). Beyond the Exploration of Muicle (*Justicia spicigera*): Reviewing Its Biological Properties, Bioactive Molecules and Materials Chemistry. *Processes* 2022, 10(5), 1035.
- Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M. and Rice-Evans, C. (1999). Antioxidant Activity Applying an Improved ABTS Radical Cation Decolorization Assay. *Free Radic. Biol. Med.* 26(9-10), 11231-1237.
- Shah, I., Muhammad A. S., Muhammad A. N., Pervez, S., Noreen, N., Celia Vargas-de la Cruz, C., Khan, F., Blundell, R., Briffa, J., ... & Niaz, J. (2020). Chapter 6 - Analysis of other phenolics (capsaicin, gingerol, and alkylresorcinols), *Recent Advances in Natural Products Analysis*, Elsevier 2022, 255-271.
- Varadharajan, V., Janarthanan, U. K., & Krishnamurthy, V. (2012). Physicochemical, phytochemical screening and profiling of secondary metabolites of *Annona squamosa* leaf extract. *World J. Pharm. Res.* 1(4), 1143-1164.

## Contenido de flavonoides totales y capacidad antioxidante en extractos de menta, laurel y hierba buena

Carrasco Vazquez G. I.<sup>a\*</sup>; Burrola Flores A. M.<sup>a</sup>; Campas Baypoli O. N.<sup>a</sup>; Sánchez Machado D. I.<sup>a</sup>; Cantú Soto E. U.<sup>a</sup>; González Arana D. L.<sup>a</sup>

✉ \*gretchen.carrasco212963@potros.itson.edu.mx

<sup>a</sup> Instituto Tecnológico de Sonora, Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias, 85000 Ciudad Obregón, México.

**Palabras clave:** flavonoides, antioxidante, menta, laurel, hierba buena.

### Introducción.

Las hierbas aromáticas como menta (*Mentha piperita*), hierba buena (*Mentha spicata*) y laurel (*Laurus nobilis*) son conocidas por su potencial medicinal debido a la variedad de fitoquímicos que las componen; tales como compuestos fenólicos y flavonoides que en su estructura contienen grupos hidroxilos fenólicos y propiedades de quelación atribuyendo así una gran capacidad antioxidante la cual impide que otras moléculas o radicales libres se unan al oxígeno previniendo la alteración de moléculas de lípidos, proteínas, ADN, entre otras (Solis & García, 2017). Por lo tanto, el objetivo de esta investigación fue realizar un cribado fitoquímico, analizar el contenido de flavonoides totales y determinar la actividad antioxidante de extractos de hojas de menta, hierba buena y laurel.

### Metodología.

Los extractos se obtuvieron a partir de 100 mg de muestra seca de hoja (menta, laurel y hierba buena) con 10 mL de metanol al 80%, estos se sonicaron a 40 KHz por 20 minutos y se agitaron por 30 minutos a 300 rpm, se mantuvieron en reposo durante 30 min y fueron filtrados con papel Whatman No. 1, finalmente se almacenaron a -4°C para su posterior análisis. A los extractos obtenidos se les determinó un perfil fitoquímico, así como el contenido de flavonoides (Pekal *et al.*, 2014). Además de la capacidad antioxidante mediante los ensayos del DPPH<sup>•</sup> y ABTS<sup>•+</sup> (Cheng *et al.*, 2013; Re *et al.*, 1999). El análisis estadístico se realizó en el software Statgraphics Centurion XVI, los valores se presentan como el promedio  $\pm$  desviación estándar ( $n=3$ ).

### Resultados y discusión.

El cribado fitoquímico de las diferentes hierbas aromáticas analizadas mostró la presencia de cumarinas, fenoles y alcaloides; a estos metabolitos se les ha atribuido acción farmacológica antioxidante, antiinflamatoria y antimicrobiana, representando una alternativa de menor agresividad para diferentes padecimientos (Sánchez *et al.*, 2022).

En la determinación de flavonoides totales los extractos de menta presentaron un mayor contenido en comparación a los obtenidos a partir de hierba buena y laurel, al presentar

valores superiores a 170 mg ER g<sup>-1</sup> BS. Por otro lado, los resultados de la capacidad antioxidante mostraron un mayor contenido en los extractos obtenidos a partir de las hojas de menta (Figura 1 A y C). Además, en la Figura 1 (B y D) se muestra la actividad antioxidante de los extractos obtenidos, donde se puede apreciar la capacidad de captación de los DPPH<sup>•</sup> y ABTS<sup>•+</sup>, presentando una mayor inhibición los extractos de menta y hierba buena, esto debido a la presencia de grupos hidroxilo en la estructura de flavonoides, además que las condiciones de temperatura de almacenamiento favorecen su expresión (Solis & García, 2017).

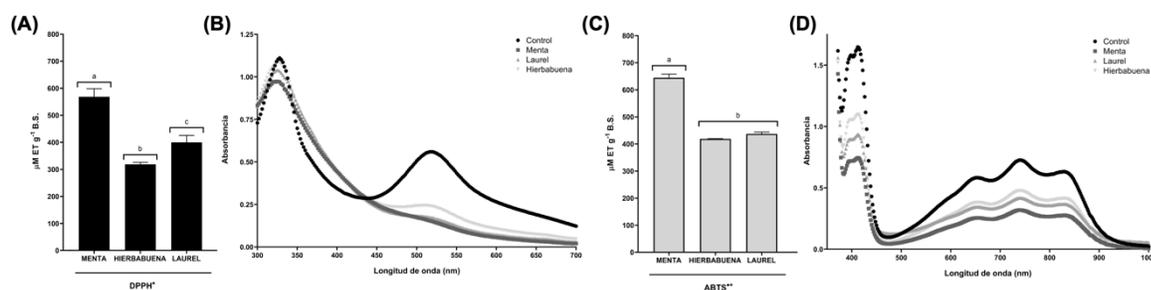


Figura 1. Contenido de compuestos antioxidantes (A y C) y capacidad de reducción del DPPH<sup>•</sup> (B) y ABTS<sup>•+</sup> (D) en extractos metanólicos de menta, hierbabuena y laurel.

## Conclusiones

Los extractos de menta, hierba buena y laurel son una fuente rica de compuestos bioactivos, además de presentar una elevada actividad antioxidante.

## Referencias

- Cheng, Z., Moore, J., & Yu, L. (2006). High-throughput relative DPPH radical scavenging capacity assay. *Journal of agricultural and food chemistry*, 54(20), 7429-7436.
- Pękal, A., & Pyrzyńska, K. (2014). Evaluation of aluminum complexation reaction for flavonoid content assay. *Analytical methods of food*, 7, 1776-1782.
- Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M. and Rice-Evans, C. (1999). Antioxidant Activity Applying an Improved ABTS Radical Cation Decolorization Assay. *Free Radic. Biol. Med.* 26(9-10), 11231-1237.
- Sánchez, F., Galván, D, & Pitre, L. (2022). Phytochemical analysis of extracts of dividivi (*Caesalpinia coriaria*) (JACQ.) Willd. *Science And Engineering: Journal Of Interdisciplinary Research In Biodiversity And Sustainable Development, Science, Technology And Innovation And Industrial Productive Processes*, 9(2), 8.
- Solis, D. & Garcia, M. (2017). Phytochemical profiling of bioactive compounds and determination of antioxidant capacity of medicinal plants. *YOUNG PEOPLE IN SCIENCE*, 3(2), 27-32.

## Cribado fitoquímico, contenido fenólico y flavonoides en extractos metanólicos de albahaca (*Ocimum basilicum* L.)

Angulo Arroyo A.<sup>a\*</sup>; Gastélum Gutiérrez D. E.<sup>a</sup>; Campas Baypoli O. N.<sup>a</sup>; Sánchez Duarte R. G.<sup>b</sup>; González Arana D. L.<sup>a</sup>; Escarcega Galaz A. A.<sup>a</sup>

✉ <sup>\*</sup>alejandra.angulo212156@potros.itson.edu.mx

<sup>a</sup> Instituto Tecnológico de Sonora, Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias, 85000 Ciudad Obregón, México.

<sup>b</sup> Instituto Tecnológico de Sonora, Departamento de Ciencias del Agua y Medio Ambiente, 85000 Ciudad Obregón, México.

**Palabras clave:** *Ocimum basilicum* L., polifenoles, flavonoides, antioxidantes.

### Introducción

La planta de albahaca (*Ocimum basilicum* L.) es una hierba usada en la medicina tradicional y en la gastronomía mexicana, tanto por sus propiedades para el tratamiento de diversas dolencias como por sus características aromáticas. Estas propiedades son atribuidas a su contenido fenólico, siendo el principal componente el ácido rosmarínico (Lee *et al.*, 2005). Por lo cual, el objetivo del presente trabajo fue establecer el perfil fitoquímico y contenido antioxidante de extractos de albahaca mediante espectrofotometría UV-vis.

### Metodología

Los extractos se obtuvieron a partir de 100 mg de muestra (hojas, tallos y flores) de albahaca. con 10 mL de metanol al 80%. Estos se sonicaron a 40 KHz por 20 min, se agitaron por 30 min a 300 rpm, se dejaron reposar por 30 min y se filtraron con papel Whatman No. 1. Se determinó el contenido fenólico (Blainski *et al.* 2013) y flavonoide (Pekal & Pzyzinska, 2014). Además, se determinó la capacidad antioxidante (CA) de los extractos (Brand-Williams *et al.*, 1995; Re *et al.*, 1999). Los datos se analizaron por un ANOVA simple con contraste de rangos múltiples en Statgraphic Centurion XVI. Todos los análisis se realizaron por triplicado.

### Resultados y discusión

El análisis cualitativo de los extractos de albahaca permitió establecer su composición fitoquímica, así como las diferencias en la composición de cada una de las muestras (Tabla 1). El extracto metanólico de flor mostró poseer un mayor contenido de compuestos fenólicos y flavonoides que el resto de los extractos (Figura 1A-B). De la misma forma, este mostró un mayor contenido de compuestos con CA para la reducción de los DPPH\* y ABTS\*\* (Figura 1C). La CA de los extractos está condicionada de la abundancia de compuestos con capacidad de donar hidrógenos, lo cual es asociado principalmente a los compuestos fenólicos (Lee *et al.*, 2005)

Tabla 1

Cribado fitoquímico de extractos metanólicos de *Ocimum basilicum* L.

Muestra	1	2	3	4	5	6	7
Hoja	+	+	-	+	+	+	-
Flor	+	+	-	+	+	-	+
Tallo	+	+	-	+	+	-	+

+, presencia; -, ausencia; 1, Fenoles; 2, Flavonoides; 3, Antocianinas; 4, Cumarinas; 5, Quinonas; 6, Alcaloides; 7, Terpenoides.

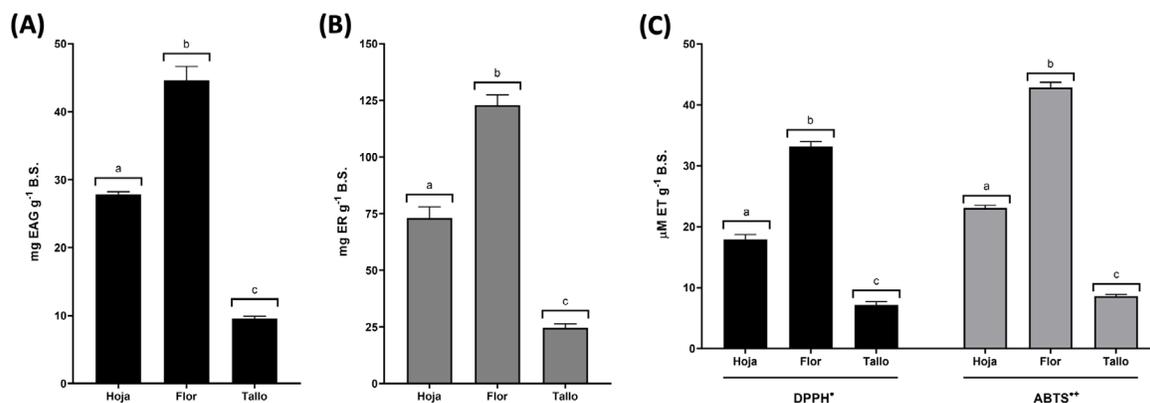


Figura 1. Contenido de compuestos fenólicos totales (A), flavonoides totales (B) y compuestos antioxidantes (C) en extractos metanólicos de *O. basilicum* L.

### Conclusiones

El análisis fitoquímico de los extractos permitió establecer la composición de las muestras de albahaca, mostrando presencia de fenoles, flavonoides, cumarinas, quinonas, alcaloides y terpenos. El mayor contenido fenólico, flavonoide y antioxidante fue determinado en el extracto de flor.

### Referencias

- Blainski, A., Lopes, G. C., & De Mello, J. C. P. (2013). Application and analysis of the folin ciocalteu method for the determination of the total phenolic content from *Limonium brasiliense* L. *Molecules*, 18(6), 6852-6865.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., Berset, C. (1995). Use of a Free Radical Method to Evaluate Antioxidant Activity. *LWT-Food Sci. Technol.* 28(1), 25-30
- Lee, S. J., Umamo, K., Shibamoto, T., & Lee, K. G. (2005). Identification of volatile components in basil (*Ocimum basilicum* L.) and thyme leaves (*Thymus vulgaris* L.) and their antioxidant properties. *Food Chemistry*, 91(1), 131–137.
- Pekal, A., & Pyrzynska, K. (2014). Evaluation of aluminum complexation reaction for flavonoid content assay. *Food Analytical Methods*, 7(9), 1776–1792.
- Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M. and Rice-Evans, C. (1999). Antioxidant Activity Applying an Improved ABTS Radical Cation Decolorization Assay. *Free Radic. Biol. Med.* 26(9-10), 11231-1237.

## Efecto antioxidante de extractos de vísceras de pollo glicados vía reacción de Maillard

Torres Villa, H. A.<sup>a</sup>; Villa Lerma, A. G.<sup>a\*</sup>; Rodríguez Ramírez, R.<sup>a</sup>, Placencia-Jatomea, R.<sup>a</sup>, Mondaca-Navarro, B. A.<sup>a</sup>

✉ <sup>\*</sup>alma.villa@itson.edu.mx

<sup>a</sup> Instituto Tecnológico de Sonora, Laboratorio de Bioingeniería y Biotecnología Enzimática, 85000 Ciudad Obregón, México.

**Palabras clave:** reacción de Maillard, antioxidante, vísceras de pollo.

### Introducción

Debido a factores ambientales y económicos, se han buscado alternativas para utilizar subproductos de la industria alimentaria, como las vísceras de pollo, que cuentan con un alto contenido proteico (Jamdar *et al.*, 2012). La reacción de Maillard (RM) es un fenómeno donde se unen aminoácidos y azúcares, formando una gran diversidad de compuestos bioactivos, como antioxidantes (Torres-Villa *et al.*, 2022). El objetivo del presente trabajo fue determinar el potencial antioxidante de glicoproteínas obtenidas a partir de vísceras de pollo y fructosa para su posible uso como alternativa de bajo costo.

### Metodología

Extracción de proteínas. Se siguió el método de Jamdar *et al.*, (2012). Se realizó un homogeneizado al 40% (p/v) de tejido (1:1 de menudencias:mollejas) y agua. Se ajustó el pH a 2.8 y luego se agitó a 55°C a 150 rpm por 6 horas. Las muestras se centrifugaron a 20,000 x g por 15 min, neutralizando una mitad del hidrolizado y cuantificando el contenido de proteína por el método de Bradford (1976). Glicación de proteínas vía RM. Se siguió la metodología de Torres-Villa *et al.* (2022) con algunas modificaciones. Se trabajó con pH 3 y pH 7 y una proporción de masa proteína:fructosa 1:1 a 90°C por 6 horas. Efecto antioxidante. Se hizo uso de la metodología de Muñoz-Bernal *et al.* (2020) con modificaciones. Para el método de FRAP, se agregó en una microplaca 24 µl de muestra y 180 µl de reactivo FRAP (10% TPTZ 10 mM, 10% cloruro férrico 20 mM, 80% buffer de acetato 0.3 M, pH3) leyendo absorbancia a 595 nm en un espectrofotómetro UV-VIS (MultiSkan Go, Thermo Scientific) y para el método ABTS se utilizaron 12 µl de muestra y 285 µl de ABTS 45 mM (ABTS y persulfato de potasio 0.5 M por 16 h), leyéndose la absorbancia a 734 nm.

### Resultados y discusión

La cuantificación de proteínas mostró valores de 0.4247±0.0058 mg/ml para muestras de pH 3 y 0.5609±0.0121 mg/ml para muestras de pH 7, esta variación puede atribuirse a la diferencia entre razas, dietas o diagramas de producción (Torres-Villa *et al.*, 2022). En la tabla 1 se presentan los valores obtenidos para los métodos de ABTS y FRAP, observándose la capacidad de los compuestos evaluados de reducir la formación del radical

ABTS, así como la reducción del ion férrico a su forma ferrosa, encontrándose valores de 15.549 y 4.0371 mM TEAC/ml (ABTS) para glicados pH3 y 7, respectivamente, similares a los reportados para extractos de vísceras de pollo de 3.608 mM TEAC/ml (Jamdar et al., 2012). Esta capacidad se debe a la presencia de péptidos bioactivos nativos del pollo, así como la formación de compuesto de bajo peso molecular a lo largo de la RM. El método FRAP muestra mayores valores para muestras en pH 3 debido a que a pH bajos se favorece la transferencia de electrones (Zhong y Shahidi, 2015).

Tabla 1  
Resultados de los métodos de antioxidante evaluados

Tratamiento	ABTS (mM TEAC/ml)	FRAP (mM TEAC/ml)
EGVP pH3	4.5988±1.079 <sup>ab</sup>	11.308±0.5306 <sup>ab</sup>
EPVP-90 pH3	5.8058±0.8243 <sup>b</sup>	15.5503±0.7967 <sup>c</sup>
EPVP-F pH3	4.1288±0.7186 <sup>a</sup>	14.1038±0.2774 <sup>c</sup>
EPVP pH3	4.5056±0.7766 <sup>ab</sup>	12.0808±0.5104 <sup>b</sup>
EGVP pH7	15.875±1.0369 <sup>c</sup>	12.512±0.3073 <sup>b</sup>
EPVP-90 pH7	17.1806±1.9185 <sup>c</sup>	9.9853±0.0742 <sup>a</sup>
EPVP-F pH7	15.8706±1.2602 <sup>c</sup>	11.8733±0.6393 <sup>b</sup>
EPVP pH7	16.3354±1.5299 <sup>c</sup>	11.7413±0.4564 <sup>b</sup>

TEAC: capacidad antioxidante equivalente a trolox, EPVP: extracto proteico de vísceras de pollo, EPVP-F: extracto proteico de vísceras de pollo con fructosa, EPVP-90: extracto proteico de vísceras de pollo calentado a 90°C, EGVP: extracto glicado de vísceras de pollo. Letras diferentes en cada columna muestran diferencia significativa ( $p \leq 0.05$ ) según LSD.

### Conclusiones

Se determinó la capacidad antioxidante de EPVP y sus glicados con fructosa y dos valores de pH utilizando ensayos FRAP y ABTS. Muestras con pH 7 mostraron una mayor capacidad antioxidante, encontrándose una concordancia entre ambos métodos.

