

CONVOCATORIA PICIR

Proyectos de Investigación
Científica de Impacto Regional

MODALIDADES

- **Proyectos con orientación específica en el estudio multidisciplinario asociado con el cultivo del aguacate en el estado de Michoacán.**
- **Propuesta de proyectos con orientación específica en el estudio e investigación multidisciplinaria sobre el uso de agroquímicos en el estado de michoacán.**
- **Propuestas de proyectos de investigación científica con impacto regional (demanda libre)**

Proyectos apoyados a través de la Convocatoria de Apoyo a Proyectos de Investigación Científica de Impacto Regional en sus ediciones 2022, 2023 y 2024.



INSTITUTO DE CIENCIA, TECNOLOGÍA
E INNOVACIÓN DEL ESTADO DE MICHOACÁN

ELABORACION Y CARACTERIZACION DE UNA BIOPELICULA CON QUITOSANO Y COMPUESTOS FENOLICOS DEL ACEITE DE SEMILLAS DE AGUACATE NATIVO MEXICANO PERSEA AMERICANA VAR. DRYMIFOLIA CON ACTIVIDAD ANTIFUNGICA EN LA PRESERVACION DE FRUTOS

Problemática

Con el desarrollo de esta investigación se atendió la problemática que presentan diversos frutos que se producen en Michoacán como el aguacate cultivar Hass, que durante la poscosecha o vida de anaquel, ocurren enfermedades ocasionadas por hongos como la antracnosis causada por *Colletotrichum gloeosporioides*. El objetivo fue utilizar un recubrimiento como el quitosano adicionado con extractos vegetales como el derivado de las semillas del aguacate nativo mexicano (*Persea americana* var. *drymifolia*) con la finalidad de potencial el efecto antifúngico y conseguir una vida de anaquel de los frutos libres de enfermedad.



Fruto de aguacate Cv. Hass sin recubrimiento, inoculado con esporas de *Colletotrichum gloeosporioides*. Frutos almacenados 10 días a 10°C y por 72 h a 25°C.

¿Qué buscó el proyecto?

Con este proyecto se establecieron los métodos necesarios para el recubrimiento de frutos de aguacate Hass con quitosano adicionado con la fracción hidrosoluble del aceite de semillas de aguacate var. *Drymifolia*, con el propósito de desarrollar una tecnología que permita la aplicación de moléculas derivadas del aguacate en frutos de un cultivar comercial de aguacate, en los que se controle la antracnosis durante su vida de anaquel.



Fruto de aguacate Cv. Hass con 2% de quitosano adicionado con 0.1 mg/mL de la fracción hidrosoluble del aceite de semilla de aguacate nativo mexicano, inoculado con esporas de *Colletotrichum gloeosporioides*. Frutos almacenados 10 días a 10°C y por 72 h a 25°C.

Resultados

Con el recubrimiento de una película de quitosano adicionado con la fracción hidrosoluble del aceite de semilla de aguacate var. *Drymifolia* se probó la capacidad antifúngica durante la vida de anaquel de frutos de aguacate Cv. Hass, por lo que los resultados indican que este efecto resuelve hasta esta primera fase de experimentación, el problema de controlar la antracnosis causada por *C. gloeosporioides*.



IDENTIFICACION DE MOLECULAS CON ACTIVIDAD CITOTOXICA DEL EXTRACTO LIPIDICO DE LA SEMILLA DE AGUACATE NATIVO MEXICN: ANALISIS DE LOS EFECTOS EN UN MODELO IN VITRO

Problemática

El aguacate es una importante fuente de divisas para el país. En el 2022, la superficie sembrada era de 259,769 ha. Destaca Michoacán como el estado con la mayor superficie sembrada (183 mil 385 ha, 70.6% del total nacional). Además, es el estado líder productor, ya que aportó 672 mil 149 ton, lo que representa 87.9% del total nacional. El incremento en el consumo de este fruto ha derivado en la generación de grandes cantidades de desecho, como la semilla y la cáscara. Sin embargo, estos subproductos pueden ser utilizados en la obtención de moléculas de interés biomédico.



¿Qué buscó el proyecto?

En nuestro grupo de investigación se han demostrado las propiedades antiinflamatorias y citotóxicas de un extracto lipídico de la semilla del aguacate nativo mexicano; sin embargo, no se conoce cuál de las moléculas que lo componen es la responsable de estas actividades. Identificar la (las) molécula(s) citotóxica(s) puede sentar las bases para el desarrollo y registro de un producto de interés biomédico.



Resultados

El proyecto está en una fase de investigación básica. Los resultados obtenidos fueron la formación de comunidad científica (se graduó 1 estudiante de licenciatura, y está en fase final 1 estudiante de doctorado), se presentó una ponencia en el congreso estatal del ICTI 2022 y se contribuyó con un artículo en la revista C+Tec. Además, se publicó un artículo en una revista JCR. Asimismo, se tienen identificadas las fracciones tóxicas del extracto de aguacate y se está en condiciones de evaluar su toxicidad en un modelo in vivo de melanoma murino.

Los resultados del proyecto permiten proponer el uso de los desechos de la semilla de aguacate para la obtención de moléculas bioactivas de interés biomédico, lo cual puede contribuir al desarrollo futuro de productos terapéuticos.



PICIR
Proyectos de Investigación
Científica de Impacto Regional



Proyecto apoyado por el Instituto de Ciencia, Tecnología e Innovación a través de la Convocatoria de Apoyo a Proyectos de Investigación Científica de Impacto Regional 2022

EVALUACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO DE GENES DE RESPUESTA A ESTRÉS SALINO HAK Y SNAKINA PARA SU APLICACIÓN EN LA PRODUCCIÓN DE AGUACATE EN MICHOACÁN

Problemática

El calentamiento global de la tierra es un fenómeno generado por las actividades humanas. Una de las consecuencias de éste es la salinidad de los suelos. El aguacate es considerado una planta sensible a la salinidad (glicófita) especialmente las variedades mexicana y guatemalteca (*Persea americana* var. *drymifolia* y *Persea americana* var. *guatemalensis*), sin embargo, diferentes niveles de tolerancia a la salinidad se han observado entre las variedades ecológicas existentes. Se desconoce a nivel molecular la respuesta del aguacate al estrés salino. El objetivo de este proyecto es realizar un análisis bioinformático dos genes; HAK y Snakina y determinar su expresión durante la germinación de la semilla y establecimiento de plántulas in vitro en respuesta al estrés salino en dos variedades contrastantes en la tolerancia a salinidad de aguacate.



Sin Sal

Con sal

¿Qué buscó el proyecto?

El proyecto busca entender la respuesta a nivel molecular de las plantas de aguacate a concentraciones elevadas de NaCl, que es lo que sucede en el suelo cuando hay un exceso de evaporación como consecuencia del calentamiento global y riego con aguas tratadas.



Sin Sal

Con sal

Resultados

De los análisis realizados puede concluirse que la variedad nativo Mexicano (*drymifolia*) es muy sensible a la salinidad, la cual causa una disminución en el tamaño y raíz de las plantas, en comparación con la variedad americana. Ambas variedades absorben más sodio conforme aumenta la concentración en el medio de cultivo. El Sodio y el Cloro en exceso son tóxicos para las plantas. Los genes evaluados no mostraron un aumento de expresión en respuesta al estrés salino, lo cual podría sugerir que no participan en la respuesta al estrés salino en aguacate. Mas estudios son necesarios para entender la respuesta del aguacate y poder proponer programas de mejoramiento genético.

Este conocimiento sirve de base para tomar precauciones y evitar la salinización de los suelos de las zonas de cultivo, ya que el portainjerto del aguacate Hass es la variedad nativa mexicana, que es precisamente la más sensible a la salinidad. También sugiere que debe evitarse el riego de las plantas de aguacates con agua reciclada la cual contiene una alta cantidad de sales. Una evaluación del efecto de la salinidad en la productividad de los arboles es necesaria.



MECANISMO MOLECULAR DE CITOTOXIIDAD DE LA QUERCETINA, SU EFECTO CONTRA FITOPATOGENOS IN VITRO Y SU APLICACION EN MATERIALES DE RECUBRIMIENTO COMESTIBLE PARA ALIMENTOS EN FRESCO

Problemática

Michoacán destaca por ser líder a nivel nacional en la producción de varios productos agrícolas (aguacate, fresa, zarzamora, lenteja, durazno y ciruela). Sin embargo, las pérdidas de estos productos después de la cosecha (post-cosecha) pueden ser del 14-20% debido a la descomposición por infección de hongos (FAO, 2011). Así, la prevención de la pudrición por hongos post-cosecha representa un reto agronómico con efectos económicos importantes en el estado de Michoacán

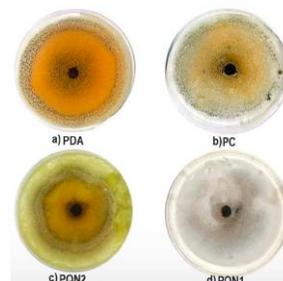


Figura 1. Capacidad antifúngica del recubrimiento comestible. Panel a: desarrollo normal de *C. gloeosporioides* en medio PDA. Panel b: Fitopatígeno en contacto con la película control PC (ausencia de compuestos activos). Panel c: crecimiento del fitopatígeno en presencia del recubrimiento activo, PQN2. Panel d: crecimiento del fitopatígeno en presencia del recubrimiento activo, PQN1.

¿Qué buscó el proyecto?

Los recubrimientos comestibles son materiales que se utilizan para recubrir alimentos y aumentar su vida útil, previniendo la descomposición de los mismos. Así, el uso de recubrimientos comestibles utilizando moléculas antibióticas de las plantas podría prevenir la descomposición de frutos y así disminuir las pérdidas después de la cosecha de los frutos.



Resultados

El recubrimiento comestible formulado que incluía el antibiótico de plantas quercetina en conjunto con aceite esencial de naranja resultó ser fungistático in vitro ante *Colletotrichum gloeosporioides* agente causal de la antracnosis en el aguacate (*Persea americana*), con un porcentaje de inhibición del 28.82% (Fig. 1).

La prevención de la pudrición por hongos post-cosecha representa un reto agronómico con efectos económicos importantes en el estado de Michoacán, al ser líder a nivel nacional en la producción de varios productos agrícolas. La quercetina es un flavonoide con efectos tóxicos sobre la actividad mitocondrial. El uso de un recubrimiento comestible utilizando quercetina como agente activo, procuraría un efecto preventivo en la infección de los frutos en fresco. El recubrimiento comestible que se propone en el proyecto pretende sustituir el uso de fungicidas de origen químico, evitando problemas de degradación química y de posible toxicidad acumulada en seres humanos.



ANÁLISIS DE INSECTOS PLAGA Y ARVENSES COMO POSIBLES VIAS DE PROPAGACION DE MELEIRA EN EL ESTADO DE MICHOACAN

Problemática

México es el mayor exportador de papaya a nivel mundial, por lo que las enfermedades que afectan su producción y/o calidad son de gran importancia.

La enfermedad pegajosa de la papaya, o meleira de la papaya, es una enfermedad, ocasionada por una coinfección viral entre un virus de tipo totivirus (Virus Meleira de la Papaya, PMeV) y un virus asociado de tipo umbravirus (Virus Meleira de la Papaya, variante mexicana, PMeV-Mx), la cual se caracteriza por el exudado espontáneo de látex de los frutos, peciolo, tallo y hojas. El látex es el contenido citoplasmático de las células laticíferas, un tipo de células especializadas interconectadas y distribuidas en toda la planta de papaya las cuales han sido relacionadas con la defensa de las plantas contra herbívoros e infecciones virales.

Oficialmente no se ha reportado la presencia de Meleira en Michoacán, sin embargo, estudios de campo, realizados por el laboratorio de Biología Molecular de Plantas del Instituto de Investigaciones Químico-Biológicas (IIQB, UMSNH), así como el laboratorio de control de plagas, perteneciente al Centro de Innovación y Desarrollo Agroalimentario de Michoacán (CIDAM), sugirieron la presencia de la enfermedad en huertos de papaya abandonados, localizados en la principal región productora de papaya del estado.



Figura 1. Chicharritas presentes en el haz y envés de plantas de papaya enfermas.



Figura 2. Frutos de plantas sin síntomas.

¿Qué buscó el proyecto?

El presente proyecto se enfocó en establecer, por métodos moleculares, la presencia del complejo viral en plantas, arvenses e insectos plaga del cultivo de papaya en el estado de Michoacán, así como su distribución en las regiones productoras de papaya del estado.



Figura 2. Actividad Figura 3. Frutos de plantas sintomáticas. A. Fruto de papaya con exudado espontáneo de látex y cambio de coloración. B. Fruto maduro que presenta un cambio de firmeza en la zona donde se exudó látex (flecha azul). C. Fruto con manchas cloróticas asociadas a meleira (flecha negra). ades de interés médico asociadas a la semilla del aguacate. Imagen basada en Ochoa-Zarzosa et al., 2021.

Resultados

A modo de resumen de resultados, se logró establecer la presencia de meleira en huertos del Valle de Apatzingán, la principal región productora de papaya del estado de Michoacán, se determinó que las chicharritas del género *Empoasca* tienen la capacidad de adquirir las partículas virales, sin embargo, no se logró determinar que tuviesen la capacidad de transmitirlos a plantas de papaya sanas en condiciones controladas, por lo que de momento, no encontramos evidencia de que funcione como vectores de la enfermedad en campo. El análisis de arvenses de la familia *Amaranthaceae* no logró establecer la presencia de PMeV-Mx en dichas plantas, por lo que no se encontró evidencia que sugiera que puedan funcionar como hospederos alternos del PMeV-Mx. Sin embargo hace falta realizar más estudios para descartar definitivamente esta posibilidad.



EL PAPEL DE LOS AROMAS FLORALES Y DE LAS HOJAS-TRAMPA DE LA PLANTA CARNIVORA PINGUICULA MORANENSIS EN LA ATRACCION DE SUS POLINIZADORES Y PRESAS

Problemática

Las plantas carnívoras es un grupo fascinante de alrededor de 800 especies, las cuales son las únicas de las más de 300 mil especies de plantas con flor, que tienen la capacidad de atraer, atrapar, digerir y poder incorporar los nutrientes de las presas en su metabolismo. Para atraer las plantas a sus presas pueden usar atrayentes en forma de colores o aromas. A pesar de que se ha sugerido desde tiempos de Darwin, que el aroma puede ser importante en la atracción de las presas, existen muy pocos estudios que hayan estudiado este aspecto. Nosotros estudiamos el papel que pueden tener los aromas de las trampas de *Pinguicula moranensis*, conocida como violeta de barranca, una planta carnívora que se usa normalmente de ornato, de flores moradas muy bonitas y que es nativa de México.



¿Qué buscó el proyecto?

Probar si las flores de *Pinguicula moranensis* emiten aromas que atraigan a sus polinizadores, generalmente mariposas y explorar si las hojas-trampa emiten aromas que atraigan a las presas. Esperamos que los aromas sean distintos para evitar que los polinizadores sean atrapados en las trampas.



INSTITUTO DE CIENCIA, TECNOLOGÍA
E INNOVACIÓN DEL ESTADO DE MICHOACÁN

Resultados

Encontramos que tanto las flores como las trampas producen aromas, pero los aromas son distintos. Además, al hacer experimentos, encontramos que las mariposas se ven atraídas por los aromas de las flores y las presas por los aromas de las trampas.

Estos resultados ayudan a entender los mecanismos que usan las plantas para atraer a sus presas y a los polinizadores en una planta que es conocida y apreciada por muchos en Michoacán y en otros lugares de México y el mundo.



Proyecto apoyado por el Instituto de Ciencia, Tecnología e Innovación a través de la Convocatoria de Apoyo a Proyectos de Investigación Científica de Impacto Regional 2022

IDENTIFICACION DE POLIMORFISMOS EN GENES ASOCIADOS CON LA DROGO-RESISTENCIA CONSTITUTIVA EN CEPAS DE MYCOBACTERIUM TUBERCULOSIS CON DISCREPANCIAS ENTRE LA SUSCEPTIBILIDAD FENOTIPICA Y LA GENOTIPICA A LOS ANTIBIOTICOS

Problemática

La tuberculosis (TB) es considerada una emergencia mundial por la Organización Mundial de la Salud (OMS). En el Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica de nuestro país se registraron 20,075 mil casos nuevos de TB en 2021. Para tratar la TB se necesita de cuatro antibióticos administrados durante seis a nueve meses, lo que redundo en una alta tasa de abandono del tratamiento, promoviendo recaídas y el surgimiento de cepas resistentes a varios antibióticos, lo cual complica aún más el tratamiento al incrementar su costo y toxicidad. La OMS reportó en 2019 para México que el número de casos multirresistentes/resistentes a rifampicina (TB-MDR/RRTB) era de 950 con una incidencia de 0,75 por 100.000 habitantes y que la proporción de casos nuevos con MDR/RR era del 2,6%. La resistencia a los antibióticos en *M. tuberculosis* (MTB) puede ser adquirida o constitutiva como la permeabilidad reducida de la pared celular. Se han reportado en MTB, discrepancias entre la resistencia fenotípica (antibiograma) y la resistencia genotípica adquirida (mutaciones en genes que se han relacionado con la resistencia). Tales discrepancias podrían ser causadas por la presencia de mutaciones en otros genes como los asociados con la permeabilidad reducida de la pared celular lo cual podría estar causando que el antibiótico no entre a la célula bacteriana. Estas discrepancias pueden ser determinadas mediante la secuenciación del genoma completo de las bacterias analizadas y posterior búsqueda de mutaciones en dichos genes.

¿Qué buscó el proyecto?

Obtener una lista de mutaciones presentes en los genes que codifican para proteínas involucradas en la permeabilidad celular, asociados con la resistencia a los antibióticos de primera línea utilizados para tratar la TB, en cepas de *Mycobacterium tuberculosis* con discrepancias en la drogorresistencia fenotípica y genotípica

Resultados

Para este estudio se utilizaron 7 cepas del Estado de Michoacán, 32 genomas de cepas de otros estados de México y 100 genomas de cepas de todo el mundo. El 55.5% de las cepas presentaron inconsistencias fenotípicas-genotípicas. Se identificaron 121 SNP's en varios genes (*fbpC*, *fadD2*, *fbpB*, *accD6*, *virS*, *Rv3083*, *lipR*, *Rv3085*, *adhD*, *Rv3087*, *tgS4*, *fadD13*, *fbpA* y *pks2*) relacionados con la permeabilidad celular en *Mycobacterium tuberculosis*, en mayor proporción en el gen *Rv3087*. De las cepas michoacanas analizadas para ácidos grasos, las cepas MYC036, MYC072, MYC075 y MYC087 presentaron resistencia a dos antibióticos, la cepa MYC078 presentó resistencia a estreptomycin y las cepas MYC061, MYC093 y MYC096 resultaron sensibles. Las cepas con inconsistencias se caracterizan por presentar altas concentraciones de los ésteres metílicos de ácidos grasos 16:0, 18:0, 19:0 y el ácido tubérculo esteárico y bajas concentraciones de los ésteres metílicos del ácido graso 14:0, lo que puede repercutir directamente en la permeabilidad de la micromembrana celular y en la drogorresistencia de las cepas. La presencia de mutaciones en los genes evaluados no permitió explicar las inconsistencias en la resistencia fenotípica-genotípica de las cepas de estudio, pero permitió identificar diferencias en la composición de ácidos grasos presentes en la pared celular micobacteriana, que podría explicar parcialmente la resistencia a antibióticos como la isoniazida, estreptomycin y pirazinamida.



INSTITUTO DE CIENCIA, TECNOLOGÍA
E INNOVACIÓN DEL ESTADO DE MICHOACÁN



INSTITUTO DE CIENCIA, TECNOLOGÍA
E INNOVACIÓN DEL ESTADO DE MICHOACÁN



PICIR
Proyectos de Investigación
Científica de Impacto Regional



Proyecto apoyado por el Instituto de Ciencia, Tecnología e Innovación a través de la Convocatoria de Apoyo a Proyectos de Investigación Científica de Impacto Regional 2022

EVALUACION DE LA VULNERABILIDAD DE LA BIODIVERSIDAD RELICTICA DE LA ALBERCA DE LOS ESPINOS, MUNICIPIO DE JIMENEZ, MICHOACAN ANTE LA PRESION ANTROPOGENICA Y EL CAMBIO CLIMATICO

Problemática

Desconocimiento de un ecosistema relicto de un valor científico incalculable, en cuanto a su funcionamiento ecológico y vulnerabilidad al deterioro causado por las actividades humanas y el cambio climático.



¿Qué buscó el proyecto?

Describir la ecología de un ecosistema arrecifal microbiano desconocido para la ciencia y para el mundo, además de evaluar su vulnerabilidad para enfrentar los impactos humanos y del cambio climático.



Resultados

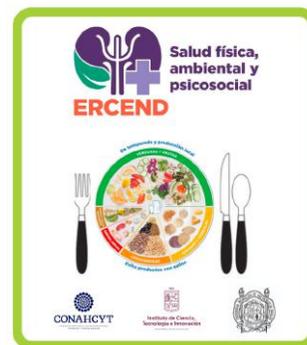
Confirmar la existencia de un arrecife microbiano (estromatolito) de dimensiones importantes el cual mantiene una relación mutualista con una esponja de agua dulce de identidad desconocida. Se describieron además las condiciones ambientales en las que se desarrolla, y el funcionamiento del sistema de carbonatos que sostiene la existencia de este arrecife. Esa información ha permitido inferir el nivel de impacto de origen antropogénico y el causado por el cambio climático.



OCRATOXINA A COMO FACTOR DE RIESGO EN ENFERMEDAD RENAL CCRONICA EN EL ESTADO DE MICHOACAN

Problemática

La enfermedad renal crónica (ERC), sobre todo la de etiología no determinada, tiene una alta prevalencia en el oriente del Estado de Michoacán. Se desconocen las causas exactas, pero sí se ha comprobado que está relacionada con factores ambientales. En este proyecto se busca determinar si habitantes de dicha zona del estado han estado expuestos a una micotoxina que afecta a los riñones (nefrotoxina) denominada ocratoxina A.



ERCEND datos antropométricos

¿Qué buscó el proyecto?

Conocer la exposición de habitantes de la zona oriente del estado a la ocratoxina A a través del análisis de muestras sanguíneas de ellos y de muestras de alimentos que generalmente consumen. De esta manera se puede conocer si esta micotoxina pudiera estar participando en la presencia de la ERC.



ERCEND datos antropométricos

Resultados

Se conoce la exposición a micotoxinas de los pacientes, su posible efecto en la salud de los mismos.

Se conoce el estado nutricional de los participantes y la calidad de los alimentos que consumen.

Se pueden hacer intervenciones para mejorar los hábitos nutricionales de la población que los proteja del consumo de sustancias tóxicas como las micotoxinas, metales pesados, por ejemplo. Además, se pueden hacer que mejoren la dieta de los individuos afectados de manera que se haga más lenta la progresión de la ERC.

Se pueden hacer intervenciones para mejorar la dieta y cuidar los alimentos consumidos.



HUNDIMIENTO DIFERENCIAL Y REGIONAL DE LA SUPOERFICIE DE ZAMORA, MICH.

Problemática

La ciudad de Zamora, Michoacán, es afectada por el hundimiento del terreno (subsistencia) y por fallas superficiales asociadas a la subsistencia diferencial. El primer fenómeno afecta a todo el Valle de Zamora con tasas de hundimiento de hasta 5cm/año, según lo reportado por Chaussard et al (2014). Mientras que las fallas por subsistencia diferencial, causantes de daños en la infraestructura urbana y pérdidas económicas importantes, no habían sido cartografiadas ni monitoreadas hasta el momento. Muestra de esto ultimo es que en el actual Atlas de Riesgos Naturales y Programa Municipal de Desarrollo Urbano 2008-2028 de la ciudad de Zamora, no se considera el peligro de subsistencia y mucho menos el de fallas por subsistencia diferencial.



Figura 1. Agrietamiento de fachadas provocadas por la Falla Campestre. Sector NE de Zamora.



Figura 2. Agrietamiento en muros de carga de casa habitación provocadas por la Falla Centro. Sector centro-este de Zamora.

¿Qué buscó el proyecto?

El proyecto buscó contribuir al conocimiento de subsistencia y su impacto en la infraestructura urbana de Zamora (Mich), a partir del registro cartográfico de la subsistencia diferencial, evaluación del ancho de franja de afectación y velocidad de hundimiento. Favorecer el desarrollo urbano seguro y en coexistencia con la subsistencia.

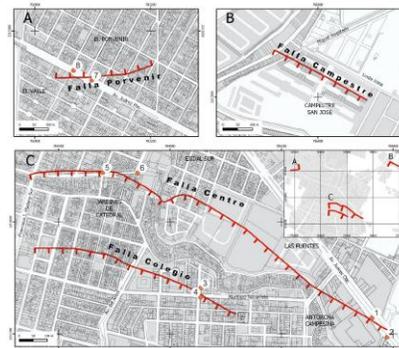


Figura 3. Fallas geológicas por subsistencia diferencial en Zamora, Mich.

Resultados

El proyecto permitió diseñar una metodología rigurosa para evaluar la franja de afectación producida por subsistencia diferencial en zonas urbanas. Se profundizó en la caracterización del peligro por hundimiento del terreno y amplió el umbral del conocimiento científico sobre el riesgo asociado a este fenómeno. La evaluación precisa de la franja de afectación fortalece el desarrollo seguro de infraestructura del Bajío Michoacano afectadas por hundimientos diferenciales. Además, se incidió en el fortalecimiento de capacidades humanísticas y tecnológicas-innovación mediante la formación de recursos humanos especializados en la aplicación de la técnica de LiDAR Terrestre para el monitoreo de la deformación por subsistencia.



SENSOR ELECTROQUIMICO NO ENZIMATICO BASADO EN NANOTUBOS DE TiO₂ DOPADO CON UN METAL DE TRANSICION PARA DETERMINACION DE ACIDO ASCORBICO

Problemática

Se desarrollará un biosensor electroquímico basado en nanotubos de óxido de titanio para detectar ácido ascórbico, que posea alta sensibilidad y reproducibilidad. Se hará la caracterización del biosensor con técnicas como espectroscopia infrarroja por transformada de Fourier, espectroscopia RAMAN, espectroscopia UV/Vis, espectroscopia fotoelectrónica de rayos X y microscopia electrónica de barrido. Y las pruebas de sensibilidad, detección y reproducibilidad se harán con pruebas electroquímicas como son impedancia y voltametría cíclica. Este dispositivo podrá ser utilizado por la industria alimentaria que se encuentra localizada en Morelia y diferentes zonas industriales del estado de Michoacán. Con ello se estaría vinculando la propuesta con los objetivos específicos y acciones del PLADIEM, en particular con el Eje 2, Acción 2.2.4.8 "Fomentar el desarrollo científico y tecnológico, a través de la innovación y la investigación aplicada".

¿Qué buscó el proyecto?

El desarrollo de esta investigación explora una alternativa análoga al biosensor enzimático para determinar electroquímicamente ácido ascórbico; sustituyendo la actividad catalítica del biorreceptor enzimático por nanoestructuras de un óxido metálico (TiO₂) dopadas con un metal de transición (Ag), con el supuesto de eliminar las limitantes que confiere el uso de un elemento biológico susceptible de desnaturalización a consecuencia de variaciones en las condiciones ambientales (temperatura, pH, etc.).

Resultados

Se desarrolló un sensor electroquímico basado en nanotubos de óxido de titanio para detectar ácido ascórbico, de alta sensibilidad y reproducibilidad. Se hizo la caracterización del sensor con técnicas como espectroscopia infrarroja por transformada de Fourier, espectroscopia RAMAN, espectroscopia UV/Vis, espectroscopia fotoelectrónica de rayos X y microscopia electrónica de barrido. La sensibilidad, detección y reproducibilidad se hicieron a través de pruebas electroquímicas como fueron impedancia y voltametría cíclica. Este dispositivo podrá ser utilizado por la industria alimentaria que se encuentra localizada en Morelia y diferentes zonas industriales del estado de Michoacán. Con ello se estaría vinculando la propuesta con los objetivos específicos y acciones del PLADIEM, en particular con el Eje 2, Acción 2.2.4.8 "Fomentar el desarrollo científico y tecnológico, a través de la innovación y la investigación aplicada".

International Journal of Electrochemical Science 19 (2024) 100481

Contents lists available at ScienceDirect

International Journal of Electrochemical Science

journal homepage: www.editorialmanager.com/ijes

Electrochemical nanosensor based on Ag-doped TiO₂ nanotubes for detecting ascorbic acid

Ma. Guadalupe Garnica-Romo^{a,*}, Zaira Mora-Mora^b, Juan José Alvarado-Gil^c, Héctor Eduardo Martínez-Flores^d

^a Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Santiago Tapia 403, Col. Centro, c.p. 58000, Morelia, Michoacán, México
^b Programa de Doctorado Institucional en Ciencia Biológica, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Santiago Tapia 403, Col. Centro, c.p. 58000, Morelia, Michoacán, México
^c Applied Physics Department, Cinvestav-Quintana Roo, Carretera Antigua a Progreso Km. 6, Mérida, Yucatán 97271, México
^d Facultad de Química Farmacobiología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Tasmantzen 173, Col. Manzanera, c.p. 58240, Morelia, Michoacán, México

ARTICLE INFO

Keywords:
Ag-TiO₂ nanotubes
Electrochemical anodization
Chemical sensor
Anodic oxidation
Cyclic voltammetry

ABSTRACT

This work describes the development of an electrochemical nanosensor for the quantitative determination of ascorbic acid (AA). The transducer and receptor system of the nanosensor is based on a silver-doped titanium oxide nanotube (Ag-TiO₂NTs) electrode synthesized by a one-step electrochemical anodization method followed by an annealing treatment. The synthesis was carried out at a constant potential of 50 V for 45 min in an organic electrolyte in the presence of F⁻ ions and the dopant. The obtained structure was then subjected to morphological and compositional analysis. In addition, its analytical response to ascorbic acid was evaluated. The analytical techniques employed included scanning electron microscopy (SEM), X-ray diffraction (DRX), Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR), X-ray photoelectron spectroscopy (XPS), electrochemical impedance spectroscopy (EIS), and cyclic voltammetry (CV). The results demonstrate the growth of a highly ordered nanotube array with average dimensions of 80 nm, 19 nm and 1660 nm for diameter, wall thickness and length, respectively, and suggest a major composition of silver-doped titanium oxide. The synthesized Ag-TiO₂NTs successfully recorded electroanalytical activity for ascorbic acid, with a non-reversible, diffusion-controlled, and mostly capacitive electrochemical profile. It showed low resistance to charge transfer and registered a sensitivity of 216.24 μA/(mM•cm²) and a detection limit of 11.1 μM in a linear range of 840-4000 μM. The sensor demonstrated repeatability and reproducibility with RSD values of 5.7% and 2.8%, respectively. In addition, it showed selectivity for AA in the presence of glucose at AA/GLU values (1:1, 1:10 and 1:100).

1. Introduction

Ascorbic acid (AA) is a water-soluble phytochemical compound with a strong reducing nature, recognized as an essential metabolic regulator and a powerful antioxidant. Because of these reducing properties, it is an important target for quantitative sensing and monitoring tools in the biomedical, food quality control, pharmaceutical, and cosmetic industries [1–3]. Several methods are available for the determination of AA, including spectrometric (e.g., ultraviolet-visible or UV-Vis), chromatographic (e.g., liquid chromatography or HPLC), or chemical (e.g., 2,6-dichlorophenol-indophenol or DCPPI) methods, nevertheless, these methods can be costly, complex, or fail the necessary sensitivity [4].

The development of biosensors and nanosensors, which are sensitive, reliable and low-cost analytical devices, has been made possible by advances in electrochemical and nanotechnological techniques. These devices can serve as an alternative for the quantitative and qualitative detection of analytes with redox properties of industrial interest, with a direct impact on production costs and accessibility [5]. Biosensors are characterized by the detection of analytes by a biological element, such as enzymes or viruses, and provide highly selective results due to the specificity of the bonds formed. However, these elements have the disadvantage of a limited shelf life due to susceptibility to environmental factors such as pH, humidity and temperature. Alternatively, nanosensors replace the biological element by using nanostructured

* Corresponding author.
E-mail address: gronar05@hotmail.com (Ma.G. Garnica-Romo).

<https://doi.org/10.1016/j.ijes.2024.100481>

Received 11 September 2023; Received in revised form 15 January 2024; Accepted 19 January 2024

Available online 21 January 2024

1452-3981/© 2024 The Author(s). Published by Elsevier B.V. on behalf of ESG. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).



EFICIENTIZACIÓN DE LA FERTILIDAD DEL SUELO MEDIANTE PRÁCTICAS AGROECOLÓGICAS PARA INCREMENTAR LA BIOMASA Y CALIDAD NUTRIMENTAL DEL NOPAL VERDURA PRODUCIDO EN LA CONCEPCIÓN, MUNICIPIO DE MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO

Problemática

Resolver una problemática de pequeños y medianos productores de nopal en la Comunidad de la Concepción, Municipio de Morelia, Michoacán, la cual se describe: Los productores no tienen nociones de la calidad de sus suelos, no tienen estrategias de nutrición para eficientizar la producción del nopal y del suelo, variabilidad en el rendimiento de biomasa/ha, en la calidad del cladodio (nutrimental y nutracéutica) y en los precios de venta del nopal.



¿Qué buscó el proyecto?

Eficientizar la productividad, la calidad de las propiedades funcionales y nutritivas del nopal verdura mediante la aplicación de las prácticas agroecológicas que permitan a los pequeños y medianos productores de este sistema, tener alternativas de comercialización y transformación del nopal optimizado. Para ello, se evaluaron cinco tratamientos (T):

T1 Fertilizante químico: Nitrato de calcio + sulfato de potasio + fosfato diamónico + urea + nitrato de magnesio; T2 Composta de bovino; T3 Fertilizante químico más bioinoculante: *Pseudomonas Fluorescens* C013; *Pseudomonas Fluorescens* C030; *Pseudomonas Putida* ACJ-14; *Enterobacter Cloacae* G50-78 y *Paenibacillus* (*Paenibacillus Polymyxa* LAD-07); T4 Composta de bovino más bioinoculante: *Pseudomonas Fluorescens* C013; *Pseudomonas Fluorescens* C030; *Pseudomonas Putida* ACJ-14; *Enterobacter Cloacae* G50-78 y *Paenibacillus* (*Paenibacillus Polymyxa* LAD-07) y T5 Sin fertilización.



Resultados

La estrategia más viable para una mayor producción de biomasa del nopal verdura en suelos arcillosos como es el de la Concepción, es la fertilización del suelo con composta de bovinos, debido a que este fertilizante incrementa el contenido de materia orgánica, la concentración de nitrógeno y neutraliza el pH del suelo y mejora las características fisicoquímicas, fitoquímicas y morfológicas de los cladodios y, en consecuencia, estas características son las responsables del incremento de la producción de cladodios de este tipo de nopal.



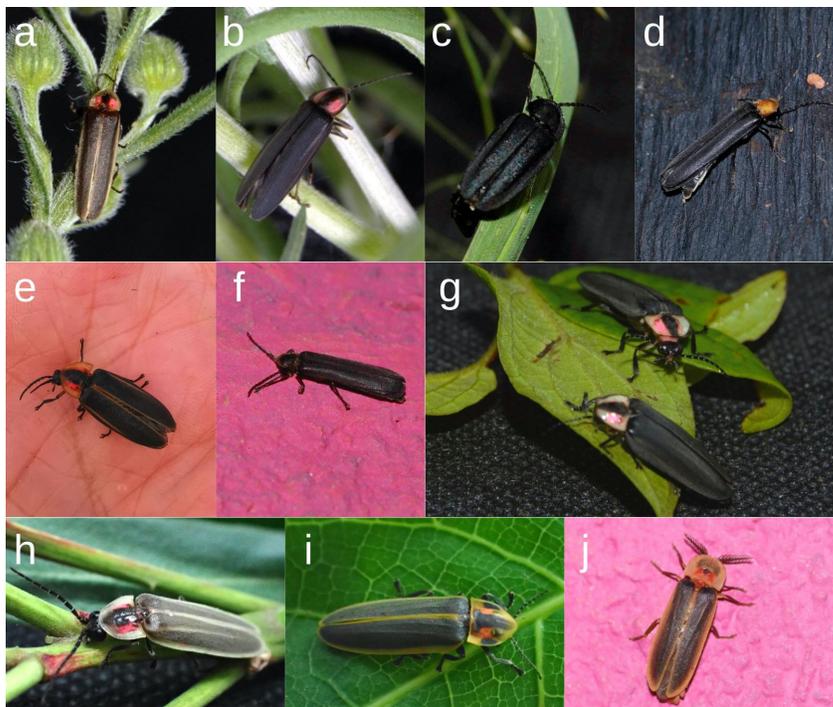
EFFECTO DE LA URBANIZACION EN INSECTOS: ANALISIS COMPARATIVOS INTEGRANDO MORFOLOGIA, FISIOLOGIA Y SENALES SEXUALES

Problemática

A pesar que la urbanización es un proceso que esta ocurriendo a tasas aceleradas e impactando la biodiversidad alrededor del mundo, los estudios al respecto se han centrado en evaluar la pérdida de plantas y animales, pasando por alto la evaluación de las respuestas fisiológicas y morfológicas de las especies a la urbanización; lo que limita nuestra capacidad para entender las respuestas adaptativas asociadas a plasticidad fenotípica y la probabilidad de evolución de especies en ambientes urbanos.

¿Qué buscó el proyecto?

El proyecto busco evaluar las respuestas morfológicas y fisiológicas de especies de insectos al desarrollo urbano de la ciudad de Morelia y su área metropolitana, así como el efecto en sus poblaciones.



Resultados

El proyecto muestra que Morelia aun presente una importante cantidad de especies de luciérnagas, sin embargo, estas se han perdido en los sitios con mayores superficies impermeables y altos niveles de contaminación lumínica. Por lo que los resultados muestran que la implementación de estrategias de conservación como parte del desarrollo urbano de Morelia podría preservar la diversidad de luciérnagas y otros insectos para futuras generaciones.

Los resultados muestran una tendencia a la reducción del tamaño de los insectos conforme se incrementa la urbanización en Morelia. Lo que parece ser una respuesta adaptativa a los costos fisiológicos que imponen a los insectos, factores relacionados con la urbanización como el aumento de la temperatura y la reducción de humedad relativa.



DETERMINACION DEL EFECTO METABOLICO DEL CONSUMO DE SEMILLA DE AGUACATE EN EL HIPOTALAMO PARA SU APROVECHAMIENTO EFICAZ EN LA ELABORACION DE ALIMENTOS

Problemática

La semilla de aguacate, que representa alrededor del 15% del peso del fruto, es un residuo industrial que se genera en grandes cantidades en la producción de guacamole y de aceite. En Michoacán se genera una gran cantidad de semilla residual cuyo desecho tiene implicaciones negativas a nivel económico y ecológico. Por lo que es importante encontrar estrategias para su aprovechamiento. Por otro lado, la obesidad y enfermedades relacionadas (como la diabetes) son una amenaza constante para los sistemas de salud pública, por lo que es indispensable encontrar soluciones.

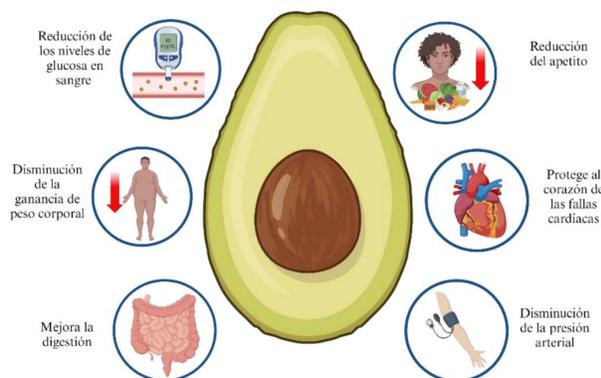


Figura 1. Ilustración de los efectos beneficiosos de la semilla de aguacate en la salud. Creada con BioRender.com

¿Qué buscó el proyecto?

La semilla es una fuente rica de compuestos bioactivos con beneficios para el metabolismo. Por ello, el proyecto investigó si la adición de semilla de aguacate a una dieta que promueve la obesidad era capaz de reducir el peso corporal de ratones obesos. Además, el estudio buscó conocer los mecanismos implicados en la reducción del peso corporal, específicamente, buscó saber si el hipotálamo, una estructura del cerebro encargada de regular el apetito y gasto de energía, participaba.



Resultados

Se generó un artículo original que muestra que el consumo de semilla de aguacate promueve la pérdida de peso corporal en ratones obesos sometidos a una dieta alta en grasas. Dicha pérdida involucraba el aumento del gasto de energía por producción de calor inducida por el hipotálamo.

El desarrollo del proyecto permitió también entrenar a nuevos investigadores, así como publicar un capítulo de libro que resalta el potencial uso de la semilla de aguacate para controlar problemas de diabetes y colesterol. También se generó un artículo de divulgación y se realizaron talleres de divulgación científica.



ESTUDIO DE LA CONTAMINACIÓN DE AGUA EN TRES COMUNIDADES DE LA MESETA PURÉPECHA Y EVALUACIÓN DEL USO DE BIOADSORBENTES SOSTENIBLES A PARTIR DE RESIDUOS DE AGUACATE PARA SU REMOCIÓN

Problemática

El acceso al agua potable y su saneamiento es un derecho humano esencial para satisfacer sus necesidades básicas y garantizar su disponibilidad, salubridad, aceptabilidad y asequibilidad. El agua potable y su saneamiento debe ser uno de los objetivos primordiales, ya que la presencia de microorganismos, sustancias químicas y peligros radiológicos constituyen una amenaza para la salud humana. En este sentido, se caracterizaron diferentes fuentes de agua de cinco comunidades de la Meseta Purépecha (Tingambato, San Ángel Zurumucapio, San Francisco Pichátaro, Naranja de Tapia y Carapan) que externaron su interés en conocer la calidad del agua. Adicionalmente, la comunidad de Pichátaro cuenta con una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) de la que se desconocía la calidad del agua residual y tratada.

Por otro lado, en diferentes regiones de Michoacán se tienen el cultivo de aguacate (entre otros productos), como una actividad económica importante para los habitantes de diferentes comunidades. Sin embargo, el manejo de los residuos de aguacate podría representar un riesgo tecnológico y ambiental.