### Referencias

- Jamdar, S. N., Rajalakshmi, V., & Sharma, A. (2012). Antioxidant and ace inhibitory properties of poultry viscera protein hydrolysate and its peptide fractions. *Jornal of Food Biochemistry*, 36(4), 494-501.
- Muñoz-Bernal, Ó., Coria-Oliveros, A., Vazquez-Flores, A., de La Rosa, L., Núñez-Gastélum, J., Rodrigo-García, J., & Alvarez-Parrilla, E. (2020). Evolution of phenolic content, antioxidant capacity and phenolic profile during cold pre-fermentative maceration and subsequent fermentation of Cabernet Sauvignon red wine. *South African Journal of Enology Viticulture*, 41(1), 72-82.
- Torres-Villa, H. A., Villa-Lerma, A. G., Rodríguez-Ramírez, R., Hernández-Olivera, E. A., Placencia-Jatomea, R., y Flores-Quezada, J. B. (2022). Efecto antimicrobiano de glicoproteínas obtenidas a partir de vísceras de pollo. *La Sociedad Académica*, 30(59), 52-53.
- Zhong, Y., & Shahidi, F. (2015). 12 - Methods for the assessment of antioxidant activity in foods. En F. Shahidi (Ed.), *Handbook of Antioxidants for Food Preservation* (pp. 287-333). Woodhead Publishing.

## Efectos de la naringenina sobre las alteraciones de la glucosa en ratones con diabetes inducida

Arvilla Salas G. L.<sup>1</sup>; Vergara Jiménez, M. J.<sup>1</sup>; Rentería Mexía, A. M.<sup>2</sup>; Castro Acosta, M. L.<sup>1</sup>; Cárdenas Torres, F. I.<sup>1</sup>; Arias Gastélum, M.<sup>1\*</sup>

✉ \* [mayra.arias@uas.edu.mx](mailto:mayra.arias@uas.edu.mx)

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias de la Nutrición y Gastronomía. Universidad Autónoma de Sinaloa, Culiacán, Sinaloa, México.

<sup>2</sup> Departamento de Biotecnología y Ciencias de los Alimentos. Instituto Tecnológico de Sonora. Obregón, Sonora, México.

**Palabras clave:** polifenoles, naringenina, *diabetes mellitus*, alimento funcional, glicemia.

### Introducción

La *diabetes mellitus* (DM) resulta de un defecto en la secreción de insulina, de la acción de la insulina o ambos, lo que conduce a una hiperglucemia crónica con alteraciones en el metabolismo de carbohidratos, lípidos y proteínas. El objetivo de este estudio fue evaluar los efectos del tratamiento con dos diferentes dosis de naringenina sobre la glucosa, insulina y peso en un modelo de ratones macho de la cepa C57BL/6J con DM inducida con estreptozotocina (STZ).

### Metodología

Se usaron ratones C57BL/6J macho de 13 semanas de edad. Se dividieron en 4 grupos (n=8 c/u): GC-, ratones sin diabetes; GC+, ratones con diabetes inducida; GT100, tratamiento de naringenina de 100 mg/kg/día en ratones con diabetes inducida; y GT150, tratamiento de naringenina en una dosis de 150 mg/kg/día en ratones con diabetes inducida. Todos los ratones fueron alimentados con una dieta para roedores en mantenimiento (LabDiet 5001), agua a libre demanda durante 28 días y control de ciclos de luz/oscuridad de 12 horas. La inducción de DM en 3 de los 4 grupos de ratones, se realizó con administración de STZ vía intra peritoneal en dosis de 50 mg/kg/día por 5 días consecutivos. La prueba de tolerancia oral a la glucosa (PTOG) se evaluó antes y después de la inducción, y post tratamientos. También los valores basales de peso corporal, glicemia en sangre, insulina en suero, y se calculó la resistencia a la insulina con los índices HOMA-IR y QUICKI.

### Resultados y discusión

Al día 8 del tratamiento vía oral se mostraron concentraciones de la glucosa basal menores en el GC- comparado con el GC+ (dif. media= -124 mg/dL, p=0.0136), y con el GT100 (dif. media= -126.7 mg/dL, p=0.0009). En el día 15, los grupos de tratamiento GT100 (dif. media= -117.1 mg/dL, p=0.0039) y GT150 (dif. media = -122. mg/dL, p=0.0023) siguieron mostrando diferencia significativa al compararse con el GC-. En el día 22, las concentraciones de glucosa basal fueron significativamente menores en los grupos GC+ (dif.

media= -118.8 mg/dL,  $p=0.0032$ ), GT100 (dif. media = -155.0 mg/dL,  $p<0.0001$ ) y GT150 (dif. media = -139.3,  $p=0.0004$ ) al comparar con el CG-. En contraste, las concentraciones de glucosa basal al finalizar la intervención en el día 29 no mostraron diferencias significativas entre grupos.

### Conclusiones

La administración de naringenina en dosis de 100 y 150 mg/kg/día por 8 semanas atenúa la hiperglicemia en ratones macho C57BL/6J con DM inducida con estreptozotocina. A pesar de haber observado estas mejorías, los efectos de la naringenina no se mantuvieron al final de la intervención en la semana 4. Por lo anterior, consideramos necesario más estudios con naringenina para evaluar si el efecto solo es sostenible en el corto plazo antes de considerarla como un tratamiento potencial para controlar la glicemia en la DM.

### Referencias

- Nguyen-Ngo, C., Willcox, J. C., & Lappas, M. (2019). Anti-diabetic, anti-inflammatory, and anti-oxidant effects of naringenin in an in vitro human model and an in vivo murine model of gestational diabetes mellitus. *Molecular nutrition & food research*, 63(19), 1900224.
- Ren, B., Qin, W., Wu, F., Wang, S., Pan, C., Wang, L., ... & Liang, J. (2016). Apigenin and naringenin regulate glucose and lipid metabolism, and ameliorate vascular dysfunction in type 2 diabetic rats. *European journal of pharmacology*, 773, 13-23.
- Yoshida, H., Tsuhako, R., Atsumi, T., Narumi, K., Watanabe, W., Sugita, C., & Kurokawa, M. (2017). Naringenin interferes with the anti-diabetic actions of pioglitazone via pharmacodynamic interactions. *Journal of natural medicines*, 71, 442-448.
- Wang, S. W., Sheng, H., Bai, Y. F., Weng, Y. Y., *et al.* (2021). Inhibition of histone acetyltransferase by naringenin and hesperetin suppresses Txnip expression and protects pancreatic  $\beta$  cells in diabetic mice. *Phytomedicine*, 88, 153454.

## Elaboración de una bebida de nopal de bajo contenido glucémico por la técnica de esferificación

Montoya Requena M.<sup>b</sup>; Guzmán Ceferino J.<sup>b</sup>; Perera García M. <sup>b</sup>; Paredes Sánchez F.<sup>a</sup>; Herrera Mayorga E.<sup>a\*</sup>

✉ <sup>\*</sup>evherrera@docentes.uat.edu.mx

<sup>a</sup> Universidad Autónoma de Tamaulipas, Campus Mante, 89840 Ciudad Mante, Tamaulipas, México.

<sup>b</sup> Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias, 89190 Villahermosa, Tabasco, México.

**Palabras clave:** diabetes, alimento funcional, bebida, hipoglucémica

### Introducción

La *diabetes mellitus* (DM) es una enfermedad metabólica crónica caracterizada por niveles elevados de glucosa en la sangre, que sin un tratamiento médico conduce a daños en corazón, los vasos sanguíneos, los ojos, los riñones y los nervios. Ensanut, 2021 señala que 12 millones 400 mil personas padecen de DM tipo 2 y se estiman 361 muertes por cien mil habitantes cada año (Secretaría de Salud, 2022). Existen factores causantes de la DM como la historia familiar, la inactividad física, el sedentarismo, el tabaquismo, el consumo de alcohol y de bebidas con exceso de azúcares. Las bebidas azucaradas son fabricadas para ser agradables al paladar y despertar el gusto por sabores dulces e intensos, se describen como concentrados de frutas y bebidas carbonatadas, con alto contenido energético, alto índice glucémico y bajo índice de saciedad, que induce a mayor consumo de alimentos después de su ingesta (Ramírez-Vélez, *et al.* 2016).

Los alimentos funcionales contienen ingredientes que son biológicamente activos y que se relacionan con aspectos útiles para la salud (Kim, *et al.* 2020). El nopal (*Opuntia ficus indica*), es una cactácea que a pesar de los beneficios por la consistencia y sabor no es del agrado de todas las personas, por lo que se ha recurrido a la búsqueda de técnicas para mejorar su aceptación. La esferificación, es fundamental en la cocina moderna (Azzahra, *et al.* 2020). El objetivo de nuestro trabajo fue elaborar una bebida a base de nopal de bajo contenido glucémico.

### Metodología

Se elaboró la bebida siguiendo la metodología modificada de Azzahra *et al.* (2019) mediante la técnica de esferificación inversa, adicionalmente se calculó el contenido nutricional de la bebida de acuerdo con el Sistema Mexicano de Equivalentes. Y se evaluó el efecto hipoglucémico en un modelo murino C57BL/6, utilizado 4 ratones diabéticos, a los cuales se les suministro la bebida durante 4 semanas donde se midió la ingesta diaria de alimentos y líquidos junto con los cambios de niveles de glucosa en sangre, los resulta-

dos fueron asociados mediante una correlación de Pearson entre consumo y niveles de glucosa.

### Resultados y discusión

En el presente trabajo se utilizaron 100 g de nopal para la preparación de la bebida; para la piña y la sábila se utilizó 25 g, se pudo observar que finalmente la formulación permitió crear una bebida que tomando en cuenta el sistema mexicano de equivalentes, presenta un bajo contenido energético (Kcal) con un valor aproximado de 26.97 Kcal en comparación con el contenido nutrimental de 2 bebidas comerciales a base de sábila que presentan un contenido calórico de 64 y 180 Kcal. Este es un parámetro importante en la optimización de bebidas, pues se estima que la ingestión de bebidas con aporte energético está asociada con un equilibrio positivo de energía y obesidad, esto pudo confirmarse al evaluar la ingesta de 450 kcal a partir de bebidas de frutas azucaradas que produjeron un aumento significativo del peso corporal. Utilizando la correlación de Pearson se observó que el consumo de acuerdo con el número de semanas evaluadas y los niveles de glucosa muestran una alta correlación con un valor de -0.76, el efecto hipoglucémico observado en la formulación elaborada y la esferificación del nopal como técnica de innovación permiten una mejor incorporación de este ingrediente y hacer uso del nopal y la sábila como ingredientes funcionales para pacientes diabéticos.

### Conclusiones

El presente estudio permitió la elaboración de una bebida a partir de nopal, sábila, piña y zacate de limón, la cual mediante la técnica de esferificación inversa permitió retirar la consistencia mucilaginoso de sus ingredientes y enmascarar el sabor del nopal y sábila para la mejora de sus propiedades organolépticas. Esta formulación resulta una alternativa de consumo de bajo contenido calórico con funcionalidad hipoglucémica.

### Referencias

- Secretaría de Salud. (2022). En México, 14.2 millones de personas viven con diabetes. *Prensa*.
- Kim, J., Kim, D., Jo, S., Cho, M., Cho, Y., Lee, Y., & Byun, S. (2020). Immunomodulatory functional foods and their molecular mechanisms. *Experimental y molecular medicine*. 54(1), 1-11.
- Ramírez-Vélez, R., Ojeda, M. L., Tordecilla, M. A., Pena, J. C., & Meneses, J. F. (2016). El consumo regular de bebidas azucaradas incrementa el perfil lipídico-metabólico y los niveles de adiposidad en universitarios de Colombia. *Revista Colombiana de Cardiología*. 23(1), 11-18.
- Azzahra Bubin, S.F., Mat Ali, S., Shukri, R., Wan Ibadullah, W.Z., Shazini Ramli, N., Mustapha, N.A., & Mohammad rashedi, I.F. (2019). Caracterización y estabilidad de las perlas de pitaya de hidrocoloides by esferificación inversa. *Revista Internacional de Propiedades Alimentarias*. 22(1), 1353–1364.

## Hemólisis oxidativa y actividad antimicrobiana de glicoconjugados de calamar gigante (*Dosidicus gigas*) vía reacción de Maillard

Mondaca-Navarro B.A.<sup>a</sup>; Rodríguez-Ramírez R.<sup>a\*</sup>; Villa-Lerma, A.G.; Ávila-Villa L.A.<sup>b</sup>; Torres-Arreola W.<sup>c</sup>

✉\*roberto.rodriguez@itson.edu.mx

<sup>a</sup> Instituto Tecnológico de Sonora, Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias, 85000 Ciudad Obregón, México.

<sup>b</sup> Universidad de Sonora, Ejido Providencia, Ciudad Obregón, México.

<sup>c</sup> Departamento de Investigación y Posgrado en Alimentos, Universidad de Sonora, Hermosillo, Sonora, México

**Palabras clave:** hemólisis oxidativa, actividad antimicrobiana, reacción de Maillard.

### Introducción

Los subproductos de calamar gigante (*Dosidicus gigas*) pudieran ser fuente de proteínas utilizando la glicación a través de la reacción de Maillard (MR), esta reacción no enzimática se forma con la interacción entre azúcares reductores con grupos amino, para formar glicoconjugados con mayores propiedades funcionales y tecnológicas; en contraste a otros métodos, la RM no implica el uso de reactivos tóxicos para la creación de nuevas proteínas con interés tecnológico y biológico. El objetivo de este trabajo se basa en el estudio del efecto de la glicación vía RM de las proteínas de tejido conectivo de calamar gigante (*Dosidicus gigas*) y su efecto en actividad antimicrobiana y hemólisis oxidativa.

### Metodología

Las proteínas de tejido conectivo de calamar (PTC) fueron glicadas vía RM con Glucosa y con Dextrano 10 kDa producido por *Leuconostoc spp.* El carbohidrato y las PTC se agitaron (1h, 25°C), después agitación suave (12h, 5°C) en concentración proteína: carbohidrato 1:2 (m/m). Se calentaron (6h, 50°C), se detuvo en baño de hielo. La inhibición de hemólisis oxidativa (Takebayashi *et al.*, 2010) donde los eritrocitos se centrifugaron (10 min, 2500 g), se lavaron (2x) con PBS; se suspendieron en PBS al 1% de hematocrito de su volumen inicial. 300µL eritrocitos (1%) (v/v), 300µL de muestras (pH 7) y 30 µL de AAPH (50 mM) se añadieron en una microplaca, se incubaban (3h, 37°C), se leyeron los sobrenadantes a 540 nm (A). El porcentaje de hemólisis ((A/B) ×100). (B) agua en 9 partes por 1 parte de suspensión de eritrocitos utilizando la fórmula: Porcentaje de hemólisis: La técnica de inhibición bacteriana fue descrita por Aguilar-Toalá (2017).

### Resultados y discusión

Los resultados (figura 1a) se encuentran en un rango de 46-82 % donde el mayor porcentaje de inhibición hemólisis oxidativa se mostró en PTC-DEX 6h y PTC-GLU 6h (82% y 80%), y los menores fueron PTC 0h, PTC-GLU 0h Y PTC-DEX 0h (46,47 y 46%). Los

glicoconjugados preservaron los eritrocitos de manera dependiente del carbohidrato y el tiempo de calentamiento, este mecanismo aún se desconoce; se supone que la protección pudiera deberse a la capacidad del compuesto de interactuar con las membranas celulares del eritrocito. Los resultados (figura 1b) de los glicoconjugados (pH 3) se mostraron en un rango de 0-100% de porcentaje de inhibición entre todas las bacterias analizadas, el valor mayor fue PTC 6h frente a *Salmonella typhimurium*. Para los glicoconjugados (pH 7) se mostraron en un rango de 0-40%, siendo *Salmonella typhimurium* (40%) y *Escherichia coli* (0%) en ambos pH (3 y 7). Echavarría *et al.*, 2012 supone que la actividad antimicrobiana de productos de MR, puede estar relacionada a su habilidad de quelar metales como Fe, Zn y Cu, los cuales son esenciales para la sobrevivencia y crecimiento del organismo patógeno

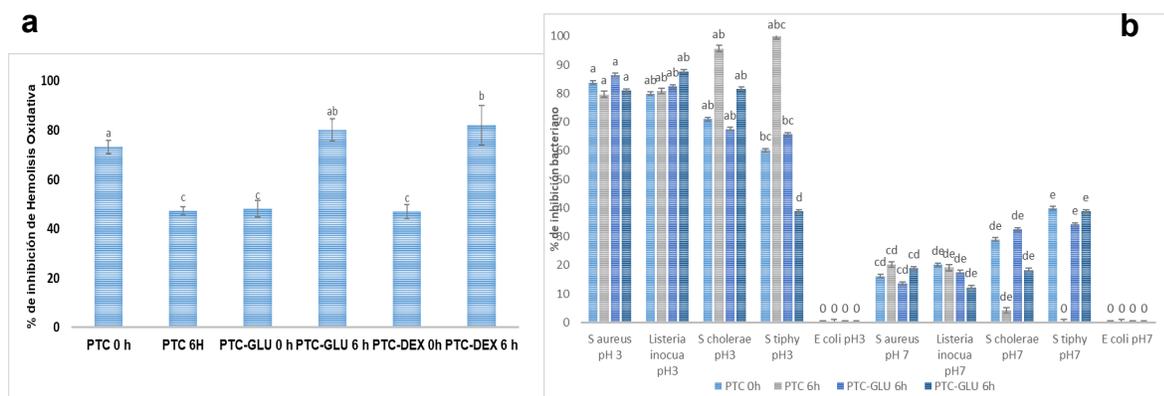


Figura 1. (a) % de inhibición de hemólisis oxidativa (b) Actividad Antimicrobiana de PTC glicoconjugados vía RM

### Conclusiones

En base a los resultados obtenidos se puede deducir que las PTC (*Dosidicus gigas*) glicadas vía RM puede ayudar en el descubrimiento o desarrollo de nuevos alimentos o ingredientes con propiedades bioactivas. Sin embargo, se necesita más investigación, esto es particularmente importante para las posibles formulaciones en alimentos de consumo humano.

### Referencias

- Aguilar-Toalá, J. E., Santiago-López, L., Peres, C. M., Peres, C., Garcia, H. S., Vallejo-Cordoba, B., ... & Hernández-Mendoza, A. (2017). Assessment of multifunctional activity of bioactive peptides derived from fermented milk by specific *Lactobacillus plantarum* strains. *Journal of dairy science*, 100(1), 65-75.
- Echavarría A. P, Pagán J, Ibarz A. (2012) Melanoidins Formed by Maillard Reaction in Food and Their Biological Activity. *Food Eng Rev.* 4:203–223.
- Takebayashi, J., Iwahashi, N., Ishimi, Y., & Tai, A. (2012). Development of a simple 96-well plate method for evaluation of antioxidant activity based on the oxidative haemolysis inhibition assay (OxHLIA). *Food Chemistry*, 134(1), 606-610.