(a) PCHT PM01



(b) PCHT PM02



(c) PCHT PM03



(d) PCHT PTAR

Sitios de muestreo en la comunidad de San Francisco Pichátaro.

¿Qué buscó el proyecto?

- Determinar la calidad del agua y presencia de metales pesados (cadmio, plomo y cromo) de cinco comunidades indígenas de la Meseta Purépecha (San Ángel de Zurumucapio, San Francisco Pichátaro, Carapan, Naranja de Tapia y Tingambato).
- Evaluar una solución viable técnica y económicamente para el postratamiento de agua tratada de la PTAR de Pichátaro desde un enfoque de economía circular.

Resultado

Científico: Se realizó una evaluación rigurosa del índice de calidad de agua mediante análisis de parámetros fisicoquímicos y de metales pesados, siguiendo normas oficiales vigentes y métodos estandarizados. Síntesis, caracterización y evaluación de bioadsorbentes a partir de residuos agroindustriales de la región.

Tecnológico: Se propuso, construyó y evaluó una columna de adsorción para la remoción de contaminantes en agua. Se usaron técnicas avanzadas de análisis de agua para la medición de distintos parámetros de la calidad de agua.

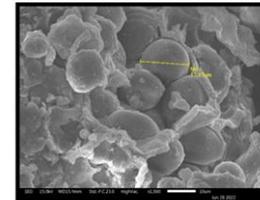
Económico: Se propuso una solución para el manejo de residuos de aguacate, que es uno de los retos más importantes de la región. La propuesta contribuye en la búsqueda de soluciones sostenibles de la agricultura local ya que se busca mitigar los impactos ambientales que ésta pudiera tener.

Social: Se atendieron inquietudes expresadas por los propios habitantes de las comunidades indígenas de la Meseta Purépecha. Se incrementó el número de comunidades en las que se caracterizó la calidad del agua.

Ambientales: La caracterización del agua de la PTAR permitió determinar la calidad del agua tratada y emitir recomendaciones sobre su uso en actividades agrícolas.



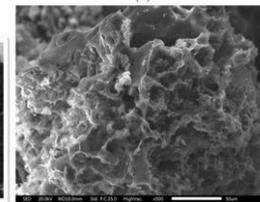
(a)



(b)



(c)



(d)

Imágenes de los bioadsorbentes natural, BAN (a)-(b) y activado, BACA (c)-(d). Columna derecha corresponde a micrografías tomadas mediante microscopía de barrido electrónico.

CARACTERIZACIÓN DEL PELIGRO SÍSMICO EN LAS FALLAS POTENCIALMENTE ACTIVAS DE LA REGIÓN DE MORELIA, MICHOACÁN

Problemática

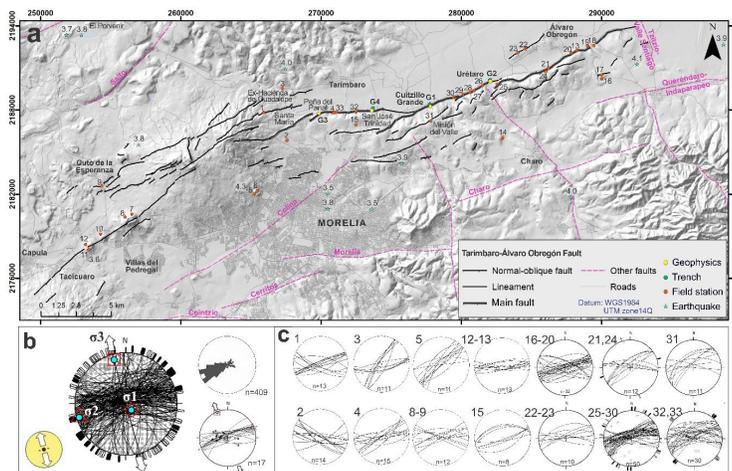
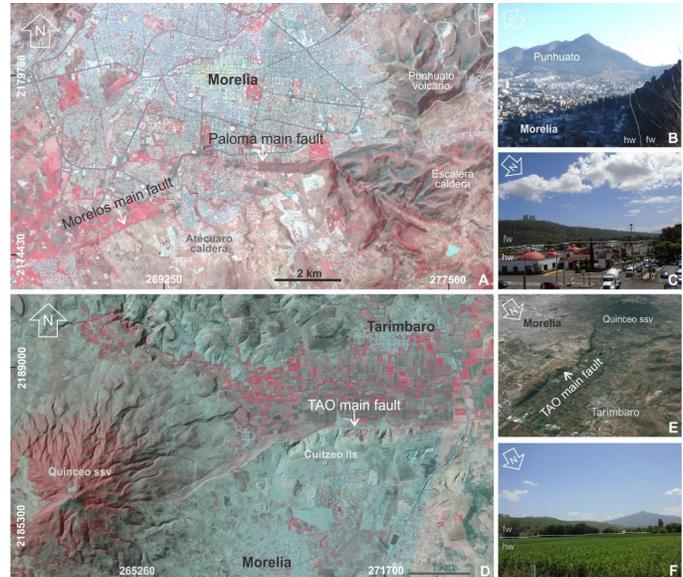
La ciudad de Morelia es una zona severamente afectada por fallas corticales activas que afectan de forma constante a la población debido a su movimiento y a la subsidencia diferencial por la sobreexplotación de los acuíferos. Muy pocas fallas han sido estudiadas hasta ahora, por lo que no se conoce su comportamiento ni el peligro sísmico que pudiera estar asociado a ellas. Además, Morelia es una ciudad en constante expansión y su crecimiento no ha seguido una planificación funcional para evitar que la gente se asiente cerca de estas fallas, lo que aumenta su probabilidad de afectación.

¿Qué buscó el proyecto?

El objetivo principal fue estudiar fallas activas o potencialmente activas en la región de Morelia para conocer su comportamiento, su evolución y evaluar el peligro sísmico asociado a éstas. El proyecto buscó realizar un estudio interdisciplinario que integrara información geológica, tectónica, volcánica, geomorfológica, geofísica, estructural y paleosísmica para aportar información sobre la cinemática, historia de ruptura, geometría, campo de esfuerzos, tasa de desplazamiento y magnitud esperada de las fallas, ayudando a entender el comportamiento y evolución de estas fallas, a disminuir al riesgo hacia la población expuesta y a evaluar de mejor manera el peligro sísmico asociado a éstas.

Resultado

Mediante este proyecto se estudiaron las fallas de Tarímbaro-Álvaro Obregón, Cointzio, Colina, Coeneo, Charo, Chucándiro, Quiroga, y Zinapécuaro, generando nuevos conocimientos sobre su comportamiento y su afectación a la población. Se realizaron análisis espaciales y estructurales en campo para caracterizar las fallas, también se realizaron campañas geofísicas para conocer la geometría de las fallas a profundidad y se realizaron trincheras para evaluar su actividad más reciente. Se evaluó su tasa de desplazamiento y su peligro sísmico asociado. Se sabe que varias fallas en la ciudad de Morelia han presentado actividad sísmica en los últimos 10 mil años con sismos de magnitudes entre 6.2 y 7.0, afectando a los asentamientos prehispánicos de la región. Actualmente, estas fallas presentan hundimientos relacionados con la sobreexplotación de los acuíferos, lo que representa un riesgo para la infraestructura cercana a estas fallas. Este proyecto no termina aquí; se continuarán estudiando las fallas en la región de Morelia y en el estado para una mejor evaluación del peligro sísmico. Considero que es muy importante sumar fuerzas para concientizar a la población y a las autoridades para que se realice una mejor planificación del territorio y se logre disminuir la vulnerabilidad al peligro sísmico.



CARACTERIZACIÓN DE TALUDES ROCOSOS MEDIANTE FOTOGRAMETRÍA PARA EVALUAR LOS RIESGOS DE LA AFECTACIÓN A LA CIRCULACIÓN DEL TRÁNSITO CARRETERO DEL TRAMO DE LA AUTOPISTA COPÁNDARO DE GALEANA – URUAPAN, MICHOACÁN

Problemática

El crecimiento y desarrollo de un país se procura a través de la red carretera, ya que sirve para mover mercancías y personas siendo necesario proveer las mejores condiciones para un tránsito rápido y seguro tanto de los usuarios como de la mercancía transportada. El estado de Michoacán geográficamente se localiza en el Eje Neovolcánico Mexicano o conocido también como el Altiplano Mexicano, nombre asignado debido a la gran cantidad de volcanes que se encuentran en todo el centro del país, que van desde el Océano Pacífico hasta el Golfo de México. Además, es oportuno resaltar que Michoacán cuenta con el puerto marítimo de Lázaro Cárdenas donde arriba mercancía de diferentes partes del mundo que posteriormente es distribuida por carretera al centro del país. Cuando se requiere hacer nuevos caminos para acortar distancias o para unir poblaciones en ocasiones se tiene que atravesar una montaña para construir la carretera. Aunado a ello, los cortes generados después de concluida la obra son considerados taludes, los cuales deben ser estabilizados para evitar complicaciones posteriores, como derrumbes. La topografía de Michoacán es muy accidentada y es por ello que se han realizado diversos cortes de montaña. La autopista la Autopista Copándaro de Galeana – Uruapan de Michoacán cuenta con un conjunto de taludes que requieren su monitoreo para evitar accidentes carreteros como derrumbes que pongan en riesgo a los usuarios.



¿Qué buscó el proyecto?

El propósito de este proyecto fue conocer el estado actual de los taludes que se ubican en el tramo de la autopista Copándaro de Galeana-Uruapan, Michoacán, considerando que el Estado de Michoacán se enfoca en la distribución de una gran diversidad de productos y materias primas a lo largo y ancho del país. Michoacán tiene uno de los puertos marítimos más importantes de México, Lázaro Cárdenas, por lo que se debe garantizar la distribución de los productos que llegan a él. El tramo Copándaro de Galeana-Uruapan, Michoacán es uno de los ejes principales para mover la mercancía a todo el centro del país. El flujo vehicular diario es de aproximadamente 5,500 (en los dos sentidos) entre automóviles y transporte pesado (registro de acuerdo a las estadísticas de la SICT). En su inauguración de este tramo carretero en el año 2016 se consideró como el Macro libramiento de Morelia, ya que la ruta permite que el tráfico de transporte pesado evite ingresar a la ciudad, lo que favorece al disminuir los tiempos de traslado de mercancías, así como una mejor circulación del flujo vehicular dentro de la ciudad.



Resultado

Se generó una metodología semiautomatizada para la caracterización de macizos rocosos que permite evaluar el riesgo de inestabilidad de taludes con afectación a la circulación del tránsito carretero. En particular, se aplicó la metodología en la evaluación de los taludes que se encuentran en el tramo de la Autopista Copándaro de Galeana — Uruapan, Michoacán. Los resultados muestran evidencias de zonas con desprendimiento de bloques lo que determina la existencia de los procesos de remoción de masa en los taludes analizados considerándose como inestables. Empleando la fotogrametría se han recopilado los parámetros necesarios para realizar las clasificaciones geomecánicas de los métodos SMR y RQD de los taludes localizados en el sitio de estudio. A partir de estos parámetros se llevó a cabo un análisis de los mecanismos de ruptura para cada talud mediante el software DIPS, determinándose que los tres tipos de mecanismos de rotura presentes en el tramo analizado son rotura plana, de vuelco y cuña. Es por ello que se proponen tres recomendaciones de manera general para mejorar la estabilidad de los taludes, colocación de malla triple torsión sujeta con cables de acero, anclajes activos y pasivos, así como la colocación de muros de contención tipo gavión. Estas recomendaciones pueden operar en conjunto para incrementar la seguridad del camino. Aunque existen zonas que ya cuentan con este tipo de aditamentos se observó un deterioro de ellos, por lo que se recomienda realizar un mantenimiento correctivo.

CONTRIBUCIÓN A LA GESTIÓN HÍDRICA EN LA REGIÓN PICO DE TANCÍTARO: ESTIMACIÓN DEL VOLUMEN Y CALIDAD DEL AGUA DE LOS ESCURRIMIENTOS Y VOLUMEN ACAPARADO DE AGUA PARA MONOCULTIVOS DE PERSEA AMERICANA.

Problemática

El problema de la escasez de agua, es una situación que se vive en el país y que tiene como uno de sus orígenes, el cambio de uso de suelo a partir de la agricultura intensiva, como es el caso del aguacate hass (Persea americana var. Hass) que se cultiva en la Región Pico de Tancítaro (RPT) compuesta por los municipios de Tancítaro, Nuevo Parangaricutiro, Uruapan y Peribán, siendo 4 de los 22 municipios que aportan en promedio 250 mil toneladas de aguacate por año en Michoacán (Quadratin, 2022). Esta entidad destaca por su producción que tan solo durante el mes de abril de este año contribuyó con el 84.8% (173 mil 487 ha) del total nacional (SIAP, 2022) lo que representó un ingreso total nacional de 3,400 mdd (\$69,394,000,000.00) de acuerdo con el tipo de cambio del pasado 16 de febrero de \$20.41 (expansión.mx, 2022). Mientras que de acuerdo al cierre de la producción agrícola (SIAP, 2022) la RPT alcanzó una producción de 650,525.03 toneladas en una superficie cosechada de 61,086.00 y con un valor de producción \$16,971,123.35 (miles de pesos).

Sin embargo, observamos que en la agricultura el principal insumo es el agua, sin que se incluya en los costos de producción. Aun siendo la materia prima más importante para cualquier cultivo, no se le da el reconocimiento e importancia necesaria. Por tal motivo, esta debe considerarse como objeto clave en las actividades agrícolas y de la protección de los ecosistemas y sus servicios (Huadong et al, 2021), además de reflexionar sobre su inclusión dentro del presupuesto de cualquier actividad que genere un crecimiento económico y que ésta represente un uso directo o indirecto. Entonces los monocultivos en Michoacán generan grandes ingresos para el estado, pero a costa de cultivos intensivos y extensivos de aguacate donde se utiliza en demasía el agua, es necesario un cambio de uso de suelo que afecta no solo el ciclo hidrológico y el clima local y regional, sino también perturba el hábitat de diversas especies animales y vegetales, además de promover e intensificar el deterioro de los suelos en su estructura física, química y biológica.



¿Qué buscó el proyecto?

Esta región, se caracteriza por la alta producción de aguacate hass (Persea americana var. Hass) y forma parte de "Franja aguacatera" donde la obtención de este fruto es el primer factor detonante económico (Gutiérrez-Contreras, et. al., 2010, p. 649). Para cubrir esta demanda, es necesario el uso desmesurado de agua, elemento natural que no es considerado y que ha permanecido ignorado en los costos de producción como una externalidad. ¿Pero cuánta agua escurre en la región y aproximadamente cuanta es la que está siendo retenida para poder regar las huertas de aguacate durante la temporada de estiaje?. El presente proyecto buscó aforar los principales manantiales dentro del Área de protección de flora y fauna Pico de Tancítaro (APFFPT), tomar algunos parámetros físico químicos y su posición geográfica, además de aproximar el volumen de agua retenido de hoyas de agua georreferenciadas en la región. En un inicio, el proyecto buscó realizar el aforamiento de los manantiales que se encuentran en la RPT; sin embargo, son más de 50 manantiales que se encuentran distribuidos en 229,691.11 has de territorio y que abastecen a la región, por lo que se tuvo que acotar solo al APFFPT.



Resultado

Como resultados del proyecto desarrollado dentro del Área de protección de flora y fauna Pico de Tancítaro (APFFPT) se identificaron 119 hoyas de agua distribuidas dentro de la zona amortiguamiento que en conjunto ocupan 9.99 has representando solamente el 0.048% del área de amortiguamiento (20,636.10 has). A la vez se determinó el volumen total acaparado por esta infraestructura siendo de 218,406.24 metros cúbicos. Por otra lado se identificaron tantos manantiales los cuales fueron aforados y evaluados en su calidad de agua.

Este tipo de evaluaciones tiene un impacto valioso en términos de gestión y escasez del agua dado que son temas cruciales en la administración de los recursos hídricos y que deben ser constantemente monitoreados.



IMPACTO SOCIOAMBIENTAL DE LA DEGRADACIÓN DEL SUELO EN LA CUENCA DE LA PRESA DE COINTZIO: ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO Y USO DE SUELO

Problemática

La cuenca de la presa de Cointzio se encuentra bajo una gran presión que ha desencadenado la degradación del suelo a través del proceso de erosión hídrica del suelo, causando efectos adversos para la sociedad y el medio ambiente. Esta cuenca ha sufrido un acelerado cambio de uso de suelo en las últimas décadas, donde parte de la superficie originalmente dedicada al uso forestal ha pasado a uso agrícola, lo que propicia, entre otras cosas, la erosión hídrica del suelo. Por otra parte, los pronósticos del cambio climático prevén una menor cantidad de precipitación, pero precipitaciones más intensas, lo cual repercute en el poder erosivo de la lluvia, de nuevo, precursor de la erosión hídrica y un agente que condiciona la sustentabilidad de la ciudad de Morelia, y de los municipios que integran la cuenca de la presa de Cointzio de cara al cambio climático y la degradación ambiental.

La erosión hídrica del suelo es uno de los tipos de degradación más extendidos a nivel mundial y nacional, y que conlleva múltiples consecuencias negativas no solo para el suelo, como son la pérdida de suelo útil, disminución de la fertilidad, compactación, y pérdida de biodiversidad. Si no que también, tiene consecuencias negativas para el ciclo hidrológico, puesto que disminuye la infiltración del agua en el suelo, disminuye la recarga de los acuíferos, aumenta la escorrentía, y aumenta la producción de sedimentos. La producción, transporte y depositación de sedimentos es también un tema crucial en la cuenca de la presa de Cointzio, puesto que, por una parte, los sedimentos pueden contribuir al azolve de la presa, y, por otra parte, estos sedimentos pueden contener contaminantes relacionados a las prácticas agrícolas de la zona. Asimismo, el azolve de la presa y un aumento de la escorrentía puede presentar efectos adversos para los asentamientos humanos aledaños, pues inciden directamente en el aumento del riesgo de inundación.

¿Qué buscó el proyecto?

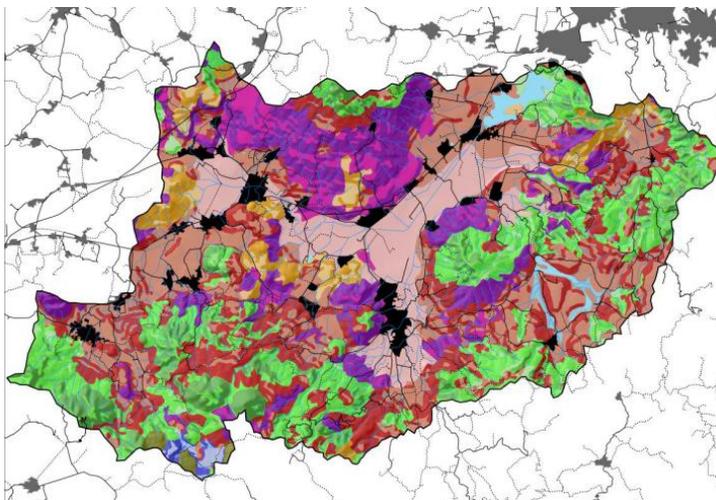
Conocer la magnitud de la influencia del cambio de uso de suelo en el proceso de erosión hídrica, y obtener escenarios que provean de información espacial y cuantitativa de este proceso de degradación. Asimismo, establecer modelaciones espaciales de posibles escenarios de cambio climático y cambio de uso de suelo, con el fin de proporcionar herramientas clave para los tomadores de decisiones, e incidir de forma positiva en las políticas de gestión y planificación del territorio. Por otra parte, formar recursos humanos en el ámbito de la erosión hídrica del suelo y la degradación del recurso natural edáfico, y fomentar la difusión y divulgación de los resultados entre instituciones educativas, sociales y gubernamentales.

Resultado

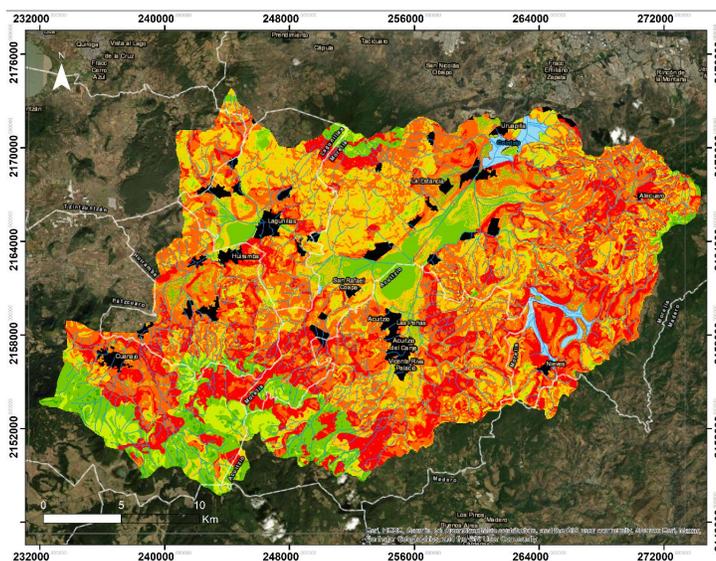
Se han obtenido bases de datos con las descripciones y análisis de las propiedades fisicoquímicas de los perfiles de suelos representativos que se encuentran en la cuenca de la presa de Cointzio, la cual ha sido dividida en unidades geopedológicas, con el fin de facilitar su estudio y regionalizar la información generada, así como las posibles medidas de mitigación que se puedan poner en práctica a partir de la información obtenida.

Se han obtenido la cuantificación y modelación espacial del riesgo de erosión hídrica actual y potencial, la cual representa las zonas que mayor riesgo tienen de sufrir este proceso de degradación, acompañado de tasas de erosión específica.

Se han obtenido la modelación de escenarios con estimaciones de erosión hídrica bajo los diferentes pronósticos de cambio climático, aunado al escenario de un posible cambio de uso, suponiendo la expansión máxima del cultivo de aguacate bajo las condiciones en las que está ocurriendo actualmente. Estas modelaciones proporcionan la cuantificación numérica de las tasas de erosión y la modelación espacial que muestra las zonas de mayor riesgo, así como, las variaciones con el escenario actual.



Unidades geopedológicas de la cuenca de la presa de Cointzio



Estimación de riesgo de erosión hídrica bajo cambio de uso de suelo y el escenario de cambio climático RCP 4.5 periodo 2015-2039



IMPLEMENTACIÓN DE UN DESHIDRATADOR SOLAR CON MONITOREO EN TIEMPO REAL DEL PROCESO DE SECADO EN LA MESETA PURÉPECHA DE MICHOACÁN

Problemática

La inseguridad alimentaria y la falta de acceso a tecnologías sostenibles de conservación de alimentos son problemáticas prevalentes en las comunidades rurales e indígenas de la Meseta Purépecha de Michoacán. Estas comunidades, que a menudo dependen de la agricultura de subsistencia, enfrentan desafíos significativos relacionados con la conservación de alimentos, lo que resulta en pérdidas postcosecha y limita su capacidad para mantener un suministro constante de alimentos nutritivos durante todo el año. Además, las prácticas tradicionales de procesamiento y conservación de plantas medicinales, esenciales para el bienestar y la salud de estas comunidades, se están viendo amenazadas por la falta de tecnologías adecuadas que permitan una conservación eficaz sin comprometer las propiedades medicinales de las plantas. En este contexto, la implementación de un deshidratador solar equipado con tecnología para monitorear en tiempo real la temperatura, humedad y pérdida de masa, emerge como una solución viable y oportuna. Este proyecto permitirá a las comunidades aprovechar la abundante energía solar disponible en la región para deshidratar alimentos y plantas medicinales de manera eficiente, segura y ecológica.



¿Qué buscó el proyecto?

El proyecto buscó desarrollar, implementar e iniciar el proceso de adopción de un deshidratador solar en las comunidades rurales e indígenas de la Meseta Purépecha de Michoacán. Este deshidratador se equipó con tecnología para la lectura de datos de temperatura, humedad y pérdida de masa en tiempo real, proporcionando información vital para optimizar el proceso de deshidratación y asegurar la calidad de los productos deshidratados.



Resultado

Se logró construir un secador solar por convección forzada de flujo de calor indirecto empleando tubos evacuados, los cuales suelen ser empleados en la tecnología de los calentadores de agua.

Se realizaron simulaciones asistidas por computadora empleando el método de volumen finito para evaluar el funcionamiento del deshidratador y determinar la región dentro de la cámara de secado que exhibe condiciones óptimas de temperatura y flujo de aire.

Se dotó al dispositivo de sensores que permitan medir temperatura, humedad y pérdida de masa en tiempo real. Se incorporó un sistema de control que permita optimizar el proceso de secado manteniendo la calidad del producto final.



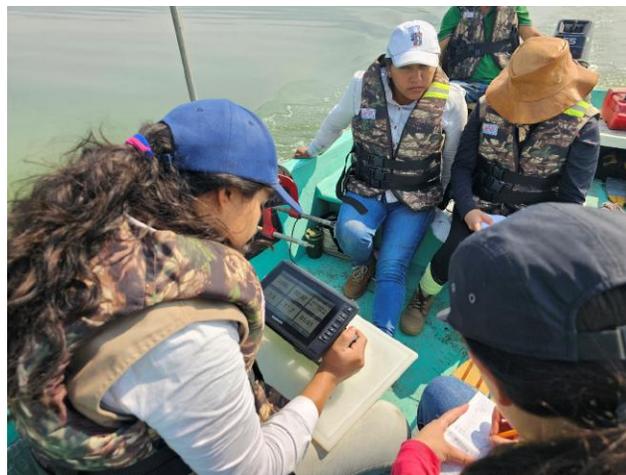
VULNERABILIDAD HIDROLÓGICA DE LAGOS MICHOACANOS

Problemática

Las numerosas actividades de producción y la falta de un aprecio por el agua en Michoacán han ocasionado que más del 70% del agua dulce se encuentre contaminada de alguna manera, incluyendo aguas negras, fertilizantes, plaguicidas o bacterias y virus. Las formas actuales de riego y el suministro de agua potable en las ciudades son sistemas que desperdician mucha agua como es el agua rodada en los surcos de las parcelas, en los cajetes de las huertas de aguacate, así como en las tuberías de distribución de agua en las ciudades que presentan numerosas fugas y desperdician el agua.

De continuar con las tendencias actuales de deterioro, sobreexplotación del agua y desperdicio, el estado de Michoacán perderá de manera irreversible la capacidad de tener acceso al agua para tomar, regar y producir alimentos, esto puede ocasionar crisis económica, aumento de precios, falta de alimentos, confrontaciones por el acceso al agua y finalmente se puede perder el bienestar de los michoacanos.

Por lo anterior, este proyecto se realizó para investigar la situación actual de los lagos michoacanos para la resolver el grave problema de tener agua disponible con la calidad y cantidad necesaria, para cubrir nuestras necesidades y asegurar agua para las generaciones siguientes.



BATIMETRIA DE PATZCUARO

¿Qué buscó el proyecto?

El proyecto buscó en principio registrar los valores de profundidad de lagos y presas michoacanas. A partir de estos registros se elaboraron mapas de profundidades para conocer cuánta agua pueden almacenar los lagos y presas de Michoacán comparado con décadas anteriores.

Posteriormente se analizó la transparencia del agua de estos lagos y presas para saber si se encuentran en proceso de turbidez lo que en consecuencia afecta los procesos de potabilización o la capacidad natural del lago o presa para producir alimento natural para peces y otros organismos acuáticos.

Después se identificaron las corrientes de agua en estos lagos y presas para conocer la manera en que el agua se mueve para dispersar sustancias nutritivas, contaminantes y especialmente el oxígeno disuelto que es importante para la vida de los peces y otros organismos acuáticos.



REHABILITACION MANANTIALES ISLA URANDEN

Resultado

Los resultados obtenidos del proyecto "Vulnerabilidad hidrológica de lagos michoacanos" son capaces de resolver el problema de la posible escasez de agua que en el futuro se puede presentar en Michoacán de la siguiente manera:

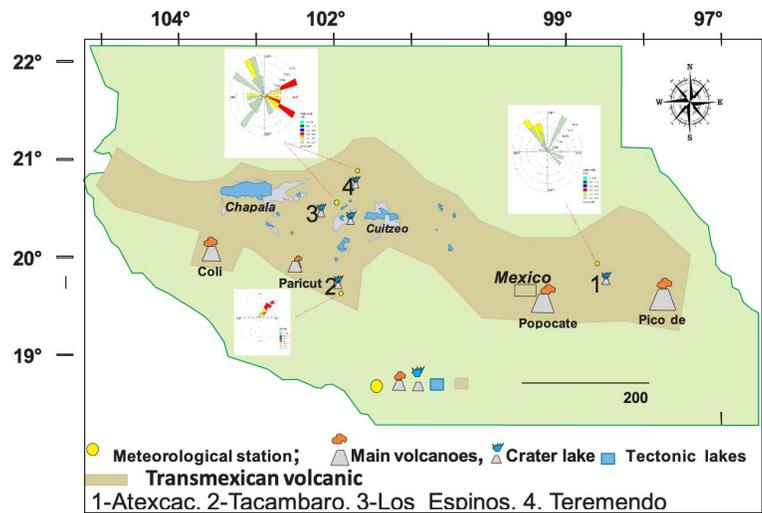
- Se actualizaron los mapas de profundidades de los principales lagos y presas de Michoacán y se estimaron los parámetros para analizar la capacidad de almacenamiento de cada lago y presa. Los resultados demuestran que en la TOTALIDAD de los lagos y presas presentan una significativa reducción en sus niveles de profundidad disminuyendo hasta en un 50.0% la capacidad de almacenamiento de los sistemas acuáticos michoacanos.
- Se identificó el clima regional y se analizó su variabilidad climática en el tiempo. Los resultados indican que existe un incremento en la temperatura atmosférica, disminución en la cantidad de lluvia y un incremento en la evapotranspiración.
- Se determinó el balance hidrológico para analizar la disponibilidad de agua local en donde en el mayor de los casos se presenta una pérdida de agua disponible posiblemente derivado de la prolongada sequía de los dos años anteriores. De la misma manera los lodos acarreados han disminuido la profundidad del agua incrementando la evapotranspiración y con ello la pérdida del agua en cada ecosistema acuático.



1000 AÑOS DE HISTORIA DEL CLIMA EN EL NORTE DE MICHOACAN

Problemática

Entender si los bruscos cambios que estamos experimentando corresponden a un comportamiento cíclico no reconocido en tiempos históricos y prehistóricos



¿Qué buscó el proyecto?

Recabar bases de datos de la geoquímica, mineralogía y micropaleontología de lagos crátericos, que por estar más protegidos de la erosión y del impacto antrópico podrían establecer las condiciones climáticas y ambientales de los últimos mil años de historia del clima.



Resultado

Se determinó el momento en que los distintos lagos experimentaron el cambio climático regional y episodios de sismicidad prehistórica no registrada previamente lo que contribuirá a entender episodios de inestabilidad regional.

La contribución del proyecto se enmarca en la adaptación al cambio climático ya que como se observa en los núcleos las tendencias en todos los sitios perforados es a un descenso de nivel lacustre e incremento de actividad orgánica que se puede extrapolar a las zonas agrícolas, industriales y poblaciones para la planificación territorial.



SISTEMA DE ALERTA A LA POBLACIÓN ANTE INUNDACIONES Y PRECIPITACIONES EXTREMAS PARA LA CIUDAD DE MORELIA, MICHOACÁN

Problemática

El problema de las inundaciones en la ciudad de Morelia, ha sido una situación que se ha intensificado en los últimos meses, provocando daños económicos importantes, no sólo a la ciudad, sino a los ciudadanos.

Aún en la actualidad, existe una gran incertidumbre asociada a la predicción las precipitaciones o lluvias. Lo anterior, se debe a que las variables climatológicas, como las precipitaciones, dependen a su vez de muchos factores que hasta la fecha son difíciles de controlar. Por ello, es complicado que los tomadores de decisiones puedan tener control sobre las lluvias extremas, y con ello, las inundaciones que se dan principalmente en la zona urbana.

Las causas de las inundaciones pueden ser diversas, en Morelia, éstas han sido provocadas principalmente por lluvias intensas, especialmente durante la temporada de huracanes y tormentas tropicales; o por la falta de mantenimiento y la obstrucción de los sistemas de drenaje. Además, éstas pueden causar daños significativos a propiedades, daños materiales, interrupción de los servicios básicos, como el suministro de agua y electricidad, y afectar la movilidad en la ciudad. Siendo ésta última causa, una de las que han afectado en gran medida a la población de Morelia en lo últimos meses.

¿Qué buscó el proyecto?

El proyecto buscó contribuir a la mitigación del problema de las inundaciones en la ciudad de Morelia a través de una medida no estructural, es decir, aquella que no requiere infraestructura. Esta medida consistió en el desarrollo de un sistema de alerta a la población ante inundaciones para la ciudad de Morelia. De esta forma, se puede alertar en tiempo real a la ciudadanía sobre el riesgo al que se encuentra expuesta durante un evento de precipitación a partir de su ubicación geográfica.

Resultado

El resultado de este proyecto fue el desarrollo de este sistema de alerta ante inundaciones. En este sistema desarrollado en una página web, la población, a través de una aplicación móvil podría conocer el riesgo al que se encuentra expuesta en cualquier zona de la ciudad, esto a partir de la intensidad de un evento de precipitación. Lo anterior, se logra a través del estudio de las precipitaciones y el análisis de la vulnerabilidad de las zonas urbanas en nuestra ciudad, con estas variables es posible conocer el riesgo al que nos encontramos expuestos en cualquier zona de la ciudad.

ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE BAJO COSTO
SISTEMA AUTOMÁTICO DE INFORMACIÓN HIDROLÓGICA (SAIH)

El grupo de investigación Gestión Integral del Agua (GIA) de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, en un esfuerzo por monitorear de manera continua el clima en la ciudad de Morelia, ha construido una Red Meteorológica, la cual es capaz de medir Precipitación, Temperatura, Humedad relativa y Presión atmosférica.

Las mediciones son enviados a una base de datos en tiempo real.

Con esto, el público en general puede conocer minuto a minuto el clima de Morelia de forma espacial.

La Red Meteorológica GIA cuenta con más de 25 estaciones.

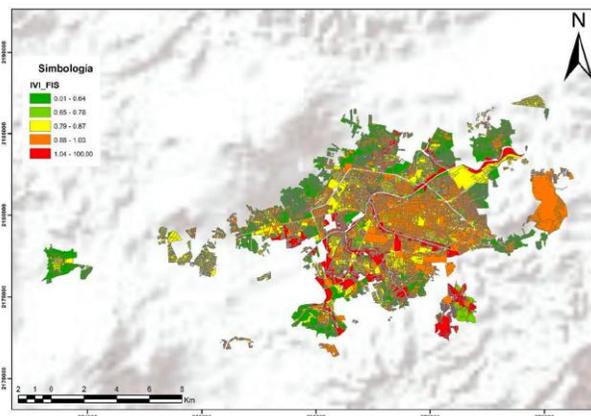
Medidor de Precipitación (Balancín)

Sensor de Presión atmosférica (BMP180)

Sensor de Temperatura y Humedad relativa (DHT22)

Módulo transceptor Lora (RYLR998)

Cuero Académico Gestión Integral del Agua (GIA)
Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo
Contacto: Dr. José Jaime Madrigal Barrera, correo electrónico: jose.madrigal@umich.mx



Componente fisiográfico



LIRIOS ACUÁTICOS COMO BIOINDICADORES Y FILTROS NATURALES DE METALES TRAZA PARA LA PROMOCIÓN DE UN DESARROLLO SUSTENTABLE

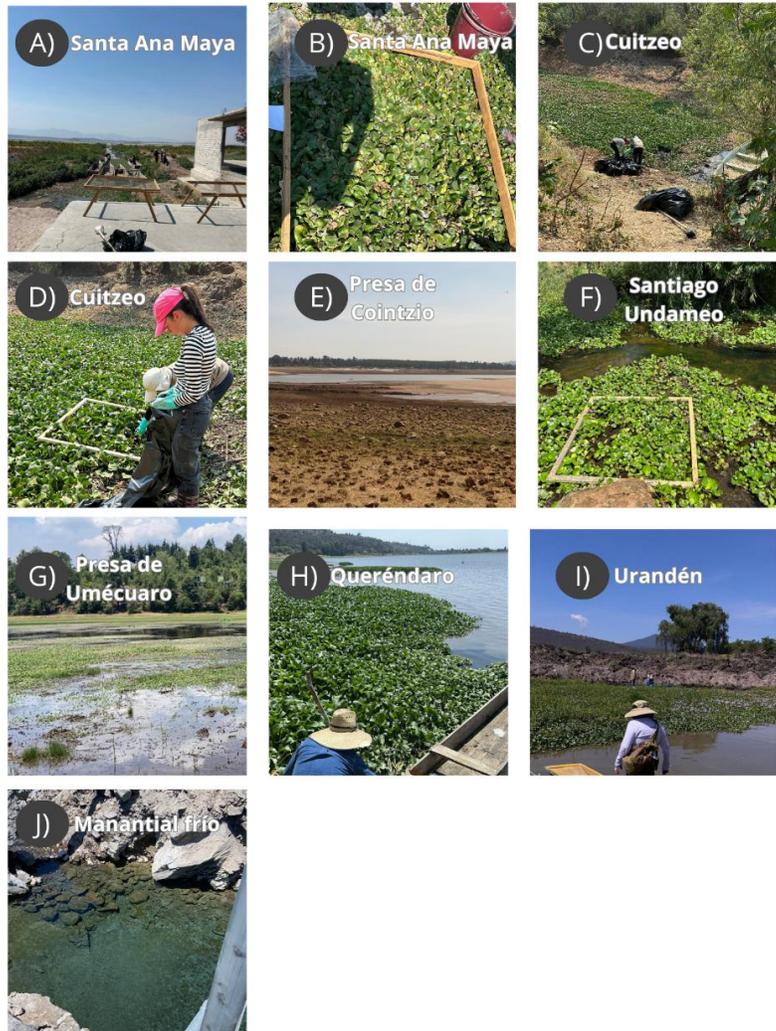
Problemática

El proyecto abordó la problemática de la proliferación del lirio acuático (*Eichhornia crassipes*) en cuerpos de agua de Michoacán, como el Lago de Cuitzeo Santiago Undameo, Pátzcuaro y Queréndaro. Esta proliferación no solo afecta la biodiversidad y la calidad del agua, sino que también genera impactos negativos en la salud pública, economía local y acceso a recursos hídricos. La especie invasora obstruye la luz solar, disminuye los niveles de oxígeno y, al descomponerse, favorece condiciones anóxicas que aceleran la degradación de los ecosistemas acuáticos y agravan el problema de los gases de efecto invernadero.

¿Qué buscó el proyecto?

El proyecto buscó explorar y evaluar el potencial de los lirios acuáticos (*Eichhornia crassipes*) como bioindicadores y filtros naturales de metales traza en cuerpos de agua contaminados. Su objetivo principal fue caracterizar la capacidad del lirio para adsorber metales pesados y otros elementos traza en zonas con influencia urbana y agrícola, proporcionando una base científica que permita aprovechar esta biomasa en propuestas de desarrollo sustentable.

Además, el proyecto buscó establecer posibles aplicaciones prácticas del lirio acuático en la producción de biocombustibles y biofertilizantes, transformando un problema ambiental en una oportunidad para implementar ecotecnologías y generar beneficios económicos y sociales en las comunidades locales. En última instancia, la investigación pretendió sentar las bases para un manejo ambiental más sustentable de esta especie invasora, apoyando la restauración de la calidad del agua y promoviendo un uso productivo del lirio que beneficie tanto al medio ambiente como a la economía regional.



Sitios de muestreo en diversas localidades. A) y B) Zonas de muestreo en Santa Ana Maya. C) y D) Desembocadura del Río Grande en Cuitzeo. E) Cointzio, sin lirio. F) Santiago Undameo, lirio acuático debajo del puente vehicular. G) Presa de Umécuaro, sin lirio. H) Colecta de muestras de lirio debajo de sitios recreativos en Queréndaro. I) Colecta de muestras de lirio, agua y sedimento

Resultado

Los resultados obtenidos, que incluyen el análisis de la capacidad del lirio acuático para adsorber metales traza y su caracterización como fuente de biomasa, brindan datos científicos sólidos sobre la composición química de esta planta y su potencial para ser utilizada en ecotecnologías de biorremediación. Los análisis de contenido de metales como arsénico, cadmio, cromo y mercurio, junto con macroelementos como carbono y nitrógeno, ofrecen una comprensión más profunda de cómo el lirio acuático puede ser aprovechado en la producción de biocombustibles y biofertilizantes.



SÍNTESIS DE COMPUESTOS HÍBRIDOS TETRAZOL 1,5-DISUSTITUIDO-BENZOFURANO VÍA UNA REACCIÓN DE MULTICOMPONENTES DE ALTO ORDEN Y SU ESTUDIO DE ACTIVIDAD ANTIFÚNGICA IN SILICO E IN VITRO PARA COMBATIR LA FARMACORRESISTENCIA

Problemática

El proyecto abordó el problema de la farmacorresistencia a microorganismos como bacterias y hongos, un grave desafío para la salud mundial. Actualmente, varios de los fármacos disponibles en el mercado para tratar enfermedades como el cáncer y las infecciones microbianas están perdiendo eficacia debido a este fenómeno, lo que los convierte en una de las mayores amenazas para la salud humana. Es importante destacar que la resistencia a fármacos, incluidos antifúngicos, antibióticos, anticancerígenos y antivirales, causa al menos 700,000 muertes anuales en todo el mundo. Si no se implementan medidas efectivas para enfrentar esta amenaza, se estima que esta cifra podría alcanzar los 10 millones de muertes anuales para el año 2050.

¿Qué buscó el proyecto?

El proyecto buscó identificar y desarrollar compuestos con potencial bioactivo capaces de inhibir, a nivel in vitro, el crecimiento del hongo *Mucor lusitanicus*, causante de la mucormicosis. Esta enfermedad actualmente carece de un tratamiento farmacológico selectivo y efectivo, lo que subraya la urgencia de encontrar nuevas alternativas terapéuticas. A través de la síntesis y evaluación biológica de estos compuestos, el proyecto aspiró a contribuir al desarrollo de fármacos específicos que puedan ofrecer un tratamiento oportuno para esta grave afección.