## Optimización y análisis fitoquímico de extractos

## metanólicos de *Plumeria obtusa*

Madero López A. P.<sup>a\*</sup>; Burrola Flores A. M.<sup>a</sup>; Campas Baypoli O. N.<sup>a</sup>; López Cervantes J.<sup>a</sup>; Sánchez Machado D. I.<sup>a</sup>; Blanco Ríos A. K.<sup>a</sup>

✉ <sup>\*</sup>andrea.madero213139@potros.itson.edu.mx

<sup>a</sup> Instituto Tecnológico de Sonora, Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias, 85000 Ciudad Obregón, México.

**Palabras clave:** *Plumeria obtusa*, optimización, extractos, fitoquímicos.

### Introducción

*Plumeria obtusa* (Apocynaceae), conocida comúnmente como tabasqueña, está ampliamente distribuida en el territorio mexicano, pudiendo crecer en climas secos y semisecos del Noroeste de México. *P. obtusa* posee una gran cantidad de componentes químicos, entre ellos compuestos fenólicos y flavonoides con propiedades bioactivas que son utilizados con fines medicinales (Irabien *et al.*, 2022). Por ese motivo, el objetivo del presente estudio fue analizar el contenido fitoquímico presente en extractos metanólicos de las muestras *P. obtusa* mediante espectrofotometría UV-vis.

### Metodología

Para la optimización fue considerado el rendimiento de la extracción (mg EAG g<sup>-1</sup> B.S.) para cada tamaño muestra de *P. obtusa* (50, 100, 200 y 300 mg de hoja y flor). El tamaño de muestra establecido (100 mg) fue utilizando para la obtención del extracto con 10 mL de metanol 80%, este se sonicó a 40 KHz por 20 min, se agitó durante 90 min a 300 rpm y finalmente fue filtrado con papel Whatman No. 1. Se realizó un cribado fitoquímico, la determinación del contenido fenólico y flavonoides totales (Blainski *et al.*, 2013; Peşkal *et al.*, 2014). Los datos se analizaron por un ANOVA simple en Statgraphic Centurion XVI. Todos los análisis se realizaron por triplicado.

### Resultados y discusión

La optimización del tamaño de muestra permitió establecer las condiciones para la obtención de extractos con un mayor contenido fitoquímico (Figura 1A). En la Figura 1B, el análisis espectral de los extractos mostró picos de absorción máxima asociados a la presencia de clorofilas y carotenoides (Lichtenthaler *et al.*, 2001). Por otro lado, el análisis fitoquímico indicó la presencia de fenoles, flavonoides, cumarinas, quinonas, alcaloides, aminoácidos y saponinas, lo que asociarse con algunas propiedades medicinales (Mammattah *et al.*, 2023). Además, en la Figura 2A se aprecia el contenido fenólico, el cual fue mayor en el extracto de hoja y flavonoides para el extracto de flor (Figura 2B y C).

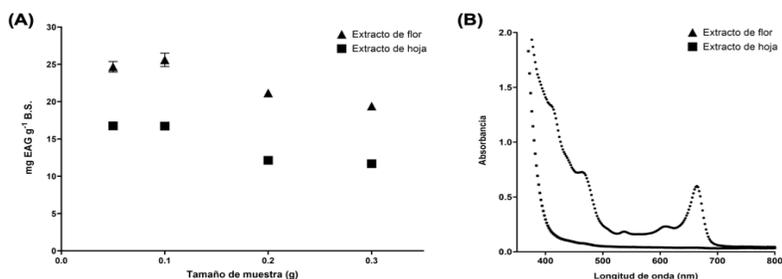


Figura 1. Optimización del tamaño de muestra (A) y análisis espectral de extractos crudos (B).

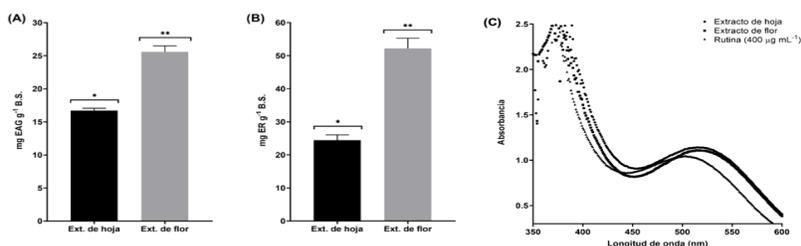


Figura 2. Contenido fenólico (A), flavonoides (B) y espectro UV-vis del complejo aluminio-flavonoide (C) en extractos metanolicos de *P. obtusa*.

## Conclusiones

El análisis de los extractos de *P. obtusa* indicó una gran cantidad de compuestos fitoquímicos, siendo el extracto metanólico de flor aquel con un mayor contenido de compuestos fenólicos y flavonoides.

## Referencias

- Blainski, A., Lopes, G. C., & De Mello, J. C. P. (2013). Application and analysis of the folin ciocalteu method for the determination of the total phenolic content from *Limonium brasiliense* L. *Molecules*, *18*(6), 6852-6865.
- Irabien, I. M. C., Arango, r. G., Magaña, m. I., & Góngora, w. U. (2022). De Yucatán: importancia del olor para entender los patrones de uso. *14*, 256-260.
- Lichtenthaler, H. K., & Buschmann, C. (2001). Chlorophylls and carotenoids: Measurement and characterization by UV-VIS spectroscopy. *Current protocols in food analytical chemistry*, *1*(1), F4-3.
- Mamattah, K. M. M., Adomako, A. K., Mensah, C. N., & Borquaye, L. S. (2023). Chemical characterization, antioxidant, antimicrobial, and antibiofilm activities of essential oils of *Plumeria Alba*. *Biochemistry Research International*, *2023*, 1-10.
- Pękal, A., Pyrzynska, K. Evaluation of Aluminum Complexation Reaction for Flavonoid Content Assay. *Food Anal. Methods*, *7*, 1776–1782 (2014).

## Perfil fitoquímico y antioxidante de extractos metanólicos de *Tecoma stans* L. (Juss)

Norzagaray Yépez F. M.<sup>a\*</sup>; Gastelum Gutiérrez D. E.<sup>a</sup>; Campas Baypoli O. N.<sup>a</sup>; Cantu Soto E. U.<sup>a</sup>; López Cervantes J.<sup>a</sup>; Chávez Almanza A. F.<sup>a</sup>

✉ [\\*fatima.norzagaray213186@potros.itson.edu.mx](mailto:*fatima.norzagaray213186@potros.itson.edu.mx)

<sup>a</sup> Instituto Tecnológico de Sonora, Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias, 85000 Ciudad Obregón, México.

**Palabras clave:** *Tecoma stans*, extractos, fitoquímicos, antioxidantes

### Introducción

*Tecoma stans* L. (Juss) pertenece a la familia Bignoniaceae, conocida comúnmente como gloria o tronadora, es una planta que se ha utilizado para una variedad de propósitos. Además, presenta diversidad en el contenido fitoquímico, al cual se le atribuyen sus propiedades antimicrobianas y antioxidantes (Sadananda *et al.*, 2011). El objetivo del presente trabajo fue establecer el contenido fitoquímico y correlacionar la capacidad de los extractos de *T. stans* para inhibición de radicales libres mediante espectrofotometría UV.

### Metodología

Los extractos se obtuvieron a partir de 100 mg de muestra (hojas, tallos y flores) de *T. stans* con 10 mL de metanol 80%. Estos se mantuvieron en sonicación a 40 KHz por 20 min, agitación por 30 min a 300 rpm y fueron filtrados con papel Whatman No. 1. El extracto obtenido se utilizó para la determinación del contenido fenólico total y flavonoides totales (Blainski *et al.*, 2013; Pękal *et al.*, 2014). Además, se determinó el contenido y capacidad antioxidante de los extractos (Brand-Williams *et al.*, 2013). Los datos se analizaron por un ANOVA simple en Statgraphic Centurion XVI. Todos los análisis se realizaron por triplicado.

### Resultados y discusión

El análisis fitoquímico mostró la presencia de polifenoles, flavonoides, alcaloides, cumarinas, quinonas en extractos metanólicos de *T. stans* L. Además, en tallos y hojas se identificaron saponinas. Los espectros de absorción de los extractos de las muestras de *T. stans* L. mostraron presencia de carotenoides (Díaz *et al.*, 2010), y las clorofilas sólo en tallos y hojas. Por otro lado, los extractos mostraron variación en el contenido fenólico y flavonoide (Figura 1B y C), siendo mayor en el extracto de las hojas. De igual forma, para el contenido y la capacidad antioxidante (Figura 2A y B).

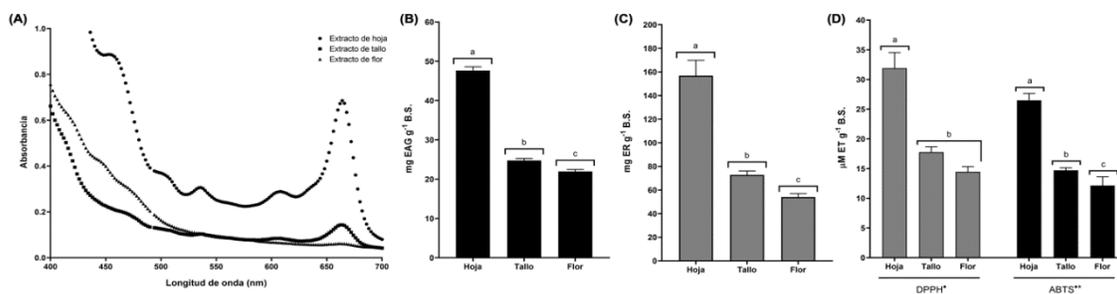


Figura 1. Espectro de absorción UV-vis (A), contenido fenólico (B), flavonoides (C) y antioxidante (D) en extractos metanólicos de *T. stans* L.

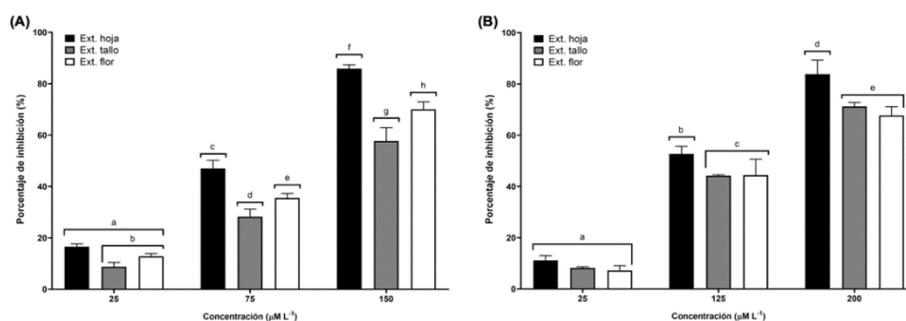


Figura 2. Capacidad antioxidante de en extractos metanólicos de *T. stans* L. en la inhibición del DPPH\*(A) y ABTS\*\*(B).

### Conclusiones

Los extractos de *T. stans* mostraron diversidad en el contenido fitoquímico y compuestos con capacidad para la inhibición de radicales libres. De esta forma, los extractos de hojas presentaron mayor contenido y capacidad para la inhibición de los radicales analizados en este estudio.

### Referencias

- Blainski, A., Lopes, G. C., & De Mello, J. C. P. (2013). Application and analysis of the folin ciocalteu method for the determination of the total phenolic content from *Limonium brasiliense* L. *Molecules*, 18(6), 6852-6865.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., Berset, C. (1995). Use of a Free Radical Method to Evaluate Antioxidant Activity. *LWT-Food Sci. Technol.* 28(1), 25-30
- Díaz, N. A., Ruiz, J. A. B., Reyes, E. F., Cejudo, A. G., Novo, J. J... & Fiñana, I. T. (2010). Espectrofometría: Espectros de absorción y cuantificación colorimétrica de biomoléculas. Universidad de Córdoba, 1-8.
- Pękal, A., Pyrzynska, K. Evaluation of Aluminum Complexation Reaction for Flavonoid Content Assay. *Food Anal. Methods*, 7, 1776–1782 (2014).
- Sadananda, T. S., Jeevitha, M. K., Pooja, K. S., & Raghavendra, V. B. (2011). Antimicrobial, Antioxidant Activity and Phytochemical Screening of *Tecoma stans* (L.) Juss. ex Kunth. *Journal of Phytochemistry*, 3(3).

## Digestos de hidrolizados y fracciones de colágeno de cerdo y pollo inhibidores de lipasa pancreática

González Noriega J.A.<sup>a</sup>; Valenzuela Melendres M.<sup>a</sup>; Hernández Mendoza A.<sup>a</sup>;  
Astiazarán García H.<sup>b</sup>; Islava Lagarda T.Y.; Peña Ramos E.A.<sup>a\*</sup>

✉\*aida@ciad.mx

<sup>a</sup> Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD), A.C. Coordinación de Tecnología de Alimentos de Origen Animal. 83304. Hermosillo, Sonora, México.

<sup>b</sup> Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD), A.C. Coordinación de Nutrición. 83304. Hermosillo, Sonora

**Palabras clave:** colágeno, digestión gastrointestinal, cerdo, pollo, lipasa pancreática.

### Introducción

La obesidad es uno de los principales problemas de salud en el mundo, por lo que se han propuesto estrategias coadyuvantes para su tratamiento. Una de las principales estrategias es reducir la absorción de lípidos dietarios, mediante la inhibición de la enzima lipasa pancreática (LP) (Mudgil *et al.*, 2018). Con base en lo anterior, se han reportado compuestos naturales que puedan actuar como agentes inhibidores de LP, por ejemplo, los péptidos bioactivos. En un estudio realizado en nuestro grupo de investigación se obtuvieron hidrolizados y fracciones peptídicas de colágeno de piel de cerdo y pollo con actividad inhibitoria sobre LP (AILP) (González-Noriega *et al.*, 2022). Sin embargo, con el fin de que los péptidos logren generar un potencial efecto benéfico en el organismo, es necesario que los tratamientos tengan una estabilidad en su bioactividad posterior al efecto digestivo de las proteasas gastrointestinales. Por lo tanto, el objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de una simulación gastrointestinal sobre la estabilidad de la AILP de los digestos de hidrolizados y fracciones peptídicas <1kDa de colágeno de piel de cerdo y pollo.

### Metodología

Se obtuvieron hidrolizados y fracciones peptídicas <1 kDa de colágeno de piel de cerdo (HC y FC, respectivamente) y pollo (HP y FP, respectivamente) siguiendo el procedimiento previamente reportado (González-Noriega *et al.*, 2022). Posteriormente, las muestras fueron sometidas a una simulación digestiva gastrointestinal *in vitro* acorde al método reportado por Minekus *et al.*, (2014), y se tomaron alícuotas de los digestos en cada fase digestiva (oral, gástrica e intestinal). Por último, se evaluó la AILP de los tratamientos digeridos. Los experimentos fueron realizados por triplicados y los datos reportados como la media  $\pm$  la desviación estándar. La diferencia significativa entre las medias se determinó por la prueba de Tukey-Kramer a un nivel de significancia de 0.05. Se utilizó el paquete estadístico NCSS 2020.

## Resultados y discusión

La AILP de los hidrolizados y fracciones peptídicas <1kDa de colágeno fue afectada ( $p < 0.05$ ) por la interacción entre los tratamientos y las fases gastrointestinales. En general, los digestos intestinales de HC y HP presentaron una actividad del 53.47 y 57.02%, respectivamente, mientras que la AILP de los digestos intestinales de FC y FP fue menor (32.02 y 36.04%, respectivamente). HC presentó estabilidad en su AILP durante el proceso digestivo, ya que su bioactividad fue similar ( $p > 0.05$ ) durante cada fase digestiva comparada con su actividad inicial. Por otra parte, HP mantuvo su AILP estable hasta la fase gástrica, ya que posterior a la fase intestinal se observó un incremento ( $p < 0.05$ ) del 23% en su actividad. El efecto benéfico sobre el incremento de la AILP por parte las proteasas digestivas observado en el presente estudio concuerda con lo reportado en hidrolizados de caseína digeridos gastrointestinalmente (Mudgil *et al.*, 2018). Respecto, a la AILP de las fracciones peptídicas, FC únicamente fue estable durante la fase oral, ya que su AILP disminuyó ( $p < 0.05$ ) de 51.47% a 42.19% y 32.02% posterior a las fases gástricas e intestinal, respectivamente, en comparación a su actividad inicial. Mientras que, FP presentó una AILP estable hasta la fase gástrica, ya que posterior a la fase intestinal, su digesto tuvo una actividad 20% menor ( $p < 0.05$ ) al tratamiento sin digerir. Cabe recordar que la digestión de lípidos sucede principalmente en el intestino, por lo tanto, es de gran relevancia que las fracciones mantengan su estabilidad a la fase gástrica para que ejerzan su AILP en la zona intestinal.

## Conclusiones

Los hidrolizados de colágeno de piel de cerdo y/o pollo presentan estabilidad en su actividad inhibitoria sobre lipasa pancreática a través de una simulación digestiva gastrointestinal, por lo que pueden ser considerados potenciales coadyuvantes en el tratamiento de la obesidad.

## Referencias

- González-Noriega, J. A., Valenzuela-Melendres, M., Hernández-Mendoza, A., Astiazarán-García, H., Mazonra-Manzano, M. Á., & Peña-Ramos, E. A. (2022). Hydrolysates and peptide fractions from pork and chicken skin collagen as pancreatic lipase inhibitors. *Food Chemistry: X*, 13, 100247.
- Minekus, M., Alming, M., Alvito, P., Ballance, S., Bohn, T., Bourlieu C., Carriere F., BOUTROU R. Corredig M., Dupont D., Dufour C., Egger L., Golding M., Karakaya S., Kirkhus B., Le Feunteun S., Lesmes U., Macierzanka, Mackie A. Marze, McClements, Menard I., RecioC, Santos, Singh G., Vegarud M., Wickham, Weitschies, & Brodkorb, A. (2014). A standardised static in vitro digestion method suitable for food—an international consensus. *Food & Function*, 5(6), 1113-1124.
- Mudgil, P., Baba, W., Kamal, H., FitzGerald, R., Hassan, H., Ayoub, M., & Maqsood, S. (2022). A comparative investigation into novel cholesterol esterase and pancreatic lipase inhibitory peptides from cow and camel casein hydrolysates generated upon enzymatic hydrolysis and in-vitro digestion. *Food Chemistry*, 367, 130661.

## Identificación de compuestos fenólicos y efecto hemolítico *in vitro* de extractos de cocolmecha (*Smilax* spp.)

Valle Sánchez S.L.<sup>a</sup>; Rodríguez Ramírez R.<sup>a\*</sup>; Flores Velázquez A.I.<sup>b</sup>; Ávila Villa L.A.<sup>b</sup>; Villa Lerma A.G.<sup>a</sup>; Barco Mendoza G.A.<sup>a</sup>.

✉\*roberto.rodriguez@itson.edu.mx

<sup>a</sup> Instituto Tecnológico de Sonora. Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias, 85000, Ciudad Obregón, México. <sup>b</sup> Universidad de Sonora. Departamento de Ciencias de la Salud, 85000, Ciudad Obregón, México.

**Palabras clave:** cocolmecha, HPLC, hemólisis, fenoles.

### Introducción

Las raíces de cocolmecha (*Smilax* spp.) han llamado el interés debido a sus propiedades farmacológicas y su uso en infusiones para tratar la *diabetes mellitus* (Romo-Pérez *et al.*, 2019). Por otra parte, es importante realizar ensayos citotóxicos, entre ellos el efecto hemolítico para determinar que sea segura su utilización (Zubair *et al.*, 2017). Con base en lo anterior, el objetivo de este trabajo fue identificar compuestos fenólicos y demostrar el efecto hemolítico *in vitro* en extractos de cocolmecha (*Smilax* spp.) con el fin de establecer su seguridad como suplemento o ingrediente funcional.

### Metodología

La muestra de cocolmecha fue adquirida en un comercio local de Cajeme y fue identificada mediante la amplificación del gen *matK* por PCR. Se obtuvieron extractos de *Smilax* spp. con agua (EA) y etanol 70 % (EEA) por un método reportado (Valle-Sánchez *et al.*, 2022). Se identificaron compuestos fenólicos mediante HPLC-DAD con una fase móvil de ácido fórmico 1 % y acetonitrilo. Se inyectó 20 µL de muestra y midió  $\lambda = 280$  nm. Se emplearon nueve estándares fenólicos. El efecto hemolítico *in vitro* se llevó a cabo con algunas modificaciones (Zubair *et al.*, 2017). Se recolectó sangre con EDTA y se le realizó una biometría hemática. La sangre se centrifugó a 1200 g por 5 min, se decantó el plasma y se hicieron 3 lavados con PBS estéril y frío (0.1 M, pH = 7.4). Las células sanguíneas fueron disueltas en 20 mL de PBS para obtener ~ 800 cel/mL. Se utilizaron 20 µL de los extractos (EA y EEA con diluciones 1:2) con 180 µL de células y se incubaron a 37 °C por 35 min. Después se centrifugaron a 1200 g por 5 min. Luego, 100 µL del sobrenadante se diluyó con 900 µL de PBS y se midió a  $\lambda = 576$  nm en un espectrofotómetro. El control negativo fue PBS y control positivo SDS 10 %. Se reportó el % hemólisis =  $[1 - (\text{Amuestra})/(\text{Acontrol})] \times 100$ . Se realizó un análisis de varianza y se midieron diferencias significativas (media  $\pm$  desviación estándar, n = 3, p < 0.05) utilizando el test de Duncan en Statgraphics.

## Resultados y discusión

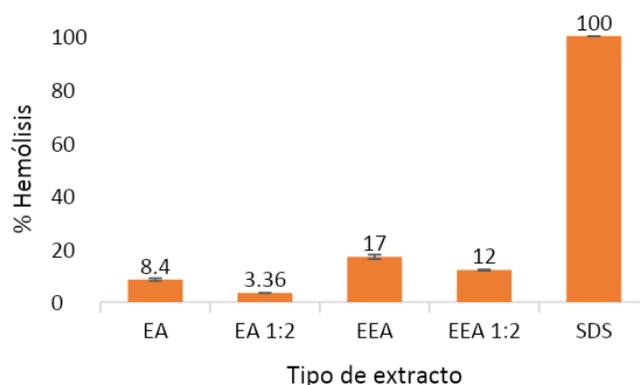


Figura 1. Porcentajes de hemólisis de extractos de cocolmecca.

La muestra comercial fue identificada dentro del género *Smilax*. Los principales compuestos fenólicos identificados fueron ácido clorogénico, hesperidina y catequina, compuestos reportados dentro del género *Smilax* (Romo-Pérez *et al.*, 2019). En la figura 1, se muestra que el extracto EA mostró un 8.4 % de hemólisis, demostrando menor riesgo de generar hemólisis con respecto al EEA.

## Conclusiones

Se identificó molecularmente la muestra comercial al género *Smilax* y los principales compuestos fenólicos responsables del efecto hemolítico *in vitro* de extractos de cocolmecca, siendo el EA y EA 1:2 con menores porcentajes de hemólisis.

## Referencias

- Romo-Pérez, A., Escandón-Rivera, S. y Andrade-Cetto, A. (2019). Chronic hypoglycemic effect and phytochemical composition of *Smilax moranensis* roots. *Revista Brasileira de Farmacognosia*. 29(2): 246 – 253.
- Valle-Sánchez, S.L., Rodríguez-Ramírez, R., *et al.* (2022). Inhibición de los productos finales de glicación avanzada con extractos de cocolmecca (*Smilax* spp.). *La Sociedad Académica*, Año 30, número 59, ISSN 2007 – 2562.
- Zubair, M., Rizwan, K., Rashid, U., *et al.* (2017). GC/MS profiling, *in vitro* antioxidant, antimicrobial and haemolytic activities of *Smilax macrophylla* leaves. *Arabian Journal of Chemistry*. 10, S1460-S1468.

## Propiedades nutricionales y fitoquímicas de las flores y hojas de albahaca tailandesa (*Ocimum basilicum* var. *thyrsiflora*)

Grijalva-Delgado M.<sup>a\*</sup>; Arvizu-Ochoa R.I.<sup>a</sup>; Sánchez-Machado D.I.<sup>a</sup>; López-Cervantes J.<sup>a</sup>; Campas-Baypoli O. N.<sup>a</sup>; Botello-Corona J.A.<sup>a</sup>

✉\*[maria.grijalva135397@potros.itson.edu.mx](mailto:maria.grijalva135397@potros.itson.edu.mx)

<sup>a</sup> Instituto Tecnológico de Sonora, Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias, 85000 Ciudad Obregón, Sonora, México.

**Palabras clave:** aminoácidos, lípidos, albahaca, fitoquímicos, cenizas.

### Introducción

La albahaca tailandesa (*O. basilicum* var. *Thyrsiflora*) es originaria de Asia y se usa como planta aromática y medicinal. Tradicionalmente, sus hojas se usan para tratar problemas de salud como resfriados, problemas renales e irregularidades menstruales (Atiphasaworn *et al.*, 2017). Sin embargo, los componentes nutricionales y bioactivos de sus flores son poco estudiados. El objetivo de este trabajo fue la caracterización bioquímica de las flores y hojas de la albahaca por métodos cromatográficos, gravimétricos y pruebas colorimétricas para proponer su consumo como alimento medicinal. A la par, se busca comprender su potencial para la salud y la gastronomía al allanar el camino para futuras investigaciones y aplicaciones.

### Metodología

En el laboratorio, las flores y hojas (Figura 1) fueron secadas y molidas para llevar a cabo los ensayos gravimétricos de acuerdo con los métodos oficiales de la AOAC. La humedad se determinó por secado hasta peso constante y las cenizas por calcinación. Además, los lípidos totales fueron extraídos con una mezcla de cloroformo - metanol (2:1). El tamizaje fitoquímico de los extractos metanólicos fue hecho por pruebas colorimétricas. Para cuantificar los aminoácidos por cromatografía de líquidos (HPLC), las proteínas fueron hidrolizadas en medio ácido y luego los aminoácidos fueron derivatizados con fenilisotiocianato.

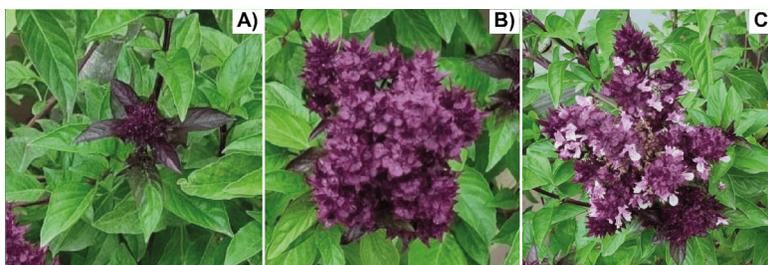


Figura 1. Tres etapas de maduración de las flores de *O. basilicum* var. *Thyrsiflora*

## Resultados y discusión

En las flores se encontró 6.37% de humedad, y en base a muestra seca se cuantificaron cenizas (10.64%) y lípidos totales (5.17%). La humedad en las hojas secas fue de 4.08%, y en base a muestra seca se determinó cenizas (15.38%) y lípidos totales (8.94%). Roberto *et al.*, (2021) han reportado menores contenido de cenizas y lípidos totales. Con el tamizaje fitoquímico de los extractos metanólicos se detectaron saponinas, esteroides, triterpenos, flavonoides, quinonas y glucósidos cardiacos en la hoja y flor (Tabla 1), lo cual coincide con lo reportado por Al-Snafi, (2021). Del análisis por HPLC de los aminoácidos (Figura 2) se estimó que tanto para las flores como para las hojas cerca del 40% son esenciales. A la fecha, este es el primer reporte del perfil de aminoácidos para *O. basilicum var. thyriflora*.

Tabla 1

Tamizaje fitoquímico en flores y hojas *O. basilicum var. thyriflora*.

Compuestos	Saponinas	Triterpenos	Esteroides	Flavonoides	Quinonas	Glucósidos cardiacos
Flor	+	+	+	+	+	+
Hoja	+	+	+	+	+	+

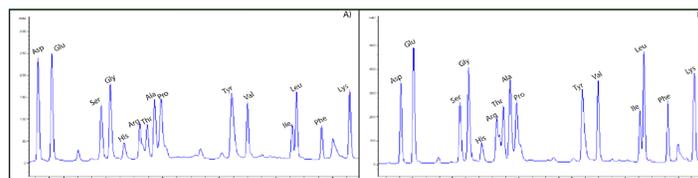


Figura 2. Cromatograma de los aminoácidos identificados por HPLC en flores (A) y hojas (B) de *O. basilicum var. thyriflora*.

## Conclusiones

La flores y hojas de albahaca tailandesa (*Ocimum basilicum var. thyriflora*) muestran su potencial medicinal y nutricional en base a su caracterización proximal, fitoquímicos y perfil de aminoácidos. Estos hallazgos contribuyen al conocimiento de esta planta y señalan campos prometedores para investigaciones futuras.

## Referencias

- Al-Snafi, A. E. (2021). Chemical constituents and pharmacological effects of *Ocimum basilicum*-A review. *International Journal of Pharmaceutical Research*, 13(2), 2997-3013.
- Atiphasaworn, P., Monggoot, S., Gentekaki, E., Brooks, S., & Pripdeevech, P. (2017). Antibacterial and antioxidant constituents of extracts of endophytic fungi isolated from *Ocimum basilicum var. thyriflora* leaves. *Current microbiology*, 74, 1185-1193.
- Roberto, P. M., Anunciação, P. C., Della Lucia, C. M., Pinheiro, S. S., de Souza, E. C. G., & Pinheiro-Sant'Ana, H. M. (2021). Macronutrients, vitamins, minerals and bioactive compounds in fresh and dehydrated basil (*Ocimum basilicum*) and its hot and cold infusions. *Acta Scientiarum. Technology*, 43, e55423-e55423

## Evaluación nutricional de escolares de primaria Alta de Santa Teresa de BÁCUM, Sonora, México

Díaz Castillo A.; López Beltrán Y.; Gassós Ortega L.E.; Escárcega Galaz A.A.; Ulloa Mercado R.G.; Rentería Mexía A.M.\*

✉\*ana.renteria@itson.edu.mx

Dpto. de Biotecnología y Ciencias Alimentarias, Instituto Tecnológico de Sonora, Ciudad Obregón, Son., México. \*autor correspondencia

**Palabras clave:** evaluación nutricional, antropometría, escolares, dieta.

### Introducción

La evaluación nutricional es un requisito indispensable en la vigilancia infantil, ya que permite la identificación temprana de alteraciones y el tratamiento oportuno para prevenir obesidad y desnutrición. Los escolares tienen un riesgo mayor de sufrir enfermedades relacionadas con la alimentación (Muñoz *et al.*, 2017). La vigilancia pediátrica es importante en poblaciones rurales e indígenas donde existe una marcada deserción escolar (Sánchez *et al.*, 2017), como es el caso de la etnia Yaqui en la cual pocos niños/as asisten a la escuela, además que es una comunidad poco estudiada debido a las restricciones de sus usos y costumbres. El objetivo fue analizar el estado nutricional de escolares de primaria alta de Santa Teresa de BÁCUM, Sonora, México, a través de indicadores antropométricos y dietarios.

### Metodología

Las mediciones se realizaron con procedimientos de la OMS (WHO, 1995) y el CDC (Kuczmarski *et al.*, 2000). El peso se midió con una báscula portátil marca TANITA (Modelo BC-533; Tanita Corporation of America, Inc.; Arlington Heights, Illinois 60005, USA) y la estatura con un estadiómetro marca SECA (SECA Deutschland; Hamburgo, Alemania), la presión arterial se midió con un baumanómetro digital marca OMRON (Modelo HEM-7130; Hoffman Estates, IL 60169, USA). La dieta se evaluó con el recordatorio de 24 horas por triplicado y los nutrimentos se calcularon con el Sistema Mexicano de Alimentos Equivalentes (SMAE) (Pérez-Lizaur, 2014) a través del portal [www.nutre.in](http://www.nutre.in). Se aplicó la Prueba T de Student para muestras independientes por sexo, con significancia  $p < 0.05$ .

### Resultados

Se evaluaron resultados preliminares de  $n=10$  (6 mujeres y 4 hombres) que son los que asisten regularmente a la escuela. En la Tabla 1 se muestran valores mayores en la antropometría de mujeres, siendo peso y estatura significativos ( $p < 0.05$ ). El 40% presentó sobrepeso u obesidad (Figura 1). En la Tabla 2 se observó un consumo promedio mayor al recomendado de energía (kcal/d) y lípidos (% Energía), y un consumo promedio adecuado de calcio y hierro (mg/d) y de fibra (g/d). El consumo de proteína fue significativamente mayor en hombres ( $p=0.037$ ).

Tabla 1

Indicadores antropométricos de escolares.

Variable	Mujeres n=6	Hombres n=4	Valor de p
Edad (años)	9.7±0.7	9.6±0.6	0.838
Peso (kg)	43.8±8.4	32.1±5.7	<b>0.042</b>
Estatura (m)	1.4±0.6	1.3±0.3	<b>0.009</b>
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	20.2±4.0	17.8±4.3	0.397
Percentil de IMC	72.3±31.2	52.7±58.8	0.395
Presión sistólica (mm Hg)	96.8±18.1	90.4±15.4	0.617
Presión diastólica (mm Hg)	71.5±16.6	67.1±10.1	0.687

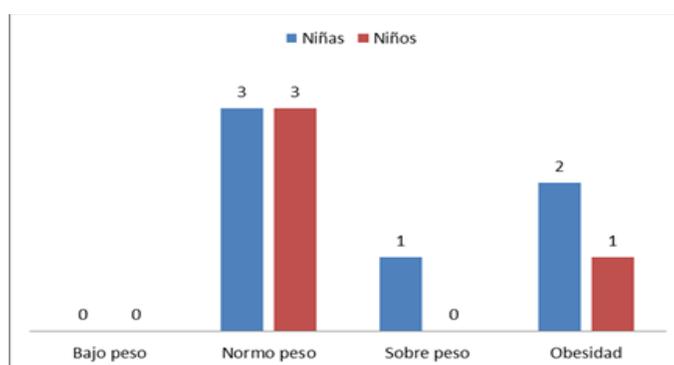


Figura 1. Categorías del percentil de IMC de escolares.

Tabla 2

Consumo de energía y nutrientes de escolares.

Variable	Mujeres n=6	Hombres n=4	Valor de p
Energía (kcal/d)	1603.3±462.6	1554.1±353.7	0.862
HC (%E)	50.2±10.2	51.4±8.3	0.858
Lípidos (%E)	38.3±10.6	31.9±5.1	0.304
Proteína (%E)	12.8±1.6	16.9±3.4	<b>0.037</b>
Calcio (mg/d)	805.6±220.4	670.5±142.9	0.314
Hierro (mg/d)	11.1±7.0	10.8±4.7	0.952
Fibra (g/d)	14.7±2.9	14.2±4.9	0.847

### Conclusiones

A pesar del bajo tamaño de muestra se detectaron escolares con sobrepeso y obesidad, así como un consumo elevado de energía y lípidos. La evaluación de escolares es útil para evaluar riesgo y tomar acciones inmediatas.

### Referencias

Muñoz, F. L. M., & Alzate, C. A. (2017). Obesidad infantil: un nuevo enfoque para su estudio. *Revista Salud Uninorte*, 33(3), 492-503.

- Sánchez Carracedo, F.; *et al.* (2017). ¿Por qué faltan a clase los alumnos? *XXIII Jornadas sobre la Enseñanza Universitaria de la Informática*. AENUI. p.165.
- WHO (1995). El estado físico: uso e interpretación de la antropometría. [https:// apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/42132/WHO\\_TRS\\_854\\_spa.pdf](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/42132/WHO_TRS_854_spa.pdf) Recuperado 07/09/2023.
- Pérez-Lizaur, A.B.; *et al.* (2014). Sistema Mexicano de Alimentos Equivalentes. 4a ed. México: Fomento de Nutrición y Salud A.C. / Ogali.
- Kuczmarski, R.J.; *et al.* (2000). CDC Growth Charts: US. Advance Data from Vital and Health Statistics No. 314: National Center for Health Statistics.

## Mediciones antropométricas en preescolares de la comunidad yaqui Loma de Bácum, Sonora, México

Sanaba Bajeca Y.; Enríquez Rábago J.E.; García Moreno M.; Díaz Tenorio L.M.;  
Gortáres Moroyoqui P.; Rentería Mexía A.M.\*

✉ \*ana.renteria@itson.edu.mx

Dpto. de Biotecnología y Ciencias Alimentarias, Instituto Tecnológico de Sonora, Ciudad Obregón, Sonora, México.

**Palabras clave:** antropometría, obesidad, sobrepeso, etnia Yaqui.

### Introducción

La antropometría es vital para evaluar el crecimiento de preescolares y estimar el riesgo de enfermedades. La obesidad y sobrepeso en preescolares de etnias indígenas, como las comunidades Yaquis, se debe a factores como la falta de información nutricional de los padres y también a la alta disponibilidad de productos ultraprocesados que ya alcanzó a las comunidades indígenas (Castañeda y González, 2021). El objetivo fue evaluar la antropometría de preescolares de la escuela “Jesús Valenzuela” de Loma de Bácum, Sonora, México.

### Metodología

Se emplearon procedimientos de la OMS (WHO, 1995) y CDC (Kuczmarski *et al.*, 2000). El peso se midió con una báscula portátil marca TANITA (Modelo BC-533; Tanita Corp. of America, Inc.; USA) y la estatura con un estadiómetro marca SECA (SECA Deutschland; Alemania) con el individuo de pie y en el plano de Frankfurt. Se calculó el IMC y percentil ajustado por sexo y edad. La presión arterial se midió con un baumanómetro digital OMRON (Modelo HEM-7130). Se aplicó la Prueba T de Student para muestras independientes por sexo, con significancia  $p < 0.05$ .

### Resultados y discusión

Se evaluaron  $n=68$  escolares (30 mujeres y 38 hombres). En la Tabla 1 se muestra la antropometría y presión arterial, sin diferencia significativa entre sexos ( $p > 0.05$ ).

Tabla 1  
Indicadores antropométricos de preescolares Yaquis.