Resultado

Los resultados del proyecto contribuyen significativamente al desarrollo del Estado de Michoacán en varios aspectos clave. En lo económico y tecnológico, el desarrollar desde un nivel de ciencia básica conocimiento que pueda aplicarse en un futuro a implementar tecnología para desarrollar un compuesto potencialmente candidato a fármaco para contrarrestar el fenómeno de la farmacorresistencia, como el tratar de manera selectiva y eficiente la mucormicosis, pudiera atraer inversión en el sector farmacéutico fortaleciendo la ciencia en la región. Por otro lado, a nivel científico el proyecto ha fortalecido la capacidad investigativa del estado debido a que las cuatro publicaciones en revistas de arbitraje riguroso permitieron que la ciencia que se desarrolla en el estado sea de calidad y reconocida a nivel internacional, y así poder generar nuevas redes de colaboración. Asimismo, a nivel tecnológico, la mejora en la infraestructura del laboratorio permitió mayor fortaleza científica a nivel institucional. A nivel humanístico, el proyecto ha tenido un impacto profundo al promover el desarrollo personal y profesional de los estudiantes e investigadores involucrados, generando recursos humanos de alto nivel. Este trabajo ha brindado oportunidades únicas de formación, permitiendo a los participantes adquirir conocimientos avanzados en química medicinal y orgánica, y desarrollar habilidades críticas como la resolución de problemas, la creatividad científica y la colaboración interdisciplinaria. Y finalmente a nivel social, la posibilidad de encontrar tratamientos efectivos para enfermedades como la mucormicosis podría mejorar la salud y la calidad de vida de los habitantes, reduciendo la carga sanitaria y el costo asociado a tratamientos ineficaces.



CARACTERIZACIÓN PALINOLÓGICA DE DIFERENTES TIPOS DE VEGETACIÓN PARA SU APLICACIÓN FORENSE: HACIA LA FORMACIÓN DE UNA BASE ESTATAL DE DATOS PALINOLÓGICOS

Problemática

La falta de investigación forense ha ocasionado una alta impunidad, incentivando la criminalidad. Si bien las técnicas polínicas no pueden evitar que se cometan crímenes, si puede coadyuvar a la resolución de estos, facilitando la investigación científica forense, desalentando la actividad criminal. La palinología forense se basa en un conocimiento amplio de las características ecológicas de las plantas que existen en cada tipo de vegetación, lo que permite identificar una señal polínica en particular, desechando los indicadores generales y seleccionando los granos de polen que señalan un tipo específico de hábitat.

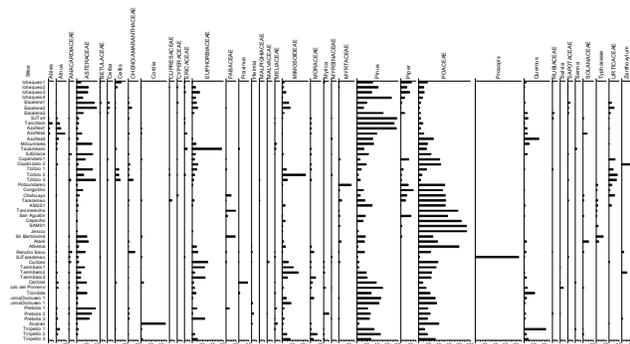
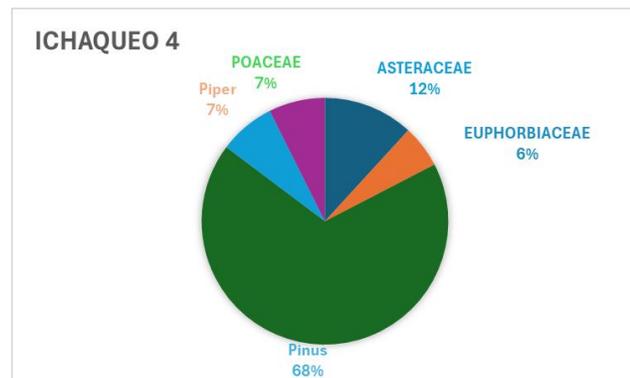
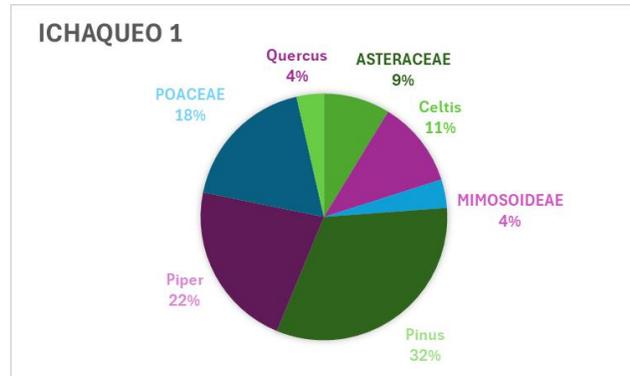
¿Qué buscó el proyecto?

El proyecto buscó describir diferentes sitios con diferentes tipos de vegetación con la finalidad encontrar la firma polínica que pudiera identificar cada uno de los diferentes sitios analizados. De modo tal, que en una investigación forense se utilice como un proxi que coadyuve a encontrar la verdadera escena del crimen cuando los cuerpos son removidos o en el caso de fosas clandestinas conocer cuando una fosa es de tipo primario o secundario, lo que indicaría que los cuerpos se encuentran in situ si el análisis polínico correspondía con la firma polínica del lugar.

Resultado

Durante el proyecto describimos 52 sitios diferentes, ubicados en diferentes municipios y diferentes tipos de vegetación. Aunque los resultados son insuficientes para ser considerados una base estatal, se propone continuar ampliando la base de datos, ya que mínimo deberíamos tener una base de 1000 sitios repartidos en todo el estado.

Se reportan los diagramas polínicos de cada sitio, en donde se observa que algunos sitios están caracterizados por ciertos taxa, y que además las proporciones de polen varían de acuerdo al lugar en donde se tomó la muestra, lo que podría permitir la caracterización de cada lugar.



IDENTIFICACIÓN DE BIOMARCADORES DE TOXICIDAD TEMPRANOS A LOS NITRATOS EN UNA ESPECIE ENDÉMICA DEL ESTADO DE MICHOACÁN: HACIA LA PRESERVACIÓN DE CUERPOS DE AGUA PARA CONSUMO SUSTENTABLE

Problemática

Los ecosistemas de agua dulce están enfrentando una rápida degradación ambiental, impulsada principalmente por el impacto de las actividades humanas. Esta degradación no solo reduce la disponibilidad de agua para el consumo humano, sino que también amenaza la salud y supervivencia de las especies nativas que habitan en estos ecosistemas.

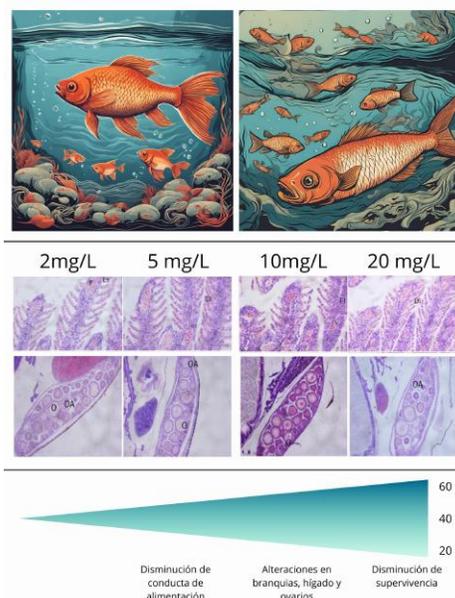
La Mintzita y el lago de Zacapu son ecosistemas clave que abastecen de agua a las ciudades de Morelia y Zacapu, respectivamente. Hasta 2019, estos manantiales albergaron varias especies nativas de la subfamilia Goodeinae. Sin embargo, en la actualidad, ambos están sometidos a diferentes presiones humanas que están deteriorando la calidad del agua, poniendo en peligro a las especies de peces que los habitan.



¿Qué buscó el proyecto?

Los nitratos, aunque presentes de manera natural en los ecosistemas de agua dulce, pueden volverse tóxicos cuando sus concentraciones aumentan debido a la urbanización y la contaminación industrial y agroquímica. En este estudio, nos propusimos identificar señales tempranas de toxicidad en los peces *Skiffia lermae*, una especie nativa de la subfamilia Goodeinae que vive en cuerpos de agua que están sufriendo degradación ambiental (el manantial La Mintzita y el lago de Zacapu). Nuestro objetivo es entender cómo la calidad del agua afecta su supervivencia y predecir su futuro en estos cuerpos de agua.

Para esto, analizamos la calidad del agua en dos sitios donde la especie aún se encuentra y evaluamos cómo les afectan diferentes niveles de contaminación, particularmente de nitratos. También observamos cuántos peces hay en cada sitio y realizamos experimentos para ver cómo reaccionan a la exposición tanto aguda como prolongada a esta contaminación.



Resultado

Los resultados hasta ahora son preocupantes. Hemos encontrado que las concentraciones de nitratos han aumentado en comparación con mediciones anteriores, y esto coincide con una disminución en la cantidad de peces en ambos sitios. La situación es más grave en el manantial de La Mintzita, donde los niveles de nitratos son más altos y ya no encontramos hembras grávidas ni juveniles.

Nuestros experimentos también muestran que las crías de peces de La Mintzita son más sensibles a la contaminación por nitratos que las crías de Zacapu. Además, descubrimos que dos comportamientos clave, como la rapidez con la que los peces identifican el alimento y su respiración en la superficie de la columna de agua, son las primeras señales de que están sufriendo daño. A largo plazo, esta exposición a los nitratos reduce la capacidad de los peces para respirar adecuadamente, afecta su hígado y disminuye la cantidad de ovocitos, lo que podría estar contribuyendo a la disminución de la especie.

En resumen, nuestros hallazgos sugieren que la contaminación, en particular por nitratos, está poniendo en peligro a las poblaciones de *S. lermae*, especialmente en La Mintzita. Es urgente tomar medidas para proteger estos cuerpos de agua y las especies que dependen de ellos antes de que sea demasiado tarde.



COMUNIDADES PARA LA CONSERVACIÓN DE MAMÍFEROS MARINOS EN EL PACÍFICO MEXICANO

Problemática

La problemática principal radica en que los mamíferos marinos de México se encuentran en estado vulnerable o amenazados por diversas actividades humanas, con algunas especies en grave peligro de extinción. Esto pone en riesgo la biodiversidad marina y afecta negativamente tanto al ecosistema como a las comunidades locales que dependen del turismo de observación de estos animales. La falta de conocimiento y estudios profundos sobre estas especies, especialmente en el estado de Michoacán, dificulta la implementación de estrategias de conservación efectivas. Además, sin una adecuada concienciación pública y políticas ambientales robustas, la protección y conservación de los mamíferos marinos y sus hábitats seguirán siendo insuficientes.



Principales problemáticas que enfrentan los mamíferos marinos en la Costa Michoacana: contaminación, pesca incidental y avistamientos ilegales sin capacitación, sin permisos y sin regulaciones.

¿Qué buscó el proyecto?

Contribuir al conocimiento de la riqueza, diversidad y distribución de los mamíferos marinos mediante estudios de monitoreo científico y participación comunitaria.

Brindar las bases científicas con estudios técnicos justificativos para obtener la certificación oficial y promover el avistamiento responsable de mamíferos marinos en esta región del Pacífico mexicano como detonante de desarrollo en las comunidades locales.

Vincular este trabajo de investigación con las necesidades y prioridades del desarrollo regional en la costa michoacana, junto con estrategias de conservación, protección y cuidado de los océanos, así como sus costas y biodiversidad marina.



Monitoreo Científico de mamíferos marinos en la Costa Michoacana

Resultado

Se da evidencia científica de la riqueza, diversidad y distribución de mamíferos marinos en la Costa Michoacana, que es la base científica de estudios técnicos justificativos para la certificación oficial y el establecimiento de las áreas de observación de ballena jorobada, la duración de la temporada y los sitios idóneos para ofrecer servicios para observación de estas especies, con el fin de desarrollar actividades que promuevan la protección de estos animales y la conservación de su hábitat, considerando la época, el lugar de llegada de esta especie a nuestro país con avistamientos responsables. Con los resultados obtenidos se hizo entrega a las instancias federales correspondientes (SEMARNAT-Michoacán) el estudio como evidencia científica sobre la presencia de ballena jorobada en la Costa Michoacana, México de la temporada 2023-2024, esperando como respuesta la publicación en el Diario Oficial de la Federación la certificación oficial para el Estado de Michoacán en el mes de octubre del 2024, lo que representaría la obtención por primera vez para Michoacán.



CARACTERIZACIÓN DE BIOMASAS DE LA AGROINDUSTRIA MICHOACANA, PARA DETERMINAR SU POTENCIAL EN LA RECUPERACIÓN DE AZÚCARES FERMENTABLES

Problemática

Michoacán ocupa el primer lugar a nivel nacional en la producción de aguacate y fresa, así como del procesamiento y conservación de éstos y de otros frutos de interés industrial. Las empresas que se encargan de éste procesamiento, generan cientos de toneladas diarias de residuos que se confinan en vertederos a cielo abierto, ocasionando contaminación de tierra, agua y aire. Aunque muchas de las industrias tienen como objetivo reducir éstos desechos, la realidad es que aún no saben cómo disponer de ellos. En el Laboratorio de Bioprocesos y Planta Piloto (LBPP) de la Facultad de Ingeniería Química de la UMSNH, desarrollamos proyectos que se enfocan en el procesamiento integral de la Biomasa de la agroindustria michoacana, con el fin de recuperar sus azúcares libres y estructurales para transformarlos posteriormente en bioproductos de valor agregado como el bioetanol, el ácido láctico, el Hidroximetil furfural, etc. Por lo tanto, el proyecto que me fue apoyado por el Instituto de Ciencia Tecnología e Innovación de Michoacán, nos ha permitido caracterizar y determinar el contenido de azúcares libres y estructurales que tienen las biomasas de mango, fresa, piña, residuo de semilla de aguacate y las podas de los árboles de aguacate. Estas azúcares posteriormente serán recuperadas y transformadas a bioproductos de valor agregado. Este proyecto y los proyectos adyacentes que realizamos en el LBPP, nos permitirán en su conjunto generar un proceso para el procesamiento de los residuos de frutas de la agroindustria y darles un valor agregado, evitando que éstos desechos lleguen a vertederos y contaminen el ambiente.

¿Qué buscó el proyecto?

El principal objetivo del proyecto fue caracterizar distintas biomasas de la agroindustria michoacana, entre ellas: Cáscaras de Mango, semilla de aguacate, coronas de fresa, cáscaras de piña y poda de los árboles de aguacate.

Hojas		Tallos	
Componente	% (masa)	Componente	% (masa)
Glucosa	4.4±0.64	Glucosa	13.6±0.16
Xilosa	7.2±0.64	Xilosa	11.1±0.14
Arabinosa	2.2±0.18	Arabinosa	3.4±0.11
Acetico	1.1±0.06	Acetico	2.9±0.09
Humedad	5.8±0.08	Humedad	9.2±0.16
Cenizas	4.6±0.30	Cenizas	7.6±0.19
Extractivos	37±0.52	Extractivos	21.8±0.72

Los resultados obtenidos para las hojas y ramas de la poda de aguacate



Resultado

Conocer la composición de los azúcares libres y estructurales de las biomasas que desecha a vertederos la agroindustria en Michoacán, nos permitirá determinar el potencial que tienen éstas biomasas para que éstos azúcares sean recuperados y posteriormente transformados a bioproductos de valor agregado, como el etanol, al ácido láctico, el butanol, etc. Lograr diseñar un proceso que procese éstos desechos de evitará que las industrias los confinen en vertederos y contaminen el ambiente (agua, suelo y aire).

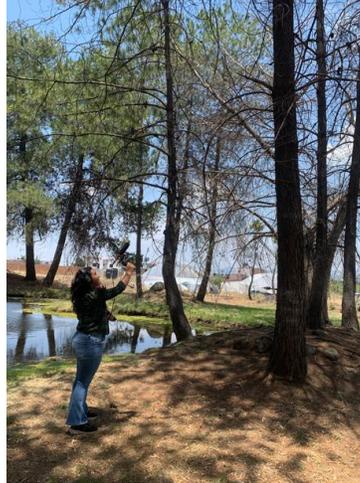


Proyecto apoyado por el Instituto de Ciencia, Tecnología e Innovación a través de la Convocatoria de Apoyo a Proyectos de Investigación Científica de Impacto Regional 2022

EFFECTO DE LA URBANIZACIÓN SOBRE LA CONDUCTA VOCAL DE LAS AVES EN MICHOACÁN

Problemática

El ruido que generan las ciudades es una gran amenaza para la comunicación de los animales, específicamente para las aves. Para contrarrestar los efectos negativos que tiene el ruido en la comunicación acústica, las aves han desarrollado una serie de estrategias con la finalidad de tener una comunicación eficiente. Algunas especies son capaces de evitar condiciones ruidosas modificando el sitio del que cantan o la hora a la que comienzan a cantar para evitar el ruido de la ciudad. Otras especies vocalizan más fuerte para incrementar la probabilidad de que la señal llegue a otros miembros de la especie o cantar a frecuencias más altas para evitar el traslape y enmascaramiento con el ruido ambiental que principalmente es de frecuencias bajas.



¿Qué buscó el proyecto?

En este proyecto se evaluó el efecto de la urbanización de la ciudad de Morelia, la cual en los últimos 40 años ha mostrado un acelerado proceso de urbanización y cambio de uso de suelo, sobre la conducta vocal de las aves. Específicamente, se comparó la hora a la cual comienza, la hora del pico de actividad y la duración del coro amanecer en sitios con distinto grado de urbanización dentro y a los alrededores de la ciudad, para determinar si las aves ajustan su horario de canto en función del ruido y la luz antropogénica.



Resultado

Nuestros resultados mostraron evidencia de que las aves urbanas de Morelia tienden a comenzar los coros amanecer antes que sus contrapartes no urbanas. Los resultados apoyaron la hipótesis de que las aves tienen la capacidad de adaptarse al ruido ajustando la hora a la que empiezan a cantar para poder tener una comunicación eficiente. Estos resultados sugieren que el ruido antropogénico podría determinar los patrones de actividad de los coros amanecer, lo que llevaría a comenzar más temprano en áreas ruidosas con el fin de evitar el enmascaramiento acústico principalmente por el tráfico de las horas pico de la mañana.



DISEÑO DE COMPUESTOS AVANZADOS MOF PARA REMOCIÓN DE FÁRMACOS EN AGUAS RESIDUALES

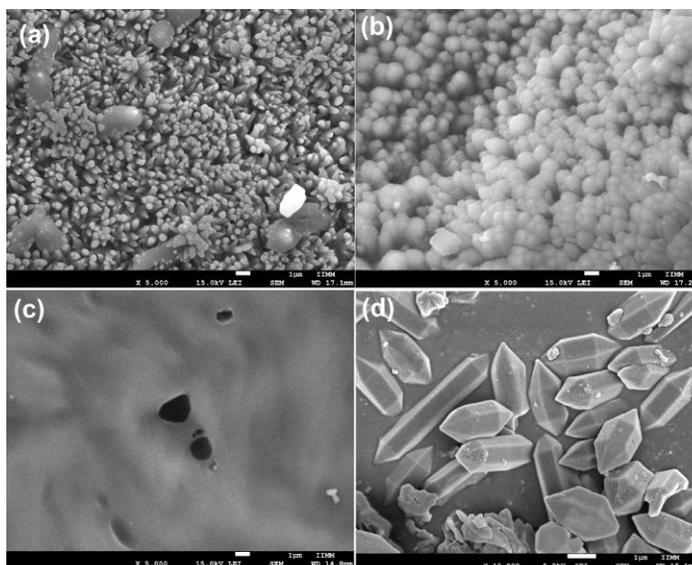
Problemática

El patrimonio hídrico del estado de Michoacán se encuentra en riesgo por diversas razones, una de ellas, es la contaminación de cuerpos de agua superficial y subterránea que reciben aguas residuales sin el tratamiento correcto. Existen grupos de contaminantes "emergentes" hídricos caracterizados por una alta persistencia, baja degradación en el ambiente y con grandes efectos adversos a la salud y al medio ambiente, entre ellos se encuentran detergentes, hormonas, pesticidas, productos de cuidado personal, drogas ilícitas y fármacos; estos últimos se han encontrado en concentraciones de 0.0016 a 373 µg/L en efluentes de plantas de tratamiento, y los tratamientos de agua tradicionales no son capaces de eliminarlos, por lo que es imperativo que se desarrollen métodos, tecnologías y materiales capaces de tratar eficientemente a estos contaminantes.



¿Qué buscó el proyecto?

Desarrollar materiales que encuentren estabilidad en medios acuosos y que puedan ser aplicables en el tratamiento de aguas residuales para la remoción de fármacos que permitan obtener membranas capaces de tratar efectivamente los fármacos (y posiblemente otros contaminantes emergentes) presentes en las aguas residuales del estado de Michoacán.



Resultado

Obtención de unas membranas porosas poliméricas funcionalizadas con estructuras metalorgánicas (MOF) y óxido de grafeno capaz de remover fármacos presentes en efluentes de agua residual, se evaluó la capacidad de remoción de naproxeno, ácido nalidixico, fenazopiridina y azul de metileno.

Mejorar la calidad del agua tratada en el estado de Michoacán, disminuyendo o eliminando la cantidad de contaminantes emergentes disueltos en ella al incorporar una membrana funcionalizada que permita adsorberlos eficientemente, saneándola después de su uso. Eje 4: "Territorio sostenible" del Plan de Desarrollo Integral del Estado de Michoacán 2021-2027



PREDICCIÓN DE LA TOXICIDAD DEL GLIFOSATO Y SU ALTERNATIVA GLUFOSINATO DE AMONIO EN ECOSISTEMAS ACUÁTICOS DEL ESTADO DE MICHOACÁN SOBRE ORGANISMOS FITOPLANCTÓNICO

Problemática

Los principales cuerpos de agua del Edo. de Michoacán como el Lago de Pátzcuaro, la Presa de Coitzio y el Lago de Zirahuén, son sistemas acuáticos de suma importancia ecológica, económica, sociocultural y alimentaria del estado. No obstante, se encuentran altamente contaminados y eutrofizados con una muy significativa inestabilidad ecológica debido al uso indiscriminado de agroquímicos como el glifosato y glufosinato de amonio muy utilizados en cultivos de aguacate, trigo, maíz que se encuentran en los alrededores.

El gobierno actual en una decisión unilateral, en un principio junto con la COFEPRIS estableció limitar y eliminar la venta y/o aplicación del glifosato en diferentes cultivos de interés comercial y alimentario en el 2024 a nivel nacional, donde la SENASICA estableció como una alternativa a su uso, la aplicación del glufosinato de amonio. Sin embargo, en Michoacán se sigue aplicando el glifosato de forma indiscriminada, que incluso hay informes técnicos donde se utiliza en conjunto con el glufosinato y otros agroquímicos en cultivos resistentes de forma postemergente en concentraciones que pueden ir 1:1. Aunado a que los ecosistemas acuáticos son los receptores finales de una gran cantidad de residuos de agroquímicos, es de suma importancia la identificación de los riesgos ecotoxicológicos acuáticos a través del uso de bioindicadores de la base productora de la cadena trófica acuática. Las microalgas que fueron seleccionadas como representantes fitoplanctónicas de los cuerpos de agua de Michoacán fueron expuestas a concentraciones ambientalmente relevantes de los herbicidas, se predijeron las interacciones toxicológicas de la aplicación conjunta de ambos herbicidas y se identificaron los principales mecanismos de alteraciones en la fotosíntesis.

Este problema es crucial ya que el uso continuo del glufosinato de amonio y el glifosato, puede dar lugar a interacciones más tóxicas que su formulación original con respuestas de potenciación de toxicidad, sinergismo, adición o en su caso antagonismo. Aunado a la problemática de salud pública, existen muy pocos estudios acerca de sus efectos ambientales acuáticos con lo cual, la calidad del agua se reduce drásticamente y la toxicidad se potencia a través de contaminantes adicionales.

¿Qué buscó el proyecto?

Predicir de forma temprana los riesgos a corto plazo de la exposición de ambos herbicidas en microalgas que son la base de la cadena trófica acuática, y a las que les debemos el otro 50% del flujo energético del planeta.

Estimar el riesgo y peligrosidad que estos compuestos emergentes presentan en diferentes cuerpos acuáticos.

Establecer una correcta conservación y preservación de los principales cuerpos de agua de Michoacán.

Predicir el comportamiento en combinaciones de ambos herbicidas a concentraciones ambientales acuáticas de los mismos sobre diferentes géneros de microalgas.

Comunicación de los principales efectos tóxicos de estos herbicidas en aguas, de los cuales en la literatura científica hay poco investigado.

Alerta de riesgos tóxicos producidos por estos herbicidas sistémicos no selectivos, y al bienestar de la salud ambiental acuática y pública de los principales cuerpos acuáticos del Edo. de Michoacán.

La inclusión de diferentes bioensayos de ecotoxicidad acuática in vitro en el laboratorio de forma rápida, segura y de alta confiabilidad en el monitoreo de la toxicidad acuática de los herbicidas.

Educación Ambiental basada en la aplicación y evaluación de los efectos toxicológicos de contaminantes emergentes.

Resultado

Principales respuestas tóxicas en la inhibición de crecimiento poblacional sobre diferentes géneros de microalgas de agua dulce y costera expuestas in vitro a los herbicidas glifosato y glufosinato de amonio a través de los índices de toxicidad CI50 y NOEC.

Alteraciones morfológicas y de volumen celular en las microalgas estudiadas, producidas por la exposición del glufosinato de amonio.

Identificación de los principales mecanismos de alteraciones en la actividad fotosintética a través de niveles de clorofila y su proceso de productividad en fase oscura y fase lumínica (balance total de O₂).

Predicciones in silico de interacciones de ambos herbicidas obteniendo respuestas antagonísticas, sinérgicas y aditivas de la toxicidad de los agroquímicos en los diferentes géneros de microalgas usadas como modelos de estudio. Es decir, existe evidencia científica de inhibición, incremento o suma de las toxicidades de ambos en combinaciones químicas en las diferentes microalgas.

Estimulación de crecimiento y productividad fotosintética a exposiciones subcrónicas (7 y 14 días) sobre géneros de microalgas costeras a concentraciones muy bajas de 0.0001mg L⁻¹ del glufosinato de amonio, pero inhibición de estos parámetros en exposiciones crónicas (21 y 28 días). Lo que indica un efecto estimulador del herbicida en aplicaciones esporádicas, pero en exposiciones crónicas respuestas tóxicas que pueden agravarse en aplicaciones continuas del herbicida.



Using single-species and algal communities to determine long-term adverse effects of silver nanoparticles on freshwater phytoplankton

A.A. Cortés-Téllez^a, A. D'ors^b, A. Sánchez-Fortín^c, C. Fajardo^d, G. Mengs^e, M. Nande^f, C. Martín^g, G. Costa^h, M. Martínⁱ, M.C. Bartolomé-Camacho^a, S. Sánchez-Fortín^{b,*}

^a Environmental Toxicology Laboratory, Faculty of Chemistry-Pharmaceutical, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, 403 Santiago Tzuc St., 58000 Morelia, Michoacán, Mexico

^b Dept. of Pharmacology and Toxicology, Universidad Complutense de Madrid (UCM), w/o Puerto de Hierro Ave., 28049 Madrid, Spain

^c Dept. of Biomedical and Biotechnology, Universidad de Almería (UAL), w/o San Diego St., 04091 Almería de Almería, Spain

^d Technical and R&D Department, Ecotrialab S.L. 19 Juan XXIII, 28550 Tordes, Spain

^e Dept. of Biochemistry and Molecular Biology, Complutense University, w/o Puerto de Hierro Ave., 28049 Madrid, Spain

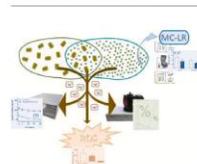
^f Dept. of Microbiology-Plant Biology, Universidad Politécnica de Madrid (UPM), 3 Complutense Ave., 28040 Madrid, Spain

^g Department of Animal Physiology, Faculty of Veterinary Sciences, Complutense University, w/o Puerto de Hierro Ave., 28040 Madrid, Spain

HIGHLIGHTS

- AgNPs affected the m-value of *S. ornatus* during the 28 days of exposure.
- *S. ornatus* and *M. aeruginosa* grown in single or community cultures showed different responses.
- Exposure to phytoplankton community significantly modified photosynthetic activity concerning single cultures.
- ROS generation was inhibited when both strains were exposed to community conditions.
- *M. aeruginosa* produced and released lower MC-LRs in both single and community cultures.

GRAPHICAL ABSTRACT



ARTICLE INFO

Editor: Deniz Bekturov

Keywords:

AgNP

Freshwater phytoplankton

Growth cell rate

Photosynthesis activity

ROS

Microcystin

ABSTRACT

The physical and chemical properties of silver nanoparticles (AgNPs) have led to their increasing use in various fields such as medicine, food, and industry. Evidence has proven that AgNPs cause adverse effects in aquatic ecosystems, especially when the release of Ag is prolonged in time. Several studies have shown short-term adverse effects of AgNPs on freshwater phytoplankton, but few studies have analyzed the impact of long-term exposure on these populations. Our studies were carried out to assess the effects of AgNPs on growth rate, photosynthesis activity, and reactive oxygen species (ROS) generation on the freshwater green alga *Scenedesmus ornatus* and the cyanobacteria *Microcystis aeruginosa*, and additionally on microcystin (MC-LR) generation from these cyanobacteria. The tests were conducted both in single-species cultures and in phytoplanktonic communities exposed to 1 µg L⁻¹ AgNPs for 28 days. The results showed that cell growth rate of both single-species cultures decreased significantly at the beginning and progressively reached control-like values at 28 days.

* Corresponding author.

E-mail address: fortin@uam.es (S. Sánchez-Fortín).

<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.172509>

Received 22 February 2024; Received in revised form 5 April 2024; Accepted 13 April 2024

Available online 16 April 2024

0048-9697/© 2024 Elsevier B.V. All rights reserved.



Proyecto apoyado por el Instituto de Ciencia, Tecnología e Innovación a través de la Convocatoria de Apoyo a Proyectos de Investigación Científica de Impacto Regional 2022

ESTUDIO DEL CONTROL ETOLÓGICO DEL GUSANO COGOLLERO POR LOS COMPUESTOS EMITIDOS POR EL HONGO ENTOMOPATÓGENO *BEAUVERIA BASSIANA*

Problemática

Las plagas de insectos son una de las principales amenazas para la producción agrícola. Los pesticidas sintéticos son utilizados en el manejo de plagas, pero su uso inadecuado representa un riesgo para la salud humana y el medio ambiente, ya que muchas de estas sustancias persisten durante décadas, representando una amenaza global para todo el sistema ecológico. Por su parte, del lado del consumidor, la contaminación por pesticidas es una de las principales preocupaciones sobre la seguridad alimentaria en la cadena de alimentos frescos.

Una de las plagas presentes en el Estado de Michoacán y en todas las regiones agrícolas del mundo es el gusano cogollero del maíz, cuyo nombre científico es *Spodoptera frugiperda*. Esta plaga afecta diversos cultivos como el maíz, sorgo, cacahuate, caña de azúcar, arroz, algodón, soya y chile, entre otros y presenta resistencia a varios tipos de plaguicidas. Cada hembra oviposita aproximadamente 1,000 huevos a lo largo de su ciclo de vida, con alrededor de 150 huevos por cada puesta. Las hembras eligen ovipositar principalmente sobre las hojas para que las larvas emergidas se alimenten, consumiendo hasta el 85% del follaje durante su ciclo de desarrollo. El gusano cogollero tiene la capacidad de migrar, ya que pueden volar hasta 100 Km por noche, lo que facilita su dispersión.

Al igual que para el resto de los animales, los olores son indicadores importantes en los insectos del ambiente que los rodea. Los insectos cuentan con receptores olfativos que les permiten ubicar pareja, sitios de oviposición o la elección de un alimento; es decir, los olores les permiten completar su ciclo de vida. El olor es la propiedad que tiene un compuesto químico de estimular el sistema sensorial olfativo. Estos compuestos químicos suelen encontrarse en estado gaseoso a temperatura ambiente, por lo que es fácil que se dispersen por el viento y por lo tanto reciben el nombre de compuestos orgánicos volátiles (COVs). Considerando la capacidad de detección de olores en los insectos es posible el uso de compuestos de origen natural que controlen sus hábitos alimenticios o de reproducción. A esto se le conoce como control etológico de insectos herbívoros porque es un método que se basa en las reacciones de comportamiento en respuesta a un estímulo y por lo tanto se considera una alternativa para el manejo sustentable de plagas.

¿Qué buscó el proyecto?

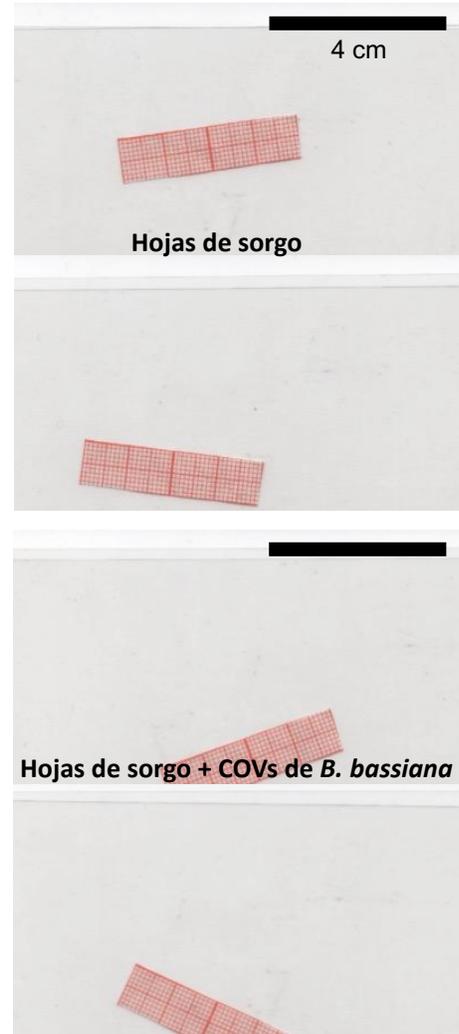
Para el control biológico de plagas de insectos se utilizan a sus enemigos naturales, los organismos entomopatógenos, quienes se especializan en parasitarlos y consumirlos. *Beauveria bassiana* es un hongo entomopatógeno que habita en el suelo. El ciclo de infección inicia cuando las esporas del hongo se adhieren al cuerpo del insecto, germinan y el micelio penetra la cutícula del insecto hasta llegar al hemocele, donde se transforma a una fase de levadura que permite la invasión de tejidos y órganos provocando la muerte del insecto. Finalmente, el hongo vuelve a sufrir una transición a micelio penetrando los tegumentos del insecto, lo que da a los cadáveres infectados un aspecto blanco y algodonoso muy característico.

Es interesante que *B. bassiana* emite un olor representativo, por lo que en este proyecto se estudió su funcionalidad sobre el comportamiento alimenticio de *S. frugiperda* con la finalidad de contar con una alternativa al uso de plaguicidas químicos.

Resultado

Los resultados del proyecto muestran que efectivamente *S. frugiperda* percibe el olor del hongo modificando su comportamiento alimenticio. En el proyecto se utilizaron plantas de sorgo y se observó que los COVs que emite el hongo generan aversión en las larvas con cambios en el comportamiento de selección de alimento y el patrón de herbivoría. En la Figura 1 se muestran hojas de plantas de sorgo atacadas por las larvas, lo que representa nuestro tratamiento control y hojas con un menor daño cuando se encuentran presentes los COVs que emite el hongo entomopatógeno *B. bassiana*.

Uno de los compuestos que se identificó como responsable de la respuesta del insecto fue el 3-metilbutanol, que es el compuesto más abundante en el perfil de COVs que emite *B. bassiana*. Los resultados del análisis de la composición química del follaje expuesto a los COVs que emite el hongo indicaron que se induce la síntesis de compuestos fenólicos lo que probablemente alteran el olor y el sabor de las hojas.



ESTUDIO DEL PAPEL DE LAS PROTEÍNAS CHR DE PUM505 DE PSEUDOMONAS AERUGINOSA EN LA VIRULENCIA DE BACTERIAS Y SU REGULACIÓN POR QUORUM SENSING

Problemática

El cromo es un elemento natural que puede ser liberado al ambiente por el uso de productos donde se usa al cromo, sin embargo, niveles altos de cromo en el agua, suelo o aire pueden generar diversos daños a la salud del humano y de animales que van desde irritación de piel, del sistema respiratorio, úlceras, anemia o cáncer, dependiendo de la forma de contaminación y el periodo de exposición al cromo. Desde 1990 se identificó que las bacterias como *Pseudomonas aeruginosa* codifican a una proteína denominada ChrA que es capaz de conferir resistencia a cromo, esta proteína se encuentra ampliamente distribuida en los tres reinos de la vida. Recientemente encontramos que la proteína ChrA también puede aumentar la virulencia de las bacterias, sugiriendo un papel adicional para la proteína ChrA, que puede explicar el por qué esta proteína es encontrada en bacterias que provienen de un ambiente clínico y no ambiental. Por lo que resulta de interés estudiar a esta proteína y evaluar si solo es capaz de aumentar la virulencia de *P. aeruginosa* o también de otras bacterias, así como identificar una posible forma de control de la virulencia o resistencia que confiere.

¿Qué buscó el proyecto?

Determinar una función no descrita previamente para una proteína relacionada con la resistencia a cromo (un metal tóxico) y la capacidad de aumentar la virulencia de las bacterias, así como determinar su regulación.

Resultado

Al momento se logró determinar que la proteína ChrA además de participar en el aumento de la resistencia a cromo en las bacterias que la contienen, participa en el incremento de la virulencia de las bacterias. Se estableció que la virulencia es regulada por el sistema de quorum sensing, un sistema empleado por las bacterias para controlar la expresión de genes que codifican a productos que participan en la virulencia.

26/8/24, 19:08

Correo de UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO - Your article has been accepted! Here's what comes next



Universidad
Michoacana

Martha Isela Ramirez Díaz <martha.ramirez@umich.mx>

Your article has been accepted! Here's what comes next

1 mensaje

cs-author@wiley.com <cs-author@wiley.com>
Para: martha.ramirez@umich.mx

19 de agosto de 2024, 20:54

Dear Martha Isela Ramirez-Díaz,

Article ID: [REDACTED]
Article Title: Synthesis of benzofuran-based hybrid molecules: Molecular docking and antibacterial activity against *Pseudomonas aeruginosa*
Journal Title: Journal of Heterocyclic Chemistry

Congratulations your article has been accepted in Journal of Heterocyclic Chemistry! To register with Author Services, simply click [here](#) or paste this link into your browser.

Wiley has a new, unified log in process with CONNECT to streamline the author experience across all of its platforms. When you click on your invitation link, you will be redirected to log in through the new CONNECT portal before going back to manage your article.

With Wiley Author Services you can:

Track your article's progress to publication
Access your published article

If you need any assistance, please click [here](#) to view our Help section.
Sincerely,
Wiley Author Services

The contents of this email and any attachments are confidential and intended only for the person or entity to whom it is addressed. If you are not the intended recipient, any use, review, distribution, reproduction or any action taken in reliance upon this message is strictly prohibited. If you received this message in error, please immediately notify the sender and permanently delete all copies of the email and any attachments.

<https://mail.google.com/mail/u/0/?ik=79aa29ac2&view=pt&search=all&permthid=thread-f:1807869646319744585&siml=msg-f:1807869646319744585>

1/1



PICIR
Proyectos de Investigación
Científica de Impacto Regional



Proyecto apoyado por el Instituto de Ciencia, Tecnología e Innovación a través de la Convocatoria de Apoyo a Proyectos de Investigación Científica de Impacto Regional 2022

SITUACIÓN ACTUAL DEL JAGUAR Y DEL LORO CABEZA AMARILLA EN MICHOACÁN, ESPECIES PRIORITARIAS PARA MÉXICO

Problemática

El jaguar (*Panthera onca*) y el loro cabeza amarilla (*Amazona oratrix*) son especies de suma importancia ecológica y cultural para México y consideradas prioritarias para la conservación en México. Ambas especies están catalogadas en peligro de extinción en México. En Michoacán ocurrió una sequía muy prolongada con la ocurrencia de incendios y deforestación. Por lo que era urgente actualizar y generar datos de su situación actual.



Fragmentos de bosque tropical caducifolio y en barrancas ecotonos de bosque tropical subcaducifolio, hábitat Michoacano del jaguar y del loro cabeza amarilla.

¿Qué buscó el proyecto?

Contribuir en la generación de datos que permitan analizar el estatus que presentan actualmente tanto el jaguar como el loro cabeza amarilla, mediante un monitoreo que permitió, en combinación con resultados de años recientes, actualizar el estatus de su distribución y estimar sus abundancias para Michoacán.



Hembra de jaguar Michoacano, la mas longeva registrada en el Pacífico, se le identificó en el año 2014, y ahora tiene 12 años de edad.

Resultado

Se fortaleció el número de registros para modelar y actualizar la distribución y estimar la abundancia poblacional de ambas especies.

Los resultados obtenidos fortalecen en el mediano y largo plazo las estrategias de conservación de la biodiversidad de Michoacán y para México. Por su localización geográfica, el estado es un eslabón clave para la conservación del jaguar en México, ya que la población más numerosa de jaguar en el país se estima para la vertiente del pacífico, desde Sonora al norte, hasta Chiapas al sur. Michoacán por su posición central en el pacífico, es vital para la conectividad entre norte y sur de las poblaciones de jaguar.