Variable	Mujeres n=30 (44%)	Hombres n=38 (55%)	Valor de p
Edad (años)	4.4±0.9	4.3±0.8	0.598
Peso (kg)	18.7±3.7	18.4±2.5	0.708
Estatura (cm)	106.7±8.7	105.3±6.9	0.445
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	16.3±1.6	16.6±1.4	0.448
Percentil de IMC	65.6±28	68.5±27.8	0.671
Presión sistólica (mm Hg)	93.8±2.4	93.3±2.1	0.317
Presión diastólica (Hg)	56.9±3.5	56.1±2.9	0.299

El 33% de mujeres y 47% de hombres presentaron sobrepeso u obesidad; sin embargo, también hubo 3% de bajo peso (Figura 1). Se propuso un menú considerando las recomendaciones para esa etapa (Tabla 2). Comparado con otras etnias (Regalado *et al.*, 2021), nuestros participantes tuvieron mayor prevalencia de sobrepeso y obesidad, similares a las poblaciones de Sonora (García *et al.*, 2019).

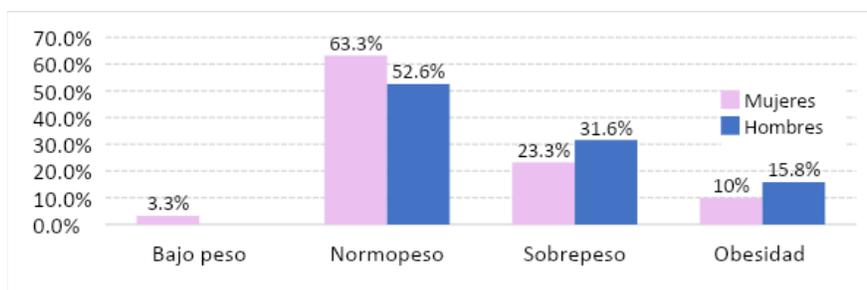


Figura 1. Categorías del percentil de IMC de preescolares Yaquis.

Tabla 2  
Ejemplo de menú diario para preescolares.

Tiempo de comida	Desayuno	Colación	Comida	Colación	Cena
Día 1	1 huevo estrellado 1 pan integral ½ taza de frijol 1 taza avena con leche descremada 1 manzana	yogur y almendras	pechuga de pollo a las hierbas verduras al vapor 1 tortilla de maíz agua de frutas con miel	gelatina y 2 galletas integrales	ensalada de atún 2 tostadas horneadas té al gusto sin azúcar

### Conclusiones

La alta prevalencia de sobrepeso y obesidad detectada indica que esta problemática de salud pública ya alcanzó a comunidades indígenas. La evaluación nutricional frecuente de escolares de población rural es necesaria.

### Referencias

- Castañeda, C., & González, R. (2021). Investigación Antropométrica de la población infantil de 5 a 14 años de la etnia indígena salasaca de la cordillera Andina Ecuatoriana. *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 8, 35-63.
- WHO. (1995). El Estado Físico: uso e interpretación de la antropometría: informe de un comité de expertos de la OMS. 1era. ed. Ginebra: OMS.
- Kuczumski, R. (2000). CDC Growth charts: United States. *Advanced data from vital and health statistics*, 314.
- Regalado, L. A., Escalona, A. D., Ramos, R. M., Vázquez, R., & Mancilla, J. M. (2021). Condición nutricional de escolares indígenas otomíes en situación de alta marginación. *Enfermería Universitaria*, 17(4), 379-389.
- García, S. G., García, S. K., Gracia, E. G., & Correa, S. E. (2019). Estado nutricional y nivel socioeconómico en escolares de 7-9 años de Ciudad Obregón, Sonora. *SANUS*, 10, 20–32.

## Actividad de *Petiveria alliacea* L. sobre el estrés oxidativo en tejido cerebral de ratón

Zavala Ocampo L. M.<sup>a\*</sup>; López Camacho P.Y.<sup>b</sup>; Cárdenas Vázquez R.<sup>c</sup>; Aguirre Hernández E.<sup>d</sup>; Basurto Islas G.<sup>a</sup>.

✉ [\\*lizmar.zavala@gmail.com](mailto:*lizmar.zavala@gmail.com)

<sup>a</sup> Universidad de Guanajuato, División de Ciencias e Ingeniería, León, Guanajuato, México.

<sup>b</sup> UAM Cuajimalpa, Departamento de Ciencias Naturales, CDMX, México.

<sup>c</sup> Facultad de Ciencias, UNAM, Departamento de Biología Celular, CDMX, México.

<sup>d</sup> Facultad de Ciencias, UNAM, Departamento de Ecología y Recursos Naturales, CDMX, México.

**Palabras clave:** enfermedades neurodegenerativas, Alzheimer, glutatión, antioxidantes.

### Introducción

Las neuronas contienen una gran cantidad de ácidos grasos poliinsaturados que pueden interactuar con las especies reactivas de oxígeno (ROS), lo que lleva a una cascada auto propagante de peroxidación lipídica y destrucción molecular. Además, las neuronas contienen niveles bajos de glutatión (GSH), uno de los antioxidantes más importantes que ayudan a eliminar los radicales libres, por lo tanto, son altamente susceptibles al estrés oxidante (Aoyama, 2021). Los niveles cerebrales de GSH parecen estar disminuidos en enfermedades neurodegenerativas relacionadas con la edad, como la EA. También se ha encontrado que los niveles de GSH disminuyen en la corteza frontal de los pacientes con EA, y las reducciones de GSH en estas regiones se correlacionaron con la disminución de las funciones cognitivas (Butterfield y Halliwell, 2019). Con respecto a lo anterior, es importante la búsqueda de alternativas que ayuden al cerebro a protegerse del estrés oxidativo, siendo *Petiveria alliacea* una candidata, es una planta herbácea perennifolia perteneciente a la familia Phytolaccaceae, es conocida como mapurite, hierba de zorrillo o anamú. En este trabajo se evaluó la actividad sobre el estrés oxidativo de la fracción de metanol de hojas de *P. alliacea* en tejido cerebral de ratón.

### Metodología

Las hojas de *P. alliacea* se colectaron en Catemaco, Veracruz, se secaron, trituraron y se obtuvo el extracto metanólico mediante un proceso sólido-líquido. El extracto se fraccionó con hexano, acetato de etilo y metanol. Esta última fracción se administró de forma oral a ratones macho C57BL/6 de 14 semanas de edad a una dosis de 500 y 900 mg/kg. Otro grupo de ratones se administró con escopolamina y/o tacrina. Posteriormente fueron sacrificados y se extrajo el cerebro por craneotomía. El tejido cerebral se homogeneizó con PBS (Zavala *et al.*, 2023). El contenido de glutatión total (GSH) se midió a partir del sobrenadante del homogeneizado de cerebro usando el kit comercial Glutathione assay (CS0260, Sigma-Aldrich). El glutatión oxidado (GSSG) se midió como glutatión total con la previa derivatización del GSH presente en las muestras con 2-vinilpiridina (2-VP)

(Baker *et al.*, 1990). El contenido de malondialdehído (MDA nmol/mg de proteína) se midió como indicador de peroxidación lipídica según el método de Ohkawa.

## Resultados y discusión

Los ratones tratados con la fracción metanólica de *P. alliacea* a 500 y 900 mg/mg mostraron un nivel de GT significativamente más alto que el grupo tratado con escopolamina (Figura 1A). Con respecto a GSSH, los ratones tratados con *P. alliacea* mostraron una disminución de GSSH (Figura 1B). Todos los grupos mostraron niveles de GSH superiores a GSSH (Figura 1C). Los niveles de MDA disminuyeron en los ratones tratados con *P. alliacea* (Figura 1D).

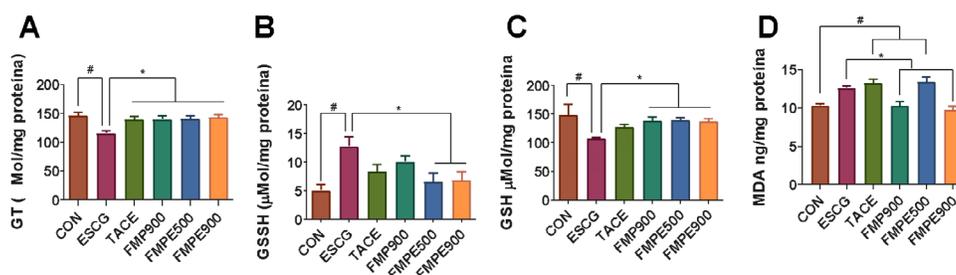


Figura 1. Efecto de *P. alliacea* sobre el estrés oxidativo.

(A) glutatión total (GT). (B) Glutatión oxidado (GSSH). (C) glutatión reducido (GSH). (D) Niveles de malondialdehído. # $P < 0.05$  vs CON y \* $P < 0.05$  vs ESCG. CON, grupo tratado con solución salina; ESCG, grupo tratado con escopolamina; TACE, grupo tratado con tacrina + ESC; FMP900, grupo tratado con la fracción de metanol de *P. alliacea* (900 mg/kg); FMPE500, grupo tratado con fracción de metanol de *P. alliacea* (500 mg/kg) + ESC; FMPE900, grupo tratado con fracción de metanol de *P. alliacea* (900 mg/kg) + ESC.

## Conclusiones

En este estudio se demostró que los ratones tratados con *P. alliacea* mostraron un aumento en los niveles de GSH y como consecuencia, disminuyeron los niveles de MDA en el cerebro. Por lo tanto, este estudio proporciona información nueva y relevante de las propiedades antioxidantes de *P. alliacea* que permiten proponerla como protectora de estrés oxidativo.

## Referencias

- Aoyama, K. (2021). Glutathione in the Brain. *International journal of molecular sciences*, 22(9), 5010.
- Butterfield, D. A., & Halliwell, B. (2019). Oxidative stress, dysfunctional glucose metabolism and Alzheimer disease. *Nature Reviews Neuroscience*, 20(3), 148-160.
- Zavala-Ocampo, L. M., López-Camacho, *et al.* (2024). Neuroprotective effects of *Petiveria alliacea* on scopolamine-induced learning and memory impairment mouse model. *Journal of Ethnopharmacology*, 318, 116881.

# Asociación entre gasto promedio trimestral en alimentos e incidencia en obesidad en México 2022

Sandoval Fregoso G. <sup>a\*</sup>

✉\* [gilbertosandovalf@gmail.com](mailto:gilbertosandovalf@gmail.com)

<sup>a</sup> Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco, Departamento de Atención a la Salud, 04960 Ciudad de México, México.

**Palabras clave:** alimentos, obesidad, gasto

## Introducción

La obesidad es una enfermedad crónico-degenerativa que afecta amplios sectores del planeta, esta condición aumenta el riesgo de enfermedades tales como las cardiovasculares y la *diabetes mellitus*. La alimentación se ha señalado como uno de los factores preponderantes en su aparición, sin embargo, la obesidad es una condición compleja en cuya etiopatogenia se han identificado numerosas variables: genéticas, epigenéticas, perfiles de microbiota, culturales y económicas. Las múltiples características de la alimentación se señalan como relevantes en este proceso, el consumo de calorías totales, así como los tipos de alimentos consumidos. El consumo de azúcar y lípidos se han sugerido como conductas alimentarias que aumentan el riesgo de obesidad (Stanhope, 2016) sin embargo, numerosos estudios respecto al consumo de azúcar no son del todo concluyentes (Gui, 2017). El objetivo de este trabajo es contribuir a la explicación del consumo de diversos alimentos asociados con la incidencia de obesidad en México

## Metodología

La incidencia de obesidad en México por entidad federativa en 2022 se tomó del Anuario de Morbilidad de la Dirección General de Epidemiología de la Secretaría de Salud, el consumo de alimentos por entidad federativa a partir del gasto promedio trimestral de la Encuesta Nacional de Ingreso y Gasto en los Hogares de 2022 del Instituto Nacional de Estadística y Geografía. El gasto promedio trimestral se tomó como variable independiente y la incidencia de obesidad como variable dependiente. Para los conjuntos de datos se utilizó la prueba Shapiro-Wilks de normalidad. Se utilizaron los análisis de regresión de Pearson y Spearman según el caso. Se obtuvo el valor  $p$  a partir de  $r$  o  $r_s$ , la asociación con un valor menor a 0.05 se consideró estadísticamente significativa.

## Resultados y discusión

Se encontraron asociaciones negativas entre el gasto promedio trimestral en tortillas, azúcares y mieles, aceites y grasas y proteínas de origen vegetal. En la Figura 1 se presentan datos de azúcares, mieles, aceites y grasas. A mayor gasto promedio en estos alimentos se encontró una menor incidencia de obesidad estadísticamente significativa. Se identificaron asociaciones positivas entre el gasto promedio trimestral en leche, otros alimentos y alimentos consumidos fuera del hogar. No se encontraron asociaciones entre

el gasto promedio trimestral en proteínas de origen animal, carnes de res, puerco, aves, otras carnes, pescados y mariscos, lácteos, huevo, vitaminas y minerales, y verduras y legumbres e incidencia de obesidad.

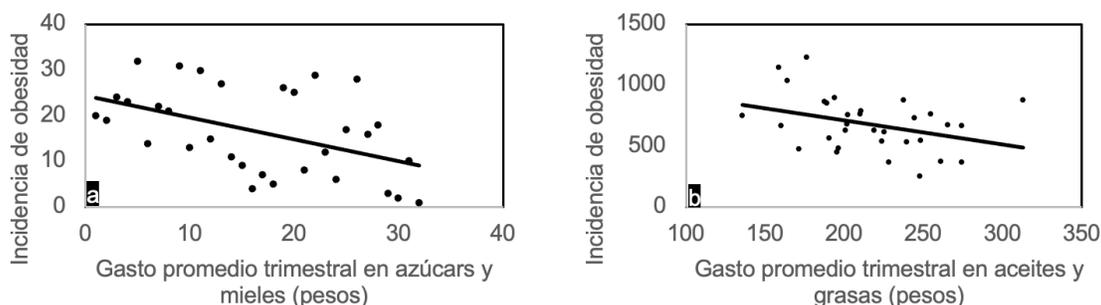


Figura 1. Las diferencias en los valores de incidencia se deben a que en la figura 1a se realizó análisis de Spearman y en la 1b de Pearson. Asociaciones estadísticamente significativas, a:  $r_s = -0.4743$ ,  $p = 0.0061$  y b:  $r = -0.3566$ ,  $p = 0.0451$

## Conclusiones

Estos datos sugieren que el consumo de azúcar, aceites y grasas se asocian negativamente con la incidencia de obesidad, estos datos contrastan con numerosos reportes anteriores. Sayón-Orea (2015) no encuentra evidencia de mayor riesgo de enfermedades cardiovasculares con el consumo de aceite, específicamente de alimentos fritos. En este trabajo no encontramos asociación entre el gasto en aceites y grasas e incidencia de obesidad, por otro lado, la asociación entre gasto en proteínas vegetales coincide con reportes anteriores, esta concordancia sugiere que esta aproximación metodológica es adecuada.

## Referencias

- Gui, Z. H., Zhu, Y. N., Cai, L., Sun, F. H., Ma, Y. H., Jing, J., & Chen, Y. J. (2017). Sugar-Sweetened Beverage Consumption and Risks of Obesity and Hypertension in Chinese Children and Adolescents: A National Cross-Sectional Analysis. *Nutrients*, 9(12), 1302.
- Sayon-Orea, C., Carlos, S., & Martínez-Gonzalez, M. A. (2015). Does cooking with vegetable oils increase the risk of chronic diseases?: a systematic review. *The British journal of nutrition*, 113 Suppl 2, S36–S48.
- Stanhope K. L. (2016). Sugar consumption, metabolic disease and obesity: The state of the controversy. *Critical reviews in clinical laboratory sciences*, 53(1), 52–67.

## Caracterización molecular de *Pseudomonas aeruginosa* aislada de pacientes con quemaduras

Chávez-Almanza A.F.; Castro-Sánchez A.L.\*; Cantú-Soto E.U.; Díaz-Quiroz C.A.;  
Alcalá-Rosas R.I.; Najera-Encinas D.A.

✉\*ana.castro203969@potros.itson.edu.mx

Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias, Instituto Tecnológico de Sonora.

**Palabras clave:** quemaduras, *Pseudomonas aeruginosa*, filogenia molecular

### Introducción

Las quemaduras se caracterizan por ser lesiones devastadoras que causan discapacidades físicas, efectos emocionales y mentales. Pueden ocurrir por la falta de prevención en actividades riesgosas, causando infecciones mortales debido a la negligencia en la atención y la falta de higiene en las curaciones. Las lesiones cutáneas se vuelven más susceptibles a la colonización bacteriana endógena y exógena a medida que evolucionan. La bacteria *Pseudomonas aeruginosa* de origen hospitalario y resistente a los antibióticos, es un problema global (Rodríguez, 2021). El objetivo es caracterizar molecularmente cepas de *P. aeruginosa* provenientes de pacientes con quemaduras de segundo y tercer grado, con el fin de conocer las similitudes genéticas entre ellas.

### Metodología

Durante el período de agosto de 2022 a enero de 2023, se llevó a cabo un análisis de siete muestras previamente aisladas de heridas de quemadura de segundo y tercer grado (AAP052, AAP061, AAP063, AAP066, AAP081, AAP082 y AAP097). Se observó detalladamente la morfología macroscópica en Agar Aislamiento de Pseudomona (AAP) (Cat. 292710, DIFCO) y microscópica por medio de tinción Gram. Posteriormente, se aplicó el método de extracción de ADN desarrollado por Raeder & Broda (1985), seguido de la amplificación del gen 16'S rRNA utilizando los oligonucleótidos F<sub>2</sub>C (5'-AGA GTT TGA TCC TGG CTC-3') y C (5'-GTA CAC ACC GCC CGT-3'). Los productos de la PCR se purificaron cuidadosamente utilizando el Kit QIAquick® PCR Purification (Cat: 28104, Qiagen, Hilden, Alemania). Posteriormente, se procedió a la secuenciación usando secuenciador automatizado ABI 3730 XL y se analizaron mediante el software SnapGene 7.0 (GSL Biotech LLC, 2023. <https://www.snapgene.com>), se procedió a ensamblar las secuencias de cada oligonucleótido. Por último, se exploraron secuencias de referencia de *P. aeruginosa* publicadas en GenBank del Centro Nacional de Información Biotecnológica (NCBI), estrechamente relacionadas y se construyó un árbol filogenético alineando secuencias con Clustal-W y MEGA XI con parámetros por defecto.

### Resultados y discusión

Seis de los aislados correspondían a *P. aeruginosa*, con un aislado proveniente de una quemadura de segundo grado superficial y otro de quemadura de segundo grado profun-

do, mientras que los restantes cuatro se originaron en quemaduras de tercer grado. Sin embargo, el aislado AAP063, se identificó como *Acinetobacter baumannii*, lo que pudiera indicar la importancia de considerar la variabilidad en las secuencias de nucleótidos. El árbol filogenético (Fig. 1) confirma los resultados obtenidos en el NCBI de las cepas restantes; ya que presentan similitudes genéticas a otras cepas de *P. aeruginosa* debido a su ubicación en el mismo clado. Parra y Benavides (2022) mencionan que la *P. aeruginosa* constituye una problemática persistente en casi un tercio de los quemados que presentan infección en piel por parte de esta bacteria.