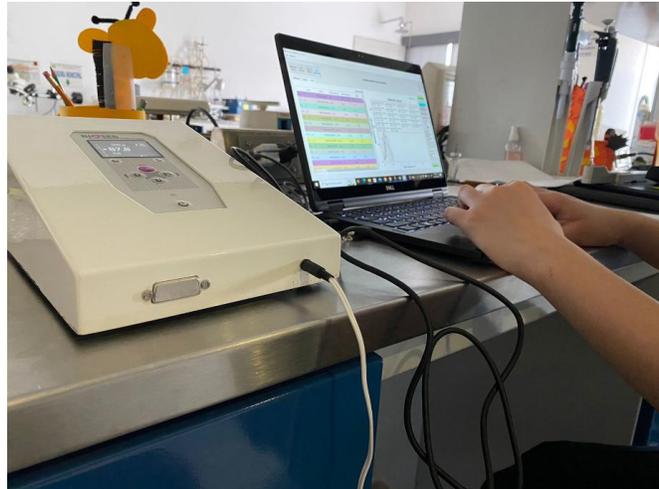
En este proyecto se fortaleció el diagnóstico y la capacidad para generar datos poblacionales para el jaguar. En el caso del loro cabeza amarilla, la población más numerosa y norteña por el pacífico se localiza en Michoacán. A nivel global la especie es considerada prioritaria. Por ser el loro una especie de elevado aprecio por parte del pueblo de México, es fundamental conservar y recuperar a sus poblaciones. Los lugares donde anidan pueden ser manejados para promover ecoturismo de observación de aves, y con ello mejorar la economía de las poblaciones locales.



EVALUACIÓN PRECLÍNICA DE LA COMBINACIÓN METFORMINA-MELATONINA EN LA NOCICEPCIÓN, HIPERALGESIA Y ALODINIA

Problemática

Hay varios tipos de dolor, el dolor neuropático es producto de daños a nervios periféricos o el sistema nervioso central, es muy desgastante y los analgésicos de uso común no son de gran utilidad para controlarlo. Una causa frecuente de dolor neuropático es la diabetes, en un país como el nuestro en el que existen millones de diabéticos, alrededor de la mitad llegan a presentar neuropatías. Es necesario buscar alternativas para tratar este dolor intenso refractario al tratamiento.



¿Qué buscó el proyecto?

Se buscó utilizar sustancias en combinación para que al actuar de manera complementaria se pueda moderar el dolor, se pensó en dos fármacos que tienen primordialmente otro uso farmacéutico, la metformina que directamente disminuye la elevación de azúcar en sangre y la melatonina que se utiliza contra el insomnio. Hay reportes de que por separado pueden servir como analgésicos. Este proyecto probó de manera preclínica (con animales de experimentación), el efecto de estos fármacos por separado a diferentes dosis y pudo establecer una proporción adecuada para ser combinados, además se realizaron experimentos para determinar si la combinación presentaba un efecto analgésico importante.



Resultado

La metformina y la melatonina, al administrarse por separado mostraron efectos analgésicos en tres condiciones distintas, pudimos observar que el efecto de cada uno depende de la dosis. Al probar diferentes dosis de la combinación ocupamos menor cantidad para tener los efectos esperados, a esa especie de multiplicación del efecto se le llama sinergismo. Estos efectos sinérgicos se presentaron en pruebas con rata y ratón, por lo que se podría esperar que también se puedan emplear para tratar el dolor en seres humanos.



EFFECTO PROTECTOR DEL ACEITE DE AGUACATE CONTRA EL DAÑO HEPÁTICO INDUCIDO POR DIETA ALTA EN GRASA Y FRUCTOSA Y SU IMPACTO EN EL DESARROLLO DE DIABETES

Problemática

El consumo excesivo de alimentos ricos en azúcares y grasas saturadas, tales como los que se ofrecen en los establecimientos de comida rápida, en los alimentos con mucha manteca, o los refrescos y botanas que se venden en las tiendas, producen una enfermedad en el hígado que se le conoce como hígado graso o esteatosis. Esta enfermedad consiste en la acumulación excesiva de grasa en el hígado. Esto puede provocar que al organismo le cueste más trabajo regular los niveles de glucosa en la sangre. En un inicio, las personas no se dan cuenta de ello porque los niveles de glucosa en la sangre en ayunas son normales. A este estado se le conoce como resistencia a la insulina. Sucede cuando las mitocondrias, el lugar donde se queman las grasas, se dañan por la esteatosis, provocando que las células del hígado no respondan bien a la insulina por estar llenas de grasa. Se calcula que la resistencia a la insulina puede llevar a la aparición de diabetes tipo 2 después de diez años y esto se favorece cuando las personas continúan con una mala alimentación y un estilo de vida sin ejercicio. Muchos científicos han descubierto que si se mejora la capacidad de las mitocondrias para quemar la grasa, se puede disminuir la cantidad de grasa en el hígado y disminuir la resistencia a la insulina, lo que puede retrasar la aparición de diabetes por más tiempo.

¿Qué buscó el proyecto?

El proyecto buscó mejorar la capacidad de las mitocondrias de funcionar y quemar las grasas mediante el consumo del aceite de aguacate o de los compuestos que no son propiamente las grasas del aguacate. Estos últimos compuestos impiden el daño a las mitocondrias por la acumulación de grasas al ser antioxidantes, impidiendo que las mitocondrias se oxiden y no funcionen. Si, así como lo oyes, como cuando dejas un mueble de metal al aire libre, se oxida y deja de funcionar. Además, cuando las mitocondrias funcionan mal, causan el "suicidio" de las células mediante un proceso que se llama apoptosis. En la esteatosis, el exceso de apoptosis por el funcionamiento defectuoso de las mitocondrias contribuye al daño en el hígado, por lo que también investigó si el aceite de aguacate disminuye algunos factores que llevan al suicidio celular.

Resultado

Los resultados del proyecto son muy prometedores porque en ratitas de laboratorio que consumían diario una dieta equivalente a consumir mucha grasa y refrescos en humanos, vimos que la inclusión del aceite de aguacate o sus compuestos antioxidantes provocaba que las ratitas tuvieran menos grasa acumulada en su hígado porque sus mitocondrias recuperaban la capacidad de quemar grasa y azúcares a niveles normales. Esto ayudó a que desapareciera la resistencia a la insulina y a que a las ratitas se les bajara la glucosa de una mejor manera después de comer azúcares. Además, se observó que un poro que se abre en la mitocondria de manera anormal para que las células cometen suicidio se abría menos con el consumo del aceite de aguacate y sus antioxidantes por separado, lo que sugiere que el aceite de aguacate hace que se mueran menos células hepáticas por apoptosis cuando se ingieren muchos azúcares y grasas.



TRANSICIÓN EPITELIO-MESÉNQUIMA INDUCIDA POR IL-6 EN CÉLULAS DE CÁNCER DE MAMA LUMINAL: ANÁLISIS DE LA PARTICIPACIÓN DEL RECEPTOR GPR30

Problemática

El cáncer de mama es la primera causa de muerte por neoplasia maligna en mujeres en México desde el 2013. El desarrollo de metástasis es una de las principales causas de muerte por cáncer, la cual consiste en la diseminación de las células cancerosas a tejidos periféricos y la colonización de los mismos. Este fenómeno se debe a una reprogramación celular conocido como transición epitelio-mesénquima (TEM). Cuando un cáncer se encuentra en estadio metastásico no suelen aplicarse terapias de extirpación de tumores u órganos, ni medicamentos dirigidos a blancos terapéuticos, debido al riesgo quirúrgico y la baja tasa de eliminación de células patológicas. No obstante, el ambiente tumoral está conformado por varios tipos celulares y estímulos que son blancos terapéuticos potenciales para la inhibición de la TEM, pudiendo limitar la diseminación celular y de esta manera aplicar tratamientos dirigidos con mayor eficacia. En esto último radica la importancia de identificar los mecanismos que regulan estos procesos de transformación celular.

¿Qué buscó el proyecto?

Establecer si la transición epitelio-mesénquima en células de cáncer de mama luminal inducida por la citocina IL-6 es regulada por el receptor GPR30.

Resultado

Se logró establecer que la transición epitelio-mesénquima en células de cáncer de mama luminal inducida por la citocina IL-6 es regulada por el receptor GPR30. El proyecto está en una fase de investigación básica. Los resultados obtenidos fueron la formación de comunidad científica (se graduó 1 estudiante de licenciatura, y está en fase final 1 estudiante de doctorado), se presentará una ponencia en el congreso nacional de Bioquímica en octubre del 2024 y se contribuyó con un artículo de investigación original. Además, se promovieron las vocaciones tempranas mediante la participación en el programa Delfín 2024.



Article

THE GPR30 RECEPTOR IS INVOLVED IN IL-6-INDUCED METASTATIC PROPERTIES IN MCF-7 LUMINAL BREAST CANCER CELLS

Ana Carolina Tirado-Garibay ¹, Betzabe Ruiz-Barcenas ¹, Julia Isabel Rescala-Ponce de León ¹, Alejandra Ochoa-Zarzosa ¹ and Joel E. López-Meza ^{1*}

¹ Centro Multidisciplinario de Estudios en Biotecnología - FMVZ, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Tarímbaro 58893, Mich., México. 1050629@umich.mx (A.C. T.-G.); alejandra.ochoa@umich.mx (A.O.-Z.)

* Correspondence: Centro Multidisciplinario de Estudios en Biotecnología, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Km 9.5 Carretera Morelia-Zinapécuaro. Posta Veterinaria. C.P. 58893, Morelia, Michoacán, México. E-mail: elmeza@umich.mx

Abstract: Luminal breast cancer has a high incidence worldwide and is a severe health threat. Estrogen receptor alpha (ER- α) is activated by 17 β -estradiol (E2), and its overexpression promotes cancerous characteristics. Luminal breast cancer is an epithelial type; however, the cytokine IL-6 secreted by cells from the tumor microenvironment stimulates the epithelial to mesenchymal transition (EMT) and promotes metastasis. Also, IL-6 decreases ER- α levels, favoring the tamoxifen (TMX) resistance development. However, genes under E2 regulation continue expressing even though this receptor is absent. GPR30 is an alternative E2 receptor present in both luminal and aggressive triple-negative breast cancer and is related to TMX resistance and cancer progression. The roles of GPR30 and IL-6 on metastasis have been individually established; however, their interplay remains unexplored. This study aims to elucidate the role of GPR30 in IL-6-induced metastatic properties in MCF-7 luminal breast cancer cells. Results showed that GPR30 contributes to the E2-induced MCF-7 proliferation because its inhibition with the antagonist G15 and the *Pertussis* toxin (PTX) diminished it. Besides, GPR30 upregulated vimentin and downregulated E-cadherin levels in MCF-7 and in TMX-resistant (R-TMX) cells and is also involved in the IL-6-induced migration, invasion, and TMX resistance in MCF-7 cells. In addition, in MDA-MB-231 triple-negative cells, both basal and IL-6-induced metastatic properties were related to GPR30 activity. These results indicate that the GPR30 receptor regulates the EMT induced by IL-6 in breast cancer cells.

Keywords: GPR30; IL-6; epithelium-mesenchymal transition; luminal; metastasis

Citation: Tirado-Garibay, A.C.; Ruiz-Barcenas, B.; de León, J.I.R.-P.; Ochoa-Zarzosa, A.; López-Meza, J.E. THE GPR30 RECEPTOR IS INVOLVED IN IL-6-INDUCED METASTATIC PROPERTIES IN MCF-7 LUMINAL BREAST CANCER CELLS. *Int. J. Mol. Sci.* **2024**, *25*, x. <https://doi.org/10.3390/xxxxx>

Academic Editor(s): Name

Received: date

Revised: date

Accepted: date

Published: date

Copyright © 2024 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Int. J. Mol. Sci. **2024**, *25*, x. <https://doi.org/10.3390/xxxxx>

www.mdpi.com/journal/ijms



Proyecto apoyado por el Instituto de Ciencia, Tecnología e Innovación a través de la Convocatoria de Apoyo a Proyectos de Investigación Científica de Impacto Regional 2022

EVALUACIÓN DE LAS NANOPARTÍCULAS DE PLATA SINTETIZADAS A PARTIR DEL EXTRACTO ACUOSO DE LA PARTE AÉREA DE ERYNGIUM CARLINAE SOBRE LA ACTIVIDAD DEL SISTEMA ANTIOXIDANTE Y LA FUNCIÓN MITOCONDRIAL EN EL CEREBRO DE RATAS CON DIABETES MELLITUS TIPO 2.

Problemática

La diabetes mellitus (DM) es una enfermedad que afecta a la población mundial de ambos géneros. Una complicación de la DM tipo 2, es la encefalopatía diabética ya que afecta el sistema nervioso central, se presentan cambios estructurales, neuroquímicos y neurodegenerativos, con el riesgo de desarrollar enfermedades como el Alzheimer, Parkinson. En la búsqueda de nuevos tratamientos, se han utilizado plantas medicinales como *Eryngium carlinae*, "hierba del sapo" a la que se le atribuyen diferentes propiedades, como diuréticas, hipolipidémicas, antioxidantes, antihipertensivas, hipoglucémicas y cicatrizantes. Por otro lado, en años recientes el uso de nanopartículas (AgNPs) sintetizadas por medio de la técnica de síntesis verde con plantas medicinales ha tomado gran importancia en el área biomédica. Por lo que es de nuestro interés buscar un tratamiento para la encefalopatía diabética como alternativa terapéutica utilizando AgNPs sintetizadas a partir del extracto acuoso de *E. carlinae* que puedan potenciar los efectos antioxidantes e hipoglucemiantes, haciéndolo un tratamiento alternativo eficaz.

¿Qué buscó el proyecto?

Un tratamiento alternativo utilizando los metabolitos secundarios presentes en el extracto acuoso de la planta medicinal "hierba del sapo" (*E. carlinae*) y su combinación con AgNPs para disminuir el estrés oxidante y la disfunción mitocondrial en cerebro de ratas con DM tipo 2 y prevenir la encefalopatía diabética.

Resultado

Se demostró la actividad antioxidante in vitro de las AgNPs en combinación con el extracto acuoso de *E. carlinae* con las pruebas de DPPH•, ABTS•+ y también aisladas en presencia de ascorbato. Además, se obtuvo un efecto hipoglucemiante. Como posibles efectos de toxicidad al administrarse las AgNPs en combinación con el extracto acuoso de *E. carlinae*, se hicieron pruebas de funcionamiento hepático (fosfatasa alcalina, aspartato aminotransferasa, alanina aminotransferasa), en las cuales no se presentó toxicidad. La DM tipo 2 induce disfunción mitocondrial en el cerebro, sin embargo, la administración de las AgNPs en combinación con el extracto acuoso de *E. carlinae* mejoran la función mitocondrial.

Mitochondrion 78 (2024) 101937



Original Research Article

Iron chelation mitigates mitochondrial dysfunction and oxidative stress by enhancing nrf2-mediated antioxidant responses in the renal cortex of a murine model of type 2 diabetes

Donovan J. Peña-Montes^a, Maribel Huerta-Cervantes^b, Héctor Riveros-Rosas^c, Salvador Manzo-Avalos^b, Asdrubal Aguilera-Méndez^d, Miguel Huerta^d, Xóchitl Trujillo^d, Christian Cortés-Rojo^b, Rocío Montoya-Pérez^a, Rafael Salgado-Garciglia^b, Alfredo Saavedra-Molina^{a,*}

^a Instituto de Investigaciones Químico Biológicas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Mexico

^b Centro Universitario de las Lagunas, Universidad de Guadalajara, Mexico

^c Departamento de Bioquímica, Facultad de Medicina, Universidad Nacional Autónoma de México, Mexico

^d Centro Universitario de Investigaciones Biomédicas, Universidad de Colima, Mexico

ARTICLE INFO

Keywords:
Type 2 diabetes
Mitochondrial dysfunction
Oxidative distress
Ferroptosis, iron chelation
Iron

ABSTRACT

Renal iron overload is a common complication of diabetes that leads to oxidative stress and mitochondrial dysfunction in the kidneys. This study investigated the effects of iron chelation using deferoxamine on mitochondrial dysfunction and oxidative stress in the renal cortex of a murine model of type 2 diabetes. Diabetic rats were treated with deferoxamine (50 mg/kg BW) for 16 weeks. Our results show that iron chelation with deferoxamine significantly increased the nuclear accumulation of Nrf2, a transcription factor that regulates the expression of antioxidant enzymes. This led to enhanced antioxidant capacity, reduced production of reactive oxygen species, and improved mitochondrial bioenergetic function in diabetic rats. However, chronic iron chelation led to altered mitochondrial respiration and increased oxidative stress in non-diabetic rats. In conclusion, our findings suggest that iron chelation with deferoxamine protects mitochondrial bioenergetics and mitigates oxidative stress in the renal cortex, involving the Nrf2 pathway in type 2 diabetes.

1. Introduction

Diabetes encompasses a group of chronic endocrine and metabolic diseases characterized by persistent hyperglycemia resulting from insulin resistance and/or deficiencies in insulin secretion due to dysfunction of pancreatic β -cells (International Diabetes Federation (IDF), 2021; American Diabetes Association, 2022). The proportion of individuals affected by diabetes, particularly type 2 diabetes (T2D), has dramatically increased over the last few decades, accounting for approximately 90–95% of the 536.6 million registered cases, and is one of the leading causes of death worldwide (IDF, 2021). Both hyperglycemia and insulin resistance have negative effects on various tissues and organs, leading to complications (Jellinger, 2009). Hyperglycemia induces oxidative distress, mitochondrial dysfunction, and enhanced production of reactive oxygen species (ROS), leading to endothelial

dysfunction and vascular complications (Forbes et al., 2008; Forbes and Thorburn, 2018). Mitochondrial dysfunction is a key factor in the development of diabetic complications, such as diabetic nephropathy (Forbes and Thorburn, 2018; Natesan and Kim, 2021). Diabetic nephropathy (DN), also known as diabetic kidney disease (DKD), is one of the principals and most significant long-term complications in patients with diabetes, owing to its high morbidity (40% in patients with T2D) and mortality, according to the IDF Diabetes and Kidney Disease Report (IDF, 2023). DKD arises from a series of metabolic, hemodynamic, and inflammatory changes in the kidneys in the diabetic milieu, resulting in glomerular sclerosis and fibrosis (Gami et al., 2009; Alicic et al., 2017). DKD is characterized by albuminuria and impaired glomerular filtration rate, which are the main causes of chronic kidney disease and end-stage renal disease in North American countries, including Mexico (Aguilero-Butero et al., 2020; IDF, 2023). Mitochondrial oxidative distress and

* Corresponding author at: Instituto de Investigaciones Químico Biológicas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Mexico.
E-mail address: francisco.saavedra@umich.mx (A. Saavedra-Molina).

<https://doi.org/10.1016/j.mito.2024.101937>

Received 2 April 2024; Received in revised form 20 June 2024; Accepted 10 July 2024

Available online 14 July 2024

1567-7249/© 2024 Elsevier B.V. and Mitochondria Research Society. All rights are reserved, including those for text and data mining, AI training, and similar technologies.



PRODUCCIÓN SOSTENIBLE DE LIMÓN Y AGUACATE EN MICHOACÁN: UN ENFOQUE ÓPTIMO Y EQUITATIVO CON APRENDIZAJE AUTOMÁTICO

Problemática

La problemática inicial que atendió el proyecto se centraba en una serie de desafíos críticos relacionados con la producción de limón y aguacate en Michoacán. Estos desafíos incluían la sobreexplotación de recursos hídricos, la inseguridad en las zonas rurales, y los problemas ambientales derivados de prácticas agrícolas insostenibles. La producción de aguacate y limón en Michoacán ha enfrentado una creciente demanda tanto a nivel nacional como internacional, lo que ha llevado a una intensa explotación de recursos naturales, particularmente del agua. La falta de técnicas de riego eficientes y la gestión inadecuada del agua han resultado en un uso excesivo y muchas veces innecesario de este recurso vital, poniendo en riesgo la disponibilidad de agua para otras necesidades básicas y actividades económicas de la región.

¿Qué buscó el proyecto?

El proyecto buscó transformar la producción de limón y aguacate en Michoacán hacia un modelo más sostenible y resiliente, mejorando simultáneamente la calidad de vida de los agricultores y sus comunidades, protegiendo el medio ambiente y asegurando la viabilidad económica a largo plazo de estos importantes cultivos.

Resultado

Los resultados del proyecto contribuyen significativamente al desarrollo del Estado de Michoacán en varios aspectos.

En el ámbito económico, la optimización de la producción de limón y aguacate mediante prácticas sostenibles y eficientes puede ayudar a aumentar la rentabilidad de estos cultivos. Esto se refleja en un incremento del 15% en la producción y una reducción del 10% en los costos operativos gracias a la implementación de técnicas avanzadas de análisis del ciclo de vida. Estas mejoras han fortalecido la economía regional, beneficiando directamente a diversas personas de la población general.



Sustainable lime production in Michoacan Mexico: An optimal and equitable approach with machine learning

Rogelio Ochoa-Barragán, Tania Itzel Serrano-Arévalo, Juan Carlos Pulido-Ocegueda, Sandra Cecilia Cerda-Flores, César Ramírez-Márquez, Fabricio Nápoles-Rivera, José María Ponce-Ortega

Chemical Engineering Department, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Francisco J. Múgica S/N, Ciudad Universitaria, 58060, Morelia, Michoacán, Mexico

ARTICLE INFO

Handling Editor: Zhifu Mi

Keywords:
Supply chain planning
Mathematical optimization
Sustainable development
Machine-learning
Social welfare

ABSTRACT

This paper presents a novel approach to the strategic planning of the supply chain for lime cultivation. The uncertainty associated with lime production due to factors such as transportation, crime, and water availability, among others, represents different challenges. To address these challenges, the authors propose the use of machine learning tools coupled with deterministic optimization to obtain optimal solutions for the supply chain for future years. This paper highlights the use of justice schemes to ensure an equitable distribution of lime production between farmers and learning machines to quantify the insecurity impact on lime production in Michoacan. The problem can be solved using a Mixed-Integer Linear Programming (MILP) model that focuses on maximizing economic benefits, minimizing the use of irrigation water in crops, and minimizing Carbon Dioxide Equivalent (CO_{2e}) emissions within the supply chain. The results demonstrate that the proposed approach can effectively address the challenges facing the lime production supply chain, resulting in an optimized and equitable lime production and distribution between farmers using the Social Welfare Justice scheme. Scenario A presents a utopian viewpoint with maximum benefits and minimum CO_{2e} generated emissions, corresponding to \$ 4.08 × 10⁹ and 1.94 × 10⁶ tons of CO_{2e}, respectively. This paper contributes to the growing body of literature on the use of Artificial Intelligence (AI) in supply chain management, specifically in the optimization of supply chain processes.

1. Introduction

India, Mexico, and China currently top the world ranking as the biggest lime producers. Roughly 3 million tons are harvested every year in India, 2.4 million tons in Mexico, and 2.3 million tons are harvested in China (FEDERCITRUS, 2021). According to data from the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO, 2020), world lime production increased by 6.2 % compared to previous years, and harvested areas increased by 2.9 %, with an average yield of 16 tons per hectare. Mexico presents a yield of 14.5 tons per hectare (Adams et al., 2021), which represents a high production volume due to its large harvest regions. This is an area of opportunity for Mexico, as it is possible to optimize the yield per hectare which will allow for greater harvest volumes.

Approximately 30 % of the lime produced in Mexico is exported to

Europe, Asia, South America, and other parts of North America (Nicolás and Favila, 2019). The volume of lime exported in 2018 was 733,897 tons, which translated to 569 million dollars. The quantity of exported lime produced in Mexico has been steadily increasing year after year, reaching 28 nations. Some of the countries where lime is exported are the Netherlands, the United Kingdom, France, Spain, Belgium, Germany, Italy, Japan, South Korea, Russia, and the United States, which stood out with 669,168 tons imported in 2018 (InfoAgro, 2022).

Mexico produces a wide variety of fruit crops, with lime occupying a prominent place at a national level due to its harvest volume and the economic goods it generates. According to the Agricultural and Rural Development Office (SADER, 2022), lime crops represent 11 % of the total national fruit production. It is important to mention that the harvest volume is not uniform throughout the year, but the favorable climatic conditions in the country allow the production of the fruit yearlong (SADER, 2022).

^{*} Corresponding author.

E-mail address: cesar.ramirez@umich.mx (C. Ramírez-Márquez).

<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.141017>

Received 22 September 2023; Received in revised form 17 January 2024; Accepted 28 January 2024

Available online 2 February 2024

0959-6526/© 2024 Elsevier Ltd. All rights reserved.



MODELO DE ECONOMÍA CIRCULAR PARA LA GESTIÓN SUSTENTABLE DE LOS RESIDUOS EN SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUALES EN LA REGIÓN PÁTZCUARO

Problemática

La problemática detectada en la Región Pátzcuaro Michoacán parte de las dificultades técnicas y económicas que se presentan en las plantas de tratamiento de agua residual, las cuales generan residuos que no son aprovechados y generan impactos negativos al ambiente.



¿Qué buscó el proyecto?

Encontrar propuestas basadas en la Economía Circular para la recuperación de los residuos en las plantas de tratamiento de agua residual en la Región Pátzcuaro.



Resultado

Se logró obtener un diagnóstico general de los sistemas de tratamiento de agua residual de la Región Pátzcuaro, involucramiento y participación de actores de diversos sectores de la Región, también se lograron obtener los elementos aplicables del modelo de Economía Circular y una agenda de recomendaciones municipal.



CONSUMO Y APROPIACIÓN HÍDRICA EN TERRITORIOS INDÍGENAS: EL CASO DEL AGUACATE EN LA MESETA P'URHÉPECHA

Problemática

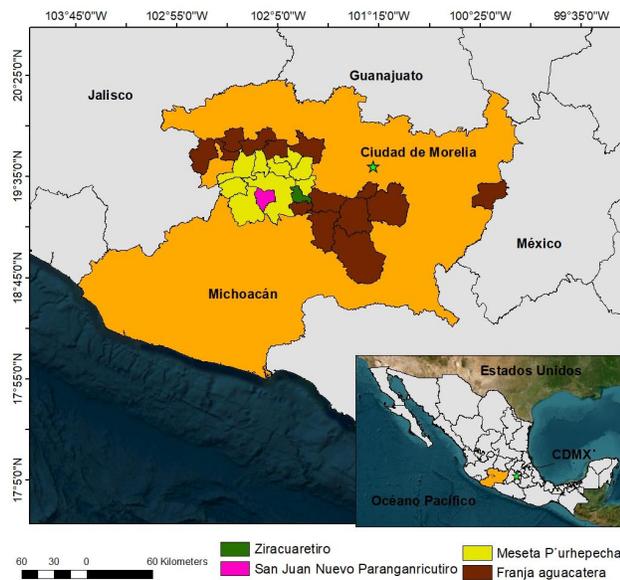
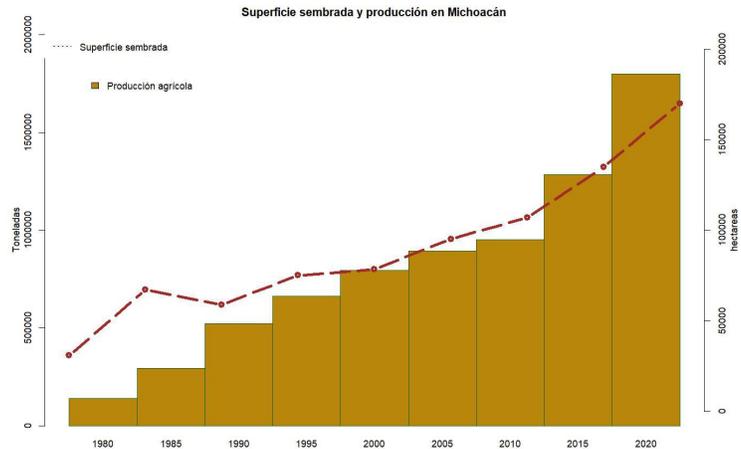
En Michoacán uno de los pilares económicos más importantes es la agroindustria del aguacate. Su expansión ha sido exponencial y es que de contar con 30, 979 (ha) en 1980, en 2022 el Sistema de Información Agroalimentario y Pesquero (SIAP) contabiliza más de 176, 179 (ha) (figura 1). En este sentido, el estado es el responsable de producir más del 70% de todo el aguacate a nivel nacional y esto se debe a que Michoacán tiene un área ecológica cohesiva en términos de temperatura, precipitación, vegetación y tipo de suelo que ocasionan condiciones idóneas para el crecimiento y desarrollo de este fruto agrícola.

¿Qué buscó el proyecto?

El proyecto buscó evaluar el consumo y apropiación de agua del cultivo de aguacate en municipios de la Meseta P'urhépecha a partir del indicador de la huella hídrica, para determinar el uso sostenible, eficiente y equitativo del recurso hídrico para este cultivo agrícola.

Resultado

La evaluación de consumo hídrico del cultivo de aguacate a partir del indicador de huella hídrica permitió determinar que en el municipio de Ziracuaretiro las plantaciones de aguacate en modalidad de temporal requieren 839.03 litrosH₂O/kilogramoaguacate y las plantaciones de riego requieren 2,355.80 litrosH₂O/kilogramoaguacate, con un promedio de 1,597.47 litrosH₂O/kilogramoaguacate. Además, se determinó que el cultivo de aguacate puede demandar hasta el 124.3% de las concesiones de agua agrícola en este municipio, esto es el porcentaje de apropiación de agua disponible que el aguacate demanda.



VIVIENDA PRODUCTIVA INDÍGENA: UNA VARIABLE DE ADECUACIÓN CULTURAL EN IHUATZIO MICHOACÁN

Problemática

La vivienda no es solo un espacio para habitar; en muchas comunidades indígenas, también es un lugar de producción artesanal y agrícola. El proyecto exploró la "vivienda productiva" como una variable de la adecuación cultural en la comunidad de Ihuatzio, Michoacán.



Almacenaje de productos artesanales

¿Qué buscó el proyecto?

Conocer y comprender cómo la vivienda se adapta a las prácticas y necesidades tanto residenciales como las de producción, y cómo esto refleja y contribuye a la conservación de la cultura y la biodiversidad local.



Exposición en la Facultad de Arquitectura de la UMSNH

Resultado

El proyecto desarrollado logró registrar la manera en la que el deterioro ambiental Lago de Pátzcuaro que derivado de las actividades antrópicas en la cuenca hidrológica está condicionando y afectando la disponibilidad de la materia prima de la actividad artesanal y con ellos el sustento de los pobladores.

En materia de la vivienda productiva, resulta por demás evidente en virtud de que no existe un espacio ex profeso para la actividad artesanal, sino que se desarrolla en prácticamente todos los espacios de la casa, lo que propicia una interrelación muy estrecha entre la producción artesanal y el habitar.



IDENTIDAD Y OTREDAD EN NARRATIVAS SOBRE LA MIGRACIÓN A ESTADOS UNIDOS

Problemática

En el contexto de una sociedad global donde la migración es un fenómeno cada vez más generalizado, Michoacán es, de manera relevante, un estado de origen y de retorno de migrantes. La migración comprende diversos procesos de construcción de la identidad y de la otredad, por lo que se hace necesaria una propuesta que busque la sensibilización, el conocimiento, la integración y la reintegración social, y cultural, en torno a las personas migrantes en retorno y tránsito.



¿Qué buscó el proyecto?

Analizar testimonios de michoacanas y de michoacanos, escritos y orales a partir de talleres, en torno a la migración a Estados Unidos, a fin de conocer cómo se construyen la identidad y la otredad en el contexto de una comunidad de origen y retorno como la michoacana



Resultado

Uno de sus principales aportes de este proyecto en la resolución de problemas de carácter estatal y/o regional es reconocer que los textos y la opinión de las personas de distintos niveles educativos pueden ser una herramienta significativa, e incluso crítica de procesos sociales contemporáneos, como es el caso de la migración hacia los Estados Unidos.

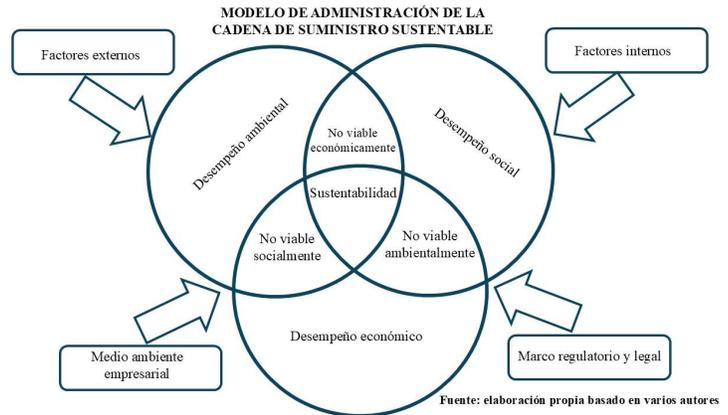
De manera complementaria, este proyecto estrechó la vinculación de la UMSNH con instancias del gobierno federal, estatal y local, en el marco de los compromisos sociales y la visión humanista de la Universidad Michoacana en el marco de un proyecto de impacto regional que



SUSTENTABILIDAD EN LA AGROINDUSTRIA MICHOACANA: CAPACIDADES DE ABSORCIÓN, INNOVACIÓN Y TRANSFORMACIÓN EN LA CADENA DE SUMINISTRO SUSTENTABLE DE LOS SECTORES DE FRUTILLAS Y LIMÓN

Problemática

Las agroindustrias de los sectores del limón y las frutillas (fresa, zarzamora, berries), son una fuente de empleos y de ingresos muy importantes en Michoacán. Se dedican tanto a la venta nacional como internacional. Es en el mercado internacional donde existe un mercado muy importante. Los consumidores internacionales son muy exigentes y buscan que, además de vender un producto de calidad, sean empresas comprometidas con el medio ambiente y que den empleos de calidad a sus trabajadores.



¿Qué buscó el proyecto?

Generar un modelo sustentable de operación en las empresas enfocadas en los sectores del limón y las frutillas, con el cual puedan competir en el mercado nacional e internacional. Este modelo debe abarcar la viabilidad económica de las empresas, un enfoque social basándose en sus trabajadores y la comunidad donde se ubican, así como un compromiso de cuidado y preservación con el medio ambiente.



Resultado

Se logró identificar a los principales componentes, con una propuesta de los aspectos que deben cuidar las empresas michoacanas para lograr ser sustentables.

Las empresas que contemplan los enfoques económicos, sociales y ambientales logran la sustentabilidad. Los mercados internacionales están fuertemente comprometidos en ese sentido. Los productores que no contemplen el enfoque sustentable no tendrán espacio para vender sus productos. En el caso de Michoacán, que basa gran parte de su economía en la agroindustria y enfocada fuertemente en el sector exportador, es fundamental el enfoque sustentable en sus empresas. Al hacerlo, las organizaciones del sector se volverán más competitivas y podrán contribuir al desarrollo del estado.



SOBERANÍA Y CULTURA ALIMENTARIA PARA EL DESARROLLO LOCAL DE MICHOACÁN PARA EL DESARROLLO LOCAL DE MICHOACÁN

Problemática

En los últimos años se ha observado un cambio en las dinámicas de producción y consumo de alimentos, lo que ha generado preocupación sobre el impacto que estos cambios pueden tener en la soberanía alimentaria de la región de Pátzcuaro. Esta área, rica en tradiciones y conocimientos ancestrales ha sido el hogar de comunidades originarias que, a lo largo de los siglos, han desarrollado una relación profunda con su entorno natural. Estas comunidades han dependido de sistemas productivos locales para su alimentación, pesca y agricultura que forman parte de su identidad cultural. Esta región enfrenta presiones para adaptarse a un mundo cada vez más globalizado, donde las tradiciones locales pueden ser fácilmente desplazadas. El proyecto, al centrarse en la identificación y visibilización de productores alimentarios de baja escala, responde de manera directa a la necesidad de reforzar la soberanía alimentaria en esta región. Esta soberanía se entiende como el derecho fundamental de los pueblos a definir sus propios sistemas alimentarios, que sean sostenibles, culturalmente adecuados y equitativos. En un contexto donde la globalización y las dinámicas de mercado han favorecido predominantemente a la producción industrial a gran escala, este proyecto emerge como una estrategia crítica para recuperar y fortalecer los sistemas alimentarios locales que han sido marginados.



Trabajo de campo en la cancha de cambio en Pátzcuaro

¿Qué buscó el proyecto?

El proyecto surge del interés en analizar y contribuir al conocimiento de la soberanía y cultura alimentaria en la región de Pátzcuaro a partir de producción de alimentos local y su distribución, así como desde la economía social solidaria que se realiza en esta región.

El proyecto permitió abarcar y analizar cuatro temas: i) la identificación de la temática de la soberanía alimentaria en programas gubernamentales, ii) visibilización a un espacio de economía social y solidaria desde la cancha de trueque Pátzcuaro y iii) trabajo con pescadores de la región para conocer sobre la producción pesquera y iv) el acceso universal al conocimiento dirigidos principalmente a estudiantes de la región de estudio y otros municipios. La combinación de trabajo de campo con análisis teóricos y técnicos permite una comprensión profunda de las dinámicas locales, lo que es vital para la formulación de políticas y estrategias.



Trabajo de campo en el tianguis de cambio

Resultado

Se encontró en la información que existen programas gubernamentales que pueden apoyar de manera directa e indirecta la soberanía y en consecuencia la cultura alimentaria. Son más los programas dirigidos al campo que a la pesca, por lo que se recomendaría incidir en el sector pesquero que además es de corte artesanal, de baja escala y está vigente como se observó en el trabajo de campo realizado en varias localidades pesqueras.

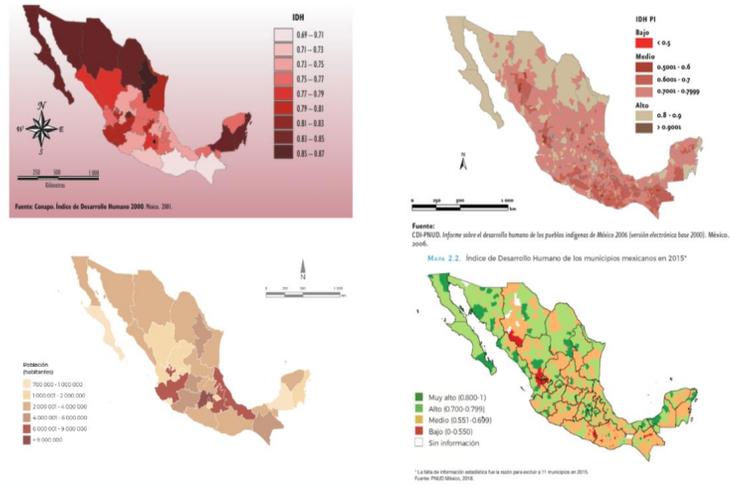
Como resultado también se identificó a la cancha de cambio como un espacio articulador de economía social y solidaria, un espacio fundamental para la economía de familias de la ribera y otras regiones que mediante prácticas solidarias apoyan y fomentan su pervivencia. Se recomienda dar a conocer este espacio para que sea valorado y se protejan estas prácticas ancestrales así como la economía de las personas que las practican. Se realizó un video de divulgación el cual se ha distribuido entre diversos sectores a fin de que este espacio sea reconocido, valorado y protegido.



INDUSTRIA DEL AGUACATE Y SU APOORTE AL DESARROLLO SOCIAL. UN ESTUDIO COMPARADO, 2000-2020

Problemática

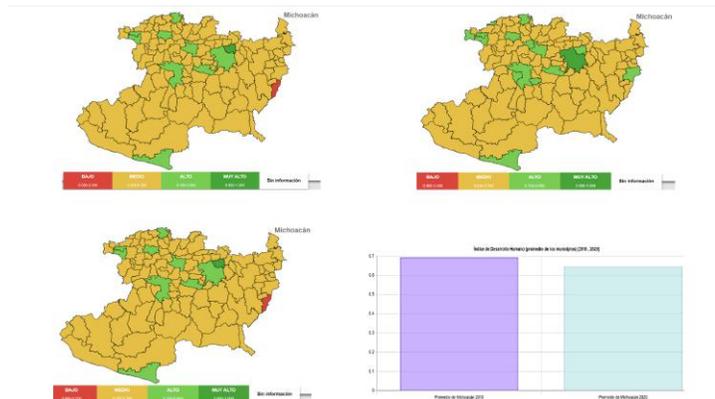
Michoacán es líder en valor de la producción agrícola de exportación, a nivel mundial el mayor productor de aguacate, como es de esperarse, es también el mayor exportador y las exportaciones ascienden a 3,400 millones de pesos. Ante ello, se esperaría que esta prosperidad impactara en el bienestar de la población y reducción de la pobreza en la región productora de aguacate. Ante ello ¿La producción de aguacate contribuye a mejorar el bienestar social en las regiones productoras? De ser afirmativa la respuesta lo que importa es conocer si la contribución al bienestar es superior a lo que este mejoraría con otras actividades económicas o bien de lo que se mejora en promedio en otros municipios de otras regiones.



Evolución del IDH en México 2000-2020

¿Qué buscó el proyecto?

Conocer el aporte de la producción de aguacate al mejoramiento del bienestar social y a la reducción de la pobreza en la región productora de aguacate.



Índice de desarrollo humano en Michoacán 2010-2020

Resultado

El Índice de Desarrollo Humano promedio de la región productora de aguacate con respecto al resto del estado no se ve afectado significativamente por la economía del aguacate. Los hallazgos indican que solo entre 1995 y 2010 se observa una variación significativa en el índice de ingresos. Sin embargo, los indicadores de desarrollo humano y sus componentes, como la educación, la esperanza de vida y los ingresos, no muestran diferencias significativas. Lo que sugiere que en términos de bienestar medido por el desarrollo humano y las diversas dimensiones de la pobreza, no hay diferencia entre ser o no productor de aguacate.



ALGORITMO PARA LA COBERTURA DEL PRECIO NACIONAL DEL AGUACATE HASS PRODUCIDO EN EL ESTADO DE MICHOACÁN POR MEDIO COBERTURAS AGRÍCOLAS DE LAS BOLSAS DE MERCANCÍAS DE CHICAGO Y NUEVA YORK PROVISTAS POR SEGALMEX

Problemática

En el presente proyecto de investigación se propone el desarrollo de una cobertura sintética para cubrir el precio de compra (venta) del precio nacional del aguacate Hass producido en el Estado de Michoacán. Para desarrollar dicha cobertura sintética se propone replicar el esquema de precios de garantía de SEGALMEX en las que este organismo del Gobierno Federal adquiere coberturas del maíz, trigo y arroz en las bolsas de derivados de Chicago y Nueva York. Esto a fin de ofrecer una cobertura (precios de garantía) de dichas mercancías a los productores mexicanos. Partiendo de esta necesidad práctica (cobertura de precio del aguacate), se propone en este proyecto de investigación el desarrollo y prueba de un algoritmo que permita diseñar y seleccionar un portafolio óptimo de opciones de los principales futuros agrícolas de las bolsas de derivados de Chicago y Nueva York.