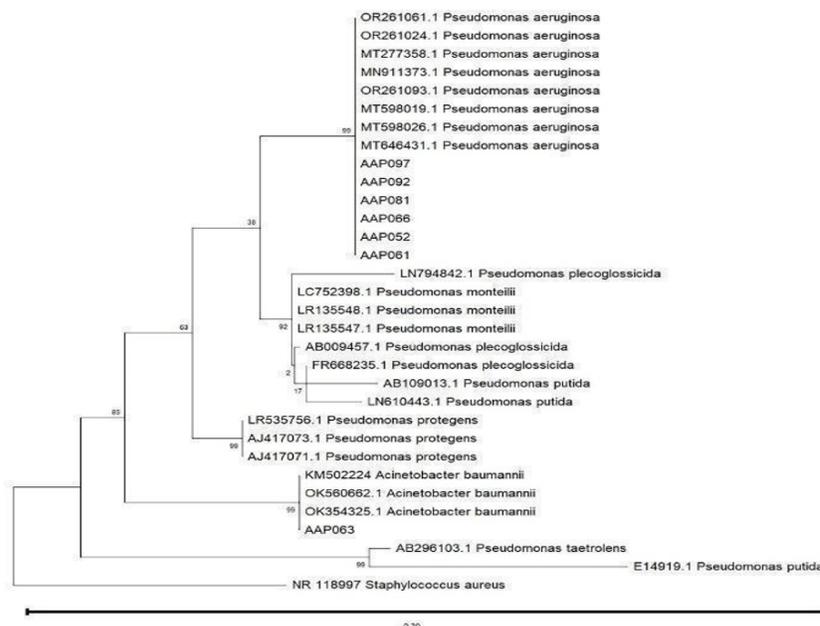


Figura 1. Árbol Filogenético de las secuencias del gen 16'S rRNA.

## Conclusiones

Los resultados de este estudio revelaron similitudes genéticas significativas entre las cepas analizadas, proporcionando información valiosa sobre las relaciones genéticas dentro de esta especie en el contexto de infecciones asociadas a quemaduras, pudiendo contribuir al avance del conocimiento en la microbiología médica y ser el inicio de futuras investigaciones en esta área.

## Referencias

- Parra Reyes, J. K., & Benavides Camacho, J. O. (2022). Hallazgos dermatológicos asociados a *Pseudomonas aeruginosa* en niños de 3 a 5 años con quemaduras (Doctoral dissertation, Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Médicas. Carrera de Medicina).
- Rodríguez Vásquez, L. (2021). Caracterización *in silico* de los genes de virulencia PhoP-PhoQ en cepas de *Pseudomonas aeruginosa* fenotipo multidrogo-resistente (MDR). Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca.

## Composición fenólica y actividad antioxidante de extractos de propóleos de Sonora y Sinaloa

Portela Márquez, M.A.,<sup>a</sup> Cira Chávez, L.A.<sup>a\*</sup> Silva Beltrán, N.P.,<sup>b</sup> Estrada Alvarado, M.I.<sup>a</sup>, Pacheco López, N.A.<sup>b</sup>

✉ \*luis.cira@itson.edu.mx

<sup>a</sup> Instituto Tecnológico de Sonora. Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias. Calle 5 de febrero 818, Centro, Urb. No. 1, CP 85000 Cd Obregón, Sonora, México.

<sup>b</sup> Universidad de Sonora, Departamento de Ciencias, Campus Cajeme, Blvd. Bordo Nuevo, Ejido Providencia, CP 85000, Cajeme, Sonora, México.

**Palabras clave:** propóleo, fenoles, flavonoides, antioxidantes

### Introducción

El propóleo es una resina elaborada por las abejas *Apis mellifera* a partir de exudados de la vegetación circundante de la colmena, se han detectado diversos compuestos entre los cuáles se detectan los fenoles, atribuyéndoles diversas actividades biológicas, además, se ha documentado la variación que pueden presentar dichas actividades en base a la zona geográfica de donde se encuentren ubicadas las colmenas. (Alvear *et al.*, 2021; Dezmiorean *et al.*, 2021). El presente estudio, tiene como objetivo determinar la composición fenólica y actividad antioxidante de extractos de propóleos obtenidos de Sonora y Sinaloa, México.

### Metodología

**Determinación del contenido fenólico total y actividad antioxidante.** El contenido total de fenoles se determinó por el método Folin-Ciocalteu, los resultados fueron expresados por miligramos equivalentes de ácido gálico por gramo de extracto (mgAG/gE). El contenido total de flavonoides fue medido por miligramos equivalentes de quercetina por gramo de extracto (mg EQ/gE). La actividad antioxidante se determinó utilizando el radical libre DPPH, expresado en micromol equivalente trolox por gramo de extracto ( $\mu\text{molET/gE}$ ).

**Análisis cromatográfico por UPLC-PDA-ESI-MS/MS.** Se realizó la identificación de compuestos fenólicos a partir de los extractos etanólicos de propóleos. La separación cromatográfica se realizó con una columna C18, de 1,7  $\mu\text{m}$ , 100  $\times$  2,1 mm, utilizando una fase móvil de ácido fórmico al 0,1 % en agua (A) y ácido fórmico al 0,1 % en acetonitrilo (B). La lectura de PDA  $\lambda$  se realizó en un rango de 190 a 400 nm.

### Resultados y discusión

Evaluar el contenido de fenoles y flavonoides totales en los propóleos es uno de los parámetros más importantes ya que de esta manera ayuda a establecer la calidad del material, así como su potencial biológico (Portela *et al.*, 2022). A continuación, se muestran los resultados obtenidos de las tres zonas de muestreo: Álamos (ALA), Hornos (HOR),

poblaciones pertenecientes al Estado de Sonora y Los Mochis (LMO), del Estado de Sinaloa. En la figura 1, se observa la concentración total de fenoles (gráfico A) en donde la muestra ALA y HOR no presentaron diferencias significativas obteniendo valores alrededor de 6 mgAG/gE, en cambio, LMO obtuvo una concentración mayor de 14.48 mgAG/gE. Por otro lado, estas poblaciones mostraron diferencias significativas entre sí en cuanto a los flavonoides totales (Figura. 1, gráfico b), siendo ALA el de concentración menor (432.91 mgEQ/gE) y LMO el de mayor concentración (1446.68 mgEQ/gE).

Se lograron identificar en los extractos de propóleo algunos compuestos fenólicos como la Apigenina 6-C-glucósido-7-O y ácido dicafeoilquínico, detectados en las muestras HOR y LMO. Los extractos mostraron actividades antioxidantes en donde se obtuvieron valores de 474.09, 523.39 y 531.28  $\mu\text{molET/gE}$  para las zonas de ALA, HOR y LMO respectivamente en la captación del radical libre DPPH.

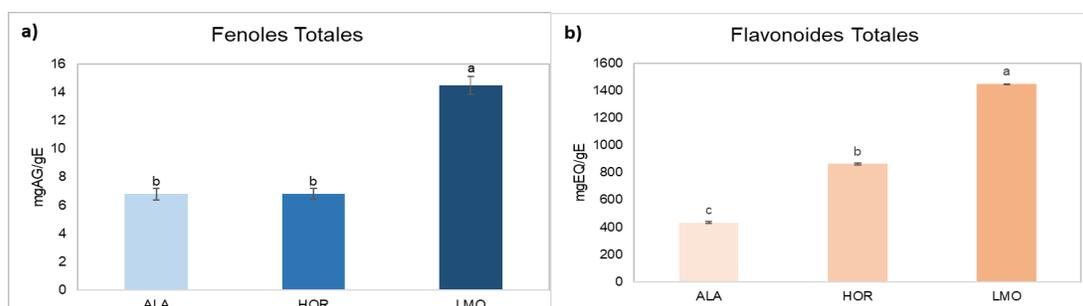


Figura 1. Gráfico a) contenido de fenoles totales. Gráfico b) contenido de flavonoides totales. en extractos etanólicos de propóleos de diversas poblaciones. Media  $\pm$  desviación estándar (n=3).

## Conclusiones

Los propóleos de Sonora y Sinaloa contienen gran cantidad de compuestos fenólicos atribuyéndoles a ellos la actividad antioxidante que presentaron, además el propóleo obtenido del Estado de Sinaloa mostró mejores resultados ante los propóleos del Estado de Sonora.

## Referencias

- Alvear, M., Santos, E., Cabezas, F., Pérez-SanMartín, A., Lespinasse, M., Veloz, J. Área Geográfica de Colección Determina la Composición Química y Potencial Antimicrobiano de Tres Extractos de Propóleo Chileno. (2021). *Plantas*. 10, 1543.
- Dezmirean, DS; Pašca, C.; *et al.* (2021). Fuentes vegetales responsables de la composición química y las principales propiedades bioactivas del propóleo tipo álamo. *Plantas*. 10, 22.
- Portela-Márquez, M. A., Ruiz Cruz, S., *et al.* (2022). Phenolic compounds, antihemolytic, anti-inflammatory and antibacterial activity of propolis from southern Sonora. *Biotecnica*, 24(3), 77-86.

## Cuantificación de sesamina en flores de yerba del manso (*anemopsis californica*) por HPLC

Quintero-Guerrero A.A.<sup>a\*</sup>; López-Cervantes J.<sup>a</sup>; Sánchez Machado D.I.<sup>a</sup>; Campas-Baypoli O.N.<sup>a</sup>; López-Beltrán Y.G.<sup>a</sup>

✉\*angie\_arai@hotmail.com

<sup>a</sup> Instituto Tecnológico de Sonora, Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias, 85000 Ciudad Obregón, México.

**Palabras clave:** cromatografía de líquidos, flores medicinales, extractos metanólicos, lignanos

### Introducción

La yerba del manso, *A. californica*, es reconocida como una planta medicinal debido a sus propiedades antioxidantes y antibacterianas. Se ha incluido en las terapias de cicatrización de heridas cutáneas, así como el tratamiento del dolor resfriado e inflamación (Del-Toro-Sánchez *et al.*, 2014). Sesamina es un lignano con actividad antibacteriana encontrado en raíces de *A. californica* (Bussey *et al.*, 2014). El objetivo de este trabajo es desarrollar un método de cromatografía de líquidos (HPLC) para identificar y cuantificar sesamina en extractos etanólicos de flores de yerba del manso para mostrar su potencial medicinal.

### Metodología

El contenido de humedad y cenizas de las flores de yerba del manso se realizó de acuerdo a los métodos oficiales de la AOAC (1990). Las flores (Figura 1a y 1b) se recolectaron en el ejido Los Hornos, Municipio de Cajeme, Sonora, México. La sesamina fue extraída de flores secas con etanol al 80% (Kermani *et al.*, 2019). Para la identificación de la sesamina se utilizó un patrón puro (98 %) en base a su tiempo de retención y de su espectro de absorción. Además, para la cuantificación se construyó una recta de calibración al comparar las concentraciones de las soluciones de trabajo ( $\mu\text{g/mL}$ ) de sesamina con las alturas de los picos cromatográficos. Las condiciones optimizadas del sistema de HPLC fueron: como fase móvil metanol: agua ácida (70:30 v/v), flujo 1 ml/min, temperatura de columna 28°C y la detección a 287 nm.

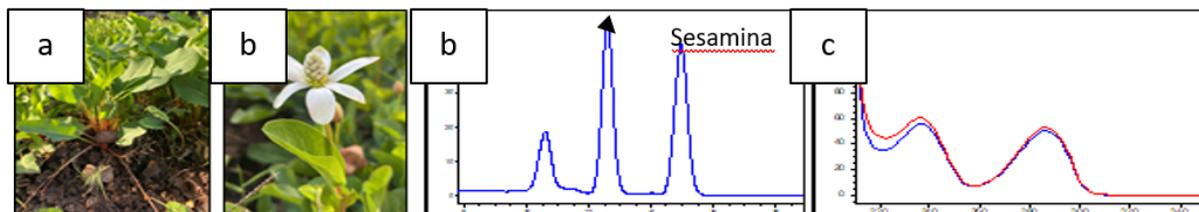


Figura 1. Plantas y flores de *A. californica* (a, b), cromatograma HPLC de las flores secas (c) y espectro de absorción de una solución estándar de sesamina (d)

## Resultados y discusión

Todos los análisis proximales se realizaron por cuadruplicado y se encontró que las flores secas tienen  $5.61 \pm 0.21\%$  de humedad y  $13.65 \pm 0.11\%$  de cenizas. En el cromatograma (Figura 1c) se observa un pico a 12.601, el cual corresponde a la sesamina de un extracto metanólico de flores. También, en la Figura 1d se presenta el espectro de absorción de la sesamina, el cual tiene dos longitudes de ondas máximas a 236 y 287 nm (Kermani *et al.*, 2019). La cuantificación de sesamina se realizó a 287 nm. El contenido promedio de sesamina en las flores fue de  $0.89 \pm 0.01$  mg/g de muestra seca. Estos valores son ligeramente inferiores a los reportados en investigaciones previas (Bussey *et al.*, 2014), donde se identificó y cuantificó sesamina en las raíces de yerba del manso en el rango de 1.7 y 3.1 g/kg. Asimismo, sugieren que la existencia de sesamina en las raíces de *A. californica* podría señalar su capacidad como planta con propiedades antibióticas. Por otro lado, la sesamina también es un componente significativo en el aceite de sésamo o ajonjolí.

## Conclusiones

Las flores de yerba del manso (*A. californica*) son fuentes de sesamina, lo cual confirma sus propiedades medicinales. Este método de cromatografía de líquidos requiere una sencilla extracción de la sesamina con etanol y las condiciones de funcionamiento del equipo pueden ser optimizadas fácilmente para su identificación y cuantificación con exactitud.

## Referencias

- Bussey III, R. O., Sy-Cordero, A. A., Figueroa, M., Carter, F. S., Falkinham III, J. O., Oberlies, N. H., & Cech, N. B. (2014). Antimycobacterial furofuran lignans from the roots of *Anemopsis californica*. *Planta medica*, 498-501.
- Del-Toro-Sánchez, C. L., Bautista-Bautista, N., Blasco-Cabal, J. L., Gonzalez-Ávila, M., Gutiérrez-Lomelí, M., & Arriaga-Alba, M. (2014). Antimutagenicity of methanolic extracts from *Anemopsis californica* in relation to their antioxidant activity. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2014.
- Kermani, S. G., Saeidi, G., Sabzalian, M. R., & Gianinetti, A. (2019). Drought stress influenced sesamin and sesamol content and polyphenolic components in sesame (*Sesamum indicum* L.) populations with contrasting seed coat colors. *Food chemistry*, 289, 360-368.

## Efecto antiproliferativo del extracto etanólico de *Agave rhodacantha* Trel sobre la línea celular MCF-7

Villanueva Castillo D. M.<sup>a</sup>; López Sánchez C.<sup>b\*</sup>; Palma Cruz F. de J.<sup>a</sup>; Pina Canseco M. de S.<sup>c</sup>; Lazcares Contreras H. L.<sup>a</sup>.

✉\*claudia.lopez@itoaxaca.edu.mx

<sup>a</sup> Tecnológico Nacional de México. Instituto Tecnológico de Oaxaca. División de Estudios de Posgrado e Investigación. 68030. Oaxaca de Juárez, Oaxaca. México.

<sup>b</sup> Tecnológico Nacional de México. Instituto Tecnológico de Oaxaca. Departamento de Ingeniería Química y Bioquímica. 68030. Oaxaca de Juárez, Oaxaca. México.

<sup>c</sup> Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca. Facultad de Medicina. Centro de Investigación UNAM-UABJO. 68020. San Felipe del Agua, Oaxaca de Juárez, Oaxaca. México.

**Palabras clave:** cáncer, *Agave*, línea celular MCF-7.

### Introducción

En México, los agaves han jugado un papel importante tanto cultural, económica, biológicamente e incluso medicinal; este género cuenta con 210 especies siendo el más grande y con mayor diversidad de la subfamilia Agavoidea (Thiede, *et. al.*, 2019); producen diversas biomoléculas, dentro de las cuales las saponinas destacan por su importancia farmacológica, y cuya concentración varía en función de la especie de *Agave* y de la edad de la planta. El cáncer, es uno de los grandes males a nivel mundial, se estima que 4 millones de personas fueron diagnosticadas en 2020 (OMS, 2021), 2.3 millones de estos casos son de cáncer de mama, representando 11.7 % de todos los cánceres. De acuerdo con el INEGI 2022 en México, el cáncer de mama fue la enfermedad más frecuente y la primera causa de muerte en mujeres, con un estimado de 29 mil 929 nuevos casos y siete mil 931 muertes, por lo que es muy necesario encontrar nuevas formas de combatirlo. El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto anti proliferativo de diferentes concentraciones del extracto etanólico de *Agave rhodacantha* Trel sobre la línea celular MCF-7 (cáncer de mama humano).

### Metodología

Se realizaron recorridos de campo en diferentes comunidades de mixteca oaxaqueña, se tomaron datos para la identificación botánica, se colectaron hojas (ya que en estas es donde se encuentran la mayor cantidad de saponinas) de *A. rhodacantha* para obtener el extracto; las hojas fueron llevadas al laboratorio y fue ahí en donde se cortaron, y se secaron en una estufa a 50°C hasta lograr su peso constante; la extracción sólido líquido se realizó en equipo soxhlet con etanol absoluto y se concentró el extracto resultante en un rotavapor hasta sequedad. La línea celular MCF-7 cultivada botellas para cultivo celular y fue sembrada en placas de fondo plano de 96 pozos en 200 µL de medio RPMI enriquecido con 10% de suero fetal bovino, por pocillo, para realizar las pruebas del efecto

antiproliferativo del extracto de *Agave rhodacantha*, se utilizaron concentraciones de 1, 10 y 20 µg del extracto seco de medio RPMI; se llevaron a incubar por 24 horas, posterior a ese tiempo se observó el efecto, realizando una tinción con cristal violeta y midiendo en un espectrofotómetro a 595 nm, dichas pruebas se realizaron por triplicado.

### Resultados y discusión

Las saponinas esteroidales contenidas en el extracto obtenido mostraron un efecto mayor sobre la línea celular, con una concentración de 20 µg/ml con un porcentaje de 82.77 % de inhibición del crecimiento celular. Los estudios realizados por Anajwala *et al* (2010) con extractos crudos de *Agave americana* sobre la línea celular MCF-7 mostraron una actividad inhibitoria con concentraciones de 826.1 µg/mL, a diferencia de los reportado por Pandey *et al* (2019) quienes obtuvieron una respuesta inhibitoria con 5 µg/mL. Estudios realizados con diferentes líneas celulares y con especies diferentes de agave revelaron que sí tienen efecto a diferentes concentraciones sobre células de cáncer.

### Conclusiones

La actividad anti proliferativa de las saponinas contenidas en el extracto etanólico de *Agave rhodacantha* Trel muestra un potencial terapéutico contra las células cancerosas de mama MCF-7.