El objetivo fundamental del presente proyecto es demostrar la viabilidad material y factibilidad de las coberturas sintéticas que podría diseñar SEGALMEX para ofrecer un precio de garantía del precio nacional del aguacate Hass producido en Michoacán. Esto pretende dar una estabilidad mayor al nivel de ingreso en el sector aguacatero de Michoacán, así como una mayor estabilidad en la generación de PIB y desarrollo en el Estado.

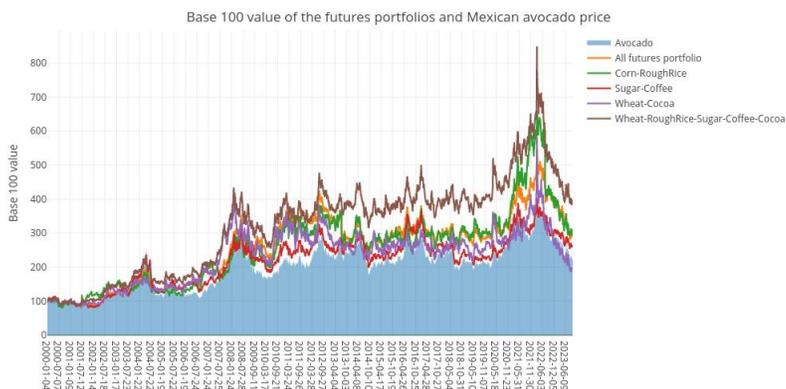
¿Qué buscó el proyecto?

El presente proyecto de investigación busca demostrar que es factible que un organismo público, como Seguridad Alimentaria Mexicana (SEGALMEX), pueda diseñar y adquirir una cobertura sintética del aguacate Hass producido en Michoacán. Esto a efecto de ofrecer subsidios a precios de garantía de este fruto. Tal como lo viene haciendo en los precios del maíz, trigo y arroz, a fin de lograr una mayor seguridad y soberanía alimentarias.

Resultado

Se logró demostrar que un portafolio integrado por futuros del café y del cacao, mismos que cotizan en la bolsa de mercancías de Nueva York (NYMEX) es lo suficientemente adecuado para replicar el precio del aguacate Hass de primera calidad comercializado en México, en las principales centrales de abasto.

Al lograr esta réplica del precio del aguacate, se tienen las primeras evidencias que sugieren que es factible que un organismo como Seguridad Alimentaria de México (SEGALMEX) pueda adquirir este portafolio de futuros para, con el mismo, ofrecer un precio mínimo de garantía del aguacate Hass. Esta cobertura o precio mínimo de garantía la podría financiar con las fluctuaciones del citado portafolio de futuros sin recurrir a recursos propios (de los contribuyentes).



INSTITUTO DE CIENCIA, TECNOLOGÍA
E INNOVACIÓN DEL ESTADO DE MICHOACÁN



Proyecto apoyado por el Instituto de Ciencia, Tecnología e Innovación a través de la Convocatoria de Apoyo a Proyectos de Investigación Científica de Impacto Regional 2022

METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN DE ASPECTOS AMBIENTALES EN EL SECTOR SECUNDARIO DE LA AGROINDUSTRIA DEL AGUACATE

Problemática

Hoy en día cada vez más empresas se suman al cuidado del medio ambiente, sin embargo, se ha identificado que, en algunos sectores industriales, como en el caso de la agroindustria en Michoacán, requieren medir el desempeño de sus prácticas de gestión ambiental para poder identificar sus áreas de oportunidad, esto las impulsaría al cumplimiento de estándares internacionales para la exportación de sus productos.

DIAGNÓSTICO PARA EL CUMPLIMIENTO DE LOS REQUISITOS DE ISO 14001:2015							
EMPRESA:					FECHA:		
Requisitos ISO 14001:2015 Sistemas de Gestión Ambiental	Diagnóstico de Cumplimiento					ACCIONES	
4. CONTEXTO DE LA ORGANIZACIÓN	4	3	2	1	0		
4.1 COMPRENSIÓN DE LA ORGANIZACIÓN Y DE SU CONTEXTO	0%					¿QUÉ SE TIENE?	¿QUÉ NOS FALTA?
La organización debe determinar:							
Las cuestiones externas e internas que son pertinentes para su propósito y que afectan a su capacidad para lograr los resultados previstos de su sistema de gestión ambiental. Estas cuestiones incluyen las condiciones ambientales capaces de afectar o de verse afectadas por la organización.							
	0	0	0	0	0		
4.2 COMPRENSIÓN DE LAS NECESIDADES Y EXPECTATIVAS DE LAS PARTES INTERESADAS	0%						
La organización debe determinar:							
a. Las partes interesadas que son pertinentes al sistema de gestión ambiental.							

Criterios de evaluación	
0=	No está operando, ni existe el documento
1=	No está operando pero existe el documento
2=	Se tiene parcialmente pero no se tiene evidencia
3=	Se tiene parcialmente y se cuenta con evidencia
4=	Se tiene y se cuenta con evidencia de cumplimiento



II Congreso Internacional Multidisciplinario
 "Tecnologías para la Educación y la Sociedad del Conocimiento"

¿Qué buscó el proyecto?

Establecer una metodología para la evaluación de aspectos ambientales basado en la norma ISO 14001:2015 Sistemas de Gestión Ambiental, el proyecto permitió identificar las fortalezas y áreas de atención presentes (en la empresa bajo estudio) y a su vez, el desarrollo de un plan de acción para prevenir, reducir y/o eliminar los impactos ambientales adversos. Se considera que la metodología puede aplicarse en otras empresas o sectores industriales.



Resultado

Se diseñó y aplicó un instrumento para verificar el cumplimiento de los requisitos de la norma ISO 14001:2015 y otros requisitos normativos aplicables al sector. (Ver anexo 1)

Se generaron acciones correctivas y preventivas para la gestión integral de residuos, se actualizaron procedimientos e instructivos de trabajo, se realizó un análisis de consumo energético, se desarrolló un plan de acción para la prevención, reducción y/o eliminación de impactos ambientales. (La evidencia de la empresa vinculada se encuentra en el informe técnico en extenso, en esta nota no se presenta por cuestiones de confidencialidad de la empresa).



Proyecto apoyado por el Instituto de Ciencia, Tecnología e Innovación a través de la Convocatoria de Apoyo a Proyectos de Investigación Científica de Impacto Regional 2022

EFFECTO DE LA COMBINACIÓN DE NISINA, QUITOSANO Y ANTIBIÓTICOS B-LACTÁMICOS (CEFTIOFUR) EN LA MODULACIÓN DE LA RESISTENCIA DE STAPHYLOCOCCUS AUREUS

Problemática

La mastitis bovina es una enfermedad que afecta al ganado lechero en todo el mundo, la cual ocasiona pérdidas en la producción de leche. Aunque este padecimiento es de origenado por numerosos factores, la infección ocasionada por la bacteria *Staphylococcus aureus* es de las más comunes, lo que incluye a los animales de las fincas que se encuentran en la región lechera de La Ciénega de Chapala, Michoacán (Fotografías 1A, B y C). Esta bacteria también es objeto de estudio debido a que cada año se reporta un incremento importante en la resistencia que presenta a los antibióticos convencionales que se usan para tratar la enfermedad, como el ceftiofur (Fotografía 1D, 2A y B). Adicionalmente, la bacteria usa otros métodos para defenderse, no solo del efecto de los antibióticos, sino también del sistema inmune de los animales, los cuales se conocen como factores de virulencia, entre ellos la síntesis de biopelícula. Esta estructura de protección que envuelve a las bacterias, le permite resguardarse de los antibióticos, ya que la mayoría de éstos no la pueden penetrar para eliminar a las bacterias. En resumen, actualmente, numerosos antibióticos disponibles en el mercado ya no funcionan. Todo lo anterior representa un panorama complicado para la salud animal, por lo que es necesario buscar alternativas innovadoras que reduzcan la resistencia bacteriana usando compuestos de origen natural como la nisina (una proteína pequeña) (Fotografía 2C) y el quitosano (un carbohidrato) (Fotografía 2D), entre otros, combinándolos (buscando un efecto sinérgico) con los antibióticos en bajas concentraciones y analizar si estas combinaciones también inhiben la síntesis de la biopelícula bacteriana.



Fotografías 1A, B y C). Obtención de muestras de leche de animales diagnosticados con mastitis bovina de la región Ciénega de Chapala, Michoacán. D) Incubación y aislamiento de bacterias asociadas a la enfermedad en medios de cultivo selectivos, entre ellas *S. aureus*.

¿Qué buscó el proyecto?

El proyecto buscó saber si el uso de concentraciones bajas de la nisina y el quitosano, mismas que no “matan” a *S. aureus*, pero si la “estresan”, permiten que la bacteria, de alguna manera, pierda o reduzca su capacidad de resistir el efecto del antibiótico ceftiofur, cuando éste se combina con los compuestos de origen natural (nisina y quitosano). Asimismo, se analizó si estas mismas combinaciones de compuestos de origen natural y ceftiofur son capaces de reducir la producción de la biopelícula protectora de la bacteria, lo que reduciría su virulencia o “agresividad”, por decirlo de alguna manera.



Fotografías 2. A) Aislados de *S. aureus* resistente a ceftiofur creciendo en agar Mueller-Hinton y antibiótico (8 µg/mL). B) Antibiótico ceftiofur utilizado en los bioensayos in vitro. C) Nisina grado comercial utilizada en los bioensayos in vitro. D) Quitosano grado comercial utilizado en los bioensayos in vitro. E) Bioensayos de reducción de la resistencia de *S. aureus* frente a las combinaciones de nisina+ceftiofur y quitosano+ceftiofur por el método de microdilución en placas de 96 pocillos.

Resultado

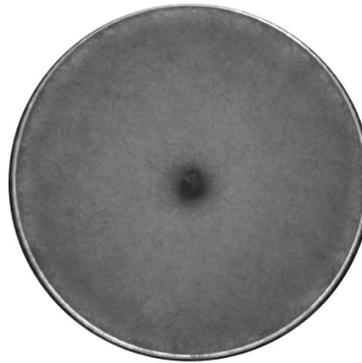
De manera general, se observó que las combinaciones de nisina+ceftiofur y quitosano+ceftiofur modularon o redujeron la resistencia de *S. aureus* asociado a mastitis bovina, por lo que el antibiótico recuperó su efecto antibacteriano. Asimismo, se determinó que las combinaciones nisina+ceftiofur y quitosano+ceftiofur, así como la nisina y el antibiótico adicionados individualmente, también redujeron la síntesis de la biopelícula bacteriana. Estos resultados se determinaron en condiciones in vitro mediante la metodología de microdilución en placas de 96 pocillos (Fotografía 2E), es decir, en el laboratorio, por lo que falta realizar (escalar) los experimentos en animales en experimentación para saber si la estrategia funciona bajo estas condiciones.



CARACTERIZACIÓN FENOTÍPICA Y GENÓMICA DE BACTERIAS PROMOTORAS DEL CRECIMIENTO DE MAÍZ BAJO ESTRÉS SALINO

Problemática

La salinidad del suelo es un problema que afecta su calidad y afecta el desarrollo de las plantas, en particular las que se ven más afectadas son aquellas de interés económico. El occidente del Estado de Michoacán es una zona agropecuaria importante, sin embargo, en años recientes se ha detectado un incremento en la salinidad del suelo agrícola. Lo anterior, reduce el rendimiento de los cultivos. Por ello es necesario buscar alternativas amigables con el ambiente que contribuyan a la solución o mitigación de los efectos indeseables de la salinidad del suelo en los cultivos.



Hogo control sin bacteria



Confrontación bacterias contra un hongo fitopatógeno

¿Qué buscó el proyecto?

Estudiar las características de promoción de bacterias nativas de la región y evaluar su potencial para ayudar a plantas de maíz a tolerar la salinidad del suelo.



Resultado

Se obtuvo una colección de bacterias con propiedades de promoción del crecimiento vegetal como son solubilización de fosfato inorgánico, un nutriente esencial de las plantas. También, dentro de la colección bacteriana, se obtuvieron algunas bacterias con capacidad de producir sideróforos, molecular que participan en defensa y captura iones. Además, algunas de las bacterias estudiadas presentan actividad inhibitora de hongos fitopatógenos, lo que las hace interesantes como potenciales agentes de control de enfermedades en cultivos. Dichas bacterias presentan tolerancia a salinidad y metales tóxicos. Por último, se está trabajando en análisis de sus características genéticas para comprender con más detalle el potencial de las bacterias.



VALORIZACIÓN DE LOS RESIDUOS DE LA CADENA COMERCIAL DE BERRIES DEL ESTADO DE MICHOACÁN

Problemática

Michoacán ocupa el primer lugar nacional en producción de berries, de las cuales hasta el 20% se convierte en residuos que no pueden ser utilizados directamente debido a su acidez y propiedades fitoquímicas, contribuyendo a la generación de gases de invernadero y contaminantes de ríos y suelos.



Formulación de harina funcional de residuos de berries

¿Qué buscó el proyecto?

Valorizar los residuos de la cadena comercial de berries del estado de Michoacán mediante el desarrollo de una bebida y una harina funcional con uso alimentario.



Estudiantes del proyecto ICTI-PICIR23-091 en parcela de zarzamora



Entrega de alimentos funcionales a productores de berries del estado de Michoacán

Resultado

- I. Caracterización bromatológica de los residuos de la cadena comercial de berries del estado de Michoacán
- II. Desarrollo de una bebida funcional a base residuos de berries del estado de Michoacán
- III. Obtención de una harina funcional de uso alimentario a base de residuos de berries del estado de Michoacán
- IV. Capacitación de estudiantes universitarios
- V. Sometimiento de un artículo científico a una revista indexada
- VI. Sometimiento de un artículo de divulgación
- VII. Presentación de los resultados en un congreso internacional y un congreso nacional
- VIII. Impartición de un taller para la elaboración de alimentos funcionales a base de residuos de berries a productores del estado de Michoacán



USO DE RESIDUOS VEGETALES PARA OPTIMIZAR LA RESERVA Y BIODISPONIBILIDAD DE FÓSFORO Y NITRÓGENO EN SUELOS AGRÍCOLAS

Problemática

La agricultura convencional es un componente importante del sector agropecuario en Michoacán y proveedor de alimentos, materias primas y mano de obra al sector agroindustrial y de servicios. Sin embargo, depende de una intensiva labranza, uso de monocultivos, alta aplicación de fertilizantes inorgánicos, uso del riego, control químico de competidores bióticos y manipulación genética de los cultivos. Este tipo de sistema productivo detona la pérdida, desaparición o desplazamiento de especies autóctonas de sus nichos ecológicos; acelera los procesos de degradación del suelo (compactación, erosión y salinización) y la pérdida de los recursos hídricos mediante deforestaciones e implantación de explotaciones agrícolas y pecuarias; debilita las condiciones sociales que permiten la conservación de los recursos; propicia la desaparición de la agricultura campesina y aumenta los costos de producción y dependencia de insumos externos. De tal forma que, una agricultura sostenible que se base en el uso de especies y cultivares más adaptados a las condiciones de producción; rotación de cultivos; sistemas diversificados; manejo integrado de competidores bióticos de los cultivos; conservación de suelos y aguas mediante el manejo de los residuos de cosecha o cultivos de cobertura y labranza de conservación y la gestión integral de nutrientes e insumos, entre otros puede contrarrestar los efectos negativos de la agricultura convencional.



¿Qué buscó el proyecto?

El estado nutricional inherente del suelo, en particular la deficiencia de fósforo (P) y nitrógeno (N), es el estrés más común en suelos ácidos de origen volcánico (Andosoles). Los efectos adversos de estas limitaciones se ven exacerbados por la variabilidad y el cambio climático global, la inadecuada gestión y manejo del suelo y la agricultura intensiva. En consecuencia, la disponibilidad de nutrientes es reducida y la pérdida de carbono orgánico del suelo es extendida. Para responder a este conjunto de desafíos, es necesario desarrollar sistemas agrícolas con una productividad y resiliencia significativamente mayores que, al mismo tiempo, utilicen los recursos naturales limitados de manera más eficiente. Así que, la investigación se centró en estrategias biológicas que aseguran el funcionamiento, resiliencia y capacidad productiva del suelo.

¿Qué es la calidad del suelo?

La calidad del suelo es una condición que refleja que tan bien realiza este recurso natural sus funciones para mantener la biodiversidad y productividad de las plantas o animales, mejorar la calidad del agua y el aire o satisfacer cualquier necesidad o propósito humano.

Los indicadores de calidad del suelo refieren a las propiedades físicas, químicas y biológicas, o procesos que ocurren en él.



Resultado

Los resultados confirmaron que, el uso agrícola del suelo ácido combinado con un adecuado manejo (adición de residuos vegetales de cereales y leguminosas) favorece el incremento de componentes orgánicos y la actividad de la biomasa microbiana, lo que consecuentemente, propicia una mayor tasa de mineralización y disponibilidad de fósforo (P) y nitrógeno (N) en la solución del suelo. Lo anterior es vital para mantener suelos saludables y productivos.

FORMULACIÓN, ELABORACIÓN Y VALIDACIÓN DE ALIMENTOS BALANCEADOS PARA ENGORDA DE PESCADO BLANCO Y ACÚMARA EN SISTEMAS ACUAPÓNICOS

Problemática

En Michoacán existen cerca de 400 unidades de producción acuícola, en las que se producen principalmente tilapia y trucha, ambas especies introducidas o exóticas. Con el fin de alcanzar la soberanía alimentaria, se busca la diversificación de la producción de especies en cautiverio, por lo cual la FAO (2016) recomienda la producción de especies nativas, tanto animales como vegetales, de las diferentes regiones. En el caso de la región de Michoacán, es muy importante diversificar la producción de peces y reducir o reemplazar la producción de especies exóticas por la de especies nativas. En el caso de la piscicultura se busca la producción de especies de peces que puedan alimentarse, crecer y reproducirse en cautiverio, de preferencia, que demanden menos cantidad de proteína animal en su alimentación.



Elaboración alimento

¿Qué buscó el proyecto?

Se han hecho estudios preliminares para cultivar los peces blancos y las acúmaras en policultivo, observándose que ambas especies pueden mantenerse juntas sin problemas; sin embargo no se había probado y validado el uso de alimentos específicos para ambas especies en monocultivo y policultivo en sistemas acuapónicos de recirculación. Por lo anterior, el proyecto buscó evaluar si el uso de alimentos diferentes, específicos cada una de las especies puede mejorar el desempeño de los animales manejados en policultivo en este tipo de sistemas agroacuícolas integrados. Adicionalmente, con la validación de estos alimentos se buscó contribuir a su vez a la validación de un sistema de producción agroacuícola sustentable para producir estas especies nativas de peces de gran importancia en Michoacán, y a la vez producir vegetales para consumo humano, aprovechando los nutrientes obtenidos de la producción de estos peces.



Elaboración alimento

Resultado

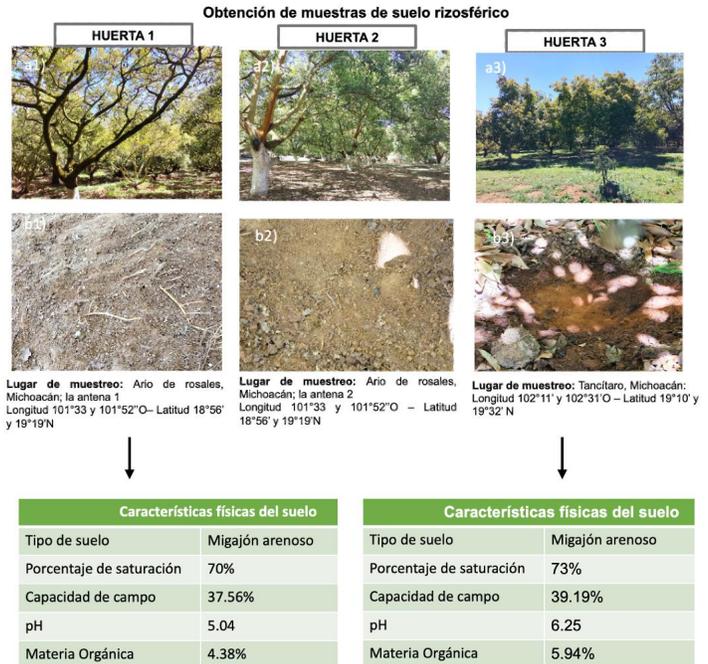
- Se obtuvieron alimentos balanceados apropiados para el pez blanco y la acúmara, para ser utilizados tanto en monocultivo como en policultivo.
- Después de hacer pruebas preliminares de alimentación, se observó una buena aceptación de los mismos por parte de las dos especies de peces, al igual que un buen desempeño de los animales.
- Debido a que hubo un retraso importante en la adquisición de varios de los ingredientes indispensables para la elaboración de los alimentos, la validación de los mismos en los sistemas acuapónicos aún se encuentra en curso. Se espera que, en cuanto se termine con dicha validación experimental, con el policultivo se tengan resultados favorables de desempeño, tanto en la producción de los peces como de las frutas y hortalizas.



EFFECTO DE LOS FUNGICIDAS APLICADOS EN HUERTAS DE AGUACATE EN EL ESTADO DE MICHOACÁN SOBRE LA MICROBIOTA BENÉFICA DE LA RIZOSFERA DE PERSEA AMERICANA MILL.

Problemática

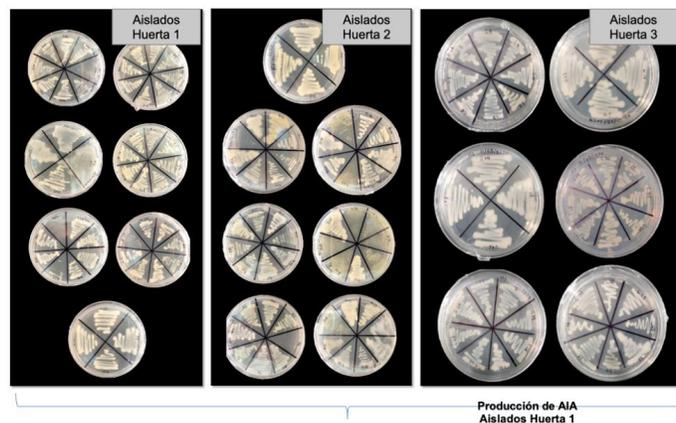
Para controlar la propagación de patógenos en cultivos, se utilizan fungicidas, pero su uso puede dañar el medio ambiente y la salud humana, además de fomentar la resistencia en los patógenos. El uso indiscriminado de fungicidas de amplio espectro para controlar ciertos hongos puede ser ineficaz debido a la falta de conocimiento sobre las diferencias entre estos patógenos. Las plantas de aguacate pueden beneficiarse de microorganismos del suelo, como las bacterias promotoras del crecimiento vegetal (PGPR), que ayudan a controlar patógenos y a promover el crecimiento de las plantas. Sin embargo, los fungicidas pueden afectar negativamente a estas bacterias beneficiosas. En investigaciones anteriores, se observó que el fungicida Clorotalonil, utilizado para combatir la enfermedad del carbón parcial en trigo, también inhibe el crecimiento de bacterias productoras de fitohormonas que estimulan el crecimiento de las plantas. En el caso de los fungicidas en huertas de aguacate, no se ha estudiado si tienen efectos similares sobre las bacterias PGPR. Este trabajo propone investigar cómo diferentes fungicidas afectan a las bacterias PGPR en la rizósfera de aguacate y analizar la diversidad microbiana en el suelo para desarrollar prácticas agrícolas más sostenibles. Se emplearán técnicas de metagenómica para secuenciar marcadores moleculares y evaluar los impactos de los fungicidas en las comunidades microbianas.



¿Qué buscó el proyecto?

Este estudio tiene como objetivo analizar el impacto de fungicidas, como Fosetil-AL y Tiabendazol, aplicados en huertas de aguacate (*Persea americana* Mill.), sobre la resistencia de bacterias con propiedades antifúngicas y promotoras del crecimiento vegetal. Además, se buscará evaluar cómo estos fungicidas afectan la diversidad de las comunidades microbianas en la rizósfera de *Persea americana* Mill. Para ello, se emplearán métodos que faciliten la obtención de muestras rizosféricas y la secuenciación masiva del metagenoma, así como la utilización de marcadores moleculares (16S e ITS) para analizar la diversidad y la abundancia relativa. El objetivo final es desarrollar prácticas agrícolas más sostenibles para el cultivo de aguacate basadas en los hallazgos obtenidos.

Resultado



En este proyecto planeamos entender mejor el papel tóxico que tienen algunos fungicidas aplicados en las huertas de aguacate del Estado de Michoacán (dos de Ario de Rosales y una de Tancítaro) sobre la microbiota que habita la rizósfera de plantas de aguacate. Hasta el momento hemos hecho el aislamiento de más de 150 cepas bacterianas y su producción de ácido indolacético (AIA), una fitohormona que está involucrada en la promoción del crecimiento vegetal. El AIA sirve como un posible marcadore de bacterias que tienen el potencial de promover el crecimiento vegetal o ser benéficas. Así mismo, estamos analizando el efecto de los fungicidas fosetil aluminio y tiabendazol en la población de aislados que tenemos hasta el momento con resultados preliminares muy interesantes, ya que las bacterias productoras de AIA se ven altamente afectadas por los fungicidas. Esto, por supuesto, debe ser verificado por otras repeticiones que nos den significancia estadística.

También, debemos mencionar que se realizaron las compras de reactivos y materiales de laboratorio a priori para ser utilizados en los próximos meses; por lo tanto, estamos seguros que tendremos resultados exitosos en los próximos meses.



COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO DE OVEJAS SUPLEMENTADAS CON SEMILLA DE PAROTA (ENTEROLOBBIUM CYCLOCARPUM)

Problemática

El uso de un recurso endémico arbóreo del área tropical de Michoacán, alto en proteína y que pudiera estar ocasionando pérdidas embrionarias en las hembras de pequeños rumiantes que lo consumieran.

¿Qué buscó el proyecto?

Esclarecer las ventajas y desventajas de utilizar un recurso endémico del estado de Michoacán, como lo es la semilla de *Enteroblobium Cyclocarpum* (Parota) en la producción de pequeños rumiantes.



Resultado

Los resultados permitirán a los productores de rumiantes que cuentan con la disponibilidad de semilla de parota, incluirla con seguridad en sus protocolos de suplementación durante la época de estiaje

Los resultados generados por este estudio podrían tener un impacto significativo a largo plazo, contribuyendo a la independencia socioeconómica del país al reducir la dependencia de insumos proteicos y energéticos importados.



NUEVAS TECNOLOGÍAS DE MANEJO SOSTENIBLE DEL CULTIVO DE AGUACATE EN MÉXICO

Problemática

Los agroquímicos utilizados para la producción de aguacate en Michoacán son un problema de salud pública, son el origen de enfermedades cancerígenas en seres humanos, matan fauna benéfica como abejas y enemigos naturales de las plagas, ocasionan resistencia de plagas y enfermedades a los agroquímicos y dejan residuos tóxicos en el fruto que impiden su comercialización. Mientras que los fertilizantes químicos han subido de precio por los conflictos bélicos que ocurren en Asia menor y Europa Oriental, ello origina aumento de los costos de producción, mientras que los precios agrícolas no suben en la misma proporción, además, los fertilizantes químicos originan reducción de la materia orgánica del suelo y por consiguiente menor espacio para retención de cationes, los cuales se lixivian contaminando el acuífero de las zonas agrícolas, y debido a esta misma situación la flora y fauna microbiana del suelo, reduce sus poblaciones a la par del contenido de la materia orgánica del suelo.



Análisis de solución del suelo y ECP

¿Qué buscó el proyecto?

Encontrar, formular y evaluar un insumo orgánico, natural, totalmente inocuo, que realice un efectivo control de plagas de importancia económica del aguacate (thrips), además, otro producto bio-orgánico que proporcione al aguacate un conjunto de elementos nutritivos, indispensables para una correcta nutrición, prescindiendo o reduciendo, la dependencia de los fertilizantes químicos y que además, mejore las propiedades físicas del suelo e incrementando los niveles de materia orgánica del suelo con los beneficios que ello acarrea.



Pesticida orgánico SIPI-tanikata

Resultado

Los principales resultados fueron, lograr reducir hasta un 95% las poblaciones de thrips, a umbrales en los cuales no hay daño económico significativo del fruto, la sanidad y calidad del fruto se mantuvo a niveles similares al control químico, con la ventaja de no dañar la fauna benéfica y de manera secundaria controlar plagas como defoliadores, barrenadores de tronco y ramas y descortezadores del fruto. En cuanto a nutrición, se lograron mantener en la zona radicular, valores adecuados de las propiedades químicas del suelo, disponibilidad de nutrientes en el suelo y asimilación de nutrientes en extracto celular del peciolo (ECP).

El proyecto pone a disposición del mercado el producto SIKATA (SIPI-TANIKATA), el cual económicamente beneficiará a los productores no sólo de aguacate al permitirles producir fruto de mayor calidad, el cual será pagado a mejor precio que el fruto dañado por Thrips, el producto tiene un amplio espectro de control de plagas de berries (mosca del vinagre), de guayaba y durazno (mosca mexicana) y gusanos defoliadores y barrenadores de tronco y ramas. En cuanto a nutrición de aguacate NUTRIHUM es una alternativa bio-orgánica para mantener adecuados niveles de nutrientes químicos (N-NO₃, P y K⁺) y de manera competitiva con los fertilizantes industriales, mantener un adecuado concentrado de elementos nutritivos en extracto celular de peciolo (ECP), de forma más económica que los fertilizantes industriales y con el aditivo de incrementar la materia orgánica del suelo y la actividad biológica del suelo, estos son beneficios a mediano plazo en las huertas aguacateras que no proporcionan los fertilizantes químicos.



ANÁLISIS DE LA RESPUESTA INMUNE INNATA ENTRENADA EN GANADO LECHERO BOVINO

Problemática

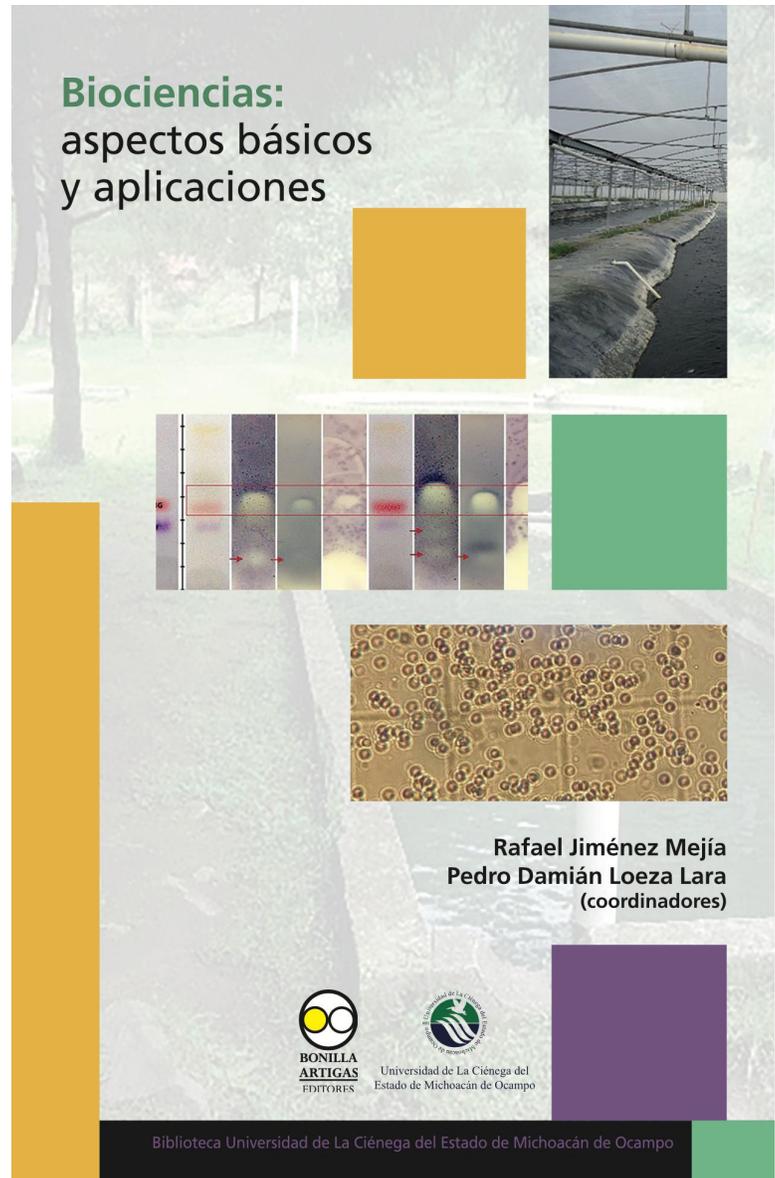
La resistencia a los antimicrobianos es un problema de salud global, se estima que para el año 2050 podría causar hasta 10 millones de muertes anuales, por lo que urge buscar alternativas a los antimicrobianos. La inmunidad entrenada es un tipo de memoria inmune descrita en las células innatas como los monocitos y macrófagos. Se ha reportado que la vacuna BCG (Bacillus Calmette-Guérin) tiene la capacidad de inducir la inmunidad entrenada confiriendo protección contra diferentes patógenos. Por lo anterior, la inmunidad entrenada es una estrategia atractiva para inducir la respuesta inmune a través de los efectos heterólogos de algunas vacunas y reducir la incidencia de la resistencia a los antimicrobianos. Las enfermedades zoonóticas, como la brucelosis y las infecciones respiratorias, representan un problema para el ganado bovino y la salud humana.

¿Qué buscó el proyecto?

El objetivo del proyecto fue buscar las vacunas utilizadas en el ganado bovino lechero capaces de inducir una respuesta entrenada con la finalidad de mejorar los efectos de estas vacunas y potenciar la respuesta inmune entrenada, lo que se verá reflejado en el futuro en una disminución del uso de los antimicrobianos en el sector ganadero.

Resultado

Se analizó in vivo los efectos de la vacuna del complejo respiratorio bovino en vacas de la raza Holstein en las diferentes etapas de desarrollo del animal, los resultados sugieren que la vacunación con el complejo respiratorio bovino induce el entrenamiento inmune en las primeras etapas de desarrollo del animal



EFFECTO ANTI-FÚNGICO DE NANOPARTÍCULAS FUNCIONALIZADAS CON CICLODIPÉPTIDOS BACTERIANOS SOBRE PHYTOPHTHORA SP.

Problemática

Las hortalizas son de gran importancia a nivel mundial; sin embargo, su producción fuertemente se reduce debido a fitopatógenos como *Phytophthora sp.* Para controlar estos fitopatógenos, en la agricultura convencional se usan pesticidas que traen consigo un enorme daño ambiental, resistencia de los microorganismos y pérdidas económicas. Por lo que se estudia el uso de nanopartículas y sustancias naturales como los ciclodipéptidos como alternativa para reducir esta problemática. En la actualidad se ha demostrado el efecto positivo que pueden tener los nanotubos de carbono y los ciclodipéptidos bacterianos de forma independiente sobre el sistema de defensa de las plantas y en la promoción del crecimiento vegetal, sin embargo, aún no se ha explorado el uso de ciclodipéptidos como elicitores, utilizando NTC funcionalizados como vehículo para inducir una mejor respuesta inmunitaria y el desarrollo de *S. lycopersicum*. Por lo que este proyecto de investigación tiene la finalidad de aportar nuevo conocimiento sobre el efecto elicitador/anti-fúngico de los NTC funcionalizados con ciclodipéptidos bacterianos para estimular la respuesta inmunitaria de *S. lycopersicum* y de esta manera reducir el daño de *Phytophthora sp.*

¿Qué buscó el proyecto?

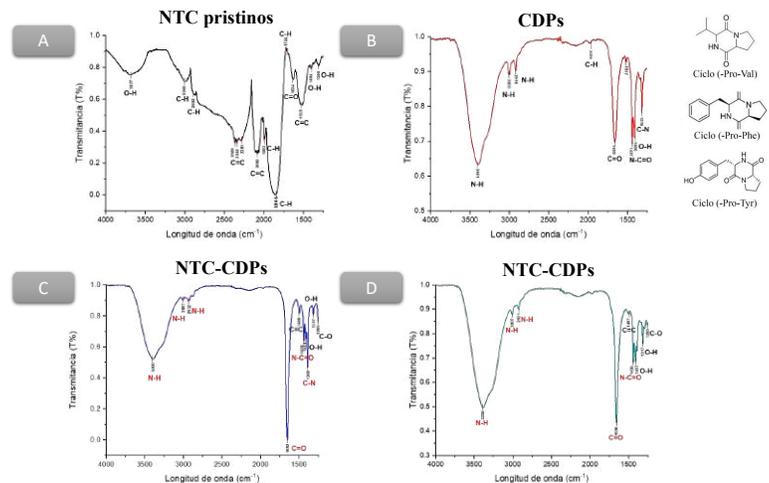
Evaluar el efecto elicitador/anti-fúngico de nanotubos de carbono funcionalizados con ciclodipéptidos bacterianos, sobre el sistema antioxidante y respuesta de defensa de *Solanum lycopersicum* ante la patogenicidad de *Phytophthora sp.*

Resultado

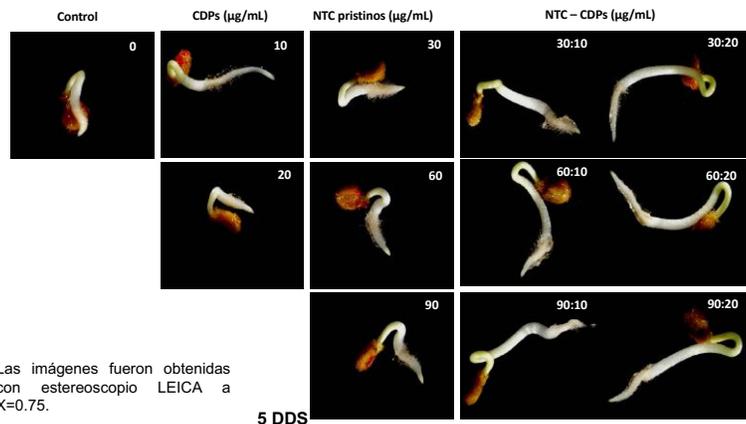
Se han obtenido resultados preliminares de un efecto benéfico de las mezclas utilizadas, sobre el sistema antioxidante y respuesta de defensa de *Solanum lycopersicum* ante la patogenicidad de *Phytophthora sp.* Los resultados obtenidos forman parte de una tesis de maestría próxima a ser presentada por la estudiante que fungió como colaboradora del proyecto.

Hasta el momento la contribución radica en la formación de recursos humanos especializados con grado de maestría en ciencias en ciencias biológicas; sin embargo, los datos preliminares obtenidos sentarán las bases para realizar una experimentación en invernaderos y parcelas experimentales, de tal manera que se pueda evaluar el potencial que tengan los compuestos sintetizados en el biocontrol de plagas.

FTIR de NTC funcionalizados con CDP (no covalente)



Semillas de *S. lycopersicum* con NTC pristinos y funcionalizados con CDPs



Las imágenes fueron obtenidas con estereoscopio LEICA a X=0.75.

5 DDS

DETECCIÓN TEMPRANA DE ÁRBOLES DESVITALIZADOS Y POSIBLEMENTE ATACADOS POR ESCARABAJOS DESCORTEZADORES EN BOSQUES DE LA RESERVA DE LA BIOSFERA MARIPOSA MONARCA Y NUEVO SAN JUAN PARANGARICUTIRO, MICH., MEDIANTE DRONES

Problemática

El cambio climático está debilitando los bosques en Michoacán, poniendo en riesgo los bienes y servicios ecosistémicos que brindan a la sociedad. Especialmente se notan afectados los bosques de la Reserva de la Biósfera Mariposa Monarca (RBMM) y los bosques gestionados por la comunidad indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro (NSJP). Un bosque debilitado tiene menos posibilidades de resistir ataques de plagas y enfermedades. Una de las plagas más importantes en nuestros bosques son los escarabajos descortezadores, mismos que pueden afectar de unos cuantos árboles hasta cientos de hectáreas. Los reportes de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) indican un aumento exponencial en los brotes y en la superficie afectada por estos insectos en los últimos cuatro años, muy probablemente debido al debilitamiento generalizado del arbolado, debido al cambio climático.



Proceso de selección y derribo de árboles plagados por escarabajos descortezadores. La finalidad es recolectar los insectos para su posterior identificación en laboratorio, y confirmar la presencia de la plaga en árboles identificados como desvitalizados a partir de imágenes tomadas por el dron.

¿Qué buscó el proyecto?

El proyecto buscó desarrollar una manera más rápida y efectiva para identificar los árboles desvitalizados y posiblemente atacados por escarabajos descortezadores en los bosques de Michoacán. Un árbol desvitalizado típicamente presenta amarillamiento de su follaje, que puede tornarse café-rojizo y defoliarse (caída del follaje), generando un serio debilitamiento del árbol, toda vez que en las hojas (llamadas acículas en el caso de las coníferas, como los pinos o los oyameles), es donde se lleva a cabo la fotosíntesis. Utilizando drones con cámaras especiales, el proyecto desarrolló metodologías para detectar y mapear los árboles afectados.



Identificación de larvas y adultos de insectos descortezadores del oyamel.

Resultado

El proyecto logró importantes avances en la detección de árboles desvitalizados y posiblemente atacados por escarabajos descortezadores en los bosques de la Reserva de la Biósfera Mariposa Monarca y la comunidad de Nuevo San Juan Parangaricutiro.

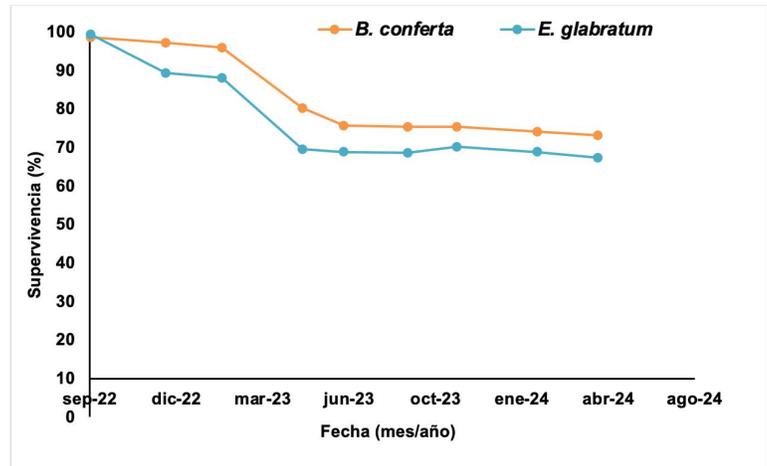
Metodología con drones: Se desarrolló y detalló una metodología práctica para usar drones con cámaras especiales y de alta resolución. Estos drones capturaron imágenes detalladas que permitieron identificar con precisión los árboles debilitados y posiblemente afectados por los escarabajos descortezadores, clasificándolos en tres categorías, basándose en sus valores de NDVI (un índice de vigor del arbolado detectado con la cámara multiespectral del dron): Sano, desvitalizado y muerto. Gracias a las imágenes obtenidas con los drones, se puede determinar el número y la ubicación exacta de los árboles dañados.



“ESTABLECIMIENTO DE UN DOSEL ARBUSTIVO PARA INCREMENTAR LA SUPERVIVENCIA DE LAS REFORESTACIONES DE OYAMEL (ABIES RELIGIOSA) EN LA RESERVA DE LA BIÓSFERA DE LA MARIPOSA MONARCA, MICHOACÁN”

Problemática

Los bosques de *Abies religiosa* (oyamel) que forman parte de los bosques de la Reserva de la Biosfera de la Mariposa Monarca muestran un alto grado de degradación, debido a factores como el cambio de uso de suelo, incendios y plagas que aunados al efecto del cambio climático están deteriorando las poblaciones de oyamel. A pesar de los esfuerzos de organizaciones gubernamentales y privadas en el ámbito nacional e internacional, quienes a través de campañas de reforestación han intentado mitigar la degradación de los bosques, es conocido que el éxito de dichas campañas en muchos casos tiene un porcentaje de supervivencia muy bajo de los árboles sembrados. Es por lo anterior que resalta la necesidad de generar y aplicar nuevas técnicas que permitan aumentar el porcentaje de supervivencia en las reforestaciones.



Gráfica 1T. Supervivencia de *B. conferta* y *E. glabratum* sitio de Monera Alta dentro del RBMM en Sierra Chincua Michoacán.

¿Qué buscó el proyecto?

Una estrategia que se ha empleado en años recientes para la restauración ecológica de los ecosistemas y que ha permitido la supervivencia de especies de árboles en condiciones extremadamente difíciles es el uso de plantas nodrizas, las cuales ofrecen una ayuda eficaz para la supervivencia y el crecimiento de otras especies, incluidas algunas que son de importancia económica o de interés para la conservación. El presente proyecto tuvo como objetivo monitorear y evaluar tres experimentos de campo donde se establecieron arbustos de tres especies diferentes con la finalidad de establecer un dosel que provea de protección a futuras reforestaciones con oyamel.

La contribución al desarrollo regional es que del proyecto, con base en los resultados de este proyecto y sus etapas subsecuentes, se pretende generar una metodología para mejorar la supervivencia y crecimiento de las reforestaciones de *Abies religiosa* (oyamel) en el área Núcleo la Reserva de la Biósfera de la Mariposa Monarca, considerando las dificultades impuestas por el cambio climático.



Toma de datos de los ejidatarios junto con el grupo de trabajo en el sitio Monera Alta en el Ejido Cerro Prieto, Sierra Chincua, Reserva de la Biósfera de la Mariposa Monarca en Michoacán. Mes de abril del 2024.

Resultado

A dos años cuatro meses del establecimiento de los arbustos pertenecientes a las especies de *Baccharis conferta* y *Ageratina glabrata*, se obtuvo un porcentaje de supervivencia promedio final del 49% para *B. conferta* y de 42% para *A. glabrata*. El Análisis de Varianza (ANOVA) de sobrevivencia indica que existen diferencias significativas para la talla inicial de la planta ($P = 0.0011$) donde las distintas tallas de las dos especies no sobrevivieron de igual manera, ya que la planta grande fue la que presentó una mayor sobrevivencia para ambas especies (relación especie- talla: $P = 0.0106$).



BÚSQUEDA DE GENES Y METABOLITOS ASOCIADOS AL ANTAGONISMO Y PROMOCIÓN DEL CRECIMIENTO VEGETAL EN UNA CEPA DE TRICHODERMA ATROVIRIDE NATIVA DE MICHOACÁN

Problemática

El proyecto abordó el estudio de una alternativa al uso de plaguicidas y pesticidas en la producción agrícola, mediante el estudio de una cepa del hongo *Trichoderma atroviride* que puede ser empleada en un producto de biocontrol. Al utilizar biocontrol en la producción agrícola se reduce el uso de sustancias químicas que son tóxicas para diversas especies vegetales y animales y pueden provocar problemas de salud.

¿Qué buscó el proyecto?

Se buscó comprobar que la cepa de estudio de *Trichoderma atroviride* era capaz de atacar a hongos fitopatógenos de cultivos de Michoacán. Se evaluaron los mecanismos por los cuales la cepa de interés podía atacar a dichos fitopatógenos. También se evaluó la capacidad de la cepa de *T. atroviride* para crecer en diferentes condiciones ambientales. Todo esto buscó demostrar que la cepa de estudio podía ser útil para el biocontrol en campo.

Resultado

Se encontró que la cepa atacaba eficientemente a distintas especies de hongos fitopatógenos que causan enfermedades en cultivos de Michoacán. Se observó que la cepa de *Trichoderma atroviride* estudiada podía crecer en distintas temperaturas y condiciones de pH del suelo con las que se pueden encontrar en un campo agrícola. Se determinó que dicha cepa produce sustancias químicas volátiles y no-volátiles que inhiben el crecimiento de microorganismos fitopatógenos. También se comprobó la capacidad de la cepa de estudio para producir enzimas extracelulares capaces de atacar a fitopatógenos.



CARACTERIZACIÓN DE MAÍCES CRIOLLOS DE LA REGIÓN PURÉPECHA Y SU USO EN ELABORACIÓN DE TORTILLAS ADICIONADAS CON AISLADO PROTEICO Y COMPUESTOS BIOACTIVOS DE LA HOJA DEL ÁRBOL DE MORINGA OLEIFERA CULTIVADA EN EL ESTADO DE MICHOACÁN

Problemática

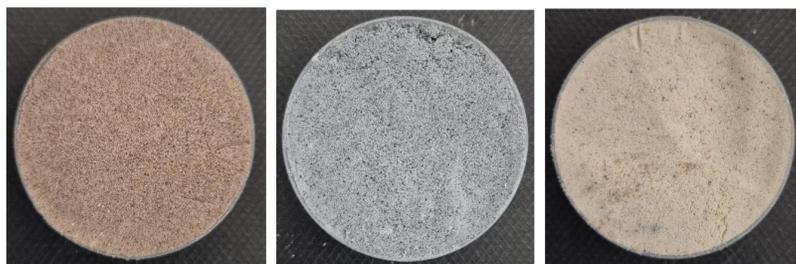
Las enfermedades crónicas no transmitidas causan la muerte de 41 millones de personas a nivel mundial; lo anterior las ubica como la principal causa de muerte y discapacidad en el mundo, lo que equivale al 71% de los fallecimientos que se producen en el mundo. En México, más del 70% de la población adulta tiene sobrepeso u obesidad, además de un 49.2% hipertensión y el 14% diabetes. Gran parte de estos desordenes son debidos a un aumento en el consumo de alimentos poco saludables, que contiene exceso de grasas y azúcares que desarrollan obesidad y finalmente el establecimiento de algunas enfermedades crónico-degenerativas causantes de morbilidades. La presente propuesta planteó elaborar un alimento más saludable a base de tortillas de maíz de maíces criollos nativos y cultivados en la meseta Purépecha del estado de Michoacán de Ocampo, formulado con harina de hojas del árbol de moringa para obtener una tortilla con mayor contenido y calidad de proteínas y de compuestos bioactivos como son los compuestos del tipo fenólicos. Por un lado, se busca incentivar, rescatar y darle un mayor valor agregado al cultivo de los maíces criollos en la comunidad de Arantepacua en la meseta Purépecha, que serían la fuente de compuestos antioxidantes como son las antocianinas y flavonoides, así como diversificar el uso al árbol de Moringa oleífera extensivamente cultivado en la región de tierra caliente en Michoacán de Ocampo aunque poco aprovechado, siendo la harina de las hojas fuente de proteínas y aminoácidos esenciales.



Maíz azul

Maíz blanco

Maíz rojo



Harina de maíz rojo

Harina de maíz azul

Harina de maíz blanco

¿Qué buscó el proyecto?

Desarrollar productos más saludables con aporte de compuestos bioactivos que sean capaces de ayudar a prevenir enfermedades crónico-degenerativas.

Resultado

El producto formulado a base de tortillas de maíces nativos de la región Purépecha se alineó en las líneas prioritarias del Gobierno del Estado de Michoacán y de México como son la seguridad y soberanía alimentaria al incentivar el uso de maíces nativos de Michoacán y del árbol de Moringa cultivado en la región de Huetamo, y en el área de la salud siendo el producto alimenticio desarrollado potencialmente útil en la prevención de enfermedades como son las cardiovasculares, dislipidemias, diabetes e hipertensión en la población. Impacta además en el PLAIDEM en el Eje 1 - Acción 1.1.1.7 que indica "Promover el desarrollo económico y agropecuario, innovación científica y tecnológica y creación de infraestructura para detonar el desarrollo". Y en el Eje 2 - Acción 2.2.4.8 "Fomentar el desarrollo científico y tecnológico, a través de la innovación y la investigación aplicada".



INCIDENCIA Y ASPECTOS BIOLÓGICOS DE LA MOSCA NEGRA DEL HIGO, *SILBA ADIPATA* (DIPTERA: LONCHAEIDAE): EVALUACIÓN DE ATRAYENTES PARA EL MANEJO DEL INSECTO EN CAMPO

Problemática

El presente proyecto de investigación atendió una problemática inicial de importancia mundial, nacional y regional. Esta problemática tiene que ver con la sanidad del cultivo de higo, cuya superficie cultivada en México ha aumentado en los últimos años, con el estado de Michoacán ocupando el cuarto lugar. La producción de higo se destina mayoritariamente para la exportación hacia los Estados Unidos de América, lo que genera una derrama económica de \$270 millones de pesos mexicanos. Sin embargo, en 2019, se reportó por primera vez en México la presencia de una de las principales plagas del higo, conocida comúnmente como mosca negra del higo. Este insecto es originario de las regiones del Mediterráneo y Medio Oriente, donde causa pérdidas de más de 50% en este cultivo. El método de control más comúnmente utilizado por los productores para el control de la mosca negra del higo es el uso de insecticidas de amplio espectro. Sin embargo, este método de control no ha sido eficaz, pero además, puede provocar una larga lista de consecuencias negativas: reducción de la fauna benéfica (parasitoides, depredadores y polinizadores), contaminación ambiental, intoxicación de los aplicadores de los insecticidas, resurgimiento de plagas secundarias en incremento en los costos de producción entre otros.



¿Qué buscó el proyecto?

El proyecto tuvo dos objetivos muy claros. Por un lado, conocer la incidencia y los diferentes aspectos biológicos de la mosca negra del higo en las zonas productoras de higo en el estado de Michoacán y, por otro, evaluar diferentes compuestos atrayentes en la captura de adultos de este insecto. Es importante mencionar que este segundo objetivo, se realizó en condiciones de campo es un cultivo de higo comercial de uno de los principales productores en el municipio de Los Reyes de Salgado, Michoacán.



Resultado

Es importante mencionar que los recursos económicos de este proyecto se optimizaron al máximo. En este caso, en lugar de determinar la incidencia y diferentes aspectos biológicos de la mosca negra del higo en dos sitios de colecta, como originalmente se planteó (Los Tejones y Tangancicuaro, Michoacán), se incluyeron, en total ocho sitios (siete del estado de Michoacán: Plan de Ayala, Charapendo, Indaparapeo, Atúnez y El carrizal, además de los antes mencionados) y uno del estado de Morelos (Telixtac, municipio de Axochiapan). Sobre la incidencia de la mosca negra del higo se estudiaron los siguientes aspectos: porcentaje de infestación, tamaño de higos infestados, número de larvas por higo, porcentaje de higos con presencia de pupas y adultos, sobrevivencia de larvas y pupas, así como la proporción de sexos. Los aspectos biológicos estudiados fueron: duración de los estados de larva y pupa, así como la sobrevivencia y longevidad de adultos derivados de los higos colectados en uno de los sitios del estado de Michoacán: Los Tejones.



VALIDACIÓN DE UN MODELO AGROACUÍCOLA MULTITRÓFICO DE ESPECIES NATIVAS DEL ESTADO DE MICHOACÁN

Problemática

La acuicultura de Michoacán y en especial la que es llevada a cabo en la región de la meseta purépecha, está caracterizada por ser de pequeña escala y de autoconsumo. Una de las principales razones para ello, es la baja rentabilidad debido a la mala selección de especies de cultivo las cuales no pueden desempeñarse adecuadamente en los intervalos de temperatura del agua de la región (18-24°C), siendo muy bajos para especies como la tilapia y muy cálidas para la trucha (con excepción de los arroyos sobre los 3000 MSNM) (Martínez-Chávez et al., 2022). Lo anterior realza la importancia del cultivo de especies nativas de la región como el pescado blanco de Pátzcuaro y la Acúmara, los cuales están naturalmente adaptados al clima de la región. Además, las especies nativas cuentan con cadenas de valor preestablecidas por sus pesquerías con precios por encima de las especies exóticas como la tilapia, las cuales tienen serias desventajas al competir con la importación de tilapia asiática y otras especies como el bagre basa que se venden y compiten indistintamente (Martínez-Chávez et al., 2022). Todo lo anterior sin tomar en cuenta que las especies nativas cuentan con un acervo cultural e histórico que da identidad a todos los mexicanos pero en especial a los pueblos originarios de la región así como a su gastronomía (Florescano y Sánchez-Díaz, 2018).



¿Qué buscó el proyecto?

El presente proyecto pretende validar este un nuevo modelo productivo denominado "Integración de un modelo agroacuícola multitrófico de especies nativas como modelo productivo para la región lacustre de Michoacán". Dicho modelo fue integrado y ubicado en el Centro de Desarrollo Tecnológico Salvador Lira López, FIRA Michoacán, al generar experiencias productivas con estas especies en estos sistemas por primera vez, así como generar y establecer los protocolos de manejo de este que permitan posteriormente evaluar su rentabilidad y escalamiento productivo para que productores tanto del área agrícola como acuícola del estado puedan tener alternativas de producción a partir de un modelo validado y exitoso. Es importante mencionar que no ha habido hasta el momento experiencias de cultivo de estas especies solas o en conjunto (policultivo) en sistemas de recirculación acuícola a nivel piloto-comercial, por lo que es indispensable probar su viabilidad y determinar las condiciones de manejo bajo estas condiciones.



Resultado

Se demostró que peces blancos y acúmaras (solos o en policultivo) pueden crecer en estanques de 3 metros de diámetro en un sistema de recirculación (RAS). Más aún, se confirma que la calidad del agua de los efluentes del RAS puede ser utilizados en un sistema hidropónico reduciendo la inversión de soluciones nutritivas.



DESARROLLANDO DE RECURSOS PARA EL CONOCIMIENTO Y MONITOREO DE HORMIGAS INTRODUCIDAS Y NATIVAS EN EL BAJÍO

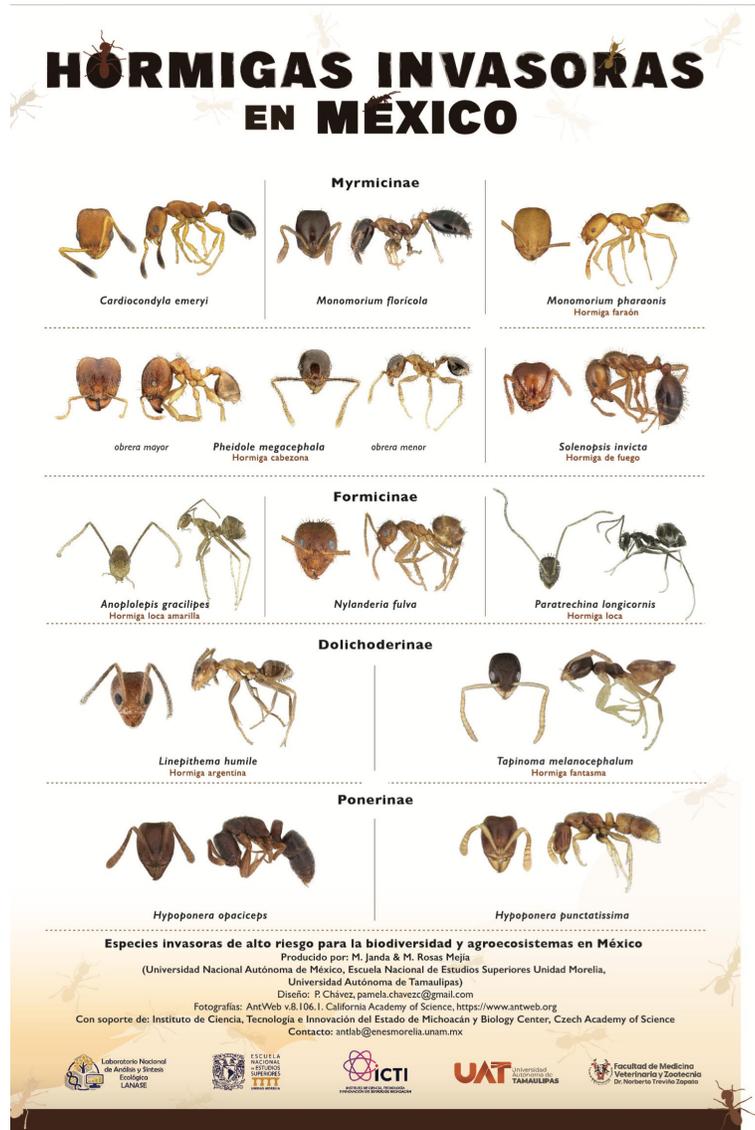
Problemática

Las hormigas invasoras representan una amenaza para la biodiversidad y la agricultura en Michoacán y la región del Bajío. Sin embargo, el conocimiento sobre su distribución y su impacto en los ecosistemas locales era limitado. Además, no existía un monitoreo sistemático de estas especies, lo que dificultaba la implementación de estrategias de prevención y control.

¿Qué buscó el proyecto?

Este proyecto tuvo como objetivo:

- Ampliar el conocimiento sobre la diversidad de hormigas nativas e invasoras en Michoacán y Guanajuato.
- Identificar y registrar especies invasoras para evaluar su impacto y posibles estrategias de control.
- Generar modelos de distribución de especies con base en datos ecológicos y genéticos.
- Capacitar a comunidades y autoridades en la identificación y manejo de hormigas invasoras.
- Desarrollar material educativo y de divulgación sobre la problemática de especies invasoras.



Resultado

Se realizaron 700 muestreos en 28 sitios de Michoacán y Guanajuato.

Se duplicó el número de registros previos de hormigas en Michoacán, con 68 especies identificadas, incluyendo 8 nuevos registros para el estado.

Se detectaron 6 especies invasoras, de las cuales 3 son altamente invasivas, con especial preocupación por *Linepithema humile*, que representa una amenaza para la biodiversidad y la agricultura.

Se encontró que los ambientes urbanos tienen la mayor concentración de especies invasoras, mientras que los hábitats agrícolas mantienen una diversidad moderada de especies nativas.

Se generaron modelos predictivos para evaluar la expansión de hormiga *Linepithema humile* en el Bajío.



ESCALAMIENTO A PLANTA PILOTO DEL PRETRATAMIENTO Y PROCESAMIENTO DE DESECHOS AGROINDUSTRIALES DE MICHOACÁN PARA LA OBTENCIÓN DE BIOPRODUCTOS DE INTERÉS COMERCIAL

Problemática

Esta propuesta de investigación atendió la problemática de la contaminación ambiental ocasionada por la mala disposición de los residuos agroindustriales, los cuales generalmente se desechan en basureros a cielo abierto. Esta problemática puede ser mitigada empleando los residuos agroindustriales (biomasas) para la producción de biocombustibles y productos químicos de mayor valor agregado.

¿Qué buscó el proyecto?

El objetivo del presente proyecto está enfocado en la producción de bioproductos de alto valor agregado, empleando distintas biomasas de la agroindustria local, que se hidrolizan mediante un método térmico-ácido para la obtención de azúcares fermentables. Con el propósito de obtener la cantidad máxima concentración de azúcares fermentables a partir de las distintas biomasas, se evaluaron el efecto de los siguientes parámetros para su escalamiento en planta piloto: concentración de ácido, masa y temperatura, presión, sobre el grado de hidrólisis de las biomasas. Los resultados de este proyecto han sugerido que tipo de biomasas contienen suficiente glucosa para que las células bacterianas fermenten para producir productos de valor agregado como el bioetanol.



Resultado

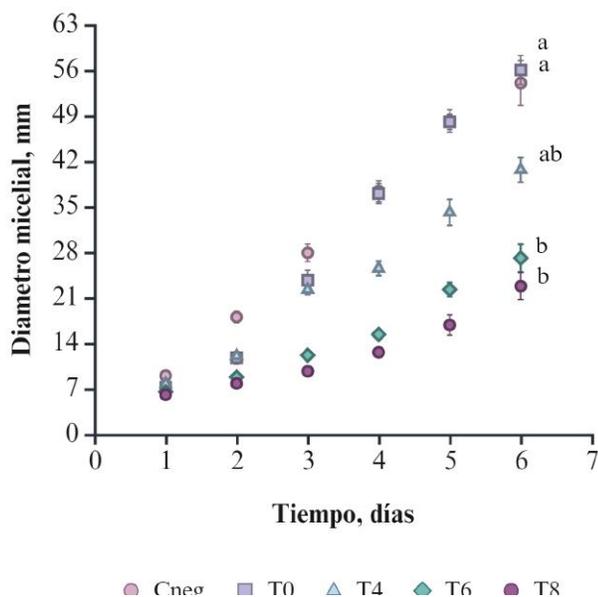
Los resultados del proyecto lograron obtener las condiciones óptimas para el pretratamiento de la biomasa y procedimientos técnicos para la producción de bioetanol a escala de biorreactor. Con base en los resultados previamente publicados, en donde se reportó la simulación de una Biorrefinería empleando melaza de caña de azúcar para la producción de ácidos orgánicos y bioetanol, se realizó la caracterización química de melazas de caña de azúcar, la hidrólisis térmica y la fermentación a distintas concentraciones utilizando diferentes concentraciones de melaza para evaluar la velocidad de crecimiento de levadura, rendimiento producto/sustrato, productividad volumétrica, productividad específica y los grados Brix (°Bx) adecuados para la producción de etanol en determinado tiempo. Con los resultados obtenidos se puede concluir que a 20°Bx es la mejor condición de fermentación obteniendo un rendimiento de producto-sustrato de 45.27 g/L y la productividad específica fue de 0.18 gEtOH/gDCWh. A concentraciones bajas y medias de azúcar la levadura tiene mejores condiciones para fermentar y producir alcohol, por lo que estos resultados preliminares sugieren que para las co-fermentaciones con la melaza y los residuos agroindustriales a nivel de planta piloto, las concentraciones de trabajo a nivel semi-industrial deben estar cercanas a los 20°Bx. Con estos resultados obtenidos se podrá realizar un escalamiento de las nuevas metodologías de procesamiento integral de los distintos desechos agroindustriales mediante un bioproceso secuencial de hidrólisis y co-fermentación a nivel planta piloto.



CONTROL IN VITRO DE HONGOS CAUSANTES DE PÉRDIDAS POSCOSECHA EN FRESA MEDIANTE EL USO DE ENVASES ECOLÓGICOS DE POLIHIDROXIALCANOATOS Y ACEITES ESENCIALES

Problemática

Michoacán es el principal productor de fresa a nivel nacional. En nuestro estado se concentra el 65% de la producción nacional de este fruto. Los municipios que destacan en la producción de fresa son Zamora, Tangancicuaro, Jacona, Ixtlán, Chilchota, Morelia, Panindicuaró, Chavinda, Lagunillas y Maravatío. Este fruto es considerado como un "Super Food" debido a sus propiedades nutricionales y nutraceuticas. Sin embargo, la fresa no está exenta de una problemática que ocurre a nivel mundial "la pérdida de alimentos". La FAO define las pérdidas de alimentos como la disminución de la masa de alimentos comestibles en la parte de la cadena de suministro que conduce específicamente a los alimentos comestibles para el consumo humano. Las pérdidas de alimentos tienen lugar en las etapas de producción, poscosecha y procesamiento de la cadena de suministro de alimentos. En América Latina se pierden 5 de cada 10 frutas y hortalizas durante la pre y poscosecha. Si esto lo extrapolamos a la fresa podríamos deducir que 5 de cada 10 fresas que se cosechan no llegan a los platos de los consumidores. Las pérdidas de fresa impactan en 3 niveles: económico, ambiental y seguridad alimentaria. Hay pérdida de recursos económicos porque parte del dinero que invierten productores y empacadores en plántula, agroquímicos, envases, cortadores, etc., no tendrá retorno. La pérdida de fresa causa impacto en la huella de carbono, hídrica y de suelo porque el uso de estos recursos naturales para el cultivo de fruto tuvo un impacto negativo en el ambiente, es decir fueron recursos desperdiciados. Finalmente, las fresas que no llegan al consumidor atentan contra la seguridad alimentaria porque se incrementa la falta de acceso a los alimentos por parte de la población. En poscosecha uno de los principales causantes de pérdidas de la fresa es el crecimiento de hongos fitopatógenos como *Botrytis cinerea*. El crecimiento de este fitopatógeno en el fruto provoca el rechazo del consumidor y por ende su pérdida. Ante esta problemática hay una búsqueda de soluciones tecnológicas que ayuden a reducir las pérdidas poscosecha y extienda la vida de anaquel. El uso de envases activos en fresa es una alternativa para reducir las pérdidas porque después de que se cosecha el fruto, el envase es el único elemento que acompaña el fruto durante la distribución, venta y llegada al consumidor.



¿Qué buscó el proyecto?

Controlar in vitro el crecimiento de hongos fitopatógenos causantes de enfermedades poscosecha en fresa con el uso de envases activos antifúngicos ecológicos elaborados con polihidroxicanoatos y aceites esenciales de tomillo, citronela y limón.



Resultado

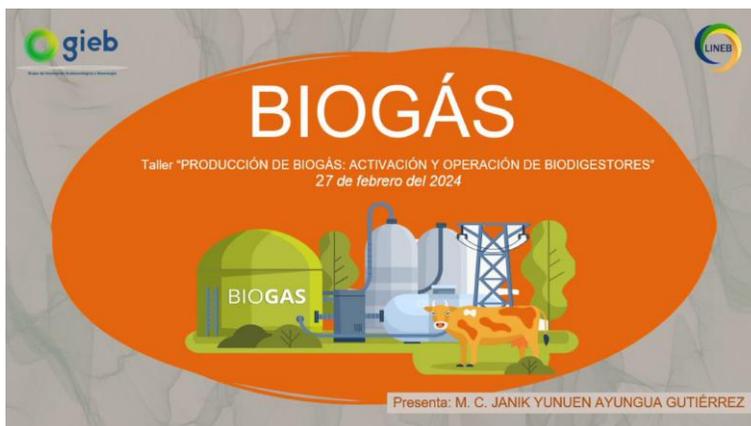
- *Fusarium babinda*, *Fusarium oxysporum*, *Alternaria tenuissima*, y *Cladosporium cladosporioides* se aislaron de frutos de fresa en poscosecha.
- El aceite de citronela presentó como principales compuestos químicos al citronelal (22.87%), β -citronelol (11.68%), geraniol (11.59%) y D-limoneno (5.95%).
- El aceite de tomillo presentó como principales compuestos químicos al 1,3,8-p-menthatriene (23.33%), camfeno (12.88%), D-camfeno (11.97%), y linalool (9.02%).
- El aceite de limón presentó como principales compuestos químicos al D-limoneno (40.61%), pseudolimoneno (17.25%), γ -terpineno (12.62%), y β -bisabolene (5.36%).
- El aceite de limón no presentó efecto antifúngico en contra de los fitopatógenos aislados.
- Los aceites de citronela y tomillo inhibieron in vitro el crecimiento de los hongos aislados.
- Se elaboraron películas a base de aceite de tomillo y polihidroxicanoatos al 4%, 65 y 8% mediante el método casting.
- Se elaboraron películas a base de aceite de citronela y ácido poliláctico al 4%, 7% y 10% mediante el método casting.



PRODUCCIÓN DE BIOGÁS CON FINES ENERGÉTICOS A PARTIR DE DIGESTIONES ANAEROBIAS DE RESIDUOS DE AGUACATE Y LODOS DE AGUAS RESIDUALES

Problemática

En Michoacán, existe la necesidad de una gestión y revalorización de los residuos de aguacate, la cual puede lograrse mediante un trabajo en conjunto con el sector académico, industrial y de gobierno estatal para impulsar la investigación, desarrollo y aplicación de tecnologías, mediante sistemas y procesos que permitan prevenir, reducir y/o eliminar la transferencia de contaminantes provenientes de la gestión integral de residuos. Una manera de gestionar esos residuos es utilizarlos como insumo para la generación de biocombustibles con fines energéticos para generar beneficios en el Estado.



¿Qué buscó el proyecto?

Desarrollar una metodología que ayude a la gestión adecuada de los residuos y que permita revalorizarlos a partir de una digestión anaerobia capaz de producir biogás (metano) a nivel laboratorio para determinar las condiciones óptimas para codigestionar residuos de aguacate con lodos residuales. Esta metodología es una respuesta para la revalorización de los residuos en Michoacán, buscando el completo aprovechamiento del residuo y que a través de dicho sistema anaerobio, pueda convertirse en energía eléctrica o térmica, generando opciones energéticas para satisfacer necesidades básicas como cocción, calentamiento de agua y calefacción en las comunidades, principalmente rurales, impulsando así, el derecho humano al acceso a la energía limpia y al mismo tiempo, reduciendo gradualmente las emisiones de contaminantes.



Resultado

Este proyecto fue capaz de presentar posibles soluciones que nos permiten pasar de una ciencia de frontera hacia una ciencia aplicada, donde se busca incidir en la compleja problemática que envuelve al Estado, referente a los residuos generados a partir de la exportación de aguacate y guacamole. Se desarrolló una metodología enfocada en el aprovechamiento de los residuos de aguacate y lodos residuales para la generación de biogás que pueda ser utilizado como biocombustible en las zonas rurales de Michoacán.



FABRICACIÓN DE IMPLANTES ÓSEOS POROSOS MEDIANTE IMPRESIÓN 3D DE Ti6Al4V Y SINTERIZADO

Problemática

En la actualidad la necesidad de implantes óseos metálicos ha crecido de manera muy rápida debido al incremento de la esperanza de vida, enfermedades y accidentes. Estos implantes son de un costo elevado y en su gran mayoría son importados del extranjero. Lo anterior lleva a que hay un gran déficit en los centros de salud pública de estos implantes por la falta de recurso para este tipo de atención médica.

¿Qué buscó el proyecto?

Este proyecto se enfocó en el desarrollo de una técnica de manufactura aditiva que permita fabricar implantes óseos avanzados y a un bajo costo, mediante la técnica de extrusión de pellets.

Resultado

Se logró optimizar las condiciones de impresión de pellets de titanio y se determinaron las condiciones de consolidación, las cuales se llevan en 3 pasos, eliminación de solventes, eliminación de ligantes y sinterizado. Una vez obtenidos estos parámetros, se consiguió la impresión de implantes óseos comerciales, entre ellos de cadera, vertebra y elementos de fijación, que son de los más utilizados. Estos implantes fueron fabricados con porosidad al interior que permite el paso de los fluidos corporales de manera natural y que mejorará la oseointegración. La consolidación fue realizada pero todavía falta optimizar algunos parámetros de sinterización para reducir la distorsión macroscópica, lo que permitirá obtener partes con una alta precisión dimensional.

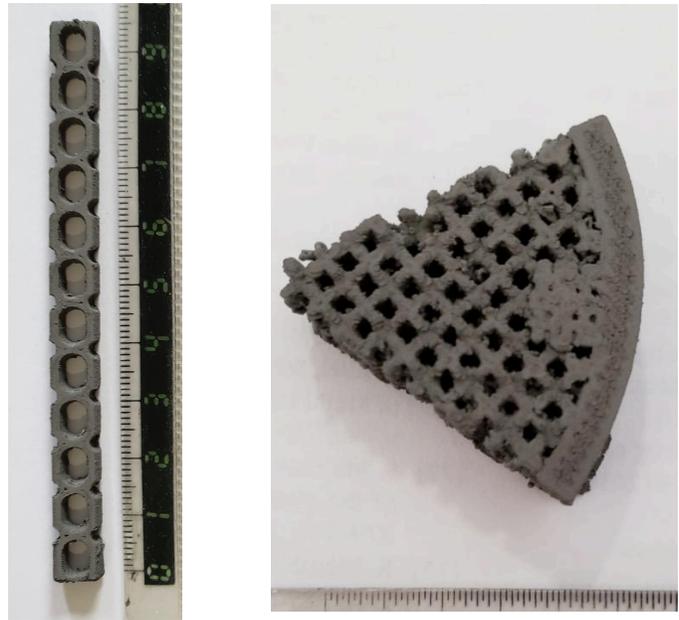


Figura 1. Prototipo de vertebra espinal con microestructura que favorece la oseointegración a través del crecimiento de células óseas.



ESTUDIO DEL TABIQUE DE CONSTRUCCIÓN: ZONA LACUSTRE DEL LAGO DE PÁTZCUARO

Problemática

La propuesta consistió en estudiar los tabiques que se fabrican de manera artesanal en la región lacustre del Lago de Pátzcuaro, conocer sus características físicas y mecánicas, estudiar la materia prima con la que se fabrican en este caso la arcilla, obteniendo pruebas de mecánica de suelos: granulometría, límites de Atterberg, probar su resistencia a compresión uniaxial.



¿Qué buscó el proyecto?

Además de obtener las características mecánicas de los tabiques, se propuso utilizar el lirio acuático para la cocción, ya que aproximadamente el 40 por ciento del lago está contaminado por la plaga de lirio, situación que ha provocado la pérdida de los canales de navegación, actividades como la pesca y la práctica de canotaje han sido afectadas, pero además la comunicación entre las islas se ve afectada. El lirio provoca pérdidas económicas importantes, ya que las lanchas se ven afectadas al enredarse al lirio acuático en las hélices dañando los propulsores. Por esta razón con esta investigación se pretende dar un uso al lirio acuático como alternativa para cocer los ladrillos y con ello contribuir con el medio ambiente disminuyendo la proliferación del lirio acuático en el espejo de agua del lago de Pátzcuaro.



Resultado

Se observó que efectivamente el lirio acuático puede servir como combustible, sin embargo, se ocuparían grandes cantidades, por lo que en este proyecto de investigación se convino con madera para hacer la cocción de los tabiques. Se encontró que el combustible para la cocción no afecta las características físico-mecánicas al menos con este tipo de combustible lirio acuático y madera de pino. Se pudo clasificar el suelo con el cual se elaboran los tabiques y se encontró que tienen resistencias a la compresión uniaxial muy parecidas en un rango de 55 a 80 kgf/cm², por lo que para tabique



MORELIA: TRANSFORMACIÓN INTELIGENTE DEL ANÁLISIS Y CONTEO VEHICULAR PARA UN MICHOACÁN INNOVADOR

Problemática

La problemática inicial que atendió el proyecto está relacionada con la gestión ineficiente del tráfico vehicular en la ciudad de Morelia, Michoacán, y, por extensión, en otras regiones del estado.

¿Qué buscó el proyecto?

El proyecto buscó implementar un cambio de paradigma en la gestión del tráfico vehicular en Morelia y Michoacán mediante la implementación de una solución innovadora basada en inteligencia artificial. Al emplear algoritmos computacionales de avanzada para la detección de objetos como el algoritmo de YOLOR, el proyecto pretendió transformar la forma en que se recopilan, analizan y utilizan los datos de tráfico, eliminando las limitaciones de los métodos tradicionales. Con esta tecnología, el proyecto no solo apuntó a mejorar la precisión y eficiencia en el conteo vehicular en tiempo real, sino que también abrió nuevas posibilidades para la planificación urbana inteligente, la reducción de la congestión y la promoción de un entorno más seguro y sostenible para todos los ciudadanos.



Resultado

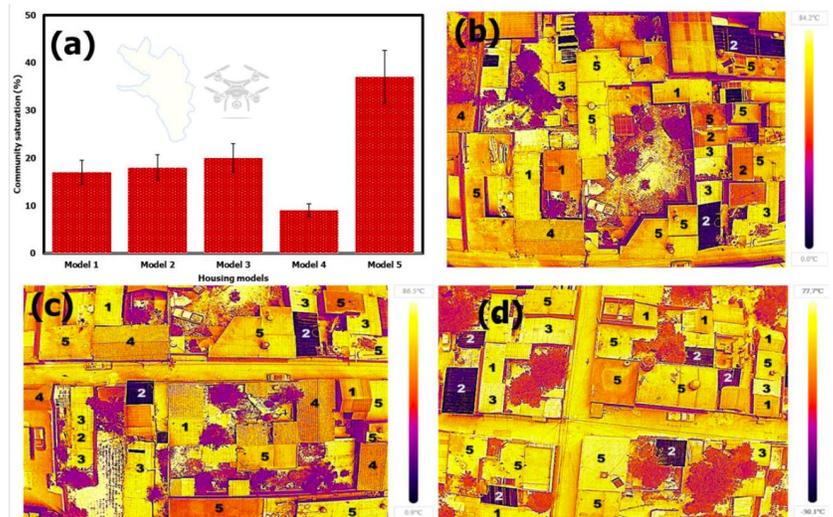
Los resultados obtenidos del proyecto demostraron que es posible realizar un análisis de conteo vehicular con una precisión notable mediante el uso de inteligencia artificial. El sistema implementado no solo logró contabilizar de manera precisa el flujo vehicular en tiempo real, sino que también permitió extraer información adicional y valiosa sobre las vialidades analizadas. Entre los resultados más destacados, se incluyó la capacidad de clasificar los diferentes tipos de vehículos (automóviles, camiones, motocicletas, entre otros), registrar la velocidad y dirección de los mismos, y detectar patrones de tráfico relevantes que antes no se podían observar con los métodos tradicionales. Además, se generaron datos continuos y representativos que eliminan el sesgo estacional y permiten una mejor planificación urbana, optimización de la infraestructura vial y una gestión más eficiente y segura del tráfico en la región. Estos logros posicionan al proyecto como un avance significativo hacia una gestión del tráfico más inteligente y basada en datos reales.



SESI K'UMANCHIKUA: EVALUACIÓN INTEGRAL DE VIVIENDAS EN COMUNIDADES INDÍGENAS DE MICHOACÁN CONSIDERANDO INDICADORES DE SUSTENTABILIDAD

Problemática

Esta propuesta aborda dos aspectos esenciales vinculados a las viviendas de comunidades indígenas: la evaluación de los materiales utilizados considerando su funcionalidad e impactos económicoambientales, y el análisis del confort térmico residencial mediante termografía aérea. La investigación responde a la posibilidad de conocer el estatus de la vivienda indígena contemporánea en términos de habitabilidad, funcionalidad, impactos ambientales y económicos, y la posibilidad de que esto permita generar directrices para la formulación de viviendas con materiales funcionales, energéticamente eficientes, socialmente aceptables, ambientalmente viables y económicamente asequibles.



Termografía aérea en la comunidad de estudio.

¿Qué buscó el proyecto?

Evaluar los materiales utilizados en las viviendas del sector rural indígena para identificar los impactos asociados, económicos, ambientales y energéticos. Que posibilite la identificación de mejoras en la formulación de programas de gestión de la vivienda en sector de interés; y así incentivar el uso de materiales sostenibles para promover mejor habitabilidad.



Resultado

- i) Un diagnóstico comunitario de los materiales utilizados en viviendas de una comunidad indígena de Michoacán
- ii) Evaluación considerando indicadores de sustentabilidad de los materiales identificados durante el diagnóstico en viviendas de comunidades indígenas de Michoacán
- iii) Realización de un Foro sobre "La sustentabilidad de la vivienda en comunidades indígenas", con la participación de representantes de comunidades indígenas del estado de Michoacán.
- iv) Una publicación científica en una revista indizada y con factor de impacto y una publicación desde el ISBN institucional de la UIIM.



MEDICIÓN DE PRESIÓN ARTERIAL EMPLEANDO MÉTODOS ÓPTICOS NO INVASIVOS

Problemática

Una de las problemáticas para el control de la hipertensión arterial es la falta de monitoreo constante por parte de las personas que la padecen, esto se debe, entre otros factores, al tipo de dispositivos que se emplean para realizar dicha medición, lo cuales no permiten realizar un monitoreo constante sin generar una incomodidad significativa al usuario. Esta situación es particularmente cierta en localidades pequeñas con centros de salud locales con capacidades limitadas, como en este caso particular, la localidad de Cuitzeo, Michoacán.

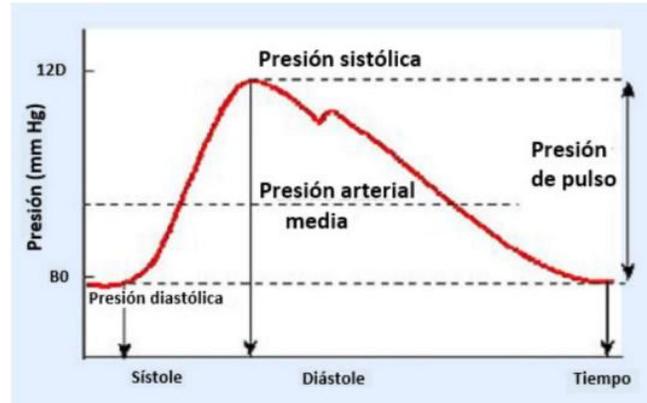


Figura 1. Presión del flujo sanguíneo [4]

¿Qué buscó el proyecto?