### Referencias

- Instituto Nacional de Estadística y Geografía INEGI (2022). Estadísticas de Defunciones Registradas. 2021. Cifras preliminares. Consultado el 5 de junio 2023 en [https://www.inegi.org.mx/app/tabulados/interactivos/?px=Mortalidad\\_05&bd=Mortalidad](https://www.inegi.org.mx/app/tabulados/interactivos/?px=Mortalidad_05&bd=Mortalidad)
- Pandey B. R., Shrestha A., Sharma N., Shrestha B. G. (2019). Evaluation of Phytochemical, Antimicrobial, Antioxidant Activity and Cytotoxic Potentials of *Agave americana*. Nepal Journal of Biotechnology. 7 (1): 30-38.
- Thiede, J., Smith, G., y Eggli, U. (2019). Infrageneric classification of *Agave* L. (Asparagaceae: Agavoideae / Agavaceae): a nomenclatural assessment and updated classification at the rank of section, with new combinations. Bradleya 37: 240-264.

## Efecto antimicrobiano del líquido iónico alaninato de colinio en microorganismos de relevancia clínica

Chávez-Almanza A.F.<sup>a\*</sup>; Zubieta Yepiz D.E.; Díaz-Quiroz C.A.<sup>a</sup>; Vega-Millán C.B.<sup>a</sup>;  
Ulloa-Mercado R.G.<sup>a</sup>; Hernández-Chávez J.F.<sup>b</sup>

✉ <sup>\*</sup>[andres.chavez@itson.edu.mx](mailto:andres.chavez@itson.edu.mx)

<sup>a</sup> Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias, Instituto Tecnológico de Sonora, México.

<sup>b</sup> Departamento de Veterinaria y Ciencias Agronómicas, Instituto Tecnológico de Sonora, México.

**Palabras clave:** líquido iónico, alaninato de colinio, efecto antimicrobiano.

### Introducción

Los líquidos iónicos (LI) son sales líquidas a temperatura ambiente o cerca de ella. Algunos de estos, como el imidazolio, el piridinio, el pirrolidinio, el fosfonio y la colina, tienen propiedades antimicrobianas, pero su toxicidad limita su uso (Chism *et al.*, 2022). Se está estudiando la creación de antimicrobianos biocompatibles a partir de líquidos iónicos personalizables con carbohidratos, aminoácidos y vitaminas. Aplicaciones clínicas y farmacéuticas de estos compuestos, que funcionan a bajas concentraciones, se investigan. Se examinan apósitos, hidrogeles, nanotubos, películas y apósitos (King *et al.*, 2017). *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli* son las bacterias más comunes en las heridas cutáneas. En el ámbito médico, la investigación busca soluciones antimicrobianas menos tóxicas y más versátiles. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto antimicrobiano del líquido iónico biocompatible alaninato de colinio sobre las cepas bacterianas de *S. aureus* y *E. coli*, con el propósito de establecer la viabilidad de utilizar el alaninato de colinio como agente antimicrobiano en la formulación de productos sanitarios.

### Metodología

Se sintetizó el LI alaninato de colinio a partir de L-alanina y colina, confirmándose su pureza mediante resonancia magnética nuclear (RMN+1H). Se obtuvieron cinco aislados bacterianos (*E. coli* ATCC 25922, *S. aureus* ATCC 29213, *Salmonella* spp. ATCC 14028 y *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853.) en su fase de crecimiento logarítmico e inoculados en microplacas con medio de caldo Mueller Hinton. Se evaluó el efecto del LI en el crecimiento bacteriano mediante espectrometría UV-Vis con tres concentraciones de líquido iónico (0.25%, 0.5%, 0.75% p/v), mientras que el grupo de control carecía de líquido iónico. Las mediciones se realizaron cada 30 minutos durante 480 minutos, y se analizaron mediante ANOVA para comparar los tratamientos en  $t = 480$  min. Se reportaron la media y la desviación estándar de las mediciones realizadas por triplicado.

### Resultados y discusión

La Figura 1 muestra las cinéticas de crecimiento de cuatro cepas bacterianas bajo la

influencia del tratamiento III con un 0.75% p/v de un compuesto de LI. Este tratamiento aumentó significativamente el crecimiento bacteriano, particularmente en *S. aureus* y *P. aeruginosa* ( $p < 0.05$ ). La inhibición del crecimiento se debe a la cadena alquílica en el anión alanina, y concentraciones de 1.0% p/v o superiores dañan la integridad de la membrana celular, lo que inhibe el crecimiento bacteriano (Song *et al.*, 2023).

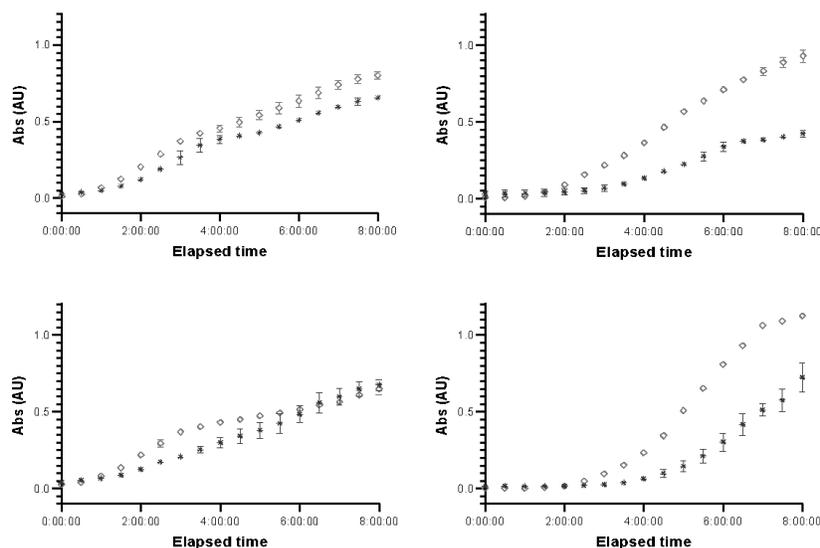


Figura 1. Cinéticas de crecimiento de las cepas expuestas a tratamiento con líquido iónico alaninato de colinio a una concentración de 0.75% p/v. (a) *E. coli*, (b) *S. aureus*, (c) *Salmonella* spp. y (d) *Pseudomonas aeruginosa*. ( $\diamond$  control,  $*$  tratamiento, las barras de error indican desviaciones estándar por triplicado).

## Conclusiones

El alaninato de colinio muestra efectos antimicrobianos dependientes de la concentración y el tipo de cultivo. Se sugiere evaluar su eficacia en formación de biopelícula en entornos más complejos.

## Referencias

- Chism, C. M., Plash, S., Zuckerman, D., Dasanayake, G. S., Bennett, M., Tripathi, S. K. & Tanner, E. E. (2022). Antimicrobial Effects of Anion Manipulation with Biocompatible Choline Carboxylic Acid-Based Ionic Liquids. *ACS Applied Engineering Materials*, 1(1), 23-31.
- King C, Shamshina JL, Gurau G, Berton P, Khan NFAF, Rogers RD. (2017). *Green Chemistry*. 19(1):117-26.
- Song, X., Tian, R., & Liu, K. (2023). Recent advances in the application of ionic liquids in antimicrobial material for air disinfection and sterilization. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*, 13, 595.

## Evaluación de actividad anti-*Balamuthia mandrillaris* de compuestos de orégano mexicano *Lippia graveolens* y *Lippia palmeri*

Félix-Sastré A.J.<sup>a</sup>; Rodríguez-Anaya L.Z.<sup>b\*</sup>; Gutierrez-Grijalva E.P.<sup>c</sup>; Lares-Villa F.<sup>d</sup>; López-Cervantes J.<sup>e</sup>; Sánchez-Machado D.I.<sup>f</sup>

✉ \*libia.rodriguez@itson.edu.mx

<sup>a</sup> Programa de Maestría en Ciencias en Recursos Naturales. Instituto Tecnológico de Sonora, Ciudad Obregón, 85000 Sonora, México.

<sup>b</sup> CONAHCYT-Instituto Tecnológico de Sonora, Ciudad Obregón, 85000 Sonora, México.

<sup>c</sup> CONAHCYT-CIAD, 80110, Culiacán, Sinaloa, México.

<sup>d</sup> Departamento de Ciencias Agronómicas y Veterinarias, Instituto Tecnológico de Sonora, Ciudad Obregón, 85000 Sonora, México.

<sup>f</sup> Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias, Instituto Tecnológico de Sonora, Ciudad Obregón, 85000 Sonora, México.

**Palabras clave:** *Balamuthia mandrillaris*, *Lippia graveolens*, *Lippia palmeri*

### Introducción

*Balamuthia mandrillaris* es una ameba de vida libre (AVL) que actúa como patógeno oportunista, infectando a individuos que entren en contacto con fuentes de agua contaminadas, provocando encefalitis amebiana por *Balamuthia* (EAB). La tasa de mortalidad de este patógeno es >98% en pacientes de toda índole (Scheid, 2018; Mungroo *et al.*, 2019). Se ha determinado que especies de orégano mexicano son efectivas contra esta AVL. Es necesario identificar los compuestos activos presentes, por lo que se busca la identificación por medio de fracciones de sus extractos. Por este método y la técnica de evaluación por ensayo de viabilidad celular, se plantea como objetivo obtener cual fracción de las especies de orégano mexicano es la que tiene mayor efectividad para inhibir a *B. mandrillaris* e identificar el tipo de compuestos que están presentes en el mismo.

### Metodología

#### Ensayo de viabilidad celular y análisis de 5 parámetros

Se realizó un ensayo de viabilidad celular basado en resazurina, en microplacas de 96 pocillos y una concentración celular de  $10^5$  cel/ml de *B. mandrillaris*, con un 10% de resazurina. Posteriormente, las placas se leyeron con un espectrofotómetro de fluorescencia, siendo el valor de absorbancia recibido la variable respuesta buscada, la cual se utilizó en el análisis de curva logística de 5 parámetros para obtener la concentración inhibitoria 50 (IC<sub>50</sub>).

### Resultados y discusión

Se obtuvieron los valores de IC<sub>50</sub> de las diferentes fracciones de orégano utilizadas. Derivándose en los resultados presentados en la tabla 1.

Tabla 1.

IC<sub>50</sub> de cada tratamiento según fracción, tipo de extracto y especie de orégano mexicano en ug/mL.

<b>Especie</b>	<b><i>L. graveolens</i></b>		<b><i>L. graveolens</i></b>		<b><i>L. palmeri</i></b>		<b><i>L. palmeri</i></b>	
Extracto	Cloroformado		Etanólico		Cloroformado		Etanólico	
Fracción	F1	71.12	F1	27.38	F1	44.89	F1	64.92
	F2	33.76	F2	11.11	F2	42.31	F2	67.14
	F3	72.32	F3	20.29	F3	23.80	F3	53.42

Otros autores han determinado la IC<sub>50</sub> de otros tipos de extractos contra amibas parasitarias y AVL. *L. graveolens* por ejemplo tuvo una efectividad de 59.14 ug/mL contra *E. histolytica* (Quintanilla-Licea *et al.*, 2014). La fracción F2 cloroformada de *L. graveolens* es la candidata de mayor eficiencia inhibitoria *in vitro* según su valor de IC<sub>50</sub>. Dicha fracción cuenta con 3 flavonoides principales: luteolina en 8.93 ug/mL, naringerina en 0.59 ug/mL y quercetina en 0.37 ug/mL. De los cuales, la quercetina conjugada con partículas de plata ha demostrado un potencial inhibitorio del 99% *in vitro* contra *A. castellanii* (Anwar *et al.*, 2018). La cual es la AVL más cercana a *B. mandrillaris*.

### Conclusiones

Siendo el objetivo de este trabajo determinar la inhibición *in vitro* de *B. mandrillaris* con fracciones de orégano mexicano, se ha concretado con éxito, verificando la IC<sub>50</sub> de cada tipo de fracción utilizada y siendo competitivo con otros resultados obtenidos en trabajos de investigación con extractos de plantas contra amibas y protozoarios.

### Referencias

- Anwar, A., Ting, E. L. S., Anwar, A., Ain, N. U., Faizi, S., Shah, M. R., Khan, N. A., & Siddiqui, R. (2020). Antiamoebic activity of plant-based natural products and their conjugated silver nanoparticles against *Acanthamoeba castellanii* (ATCC 50492). *AMB Express*, 10(1), 24.
- Mungroo, M. R., Khan, N. A., & Siddiqui, R. (2019). *Naegleria fowleri*: diagnosis, treatment options and pathogenesis. *Expert Opinion on Orphan Drugs*, 7(2), 67–80.
- Quintanilla-Licea, R., Mata-Cárdenas, B. D., Vargas-Villarreal, J., Bazaldúa-Rodríguez, A. F., Ángeles-Hernández, I. K., Garza-González, J. N., & Hernández-García, M. E. (2014). Antiprotozoal activity against entamoeba histolytica of plants used in northeast mexican traditional medicine. bioactive compounds from *lippia graveolens* and *ruta chalepensis*. *Molecules*, 19(12), 21044–21065.
- Scheid, P. (2018). Free-Living Amoebae as Human Parasites and Hosts for Pathogenic Microorganisms. *Proceedings*, 2(11), 692.

# La parasporina A24-2 induce apoptosis e inhibe la capacidad formadora de colonias en la línea celular

Tapia Hernández B. S.<sup>a</sup>; Cruz García D.<sup>a</sup>; Cruz-Nolasco A.<sup>b</sup>; Peña-Rico M.A.<sup>a\*</sup>; Navarro-Martínez K.<sup>a</sup>; Camacho L.<sup>c</sup>

✉\*mapena@unpa.edu.mx

<sup>a</sup> Centro de Investigaciones Científicas, Instituto de Biotecnología, Universidad del Papaloapan, Tuxtepec, 68301 Oaxaca, México.

<sup>b</sup> División de estudios de Posgrado, Universidad del Papaloapan, 68301Tuxtepec, Oaxaca, Mexico.

<sup>c</sup> Laboratorio de Nutrición Experimental, Instituto Nacional de Pediatría, Ciudad de México

**Palabras clave:** apoptosis, parasporina, A24-2, morfología, formación de colonias

## Introducción

El cáncer de mama es la principal causa de muerte por cáncer en mujeres en México y el resto del mundo. *B. thuringiensis* es una alternativa para el desarrollo de nuevas terapias antineoplásicas, ya que las proteínas conocidas como parasporinas (PS), son citotóxicas sobre las células cancerosas (Borin *et al.*, 2021). El grupo de trabajo demostró que la PS A24-2 posee citotoxicidad contra células MCF-7. Sin embargo, se desconoce si la PS A24-2 es capaz de activar la apoptosis. Por otro lado, un agente anticancerígeno idealmente, debería inhibir la migración celular y la propiedad de formar un nuevo tumor. Ambas características son responsables de la metástasis, el causal de la muerte de los pacientes con cáncer (Tian *et al.* 2018). Un tratamiento exitoso depende de generar compuestos que inhiban estas dos propiedades de las células neoplásicas. Este trabajo evaluó capacidad de la PS A24-2 para suprimir la formación de tumores, así como la apoptosis, en la línea celular MCF-7.

## Metodología

Se hicieron bioensayos de 24 horas de tratamiento con la PS A24-2. Se extrajo el ARN total y se evaluó la expresión de genes: caspasa 3, 6, 8, 9, así como p53 y Bcl-2. El ensayo de formación de colonias se mantuvo por 19 días usando agar suave y las células MCF-7 tratadas con PS A24-2.

## Resultados y discusión

Los hallazgos indican que después de 24 h de tratamiento con la PS A24-2, las células MCF-7 mostraron cambios morfológicos típicos de la apoptosis (Figura 1A y 1B) (Borin *et al.*, 2021; Borowicz *et al.*, 2014). A diferencia de Rezaei, R. *et al.*, (2023), los niveles de expresión de los genes asociados con la apoptosis, no cambiaron significativamente en comparación con el control negativo (Figura 1C). Los ensayos de formación de tumor, demostraron que PS A24-2 inhibe la formación de tumor y altera la morfología de la colonia, a diferencia del control negativo, el cual muestra menos imperfecciones (Figura 1D).

Estos cambios sugieren daño en la membrana que influyen con interacción célula-célula, estas interacciones son dependientes de proteínas de adhesión ubicadas en la membrana (Tian *et al.* 2018).

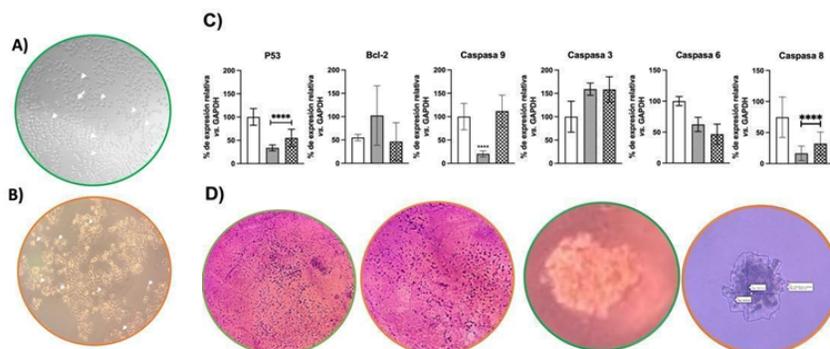


Figura 1. PS A24-2 induce cambios morfológicos en las células MCF-7 (A y B), sin modificar los niveles de expresión de genes asociados con la apoptosis (C). PS A24-2 inhibe la formación de colonias y altera la morfología de la colonia (D). \*\*\*\*P<0.0001 vs BSA (control negativo).

## Conclusiones

La PS A24-2 conduce a cambios morfológicos asociados a la apoptosis, sin afectar los niveles de expresión de los genes apoptóticos. Además de inhibir la formación de tumores la morfología de estos.

## Referencias

- Borin, D. B., Castrejón-Arroyo, K., Cruz-Nolasco, A., Peña-Rico, M., Sagrillo, M. R., Santos, R. C., Lucas Silva D. B., Lemuel Perez-Picaso, Luz Camacho & Navarro-Mtz, A. K. (2021). Parasporin A13-2 of *Bacillus thuringiensis* isolates from the Papaloapan region (Mexico) induce a cytotoxic effect by late apoptosis against breast cancer cells. *Toxins*, 13(7), 476).
- Borowicz, S., Van Scoyk, M., Avasarala, S., Karuppusamy Rathinam, M.K., Tauler, J., Bikkavilli, R.K., Winn, R.A. (2014). The Soft Agar Colony Formation Assay. *J. Vis. Exp.* (92), e51998.
- Rezaei, R., Moazamian, E., & Montazeri-Najafabady, N. (2023). Parasporin-4, a novel apoptosis inducer of breast cancer cells produced by *Bacillus thuringiensis*. *Molecular Biology Reports*, 50(5), 4469-4480.
- Tian, D., Li, Y., Li, X., & Tian, Z. (2018). Aloperine inhibits proliferation, migration and invasion and induces apoptosis by blocking the Ras signaling pathway in human breast cancer cells. *Molecular Medicine Reports*, 18(4), 3699-3710.

## Modelado *in silico* de la unión Cry-receptor como primer acercamiento al mecanismo de acción de las parasporinas

Isaac Contreras A.<sup>a</sup>; Cruz-Nolasco A.<sup>a</sup>; García-López E.<sup>a</sup>; Peña-Rico M.A.<sup>a\*</sup>; Navarro-Martínez K.<sup>a</sup>; Rorato-Sagrillo M.<sup>b</sup>

✉ \*mapena@unpa.edu.mx

<sup>a</sup> Centro de Investigaciones Científicas, Instituto de Biotecnología, Universidad del Papaloapan, Tuxtepec, Oaxaca, México.

<sup>b</sup> Laboratório de Biogenômica, Departamento de Morfologia, Centro de Ciências da Saúde, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, Brazil.

**Palabras clave:** *Bacillus thuringiensis*, Cry, parasporinas, receptor de transferrina

### Introducción

*Bacillus thuringiensis* es una bacteria Gram positiva, que durante su fase de esporulación, produce un cristal proteico, que contienen varias  $\delta$ -endotoxinas, dentro de las que se sobresalen, las proteínas Cry por su actividad bioinsecticida (Mendoza-Almanza *et al.*, 2020), y las parasporinas (PS) que tienen actividad citotóxica selectiva contra células cancerosas (Mizuki *et al.*, 1999). A pesar de tener un futuro prometedor como antineoplásicos, se desconocen aspectos importantes de las PS. El mecanismo de acción, es uno de los aspectos poco estudiados de las PS, así como su selectividad por las células cancerosas. De pocas PS se conocen sus secuencias proteicas (Mendoza-Almanza *et al.*, 2020), lo que dificulta parte de su caracterización. De tal forma, para su estudio se hace uso de las similitudes moleculares entre Cry y las PS, tanto estructurales como en su funcionamiento (Wong *et al.*, 2010). Esto ha permitido especular sobre el posible mecanismo de acción de las PS. Se cree dicho mecanismo, es a través del reconocimiento de receptores específicos ubicados en membrana, como la cadherina y N-aminopeptidasa en insectos (Mendoza-Almanza *et al.*, 2020) y la N-aminopeptidasa en células humanas (Suárez-Barrera *et al.*, 2022). El interés de conocer el mecanismo de acción de las PS, llevó al objetivo de desarrollar una estrategia bioinformática, para identificar los posibles receptores involucrados en el mecanismo de acción de las PS.

### Metodología

Mediante docking molecular y utilizando los programas HDOCK, ClusPro y HEX, se evaluó la interacción receptor-ligando, entre los receptores sobre expresados en la línea celular MCF-7 y usando las secuencias proteicas de Cry1Aa y Cry1Ac. Se utilizaron 2 estrategias para el docking molecular, entre las Cry-receptores (en insectos), y el modelado de las estructuras 3D de los receptores: 1) modelado por homología y 2) modelado con inteligencia artificial.

## Resultados y discusión

De los sistemas de modelaje, CusPro fue el que ofreció mejor score energético ( $\Delta G$  -1432.9). El docking incluso correspondió con la información conocida de la interacción Cry-receptor, que ya ha sido reportada en la literatura en insectos (Mendoza-Almanza *et al.*, 2020). Mientras que, el docking realizado con los sistemas de modelado para los receptores en células humanas, los receptores con mayor score fueron el de transferrina ( $\Delta G$  -1124.7), EGFR ( $\Delta G$  -1063.5), y Aminopeptidasa-N ( $\Delta G$  -997.9), (Figura 1a, 1b, y 1c, respectivamente). El siguiente paso, es demostrar experimentalmente que las PS se unen a algunos de estos receptores.

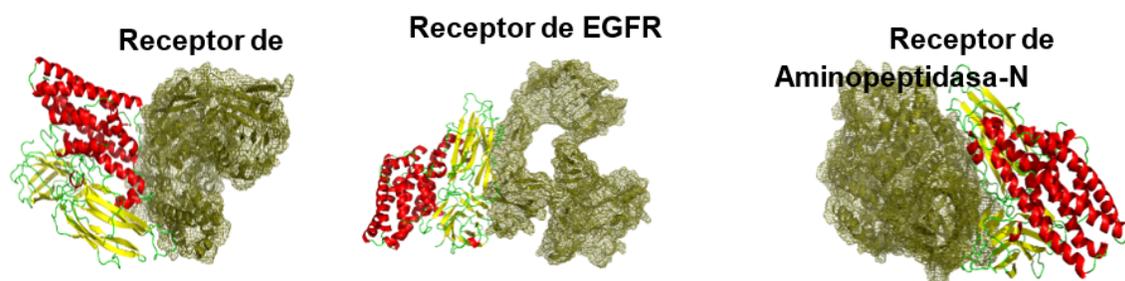


Figura 1. Modelos en 3D elaborados por docking molecular. En verde oscuro se muestra al receptor, rojo amarillo y verde claro muestran los dominios de Cry 1Aa (a) y Cry 1Ac (b y c).

## Conclusiones

Las proteínas Cry1Aa, Cry1Ac y las PS poseen 3 dominios que demuestran tener las funciones de unión a receptores. Los 3 programas utilizados para modelado demuestran que Cry interacciona con los receptores TFRC y EGFR que están sobre expresados en la línea celular MCF-7.

## Referencias

- Mendoza-Almanza, G., Esparza-Ibarra, E. L., Ayala-Lujan, J. L., Mercado-Reyes, M., Godina-González, S., Hernández-Barrales, M., & Olmos-Soto, J. (2020). The Cytocidal Spectrum of *Bacillus thuringiensis* Toxins: From Insects to Human Cancer Cells. *Toxins*, 12(5), 301.
- Mizuki, E., Ohba, M., Akao, T., Yamashita, S., Saitoh, H., & Park, Y. S. (1999). Unique activity associated with non-insecticidal *Bacillus thuringiensis* parasporal inclusions: in vitro cell-killing action on human cancer cells. *Journal of Applied Microbiology*, 86(3), 477-4864.
- Suárez-Barrera, M. O., Visser, L., Pinzon-Reyes, E., Rondón-Villarreal, P., Alarcón-Aldana, J. S., & Rueda-Forero, N. J. (2022). Site-Directed Mutants of Parasporin PS2Aa1 with Enhanced Cytotoxic Activity in Colorectal Cancer Cell Lines. *Molecules*, 27(21), 7262.
- Wong, R. S. Y., Mohamed, S. M., Nadarajah, V. D., & Tengku, I. A. (2010). Characterization of the Binding Properties of *Bacillus thuringiensis* 18 Toxin on Leukemic Cells. *Journal of Experimental & Clinical Cancer Research*, 29(1), 86.

## Efecto antibacteriano de las membranas de quitosano con hidroxiapatita de residuos acuáticos

Esquer-Núñez L.A.<sup>a</sup>; Pérez-Lizárraga M.E.<sup>a</sup>; Hernández-Ruiz K.L.<sup>a\*</sup>; Sánchez-Machado D.I.<sup>a</sup>; López-Cervantes J.<sup>a</sup>; Rivera-Meléndrez L.D.<sup>a</sup>

✉\*karen.heruiz@gmail.com

<sup>a</sup> Instituto Tecnológico de Sonora, Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias, 85000 Ciudad Obregón, Sonora, México.

**Palabras clave:** lisa (*Mugil cephalus*), camarón (*Litopenaeus vannamei*), polímeros naturales, biomateriales, *Staphylococcus aureus*

### Introducción

La abundancia de residuos acuáticos promueve la búsqueda de procesamientos para la recuperación de sus compuestos bioactivos. Los huesos y escamas del pescado contienen hidroxiapatita (HAp), está aporta a los biomateriales mejores propiedades mecánicas y biológicas (Ayala-Barajas *et al.*, 2020). Entre las propiedades funcionales del quitosano están la biocompatibilidad, biodegradabilidad y actividad antimicrobiana (Zhang *et al.*, 2022). En la actualidad, existe interés en utilizar materiales naturales para producir biomateriales de curación. Por ello, el objetivo de este trabajo fue preparar membranas de quitosano con hidroxiapatita para evaluar su efecto contra microorganismos de origen clínico.

### Metodología

La composición química del quitosano de camarón (*Litopenaeus vannamei*) (Figura 1A) e hidroxiapatita de lisa (*Mugil cephalus*) (Figura 1B) se determinó por los métodos de la AOAC (2019). Se prepararon soluciones de quitosano al 1.0% y 2.0% con y sin HAp para producir membranas por secado (Figura 1, C). Después, se evaluó el efecto antibacteriano por difusión en disco contra *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli* (Escárcega-Galaz *et al.*, 2018). Se realizó un análisis de varianza y prueba de rangos múltiple con intervalo de confianza del 95% ( $P < 0.05\%$ ).

### Resultados y discusión

El quitosano tiene cenizas (1.34%) y humedad (10%). La HAp tiene 99% de cenizas. El efecto antimicrobiano de las membranas de quitosano con HAp se muestra en la Tabla 1. La formulación que presentó mayor incremento en el área de inhibición contra *S. aureus* y *E. coli* fue la de quitosano al 1%. Sin embargo, no hay diferencia significativa en la inhibición de *S. aureus* con respecto a las formulaciones con HAp. El efecto contra *E. coli* no presentó diferencia significativa entre las formulaciones de quitosano, pero, sí hay en las formulaciones con HAp. Estos resultados se atribuyen a la composición estructural de las membranas por la adición de HAp y a la naturaleza de los microorganismos evaluados (Zhang *et al.*, 2022; Escárcega-Galaz *et al.*, 2018).

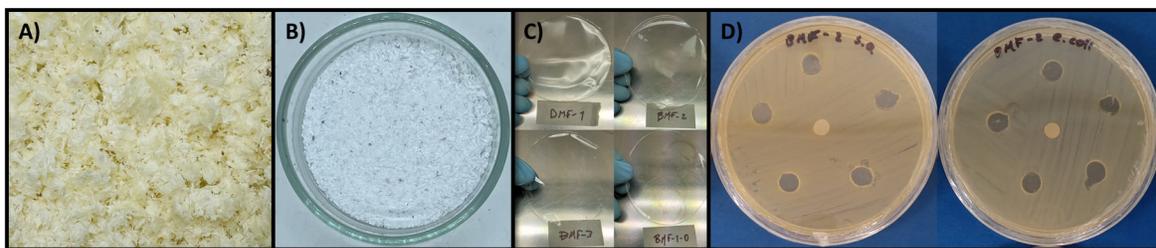


Figura 1. Quitosano (A) e hidroxiapatita (B) de residuos acuáticos, producción de membranas (C) y evaluación de su efecto antibacteriano (D).

Tabla 1

Área de inhibición de membranas de quitosano.

Formulación	Incremento en área (%)	
	<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Escherichia coli</i>
Quitosano (2.0%) + HAp*	60.80 ± 18.70 <sup>ab</sup>	41.39 ± 5.94 <sup>c</sup>
Quitosano (1.0%) + HAp*	74.88 ± 7.11 <sup>a</sup>	63.57 ± 3.24 <sup>b</sup>
Quitosano (2.0%)	41.39 ± 6.39 <sup>b</sup>	91.99 ± 16.28 <sup>a</sup>
Quitosano (1.0%)	81.46 ± 10.77 <sup>a</sup>	91.70 ± 5.56 <sup>a</sup>

\*Los superíndices con la misma letra en columnas no son significativamente diferentes ( $P \leq 0.05$ ) según Tukey. \*HAp: Hidroxiapatita.

### Conclusiones

Con la hidroxiapatita y el quitosano se hacen mezclas homogéneas para producir membranas para su posible utilización en úlceras cutáneas por su actividad antibacteriana por contacto. En este trabajo, se propone una metodología sustentable para la recuperación y uso de materiales naturales con aplicación en biomedicina.

### Referencias

- AOAC (2019). Official Methods of Analysis. AOAC International.
- Ayala-Barajas, D., González-Vélez, V., Vélez-Tirado, M., Aguilar-Pliego, & J., (2020). Hydroxyapatite extraction from fish scales of Tilapia. In: 2020 42nd Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine & Biology Society (EMBC). IEEE, pp. 2206–2208.
- Escárcega-Galaz, A. A., Sánchez-Machado, D. I., López-Cervantes, J., Sanches-Silva, A., Madera-Santana, T. J., & Paseiro-Losada, P. (2018). Mechanical, structural and physical aspects of chitosan-based films as antimicrobial dressings. International journal of biological macromolecules, 116, 472-481.
- Zhang, M., Zhang, F., Li, C., An, H., Wan, T., & Zhang, P. (2022). Application of chitosan and its derivative polymers in clinical medicine and agriculture. Polymers, 14(5), 958.

# Desarrollo y caracterización de esponjas compuestas de quitosano-colágeno-miel como apósitos para heridas

Servín de la Mora López D.<sup>a\*</sup>; Madera Santana T.J.<sup>a\*</sup>; López Cervantes J.<sup>b</sup>; Sánchez Machado D.I.<sup>b</sup>; Soto Valdez H.<sup>a</sup>; Ayala Zavala J.F.<sup>a</sup>

✉\* davidserml@hotmail.com; madera@ciad.mx

<sup>a</sup> Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. Coordinación de Tecnología de Alimentos de Origen Vegetal, Hermosillo, Sonora, México.

<sup>b</sup> Instituto Tecnológico de Sonora, Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias, 85000 Ciudad Obregón, México.

**Palabras clave:** heridas crónicas, infección bacteriana, cicatrización, miel, apósito.

## Introducción

Los apósitos de esponjas son capaces de absorber exudados de heridas cutáneas debido a su estructura porosa interconectada y estimulan el proceso de cicatrización de heridas (Zhao *et al.*, 2020). En el presente estudio, se reporta la preparación y caracterización de esponjas basadas en quitosano, colágeno y miel de abeja. Se analiza el efecto de la incorporación de miel (0.45, 0.90 y 1.35 g/100 mL de solución formadora) en las propiedades de transporte, absorción de agua y de solución buffer de fosfato salino (PBS) y antibacterianas.

## Metodología

Se prepararon 5 formulaciones de esponjas de acuerdo con la metodología que se presenta en la Figura 1. Estas formulaciones incluyeron Quitosano al 2% (Q 2%); Quitosano al 2% - Colágeno al 0.25% (QC); y a partir de esta última se incorporó la miel a concentraciones de 0.45 (QC-0.45M), 0.90 (QC-0.90M) y 1.35 g/100 mL (QC-1.35M). De los tratamientos obtenidos, se evaluaron la permeabilidad al vapor de agua (WVP), capacidad de absorción (PBS y agua), y actividad antibacteriana (*S. aureus* y *P. aeruginosa*) (González-Pérez *et al.* 2019).



Figura 1. Metodología de la obtención de esponjas de quitosano, colágeno y miel.

## Resultados y discusión

Las esponjas formuladas exhibieron valores de WVP en el rango de 0.2118 – 0.3250 g m<sup>-2</sup>d<sup>-1</sup> mm Hg<sup>-1</sup>, la miel no tuvo un efecto en la permeabilidad (Figura 2a). En las propiedades de absorción en agua destilada y en solución PBS se presentan en las Figuras 2b y 2c, respectivamente. Las esponjas cargadas con miel revelaron un incremento significativo en sus tasas de retención; particularmente, en el tratamiento de QC-0.45M en ambos agentes hidratantes.

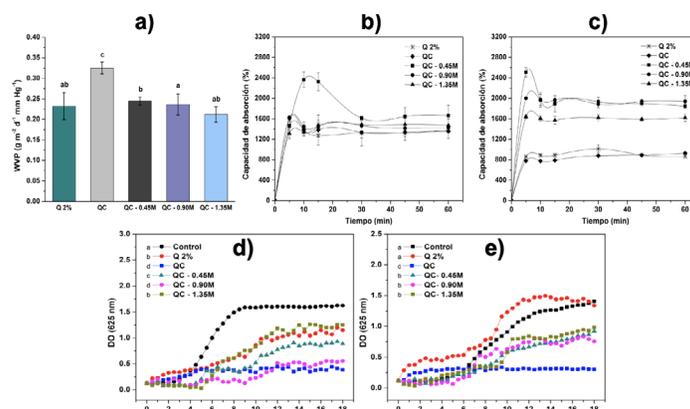


Figura 2. WVP (a); cinéticas de absorción en agua desionizada (b) y PBS (c); efecto de esponjas en curvas de crecimiento de *S. aureus* (d) y *P. aeruginosa* (e).

En las Figuras 2d y 2e se observaron que todos los tratamientos presentaron un retardo en la fase exponencial de ambas bacterias a excepción de las esponjas de Q 2% en contacto con *P. aeruginosa*. Sin embargo, se evidenció que la mezcla entre los tres componentes (quitosano-colágeno-miel) tuvieron un eficiente efecto sinérgico ante *S. aureus* y *P. aeruginosa*. Shamloo *et al.* (2021) también reportaron este efecto al preparar hidrogeles compuestos de quitosano/PVA/gelatina/miel.

## Conclusiones

Los resultados demostraron que las esponjas preparadas con quitosano, colágeno y miel de abeja representan una alternativa prometedora para el tratamiento de heridas crónicas infectadas en biomedicina.

## Referencias

- González-Pérez, C. J., Vargas-Arispuro, I., Aispuro-Hernández, E., Aguilar-Gil, C. L., Aguirre-Guzmán, Y. E., Castillo, A., Hernández-Mendoza, A., Ayala-Zavala, J. F & Martínez-Téllez, M. A. (2019). Potential control of foodborne pathogenic bacteria by *Pediococcus pentosaceus* and *Lactobacillus graminis* isolated from fresh vegetables. *Microbiology and Biotechnology Letters*. 47(2), 183-194.
- Shamloo, A., Aghababaie, Z., Afjoul, H., Jami, M., Bidgoli, M. R., Vossoughi, Ramazani, A., & Kamyabhesari, K. (2021). Fabrication and evaluation of chitosan/gelatin/PVA hydrogel incorporating honey for wound healing applications: An in vitro, in vivo study. *International Journal of Pharmaceutics*. 592, 120068.
- Zhao, X., Liu, L., An, T., Xian, M., Luckanagul, J. A., Su, Z., Lin, Y., & Wang, Q. (2020). A hydrogen sulfide-releasing alginate dressing for effective wound healing. *Acta Biomaterialia* 104, 85-94.

Explorando escenarios hacia un futuro sostenible en  
Biotecnología y Alimentos

Se terminó de editar en Ciudad Obregón, Sonora; el 30 de diciembre de 2023,  
por la Oficina de Publicaciones del Instituto Tecnológico de Sonora.

Fue puesto en línea para su disposición en el sitio  
[www.itson.mx](http://www.itson.mx)  
en la sección de Publicaciones.



Un reflejo creciente al incremento de la población mundial, son los esfuerzos por buscar y desarrollar estrategias más productivas en los diferentes campos de la biotecnología y la producción de alimentos. La producción intensiva de alimentos en todas sus vertientes ha generado un exceso en los residuos, y algunos de ellos han logrado afectar la salud humana.

En respuesta a esto se ha intensificado las labores para mitigar los efectos nocivos que nosotros mismos hemos creado. En este libro se presentan una serie de investigaciones con resultados preliminares que actualmente se están llevando a cabo para contrarrestar los efectos negativos de las afectaciones mencionadas desde el punto de vista de diversas áreas de la biotecnología y de las ciencias de alimentarias. Estas investigaciones fueron presentadas en el marco del II Congreso Internacional de Biotecnología y Ciencias Alimentarias, celebrado del 25 al 27 de octubre de 2023, en el Instituto Tecnológico de Sonora con el propósito de intercambiar experiencias y difundir los hallazgos más relevantes dentro de las áreas de las Ciencias Agropecuarias, Ciencias de los Alimentos, Ciencias Ambientales y Bioingeniería y Biotecnología aplicada a la Salud.