El proyecto se enfocó en desarrollar un sistema innovador desde el punto de vista tecnológico para llevar a cabo la medición de la presión arterial de manera indirecta, empleando métodos ópticos. Además, se buscó desarrollar un dispositivo de bajo costo, ya que pretende ayudar a las personas en condiciones económicas no favorables que padecen hipertensión a realizar un monitoreo constante de su condición médica, conllevando un adecuado diagnóstico o tratamiento.

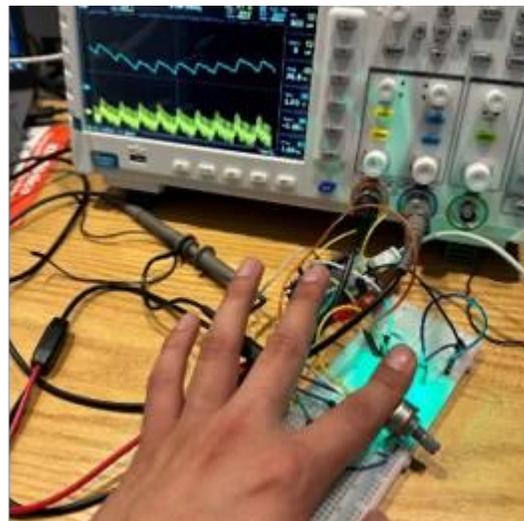


Figura 12. Medición del ritmo cardíaco con el prototipo físico del circuito.

Resultado

Se obtuvo una versión preliminar de los algoritmos de estimación, los cuales tienen buenos resultados, pero para un rango limitado de valores de presión arterial, esto se debe a que no fue posible obtener una base de datos amplia que incluyera datos confiables de personas diagnosticadas clínicamente con hipertensión. Se tuvo, sin embargo, un primer acercamiento con el sector salud, específicamente con la Clínica 42 del IMSS en Cuitzeo, lo cual se espera permita realizar las mediciones necesarias.

INVESTIGACIÓN DE MÉTODOS DE IMPLEMENTACIÓN DE VCCS (VOLTAGE CONTROLLED CURRENT SOURCE) EN SISTEMAS EIT (ELECTRICAL IMPEDANCE TOMOGRAPHY) DIRIGIDO A LA DETECCIÓN OPORTUNA DE CÁNCER DE MAMA

Problemática

En el contexto de la Tomografía de Impedancia Eléctrica (EIT), la precisión y estabilidad de la fuente de corriente constante (VCCS, Voltage Controlled Current Source) es crucial para obtener mediciones confiables de bioimpedancia. Sin embargo, las fuentes de corriente existentes presentan limitaciones significativas en términos de precisión, estabilidad a altas frecuencias y cumplimiento de normativas de seguridad para aplicaciones médicas.

Estas deficiencias afectan la calidad de las imágenes reconstruidas y reducen la sensibilidad del sistema para detectar cambios fisiológicos en los tejidos mamarios, lo que es fundamental para la detección temprana del cáncer de mama. Adicionalmente, los equipos comerciales de EIT suelen ser costosos y poco accesibles para su implementación en entornos clínicos o rurales con recursos limitados.

Ante esta problemática, el proyecto busca desarrollar y optimizar métodos de implementación de VCCS que mejoren el desempeño del sistema EIT, incrementando su sensibilidad y permitiendo su uso en entornos clínicos y de bajo recurso sin comprometer la seguridad del paciente.

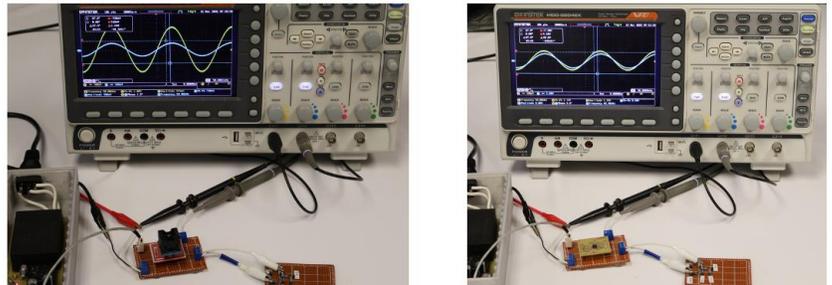


Figura 6.- Evaluación de desempeño de fuentes de corriente Howland Dual con compensación empleando distintos operacionales. A) amplificador operacional AD8052, B) amplificador operacional AD8021.

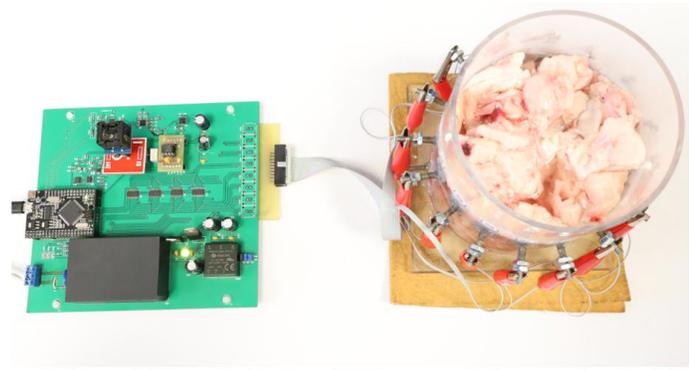
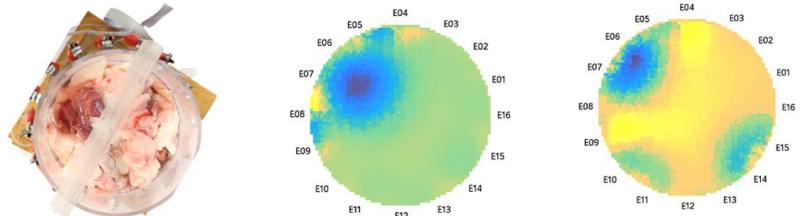


Figura 4.- Sistema EIT V4 con phantom lleno de tejido graso animal, para pruebas de validación.

¿Qué buscó el proyecto?

Contribuir al desarrollo científico y tecnológico de la región mediante la investigación e implementación de diversas metodologías para implementar fuentes de corriente constante controladas por voltaje en sistemas de tomografía de impedancia eléctrica (EIT) con el propósito de mejorar la detección temprana y precisa del cáncer de mama.



Resultado

El proyecto logró avances significativos en el desarrollo de fuentes de corriente controladas por voltaje (VCCS) para su aplicación en sistemas de Tomografía de Impedancia Eléctrica (EIT), con el objetivo de mejorar la detección temprana del cáncer de mama.

CARACTERIZACIÓN DE LA RESISTIVIDAD ELÉCTRICA DE UN MATERIAL COMPUESTO DE ASERRÍN Y CENIZA DE MADERA, ADHESIVO NATURAL Y SALES DE BORO.

Problemática

El potencial de utilización de los residuos sólidos generados durante el procesamiento mecánico en la industria de la madera permanece inexplorado para la producción de compuestos de uso no estructural [1,2]. Este escenario es una oportunidad para la investigación orientada a promover el potencial del aserrín como componente en productos de valor agregado y fomentar así el empleo industrial de materiales respetuosos del medio ambiente.

¿Qué buscó el proyecto?

El objetivo general de la investigación es caracterizar, mediante pruebas de resistividad eléctrica, tres tipos de material compuesto de aserrín de madera, uno con adhesivo natural, otro con ceniza de madera y el tercero con sales de boro.

El proyecto está alineado con el objetivo general de la presente convocatoria: Fortalecer las capacidades científicas, humanísticas, tecnológicas y de innovación, mediante el apoyo de proyectos y actividades que coadyuven en la comprensión y/o resolución de problemas de carácter estatal y/o regional, así como por su contribución a la cultura científica, desarrollo tecnológico y a la innovación en el Estado de Michoacán.



Resultado

Los resultados contribuyen en el aprovechamiento del desperdicio derivado de la industria forestal en el Estado. El aserrín tiene el potencial de ser aprovechado en productos que puedan ser empleados en la industria de la construcción y de productos de madera. Esta propuesta pretende contribuir e innovar en el aprovechamiento de los recursos forestales. Para ello, es necesario caracterizar, tres tipos de materiales compuestos de aserrín de madera, combinados con adhesivos naturales, con ceniza como cementante e incorporando boro como preservante biodegradable.



EVALUACIÓN TRIBOLÓGICA DE NANOPARTÍCULAS DE ÓXIDOS Y SULFUROS METÁLICOS SOPORTADOS SOBRE NANOTUBOS DE CARBONO

Problemática

Los procesos actuales de lubricación requieren de la incorporación de materiales más eficientes y de los cuales se pueda obtener un beneficio en la disminución de fricción y desgaste. Los nanomateriales funcionalizados representa una excelente alternativa para lograr este cometido.



INSTITUTO DE CIENCIA, TECNOLOGÍA
E INNOVACIÓN DEL ESTADO DE MICHOACÁN

¿Qué buscó el proyecto?

El proyecto buscó desarrollar una metodología efectiva para la síntesis de materiales nanoestructurados de carbono a partir de recursos naturales disponibles como lo es el aguarrás de pino, proponer un método de síntesis amigable para la síntesis de nanopartículas metálicas como lo es la síntesis por microondas y evaluar las propiedades de sistemas metal/nanoestructuras de carbono en la disminución del coeficiente de fricción y tasa de desgaste en superficies de acero.



INSTITUTO DE CIENCIA, TECNOLOGÍA
E INNOVACIÓN DEL ESTADO DE MICHOACÁN

Resultado

Se logró establecer los parámetros de síntesis adecuados para la obtención de nanotubos de carbono de pared múltiple a partir de la pirólisis de aguarrás. Se logró realizar la síntesis de nanopartículas de metales tales como plata, óxido de titanio y óxido de zirconio sobre nanotubos de carbono por medio de la síntesis por microondas. Se logró determinar que el sistema plata/nanotubos de carbono logra una mayor disminución del coeficiente de fricción, en tanto que el sistema óxido de titanio/nanotubos de carbono logra una mayor reducción de la tasa de desgaste.



PICIR
Proyectos de Investigación
Científica de Impacto Regional



Proyecto apoyado por el Instituto de Ciencia, Tecnología e Innovación a través de la Convocatoria de Apoyo a Proyectos de Investigación Científica de Impacto Regional 2022

DURABILIDAD DE MORTEROS FOTOCATALÍTICOS Y BIOCIDAS PARA LA CONSTRUCCIÓN ADICIONADOS CON NANO PARTÍCULAS DE TIO2 DOPADAS CON PLATA (AG).

Problemática

Existen muchos contaminantes en la atmósfera, como bacterias y hongos, que son causantes de enfermedades pulmonares y gastrointestinales para las personas.



¿Qué buscó el proyecto?

Determinar la durabilidad, por medio de la prueba de resistividad eléctrica, de pastas o morteros a base de cemento Portland que son adicionadas con Dióxido de Titanio, mismo que genera el fenómeno de la fotocatalisis, que busca por medio de una reacción química el atacar a los contaminantes biológicos, mineralizándolos para neutralizarlos, disminuyendo así el efecto nocivo de dichos contaminantes sobre las personas.

Método de Incorporación de TiO2 Para la incorporación del TiO2

Pruebas de especímenes cúbicos			Promedios Resistividad Eléctrica	% Diferencia incrementada al testigo (ohm-cm)	Promedios Resistencia a Compresión	%Diferencia decrementada al testigo (kgf/cm2)
Muestra	Resistividad eléctrica (ohm-cm)	Resistencia a la compresión (kgf/cm2)				
Testigo 1	4100.00	177.61				
Testigo 2	3387.00	203.41				
Testigo 3	3351.00	199.69				
Testigo 4	3821.25	188.71	3664.81	100.00	192.36	100.00
TiO2 1% 1	4959.00	177.21				
TiO2 1% 2	4751.50	190.66				
TiO2 1% 3	4707.00	135.06				
TiO2 1% 4	5035.50	204.33	4863.25	132.70	176.81	91.92
TiO2 2% 1	4785.50	150.67				
TiO2 2% 2	3951.50	160.91				
TiO2 2% 3	3881.25	175.45				
TiO2 2% 4	4608.00	147.39	4306.56	117.51	158.60	82.45
TiO2 4% 1	3818.50	193.58				
TiO2 4% 2	4356.25	154.83				
TiO2 4% 3	3591.00	137.52				
TiO2 4% 4	4110.00	218.88	3968.94	108.30	176.20	91.60
TiO2 6% 1	4373.25	135.97				
TiO2 6% 2	4166.25	157.74				
TiO2 6% 3	5234.50	174.54				
TiO2 6% 4	4602.75	174.27	4594.19	125.36	160.63	83.51

Resultado

Los resultados parciales están demostrando que la adición de TiO2 a pastas base cemento Portland (CP) incrementa la durabilidad de éstas sobre el testigo sin adicionar. Los mayores incrementos determinados en la prueba de resistividad eléctrica en Ohm-cm (RE) han sido en porcentajes de TiO2 en relación a la masa del CP del 1%, aumentando la RE en 32.7% y en 6%, aumentando 25.36%. Sin embargo, por otra parte, ha disminuido la resistencia mecánica a la compresión en un 8.08% y en 16.49%, respectivamente para adiciones de TiO2 del 1% y 6%.

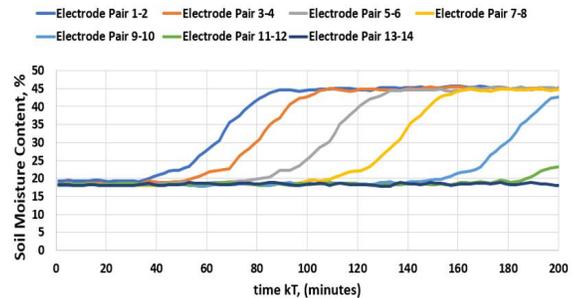
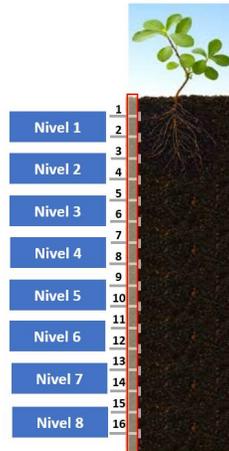
A la fecha todavía no se han dopado las mezclas con nanopartículas de plata (Ag).



ESTUDIO DE TÉCNICAS DE IDENTIFICACIÓN DE SISTEMAS DINÁMICOS PARA EL MODELADO DE PROPIEDADES DE CONDUCTIVIDAD HIDRÁULICA DE SUELOS DE CULTIVO USANDO MEDICIONES DE IMPEDANCIA ELÉCTRICA

Problemática

El uso racional de los recursos hídricos es clave para el desarrollo sustentable. En México la agricultura utiliza más de 76% del agua para uso consuntivo, de la cual la CONAGUA estima que la mitad se desperdicia por varios factores entre ellos las prácticas inapropiadas de irrigación. La planeación y asignación de recursos hídricos para irrigación es un asunto delicado que debe tomar en cuenta el contexto racional ya que ocasiona conflictos entre usuarios. Para poder establecer políticas de asignación de recursos hídricos se necesitan datos duros que representen las propiedades de conductividad hidráulica de los suelos que para efectos de planeación. Sin embargo, el suelo es un sistema que cambia continuamente. El proyecto está enfocado a investigar métodos de modelado de la conductividad hidráulica que sea apto para implementación de medición in situ y pueda adaptarse a las condiciones cambiantes del suelo.



¿Qué buscó el proyecto?

Conforme se aplica riego al suelo de cultivo, una de las propiedades físicas que es apta para detectar la variación en el contenido de humedad es la impedancia eléctrica del suelo. El incremento de agua en el suelo conforme se aplica riego reduce la impedancia de tal forma que es un indicador del contenido de humedad. Sin embargo, muchos factores influyen en la medición de impedancia de tal forma que es también necesario implementar técnicas de compensación de la medición. El trabajo se dedicó a investigar y evaluar técnicas de procesamiento de señales e identificación de sistemas para obtener modelos de conductividad hidráulica que representen la respuesta dinámica del suelo a la aplicación del riego. Si se conoce como responde el sistema suelo a la aplicación del riego se puede predecir la cantidad de agua necesaria, reduciendo desperdicio.



Resultado

Se desarrolló una metodología de medición de señales de impedancia eléctrica del suelo de cultivo para obtener datos que representen el cambio de humedad con respecto a la aplicación de riego. Con los datos obtenidos se propuso, desarrolló y probó un método matemático para obtener un modelo que pueda servir para predecir como se propaga el agua en el suelo conforme transcurre el ciclo de irrigación. El método de medición no solamente indica la profundidad donde ha llegado el agua, sino que además puede usarse analizar las propiedades de conductividad hidráulica y es capaz de adaptarse a los cambios debido a diferentes condiciones de manejo agronómico.



ANÁLISIS DE SEÑALES ELÉCTRICAS PARA EL USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA

Problemática

La protección de líneas de transmisión es un reto importante para las empresas encargadas de la generación y transmisión de energía eléctrica, como la CFE que se encarga de proveer energía al Estado de Michoacán, ya que los eventos de falla pueden provocar pérdidas en el suministro de energía y/o daños considerables en los equipos conectados a la red. Dado que la transmisión de la energía eléctrica se realiza a grandes distancias, es necesario compensar dichas líneas para disminuir las pérdidas, sin embargo, esta compensación provoca diversos problemas para los esquemas tradicionales de protección, por lo que los estudios orientados a la protección de dichas líneas es un tema relevante tanto para el Estado de Michoacán como para la comunidad científica.



Figura 1. Prototipo diseñado para albergar el algoritmo de detección y clasificación de fallas en líneas compensadas.

¿Qué buscó el proyecto?

Con este proyecto de investigación se buscó incidir en el mejor aprovechamiento de la energía eléctrica en el Estado y en el País, así como en la mejora de la calidad de la energía al proporcionar herramientas de análisis para las fallas generadas durante la operación de las redes eléctricas, junto con el proyecto concurrente dedicado al estudio de los disturbios asociados a la calidad de la energía.

De la misma manera, este proyecto pretendió incidir en la formación de recursos humanos, lo cual se logró mediante la incorporación de estudiantes como apoyo directo al proyecto, los que les brinda un espacio para adquirir experiencia que les ayude al desarrollo de su vida profesional, mediante la realización de servicio social, Residencias Profesionales y trabajo de Tesis.

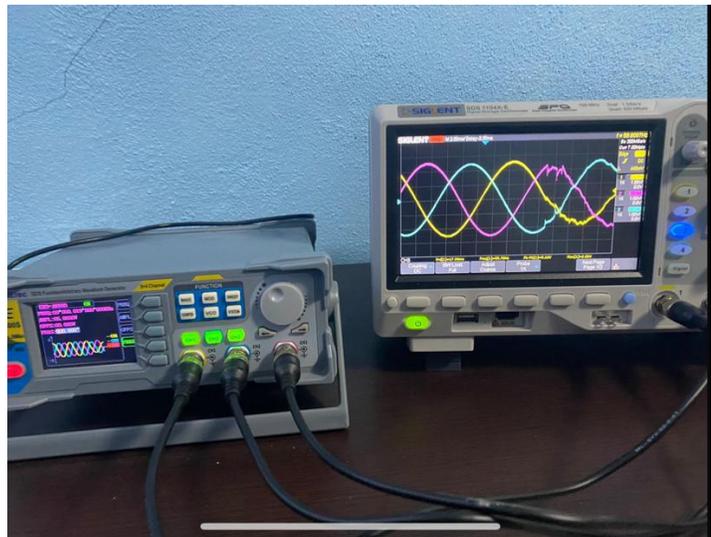


Figura 2. Simulación de falla en línea de transmisión compensada.

Resultado

Uno de los objetivos principales del proyecto fue el de estudiar las señales eléctricas y los disturbios generados en eventos de falla en líneas de transmisión compensadas con un UPFC. Dicho estudio, permitió generar un artículo que fue publicado en abril de 2024. El artículo se tituló: "Hardware in the Loop Protection Scheme of Compensated Transmission Lines with a Unified Power Flow Controller". Se publicó en la revista IEEE Access, la cual se encuentra indizada en JCR con un factor de impacto de 3.4.

AGRICULTURA DE PRECISIÓN USANDO ROBÓTICA COOPERATIVA DE VEHÍCULOS AÉREOS NO TRIPULADOS

Problemática

El proyecto de robótica cooperativa o de enjambre tiene como objetivo principal mejorar el monitoreo y manejo de cultivos agrícolas en el Estado de Michoacán de Ocampo, una región donde la agricultura es la principal actividad económica. La problemática que origina este proyecto radica en la necesidad de optimizar el uso de recursos y mejorar la eficiencia en la gestión agrícola, especialmente en un contexto donde los recursos hídricos son limitados y donde la presión por maximizar la productividad agrícola es alta.

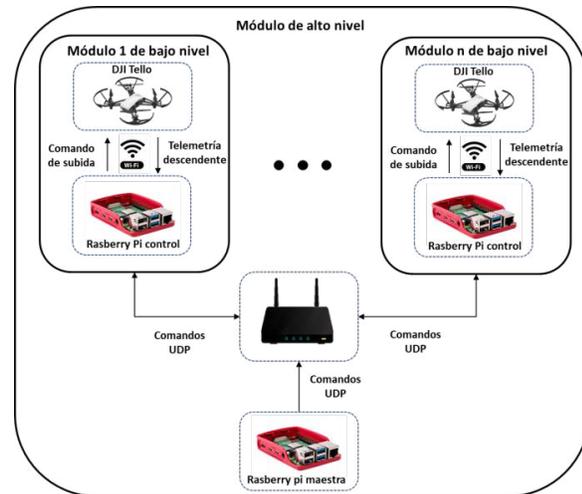


Figura 1. Arquitectura de la plataforma experimental

¿Qué buscó el proyecto?

El proyecto aborda de manera directa la necesidad de mejorar el monitoreo de cultivos mediante la implementación de un enjambre de drones equipados con sensores avanzados. Estos drones, al operar de forma autónoma, son capaces de recopilar datos detallados y en tiempo real sobre la salud de los cultivos, las condiciones del suelo y otros factores ambientales. Los resultados del proyecto, como los algoritmos de control desarrollados y los sistemas de navegación autónoma, permitirán a los drones realizar un mapeo exhaustivo y preciso del terreno, proporcionando información crítica que antes no estaba disponible o era difícil de obtener de manera rápida y eficiente.



Figura 2. Nodos de control de la plataforma propuesta

Resultado

El proyecto permitió generar un banco de pruebas que permite probar algoritmos de control y planificación de vuelo para un enjambre de drones. La figura 1 muestra un diagrama esquemático de la arquitectura de la plataforma experimental, así como sus componentes e interacciones, está dividida en módulos, el de bajo nivel o nodo de control, integrado por una tarjeta de control Raspberry Pi 4 emparejadas con el dron DJI Tello básico mediante Wi-Fi, la tarjeta tiene instalado el sistema operativo Ubuntu Server, la plataforma ha sido diseñada como banco de pruebas enfocado al control de drones, robótica de enjambre y robótica cooperativa para fines tanto de investigación como de enseñanza. Por lo tanto, es posible utilizar el lenguaje de programación python o el middleware robótico de ROS Noetic que es compatible con el sistema operativo instalado en la Raspberry Pi.



OPTIMIZACIÓN DE LA APLICACIÓN DE RECUBRIMIENTOS DE QUITOSANO ADICIONADOS CON LA FRACCIÓN HIDROSOLUBLE DEL ACEITE DE SEMILLA DE AGUACATE NATIVO MEXICANO Y DEL CULTIVAR HASS EN LA PRESERVACIÓN DE FRUTOS DE AGUACATE CULTIVAR HASS

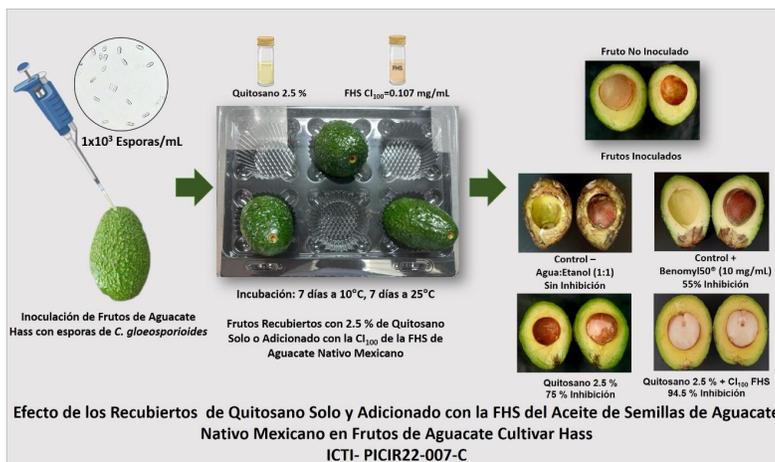
Problemática

Con el fin de disminuir o evitar el uso de antifúngicos químicos sintéticos en frutos poscosecha, en específico, en aguacate cultivar Hass, congruente con la eliminación de contaminantes en la industria alimentaria y asegurar la inocuidad, como una estrategia se utilizaron recubrimientos de quitosano adicionados con la fracción hidrosoluble del aceite extraído de semillas tanto de aguacate nativo mexicano (*Persea americana* var. *drymifolia*) como de aguacate cultivar Hass (*P. americana* Mill.), inoculados con *Colletotrichum gloeosporioides*, hongo causal de la antracnosis, para determinar su efectividad en poscosecha.



¿Qué buscó el proyecto?

Con la aplicación de recubrimientos de quitosano, adicionado con la fracción hidrosoluble del aceite se semillas tanto del aguacate nativo como del cultivar Hass en frutos poscosecha de aguacate Hass, se estudió el efecto sobre la vida de anaquel de estos frutos y la actividad antifúngica sobre *C. gloeosporioides*. Los frutos fueron inoculados con esporas de este hongo y mantenidos bajo dos condiciones de almacenamiento (7 días a 10°C y 7 días a 25°C), para determinar bajo estas condiciones, el efecto del recubrimiento con quitosano adicionado con la fracción hidrosoluble del aceite de semillas de aguacate, tanto del nativo como del Hass.



Resultados

La fracción hidrosoluble (FHS) del aceite de semilla de aguacate nativo mexicano (CI100 de 0.107 mg/mL) presentó una mayor inhibición que la FHS del aceite de semilla de aguacate Hass, hasta en un valor de 10 veces más (CI100 de 1.09 mg/mL). La CI100 de la FHS de aguacate nativo mejoró la actividad antifúngica en frutos de aguacate cv. Hass recubiertos con quitosano (2.5 %) infectados con esporas de *C. gloeosporioides*, consiguiendo hasta el 94.5% de inhibición durante su almacenamiento. Los frutos recubiertos con este tratamiento mostraron el porcentaje menor de pérdida de peso, manteniendo los valores de firmeza más altos.

Debido al alto contenido de ácidos fenólicos totales cuantificados en la FHS de aguacate nativo mexicano, se sugiere que estos pueden ser los responsables de la actividad antifúngica. Los compuestos mayoritarios de esta fracción son kushenol I (flavonoide), kalopanax H (saponina), jaeschkeanadiol (diterpeno), hipoxantina (purina), los sesquiterpenos humuleno y cariofileno, acetato de avocadin, un alcohol graso de cadena larga y la aucubina (iridoide glucosídico), así como la presencia de 1-fenilletanol y conocarpano (neolignano), que fueron analizados por UHPLC-EM.



EXPLORACIÓN DE NUEVOS MECANISMOS QUÍMICOS PARA AUMENTAR LA TOXICIDAD DE LA QUERCETINA Y EL RESVERATROL PARA SU USO EN PROCESOS AGROALIMENTARIOS

Problemática

Solventar la resistencia a los compuestos antifúngicos actualmente utilizados en procesos agroalimentarios y los daños al ambiente y a la salud asociados a los mismos.

¿Qué buscó el proyecto?

Potenciar las propiedades antifúngicas de polifenoles para generar tecnologías alternativas para la prevención de infecciones fúngicas en procesos agroalimentarios.

Resultado

Se logró identificar que el uso de ácidos grasos aumenta la toxicidad de los polifenoles, dependiendo de su naturaleza química, y también que la toxicidad está relacionada con el número de grupos hidroxilo en los polifenoles.

Yeast

WILEY
Yeast

RESEARCH ARTICLE

Pro-Oxidant Influence of Quercetin Supplementation in *Saccharomyces cerevisiae*

Andrés Carrillo-Garmendia¹ | Ana Leticia Vaca-Martínez² | Blanca Lucía Carmona-Moreno³ | Juan Carlos González-Hernández² | José Ángel Granados-Arvizu⁴ | Sofía María Arvizu-Medrano¹ | Jorge Gracida¹ | Rosa Martha Pérez-Serrano¹ | Gerardo M. Nava¹ | Carlos Regalado-González⁵ | Luis Alberto Madrigal-Pérez²

¹Universidad Autónoma de Querétaro, Santiago de Querétaro, Qro, México | ²Tecnológico Nacional de México/ITS de Ciudad Hidalgo, Ciudad Hidalgo, Michoacán, México | ³Tecnológico Nacional de México/IT de Morelia, Av. Tecnológico de Morelia, Morelia, Michoacán, México

Correspondence: Carlos Regalado-González (regaladoc@gmail.com) | Luis Alberto Madrigal-Pérez (lalmadrigo@cihid.itecm.mx)

Received: 11 June 2024 | Revised: 6 December 2024 | Accepted: 11 February 2025

Funding: This study was funded by Tecnológico Nacional de México (Grant 20026-24-PD) and PICIR 2022 program from the Instituto de Ciencia, Tecnología e Innovación del Estado de Michoacán de Ocampo (Grant PICIR22-008-C).

Keywords: antioxidant systems | free radicals | mitochondrial respiration | pro-oxidant | quercetin | *Saccharomyces cerevisiae*

ABSTRACT

How could quercetin exert a pro-survival phenotype (antioxidant) and simultaneously be toxic for eukaryotic cells? The redox capacity of quercetin may explain its antioxidant and toxic effects, based on the idea that quercetin impairs the electron transport chain, affecting ATP production and forming quercetin-derived free radicals. Herein, we provide evidence that quercetin supplementation: (1) depolarizes the mitochondrial membrane and augments the ADP/ATP ratio; (2) increases superoxide anion cellular levels; (3) changes the cellular response to H₂O₂ challenge associated with the antioxidant cellular response; and (4) sensitizes the cellular response to lipoperoxidation challenge. These events suggest that the quercetin pro-oxidant effect is related to mitochondrial respiration dysfunction and could induce cellular antioxidant response.

1 | Introduction

Quercetin (3,3',4',5,7-pentahydroxyflavone) is a flavonoid found in diverse fruits and vegetables, which presents a diversity of potential pharmacological applications, including a neuroprotective effect (Khan et al. 2019), cardiovascular protection (Patel et al. 2018), and anticancer properties (Rauf et al. 2018). Interestingly, quercetin has also been shown to be toxic to some organisms like *Saccharomyces cerevisiae* (Carrillo-Garmendia et al. 2022), mammalian cell lines (De Marchi et al. 2009), and bacteria (Wang et al. 2018). These apparently opposite phenotypes (beneficial and toxic) could be explained by quercetin interaction with the mitochondria (Carrillo-Garmendia et al. 2023), raising the hypothesis that quercetin could impair electron flux in the electron transport chain (ETC), producing a decrease in ATP generation. Furthermore, this idea also suggests that quercetin interaction with the ETC could generate reactive oxygen species (ROS)

through quercetin-radical molecules or electron leakage (Carrillo-Garmendia et al. 2023). Thus, it is possible that the antioxidant effect associated with quercetin could originate from the cellular antioxidant response and not from the molecule per se. Accordingly, quercetin augments nuclear translocation of the transcription factor Nrf2 that responds to oxidative stress, thioredoxin transcription, and activity in granuloma cells (Rashidi et al. 2019). Besides, a report has shown that quercetin supplementation in HepG2 cells increases GSH content and induces transcription of the glutathione-peroxidase, glutathione-reductase, and glutathione-S-transferase genes (Granado-Serrano et al. 2012). Nonetheless, the molecular mechanism behind this pro-oxidant phenotype has not been entirely explained.

Thus, this study aimed to identify whether the antioxidant phenotype exerted by quercetin is originated by a response to oxidative stress raised by mitochondria dysfunction. Herein, we

© 2025 John Wiley & Sons Ltd.

Yeast, 2025, 1–11
<https://doi.org/10.1002/yea.3992>

1 of 11



SEGURIDAD PRECLÍNICA EN EXPOSICIÓN AGUDA POR VÍA TÓPICA DEL EXTRACTO ETANÓLICO DE LA CÁSCARA DE AGUACATE

Problemática

El procesamiento industrial del aguacate en Michoacán genera grandes volúmenes de cáscara subutilizada, cuyo manejo inadecuado supone un problema ambiental y la pérdida de una materia prima con potencial para desarrollar productos dermatológicos de alto valor agregado. Para su aprovechamiento terapéutico y registro comercial es indispensable establecer su perfil de seguridad; en este sentido, el proyecto evaluó por primera vez la toxicidad aguda en administración tópica de un extracto etanólico de cáscara de aguacate, contribuyendo a atender de manera puntual esta problemática.



Figura 1. Apariencia de la piel, 24 horas después de la administración con 1000 mg/kg del extracto etanólico de cáscaras de aguacate

¿Qué buscó el proyecto?

El proyecto buscó establecer el perfil de seguridad preclínica del extracto etanólico de cáscara de aguacate mediante la evaluación de su toxicidad aguda en administración tópica, como paso fundamental para validar su potencial en el desarrollo de productos dermatológicos de alto valor agregado y cumplir con los requisitos regulatorios para su eventual registro comercial.



Resultado

La evaluación del perfil de seguridad de un candidato terapéutico involucra varias etapas, dentro de las cuales se encuentran los estudios de toxicidad aguda. Estas investigaciones se realizan a dosificaciones elevadas, en una sola exposición, para comprobar la toxicidad intrínseca del candidato de interés. Estos estudios preceden a las evaluaciones de toxicidad a dosis repetidas.

Los resultados obtenidos indicaron que la exposición aguda por vía tópica del extracto etanólico de cáscaras de aguacate en ratas Wistar genera hepatotoxicidad dosis-dependiente. Este hallazgo sugiere que, antes de considerar a este extracto como una alternativa terapéutica para el tratamiento de la psoriasis, resulta indispensable completar el programa preclínico toxicológico mediante estudios subagudos, subcrónicos y crónicos en aras de establecer las dosificaciones seguras para su eventual administración en seres humanos.



EVALUACIÓN DE LA COMBINACIÓN DE UN EXTRACTO RICO EN LÍPIDOS DE LA SEMILLA DE AGUACATE NATIVO MEXICANO (PERSEA AMERICANA VAR. DRYMIFOLIA) Y COMPUESTOS CITOTÓXICOS (CISPLATINO Y BUTIRATO) EN MODELOS IN VITRO DE CÁNCER

Problemática

El cáncer es una de las principales causas de muerte a nivel mundial, en 2020 se le atribuyeron cerca de 10 millones de defunciones. Destaca por su relevancia el cáncer colorrectal ya que es el tercer tipo de cáncer más común, provocando alrededor de 900 mil defunciones anuales. Asimismo, las leucemias representan el lugar trece en incidencia de cáncer, y son responsables de un gran número de defunciones en la población infantil. Aunque existen diversos tratamientos contra estas enfermedades, su uso se ha asociado a efectos secundarios severos y a un bajo índice terapéutico, por lo cual se requiere el estudio y desarrollo de alternativas más efectivas. En la búsqueda de nuevas estrategias terapéuticas, el uso de combinaciones de compuestos citotóxicos incrementa las posibilidades de encontrar blancos terapéuticos que exhiban ventajas superiores a las existentes, como la especificidad contra las células cancerosas, la reducción de costos y la eliminación de efectos secundarios adversos.

¿Qué buscó el proyecto?

Se evaluó el efecto citotóxico del butirato (ácido graso de cadena corta con propiedades anticancerosas) y el cisplatino (citostático usado ampliamente en la quimioterapia) con un extracto lipídico de la semilla (LEAS) del aguacate nativo mexicano (*Persea americana* var. *drymifolia*), el cual tiene propiedades citotóxicas y antitumorales con el fin de buscar efectos sinérgicos en la actividad anticancerosa. Estas combinaciones se evaluaron en dos modelos in vitro de cáncer: 1) La línea celular Caco-2 (obtenida de un adenocarcinoma colorrectal), y 2) la línea celular K562 de leucemia mieloide crónica.

Resultado

Los resultados mostraron que el extracto de la semilla de aguacate tiene interacciones de sinergia con el butirato y el cisplatino, mejorando la citotoxicidad y favoreciendo la reducción de posibles efectos secundarios asociados a estos tratamientos. Además, la combinación incrementa la especificidad y reduce la posibilidad de selección de células resistentes ya que los mecanismos de acción de estos compuestos no son similares.



VULNERABILIDAD EÓLICA DE ESTRUCTURAS DE BAJA ALTURA, UBICADAS EN LA SIERRA-COSTA DE MICHOACÁN

Problemática

Los municipios ubicados en la zona de la Sierra-Costa, se encuentran ubicados en una zona de alta peligrosidad ante los eventos sísmicos y de huracanes. La mayoría de las estructuras ubicadas en la Sierra-Costa son producto de la autoconstrucción con materiales abundantes en la zona y de uno o dos niveles. Por otro lado, los reglamentos de diseño en esos municipios no se encuentran actualizados y en ocasiones son inexistentes. En los municipios ubicados en la Región IX Sierra-Costa, existe un alto rezago habitacional, por lo que cuando tiembla las casas sufren grandes daños estructurales, pero una vez reparadas o reforzadas, vuelven a ser dañadas, pero ahora por los fuertes vientos. Todos los esfuerzos económicos y políticos para ayudar a las personas afectadas debido a la pérdida o daño parcial de sus viviendas se resumen en la entrega de láminas para la techumbre, sin otorgar ninguna asesoría para su instalación y mucho menos ayuda de personal técnico calificado para que los habitantes de dichas comunidades no vuelvan a sufrir la misma pérdida debido al paso del siguiente huracán. Lamentablemente, algunas instituciones bien intencionadas y que desean ayudar a los pobladores con bajos recursos, por medio de la entrega de viviendas o de recuperación de viviendas, tampoco se asesoran de especialistas con el fin de que los diseños arquitectónicos e ingenieriles, cumplan con los mínimos aspectos para que la nueva vivienda no sea tan vulnerable ante cargas eólicas, algunos de esos aspectos no tienen nada que ver con cuestiones económicas, sino técnicas.

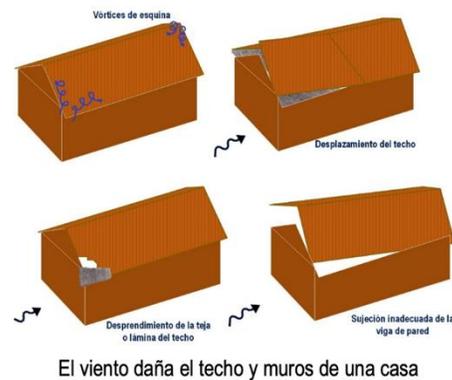
¿Qué buscó el proyecto?

El proyecto buscó que se disminuyeran los daños en viviendas, escuelas y comercios, cuando son sometidos a fuertes vientos. También, que algunas estructuras que existen en los puertos como Lázaro Cárdenas, permanezcan funcionando cuando exista un huracán, para que no interrumpa la producción industrial y no se afecte la economía de los trabajadores.

Resultado

Como uno de los resultados del proyecto se realizó un documento que sirve de base para que los pobladores de los municipios en donde hay huracanes, puedan construir o reparar su casa, y que aprendan que pendiente del techo colocar, como fijar las láminas del techo, como colocar los muros y las armaduras, y como construir la cimentación de sus casas, o negocios. Para que cuando les pegue un huracán no se dañen mucho.

También, se trabajo para otro tipo de estructuras se dañen poco cuando pasa un huracán, por ejemplo, las chimeneas y naves industriales, que sirven para almacenar granos o comida.



DISEÑO DE ANDAMIOS MOLECULARES POLIMÉRICOS DE ORIGEN NATURAL CON PROPIEDADES ANTIBACTERIALES

Problemática

La obtención de andamios moleculares antibacteriales por síntesis de biopolímeros a partir de hongo shitake e hidroxiapatita, decorados con nanopartículas de plata y cobre brindará propiedades de un material biocompatible, y regeneración de tejido óseo y que desempeñe propiedades mecánicas aceptables incorporando el óxido de grafeno a la matriz. Se propuso obtener el protocolo de síntesis de los andamios moleculares que aumente la vida útil, mejore la biocompatibilidad, la resistencia y las propiedades mecánicas adecuadas de bioactivos con la finalidad de reducir el rechazo del tejido (se espera evaluar in vitro e in vivo estos andamios). Aportando así a las investigaciones ya existentes un nuevo biomaterial médico a partir de productos naturales como lo son la cáscara de huevo, el nopal y el hongo shitake, aportando una reducción del precio y apoyando al mismo tiempo al desarrollo sustentable.

¿Qué buscó el proyecto?

Obtener el protocolo de síntesis de los andamios moleculares que aumente la vida útil, mejore la biocompatibilidad, la resistencia y propiedades mecánicas adecuadas, de bioactivos con la finalidad de reducir el rechazo del tejido.



Resultado

Se obtuvieron los protocolos de síntesis y se logró la síntesis de los componentes, así como del biomaterial polimérico-cerámico, se llevó a cabo correctamente. En la obtención y aplicación de quitina (QTN), los resultados mostraron que el método de preparación de la QTN tiene un efecto en las propiedades físicas, así como también el método de preparación de la hidroxiapatita (HA) tiene un efecto en la relación de Ca/P, ya que puede beneficiar o afectar la concentración de Ca en las propiedades mecánicas. El material obtenido se evaluó por normativa de la prueba de hemólisis, que arroja una buena compatibilidad con la sangre humana, teniendo un porcentaje de hemólisis muy bajo, menor de 2 %, lo que puede ser aplicable a estudios con células óseas y células humanas, y poder determinar si son inertes para estar en contacto con ellos. Con respecto a las pruebas de bioactividad, los andamios mostraron que después de los 20 días el peso aumenta, lo que indica un incremento de apatita y un porcentaje de biodegradación entre el 2-3 %. Con estos resultados, se realizó la publicación de un artículo indexado y la presentación en varios congresos tanto nacionales como internacionales.



ANÁLISIS FITOQUÍMICO DE EXTRACTOS DE HOJAS DE GALEANA (SPATHODEA CAMPANULATA)

Problemática

El objetivo de un estudio fitoquímico preliminar es determinar la presencia o ausencia de los principales grupos de metabolitos en una especie vegetal y cada uno de estos grupos de compuestos está relacionado con actividades biológicas específicas, partiendo de los resultados obtenidos en el estudio fitoquímico preliminar es posible orientar investigaciones posteriores para determinar la actividad biológica de las especies en cuestión y los principios activos involucrados.

Muestra	EC ₅₀ g hoja/Kg DPPH	TEC ₅₀ minutos	EA x10 ⁻³
Control <u>Ácido ascórbico</u>	78.14 ± 4.5 _a	1.37 ± 0.25 _a	9.304 _a
Control <u>Ácido gálico</u>	31.64 ± 0.18 _b	14.00 ± 1.12 _b	2.25 _b
EAQSC	70.86 ± 9.67 _a	0.18 ± 0.044 _c	7.84 _a

Tabla 7. Actividad antioxidante in vitro de extractos acuosos de hojas de Spathodea campanulata.

¿Qué buscó el proyecto?

Pregunta de Investigación: ¿Cuáles son los componentes fitoquímicos de extractos de hoja de Spathodea campanulata?



Resultado

Del primer objetivo encontramos que los extractos obtenidos con diferentes solventes mostraron altas concentraciones de metabolitos secundarios. Encontrándose las mayores concentraciones en el extracto acuoso y en el metanólico. El extracto acuoso contiene pentosas y hexosas, así como vitamina E y proteínas-

En la identificación de componentes con HPLC se encontró que el componente mayoritario del extracto acuoso es el ácido p-Hidroxibenzoico con una concentración de 10.57 µg/ mL seguido de ácido p-cumárico con una concentración de 2.16 µg/mL.

DETERMINACIÓN DE LAS RESPUESTAS AGROECOLÓGICAS DE PERSEA AMERICANA MILL.: EL PAPEL DE LOS HONGOS ENTOMOPATÓGENOS EN LA DEFENSA.

Problemática

El presente proyecto se enfocó en la generación de nuevas estrategias para el combate de plagas y enfermedades de plantas de aguacate: *Persea americana* Mill.

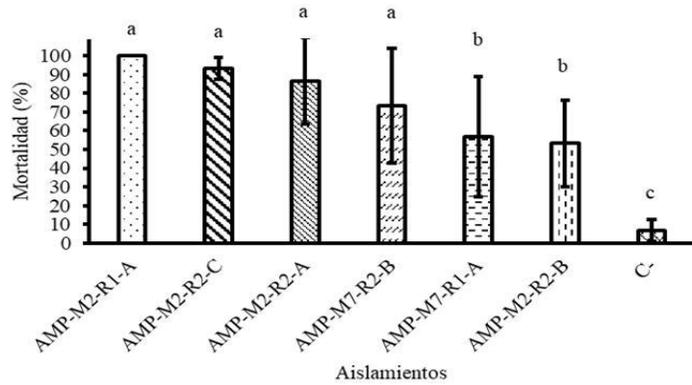


Figura. Mortalidad larvaria acumulada de larvas de *G. mellonella* L5 (< 24 h desde muda) inoculadas por aspersión con aislados fúngicos entomopatógenos a una concentración de 1×10^{11} conidios/mL. Los datos representan la media (\pm error estándar) de cuatro réplicas por tratamiento ($n = 10$). ANOVA de una vía. Letras diferentes indican diferencias significativas ($P \leq 0.05$). Los valores de MTD obtenidos revelaron diferencias significativas en la tasa de mortalidad de los tratamientos ($\chi^2 = 22,672$, $gl = 5$, $P < 0.001$).

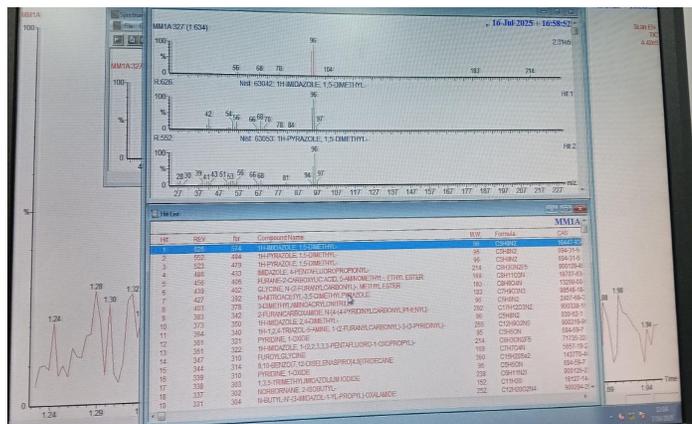
¿Qué buscó el proyecto?

Caracterizar las respuestas agroecológicas de plantas de *Persea americana* Mill tratadas con aislados nativos de *Beauveria bassiana*. El proyecto contempló la caracterización de respuestas en la emisión de compuestos orgánicos volátiles COV's y su potencial como biocontrol.

Resultado

Fueron identificadas por técnicas de morfometría y moleculares seis cepas de especies nativas de hongos entomopatógenos aisladas en cultivos de aguacate de Michoacán

Los resultados de este proyecto tienen un impacto transversal y positivo en el desarrollo económico, social, cultural, científico, tecnológico y ambiental del Estado de Michoacán, al aportar soluciones innovadoras para el manejo de una de las principales problemáticas del cultivo de aguacate, producto estratégico y de gran relevancia para la entidad.



ANÁLISIS DE LA INTERACCIÓN ENTRE BACTERIAS PROBIÓTICAS EN CONSORCIO Y LA PRODUCCIÓN DE METABOLITOS ANTIFÚNGICOS EMERGENTES: EVALUANDO EL POTENCIAL DE INHIBICIÓN CONTRA PATÓGENOS EMERGENTES DE ESPECIES DE AMBYSTOMA EN PELIGRO CRÍTICO DE EXTINCIÓN

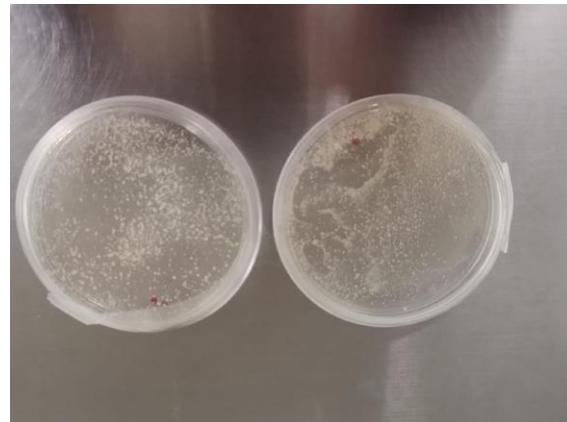
Problemática

En el estado de Michoacán existen especies microendémicas de *Ambystoma* (*Ambystoma dumerilii*, *Ambystoma andersoni*), conocidos comúnmente como ajolotes, en peligro crítico de extinción y en las que se ha documentado la infección por patógenos causantes de enfermedades infecciosas emergentes en vida libre y cautiverio, como la quitridiomycosis ocasionado por el hongo *Batrachochytrium dendrobatidis* (Bd). Un aliado muy importante de los anfibios para combatir enfermedades infecciosas, son las bacterias probióticas de la piel de estos anfibios, que son capaces de inhibir el crecimiento de patógenos. Una estrategia novedosa es el uso de "consorcios bacterianos multiespecie", en el cual se aplican simultáneamente múltiples cepas bacterianas nativas inhibidoras. Estos consorcios conformados por cepas bacterianas con distinto grado de inhibición y facilitación, pueden aumentar la inhibición del crecimiento de Bd a través de una mayor competencia y la producción de metabolitos antifúngicos emergentes, como los péptidos. La integración de estos datos nos permite proponer estrategias novedosas de conservación para cualquier especie de ajolotes que se encuentran en peligro crítico de extinción, ya que a pesar de que es una herramienta muy importante para la conservación in situ y ex situ, la investigación sobre probióticos en el contexto de conservación de la vida silvestre representa



¿Qué buscó el proyecto?

Este proyecto estuvo enfocado en analizar la capacidad de inhibición del patógeno Bd, de monocultivos y consorcios bacterianos probióticos multiespecie, aislados de la piel de especies de *Ambystoma* microendémicas a Michoacán. Estos consorcios fueron conformados por cepas bacterianas con distinto grado de inhibición y facilitación de crecimiento de Bd. La propuesta evaluó la capacidad de producción de metabolitos antifúngicos emergentes, resultantes de estos consorcios. El proyecto se enfocó en buscar un tratamiento probiótico potenciado para inhibir o mitigar los efectos de las enfermedades infecciosas por patógenos emergentes en especies de *Ambystoma*, endémicas al estado de Michoacán como *Ambystoma dumerilii*, *A. andersoni*, *A. ordinarium*, y *A. ambycephalum*.



Resultado

Nuestros resultados muestran que cepas como *Stenotrophomonas* sp (84.59%), *Brevundimonas* sp (88.60%), *Pseudarthrobacter* sp (68%) y *Curtobacterium* sp (87.21%) presentaron capacidad de inhibir el crecimiento de Bd. Mientras que consorcios bacterianos como el conformado por *Kocuria rhizophila*, *Bacillus* sp. y *Bacillus nakamurai*, presentan porcentajes de inhibición importantes de patógenos. En el análisis de péptidos emergentes, encontramos que los consorcios producen más péptidos y más abundantes que los monocultivos, lo que representa que una mayor capacidad antifúngica.



APLICACIÓN DE PSEUDOMONAS SP. Y METARHIZIUM ANISOPLIAE PARA PROMOVER CRECIMIENTO VEGETAL EN FRESA CON DOSIS REDUCIDA DE NITRÓGENO Y SU DEFENSA CONTRA FUNGUS GNAT EN ESTADO LARVAL

Problemática

Se estudió el comportamiento de cepas de rizobacterias aisladas de la rizosfera de cultivos de interés comercial en Michoacán, más cepas de *M. anisopliae* en conjunto, se determinó el comportamiento de estas especies en una sola formulación y capaces de controlar plagas importantes fresa como el fungus gnat y disminuir el uso de fertilizantes químicos. Se presenta como una propuesta integral e interdisciplinaria para disminuir el uso de agroquímicos y encaminar la agricultura de la región Oriente de Michoacán hacia la sostenibilidad en cultivos de relevancia económica y social en la región

¿Qué buscó el proyecto?

En principio, disminuir el uso de fertilizantes nitrogenados al usar rizobacterias capaces de fijarlo del ambiente, además de controlar a fungus gnat (*Bradysia* sp.) en estado larval disminuyendo así el uso de insecticidas.



Figura 1. Compatibilidad de bacterias promotoras del crecimiento vegetal y *Metarhizium anisopliae*



Resultado

Se encontró la compatibilidad de *Metarhizium anisopliae* MPT-2 y las rizobacterias ACJ14 y C14, ambas fueron las combinaciones mejores las cuales no presentaron inhibición y promovieron el crecimiento de las plantas.

MANUFACTURA ADITIVA DEL REDISEÑO DE UN RODETE DE TURBINA FRANCIS DE BAJA VELOCIDAD ESPECÍFICA: CASO DE ESTUDIO LA U-4 DE LA PCH DE TIRIO.

Problemática

Michoacán alberga el 35 % de las Pequeñas Centrales Hidroeléctricas (PCH) del país las cuales presentan un bajo Factor de Planta por la baja eficiencia de las turbinas lo que impide un aporte de energía renovable a la matriz de generación del estado para ayudar en la transición hacia el uso de fuentes más sostenibles y limpias. Ya que PCH de Tirio presenta alrededor de 72% de eficiencia, resulta idónea para buscar la transferencia de tecnología entre una institución educativa que realiza trabajos de investigación como la UMSNH y una empresa de producción de electricidad como CFE.

¿Qué buscó el proyecto?

Alcanzar la prueba de concepto en la construcción del rodete Francis. Es decir, probar que la metodología de rediseño en el rodete Francis de baja velocidad específica es posible ya que fue posible su manufactura a través de la impresión 3D de un prototipo de baja fidelidad.

Resultado

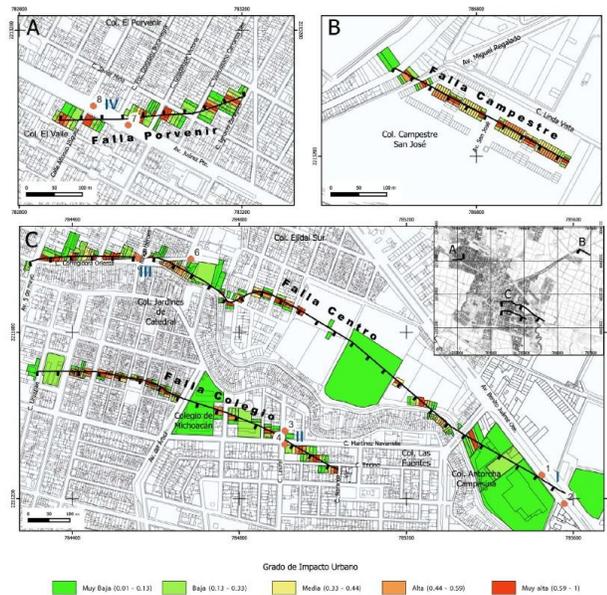
Los principales resultados son la obtención del modelo CAD del rodete insertando un álabe hidrodinámico en lugar del álabe original y la manufactura por piezas del modelo del rodete de la U4 de la PCH de Tirio y su armado.



HUNDIMIENTO DIFERENCIAL Y REGIONAL DE LA SUPERFICIE DE ZAMORA (MICH.), SEGUNDA ETAPA

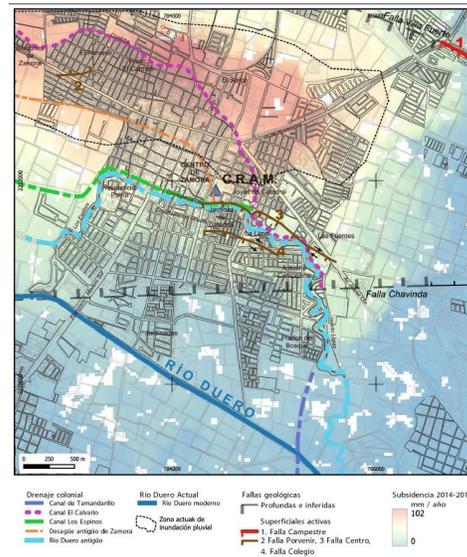
Problemática

Existen numerosos antecedentes que revelan la fuerte influencia de la subsidencia (hundimiento del terreno) sobre la extensión y magnitud de inundaciones pluviales, tanto en la costa (Anzidei et al, 2017; Shirzaei et al, 2021) como al interior del continente (Navarro-Hernández et al, 2023; Herrera-García et al, 2021). En zonas continentales el hundimiento activo del terreno modifica el drenaje natural por lo que durante la temporada de lluvias el escurrimiento superficial se concentra y acumula, inundando rápidamente (flash flood) sectores urbanos que anteriormente no se inundaban. Por otra parte, esta misma subsidencia fractura, degolla y deforma la infraestructura urbana de drenaje con lo que se potencia el peligro de inundaciones.



¿Qué buscó el proyecto?

Contribuir al conocimiento de subsidencia, su relación con las inundaciones pluviales, y su impacto en la infraestructura urbana de Zamora (Mich). Favorecer el desarrollo urbano seguro y en coexistencia con la subsidencia e inundaciones, a través de la generación de variables cuantitativas que favorezcan la toma de decisión durante la planeación, diseño, construcción y operación de obra civil encaminada a la mitigación del riesgo de subsidencia-inundaciones.



Resultado

- Trayectoria de cuatro fallas geológicas: Campestre, Porvenir, Centro, y Colegio.
- Identificación de predios urbanos con mayor grado de impacto.
- Identificación de área urbano con mayor subsidencia y peligro de inundación.
- Colocación de puntos de control para el monitoreo continuo.



OPTIMIZACIÓN DE CATALIZADORES TRIMETÁLICOS SOPORTADOS EN SÍLICE MESOPOROSA SBA-15-NB UTILIZANDO COMO AGENTE QUELANTE ÁCIDO CÍTRICO Y SU EVALUACIÓN CATALÍTICA EN LA REMOCIÓN DE AZUFRE EN LA HDS DE DBT

Problemática

Debido al tipo de petróleo que se extrae en mayor proporción en nuestro país: crudo maya (pesado, 3,3% azufre), es necesario realizar investigación para desarrollar nuevos materiales catalíticos que cumplan las normas de acuerdo al marco regulatorio actualizado en materia de combustibles. La gasolina y el diesel son combustibles muy utilizados por vehículos de combustión interna, sin embargo, contienen impurezas que contaminan el medio ambiente cuando hacen combustión, un ejemplo son los gases de efecto invernadero como los óxidos de carbono (COx), óxidos de nitrógeno (NOx) y los óxidos de azufre (SOx), entre otros.



¿Qué buscó el proyecto?

Debido a que los catalizadores actuales utilizados en la reacción de Hidrodesulfuración (HDS) a base de sulfuros de CoMo soportados en alumina es cada vez más difícil que puedan cumplir las normas ambientales de contenido de azufre (15 ppm). Se propuso optimizar catalizadores trimetálicos que en algún momento puedan sustituir los catalizadores bimetálicos que tradicionalmente se utilizan en la refinación del petróleo.



Resultado

Catalizadores trimetálicos activos para la reacción de HDS de DBT con valores cercanos a un 80% de conversión comparados con un catalizador bimetálico convencional con un valor cercano al 50% de conversión.

Energía asequible y no contaminante. El desarrollo de nuevos materiales para la reacción de HDS garantizará que la población tenga acceso a combustibles con menor contenido de azufre reduciendo la formación de SOx y la contaminación atmosférica.



DETERMINACIÓN DE ÍNDICES DE SALUD VEGETAL CON IMÁGENES MULTIESPECTRALES PARA LA EVALUACIÓN DEL USO DE BIOFERTILIZANTES

Problemática

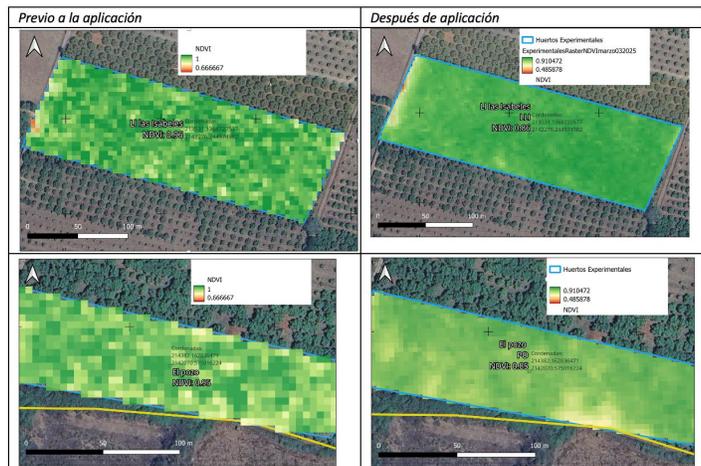
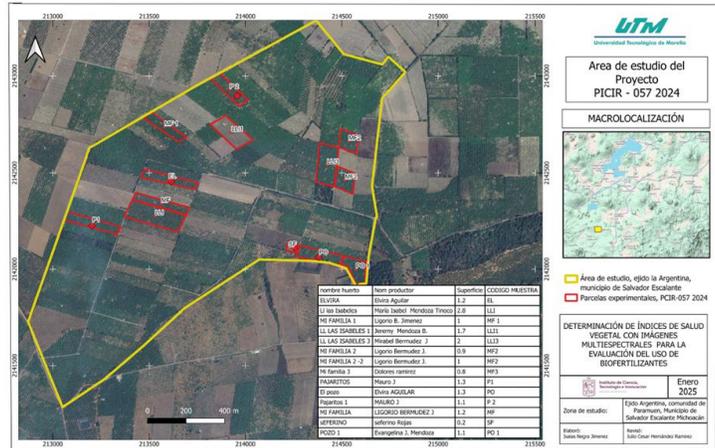
Un biofertilizante es un preparado de microorganismos que realizan algún mecanismo que promueve el crecimiento de las plantas. Actualmente la aplicación de biofertilizantes no está ampliamente extendida entre los agricultores, una de las principales causas es la falta de información sobre la eficiencia y los datos fiables del costo beneficio de estos productos. El uso de la percepción remota o teledetección y los Sistemas de Información Geográfica (SIG), ofrecen la posibilidad de asociar espacialmente diferentes fuentes de datos que contengan una ubicación (datos geoespaciales) que pueden ser utilizados ampliamente en la investigación ambiental y agrícola. El objetivo del presente proyecto es validar la utilización de imágenes multiespectrales obtenidas vía satelital (Plataforma Planet Labs PBC), para la determinación del índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI), y comparar con reportes de vistas a campo y datos de análisis fisicoquímico de fertilidad de suelo y foliar para que a partir de esa información poder evaluar le eficiencia de la aplicación de productos como los biofertilizantes en los municipios de Tacámbaro, Acuitzio y Salvador Escalante, lo cual permitirá también emitir recomendaciones específicas, con dosis y frecuencias de aplicación adecuadas en fertilizantes y plaguicidas. El NDVI se puede utilizar en el diseño de recomendaciones específicas de manejo del cultivo, determinación de dosis y frecuencias de aplicación adecuadas de fertilizantes y plaguicidas (Kapoor et al., 2022).

¿Qué buscó el proyecto?

Evaluar y validar la eficiencia de la aplicación de biofertilizantes, con el uso de la percepción remota o teledetección con imágenes satelitales multiespectrales y los Sistemas de Información Geográfica (SIG). Se determinará el índice de salud vegetal (NDVI), la información generada se cruzará y validará con parámetros fisicoquímicos de fertilidad de suelos y foliares determinados en laboratorio a partir de muestras tomadas en campo.

Resultado

El estudio aborda la correlación entre los análisis foliares y el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI), obtenido de imágenes satelitales, en el cultivo de aguacate en los municipios de Tacámbaro, Acuitzio y Salvador Escalante Michoacán, México. Se examina cómo la aplicación de biofertilizantes impacta los niveles de nutrientes en el suelo y las hojas, así como los valores de NDVI. La investigación compara datos de campo y laboratorio con información satelital para evaluar la eficiencia de métodos de teledetección en el monitoreo nutricional de los cultivos. Aunque el NDVI satelital mostró limitaciones en la correlación directa con la nutrición del suelo, el artículo sugiere que imágenes de mayor resolución y un procesamiento mejorado podrían ofrecer una herramienta más precisa para la gestión agrícola. La relevancia económica del aguacate en México y la necesidad de optimizar su producción impulsan la búsqueda de alternativas eficientes y menos invasivas para el diagnóstico nutricional.



DETERMINACIÓN DE ÁREA ELECTROACTIVA DE SENSORES NO ENZIMÁTICOS DE NANOTUBOS DE TiO₂ DOPADOS CON METAL DE TRANSICIÓN EN EL IMPACTO EN LA DETERMINACIÓN DE AGENTES REDUCTORES.

Problemática

Se desarrollará un sensor electroquímico basado en nanotubos de óxido de titanio dopado con dos metales de transición (Ag y Ni) para la determinación de agentes reductivos (ácido ascórbico y gálico), se determinará el área electroactiva para ver si son sensores altamente sensibles y reproducibles. Se hará la caracterización del biosensor con técnicas como espectroscopia infrarroja por transformada de Fourier, espectroscopia RAMAN, espectroscopia UV/Vis, espectroscopia fotoelectrónica de rayos X y microscopia electrónica de barrido. Y las pruebas de sensibilidad, detección y reproducibilidad se harán con pruebas electroquímicas como son impedancia y voltametría cíclica. Este dispositivo podrá ser utilizado por la industria alimentaria que se encuentra localizada en Morelia y diferentes zonas industriales del estado de Michoacán. Con ello se estaría vinculando la propuesta con los objetivos específicos y acciones del PLADIEM, en particular con el Eje 2, Acción 2.2.4.8 "Fomentar el desarrollo científico y tecnológico, a través de la innovación y la investigación aplicada".

¿Qué buscó el proyecto?

Se propone el desarrollo de un sensor electroquímico no enzimático de nanotubos de óxido de titanio (TiO₂NT) dopado con un metal de transición en el cual se pueda determinar la mejor área electroactiva del sensor para favorecer mayor sensibilidad ante agentes reductores (en este caso usaremos ácido ascórbico y gallico). La síntesis de TiO₂NT dopados con un metal de transición (Ag y Ni) se realizará por el método de anodización electroquímica y su caracterización implica la determinación composicional, estructural y morfológica por Difracción de rayos-X (DRX), espectroscopia de infrarrojo por transformada de Fourier (FTIR), Espectroscopia RAMAN, Reflectancia difusa (UV-Vis DRS), Espectroscopia fotoelectrónica de rayos X (XPS) y microscopia electrónica de barrido (MEB); para evaluar la actividad electrocatalítica y determinar los parámetros de funcionamiento del sensor se emplearán pruebas electroquímicas: mediante Impedancia (EIS) y la voltametría cíclica (CV)

Una vez teniendo los parámetros de funcionamiento del sensor CV se realizará el cálculo del área electroactiva la cual será la forma de comprobar el efecto o beneficio del dopante en el desempeño del sensor.

Resultado

Formación de recursos humanos. - Incorporación de Ariadna Andrade González, estudiante de licenciatura en Ingeniería Química, UMSNH, así como seguimiento de estudiante M.C. Zaira Mora Mora de doctorado en el Programa Institucional en Ciencias Biológicas, opción Biotecnología Alimentaria.

Un artículo JCR.- Un artículo JCR enviado a la revista Materials Futures: "Silver-Doped TiO₂ Nanotube Array Nanosensor for Gallic Acid Detection". Active Surface and Electrochemical Enhancement"; Z.Mora-Mora, M.G. Garnica-Romo, H.E. Martínez-Flores, J.J. Alvarado-Gil, L. García-González; manuscrito enviado a Materials Futures.

Ponencias y conferencias.-

i) Se presentó el trabajo titulado "Evaluación del desempeño electroanalítico de una matriz de nanotubos de TiO₂ dopados con Ag en la detección cuantitativa de antioxidantes"; Zaira Mora-Mora, Ma. Guadalupe Garnica-Romo en el segundo Simposio de Biotecnología; 7-8 de mayo de 2025, Morelia, Mich.

ii) Aceptación de trabajo titulado "Design of metal-doped TiO₂ nanotubular array surfaces as functional platforms for advanced electrochemical sensing" que se presentará en el congreso XVIII International Conference on Surfaces, Materials and Vacuum, del 22 al 26 de septiembre de 2025 en Puebla, Pue.

iii) Aceptación de trabajo titulado "Evaluación de matrices de nanotubos de TiO₂/Ti modificadas como electrodos de alto rendimiento para determinación electroquímica de antioxidantes", M.G. Garnica-Romo, Z. Mora-Mora, H. E. Martínez-Flores, para presentarse en el marco del XL Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Electroquímica 2025 y el 18th Meeting of the Mexican Section of the Electrochemical Society; en la Ciudad de México del 22 al 26 de septiembre de 2025.



Ciudad de México a 27 de junio del 2025

Estimados Autores: M.G. Garnica-Romo, Z. Mora-Mora, H. E. Martínez-Flores, por medio de la presente y a nombre de la Sociedad Mexicana de Electroquímica (SMEQ) y de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco (UAM-A), tienen el agrado de informarle que su resumen titulado "Evaluación de matrices de nanotubos de TiO₂/Ti modificadas como electrodos de alto rendimiento para determinación electroquímica de antioxidantes" ha sido Aceptado en modalidad Oral-Virtual, para presentarse en el marco del XL Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Electroquímica 2025 y el 18th Meeting of the Mexican Section of the Electrochemical Society que será celebrado en la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco, ubicada en Av. San Pablo 420, Col. Nueva El Rosario, Alcaldía Azcapotzalco, C.P. 02128, en la Ciudad de México del 22 al 26 de septiembre del 2025.

El trabajo está registrado dentro de la temática: Ingeniería Electroquímica y Aplicaciones Tecnológicas (IE) con la clave IE-OV1.

Le recordamos que la fecha para envío de trabajos en extenso es a partir del 18 de julio del con fecha límite el 15 de agosto del 2025. Además, le solicitamos verifique los comentarios de su evaluación, si es que los tuviera, para garantizar el cumplimiento del formato y calidad técnica de las memorias (para enviar su trabajo en el formato indicado, le sugerimos visitar la página web <https://congreso.smeq.org.mx/>).

Por último, lo invitamos a hacer el pago de su inscripción con tiempo.

Sin otro particular, agradecemos su participación y esperamos verlo en la Ciudad de México.

Nos despedimos enviándole un cordial saludo.

ATENTAMENTE

"Casa abierta al tiempo"

Comité Organizador del XL Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Electroquímica 2025



VIVIENDA ADECUADA PARA UNA COMUNIDAD AUTÓNOMA: ESTRATEGÍA DE AUTOGESTIÓN SOCIAL DEL HÁBITAT EN UN CONTEXTO BIO-CULTURAL INDÍGENA

Problemática

En las comunidades indígenas de Michoacán, como San Francisco Pichátaro, muchas familias viven en viviendas que no cuentan con las condiciones adecuadas para una vida digna. El problema es complejo: por un lado, las casas tradicionales purépechas (como las trojes) se están abandonando y deteriorando, perdiendo técnicas de construcción ancestrales muy valiosas. Por otro lado, cuando se construyen casas nuevas, muchas veces no respetan la cultura local y utilizan materiales que no son apropiados para el clima y las costumbres de la comunidad.



Ilustración. Seminario de Saberes Tradicionales Constructivos

¿Qué buscó el proyecto?

El proyecto buscó que la comunidad de San Francisco Pichátaro aprendiera a mejorar sus propias viviendas de manera organizada, respetando su cultura purépecha y utilizando tanto técnicas tradicionales como nuevas tecnologías sustentables.



Ilustración. Taller de fabricación de Adobes

Resultado

Mejoras directas en viviendas:

- Se intervinieron 7 viviendas con mejoras en techos, pisos, cocinas y sistemas de agua
- Las familias redujeron el 15% de su consumo de energía gracias a mejores diseños
- La satisfacción de las familias con sus casas aumentó un 30%

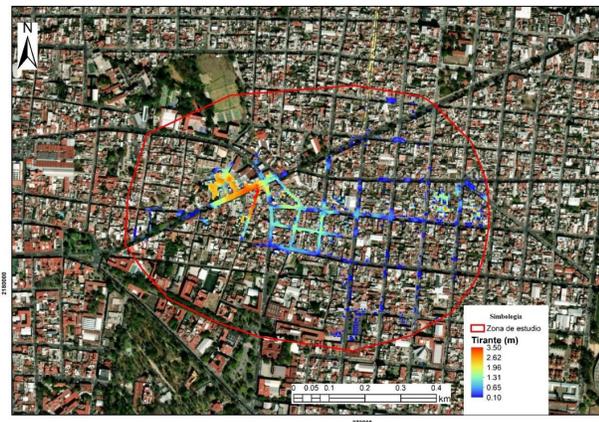
VALIDACIÓN DEL SISTEMA DE MITIGACIÓN DEL RIESGO CONTRA INUNDACIONES (HISTORICO Y PREDICCIÓN DE PRECIPITACIONES) DE LA CIUDAD DE MORELIA

Problemática

La ciudad de Morelia enfrenta, al igual que otras ciudades mexicanas, problemas recurrentes de inundaciones ocasionadas tanto por el desbordamiento de ríos como por la acumulación de precipitaciones intensas en periodos cortos. Estos fenómenos generan pérdidas económicas significativas y representan un riesgo considerable para la seguridad de la población en general.

¿Qué buscó el proyecto?

La validación del sistema de mitigación contra inundaciones en la ciudad de Morelia proporciona una base metodológica sólida y prototipos con desarrollo tecnológico, mejorando la comprensión del riesgo, optimizando la toma de decisiones y fortaleciendo el desarrollo de soluciones fundamentadas en mediciones de campo. Además, se ha implementado una plataforma web de fácil acceso que permite visualizar las zonas de riesgo de inundación, lo cual representa un beneficio directo para la población de Morelia. El uso de esta herramienta de alerta temprana facilitará a las autoridades competentes, como protección civil municipal y estatal, la Comisión Nacional del Agua, la Comisión Estatal del Agua y gestión de Cuencas, la propuesta de medidas no estructurales tales como programas de emergencia y planes de contingencia.



Resultado

Instalación y monitoreo en zonas críticas

Se instalaron estaciones de monitoreo en puntos estratégicos de la ciudad, como Avenida Camelinas, Poza Rica y Boulevard García de León. Estas estaciones permiten registrar los niveles de agua durante los episodios de lluvias intensas, proporcionando datos esenciales para el análisis del comportamiento de las inundaciones.

Validación de modelos matemáticos

La información recolectada a través del monitoreo en campo ha sido clave para validar los modelos matemáticos diseñados. Estos modelos ayudan a comprender las características específicas de las inundaciones y respaldan los resultados que la plataforma web presenta sobre las zonas de riesgo.

Integración con la plataforma web



APLICACIÓN DE BIOFERTILIZACIÓN ORGÁNICA PARA OPTIMIZAR LA SALUD DEL SUELO Y LAS CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS DEL NOPAL (O. PUNTIA FICUS INDICA) FRESCO Y EXTRUIDO

Problemática

Los productores de nopal verdura de la Concepción, Municipio de Morelia, Michoacán manifestaron los siguientes problemas: limitación de infraestructura y tecnología para incrementar la producción y para la transformación del nopal. Con respecto a infraestructura y tecnología, los productores carecen de estrategias validadas para la nutrición del suelo para el cultivo -pueden utilizar químico o estiércol fresco bovino dependiendo de la situación y economía del productor-; no existe un plan para el control de plagas acorde al contexto donde se desarrolla la producción de nopal; por lo que tanto la inexistencia de prácticas para la nutrición del suelo como de control de plagas origina heterogeneidad tanto en la producción (250 hasta 36,000 kg/ha) como en la calidad nutritiva y nutracéutica del nopal. Aunado a ello, las fluctuaciones de los precios/kg de nopal en el transcurso del año y el intermediarismo. Aspectos que provocan la disminución de los ingresos de los productores. Por ello, se requiere de tecnología para diversificar y obtener valor agregado del nopal (transformación del nopal). Ante este escenario, se planteó como objetivo en la convocatoria 2022 del ICTI, mejorar la eficiencia productiva y calidad (propiedades funcionales y nutritivas) del nopal verdura mediante la aplicación de las prácticas agroecológicas y la conservación del NV y del NF.

Los resultados del proyecto financiado por el ICTI en su convocatoria 2022 sugieren que una mejor respuesta de la planta se podría alcanzar con una combinación de composta más inoculante; así mismo, fomentar una comunidad de microorganismos más diversa (bacterias y hongos) permitirá mejorar la asimilación de nutrientes por parte de la planta e incrementar las propiedades fisicoquímicas del nopal. Pero, también es importante considerar las variaciones de la demanda del nopal a través de alternativas ya sea para almacenar el excedente de nopal sin que este pierda sus propiedades o procesarlo para su almacenaje y obtener valor agregado a través de la elaboración de extrusado de nopal sin menoscabo de sus propiedades funcionales.

¿Qué buscó el proyecto?

La presente propuesta de investigación se planteó eficientar las prácticas agroecológicas encaminadas a optimizar la salud del suelo y la producción, calidad nutrimental y nutracéutica del Nopal Verdura y Nopal Forrajero.

Resultado

El cultivo de nopal con la aplicación de biofertilizantes, mejora la salud del suelo, modificando las características de un suelo ácido, con bajos valores de cationes y de materia orgánica a valores de pH (neutro), mayor Conductividad Eléctrica y porcentaje de Materia Orgánica (valores muy altos) se ven mejorados, también se observa un incremento en macronutrientes y micronutrientes y se disminuyen los niveles de aluminio en el suelo. Lo anterior se vio reflejado, en una mayor producción y peso de cladodios, calidad de la proteína (contenido de aminoácidos), fibra dietética, polifenoles y flavonoides en los cladodios y extruido de nopal. Se determinó que el proceso de extrusión del nopal, es una estrategia que permite almacenar el nopal por 165 días manteniendo su calidad y composición fitoquímica.



INSTITUTO DE CIENCIA, TECNOLOGÍA
E INNOVACIÓN DEL ESTADO DE MICHOACÁN



INSTITUTO DE CIENCIA, TECNOLOGÍA
E INNOVACIÓN DEL ESTADO DE MICHOACÁN



PICIR
Proyectos de Investigación
Científica de Impacto Regional



Proyecto apoyado por el Instituto de Ciencia, Tecnología e Innovación a través de la Convocatoria de Apoyo a Proyectos de Investigación Científica de Impacto Regional 2022

EFFECTO DE LA URBANIZACIÓN EN INSECTOS: ADAPTACIÓN, MONITOREO Y CONSERVACIÓN

Problemática

El acelerado proceso de urbanización que incluye factores como la pérdida y fragmentan del hábitat, alta densidad de superficies impermeables, contaminación del aire, suelo y agua, considerable contaminación lumínica y ruido, así como cambios en el clima local debido al efecto de isla de calor urbano; ha convertido a los ecosistemas urbanos en áreas espacialmente heterogéneas y dinámicas. A pesar que la urbanización tiene fuertes impactos sobre la biodiversidad, los estudios de ecología urbana se han centrado en describir sus efectos como la pérdida de especies, pasando por alto la evaluación de las respuestas fisiológicas y fenotípicas de las especies a la urbanización; limitando nuestra capacidad para entender las respuestas adaptativas asociadas a plasticidad fenotípica y la capacidad de permanencia y evolución de especies en ambientes urbanos.



¿Qué buscó el proyecto?

Consolidar estrategias de manejo sustentable, monitoreo y conservación de las poblaciones de insectos nativos de Michoacán, así como evaluar las contribuciones positivas que los humanos obtenemos de estos insectos y cómo las poblaciones de estos insectos están siendo afectadas por diferentes factores ambientales y factores asociados a las actividades humanas.



Resultado

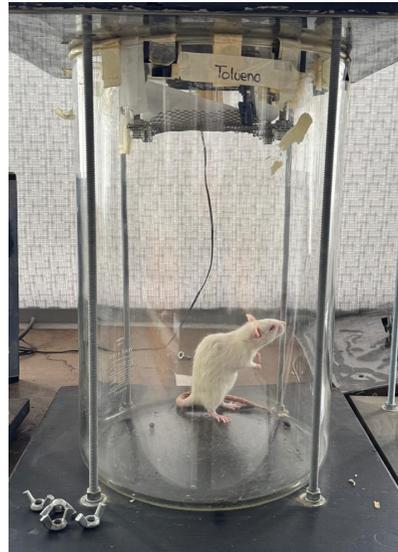
En Morelia se establecieron parcelas de monitoreo de poblaciones de mariposas, luciérnagas y abejas en sitios conservados e intraurbanos (Universidad Latina de América y Jardín Botánico UMSNH), así como sitios de monitoreo continuo en zonas periurbanas como San José del Cerrito (Morelia) y Tsíntani, Área Voluntaria de Conservación (Acuitzio del Canje). Hay 6 estudiantes tesistas asociados a estos proyectos de la Facultad de Biología, UMSNH, ENES Morelia UNAM, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo y Universidad Veracruzana.



EFFECTOS CARDIOVASCULARES DE LA EXPOSICIÓN A DISOLVENTES DE ABUSO EN EL MODELO DE LA RATA ANESTESIADA

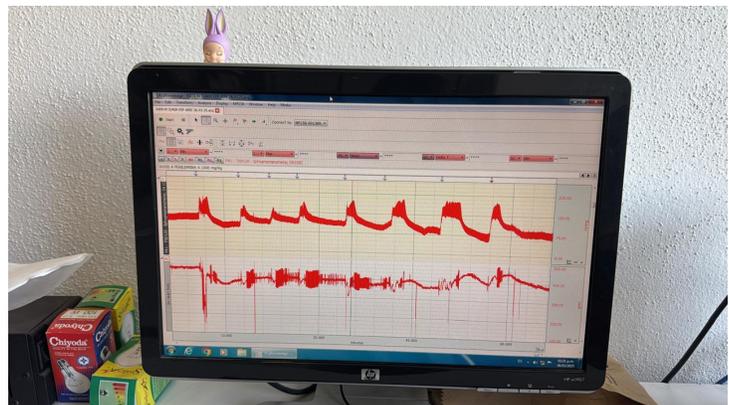
Problemática

La idea de llevar a cabo este proyecto nace del problema que constituye el consumo de drogas en nuestro país, donde Michoacán no es la excepción. El consumo de inhalables es un grave problema de salud pública en nuestro estado, ya que son el segundo grupo de drogas ilegales más consumidas entre los adolescentes de 12 a 17 años, solamente después del consumo de la marihuana. No obstante, a pesar de estos datos alarmantes, los inhalables siguen siendo de las drogas de abuso menos estudiadas.



¿Qué buscó el proyecto?

El proyecto tuvo como objetivo ver cómo afectaba al sistema cardiovascular la inhalación de disolventes como el tolueno, el xileno y el benceno, que están presentes en muchos productos comerciales fáciles de conseguir como "thinner", pegamentos y pinturas. Lo anterior se estudió en un modelo animal y se basó en que se sabe que la inhalación de disolventes puede producir un fenómeno que se conoce como muerte súbita por inhalación, pero no sé sabe con exactitud por qué sucede, sólo se cree que es debido a arritmias cardíacas.



Resultado

Al llevar a cabo los experimentos en ratas que se expusieron a concentraciones de disolventes similares a las que inhalan las personas que abusan de estas sustancias, se observó que hubo efectos diferentes dependiendo del disolvente. Por ejemplo, cuando se les administra a los animales una sustancia similar a la adrenalina, el tolueno disminuyó la presión arterial diastólica, el xileno fue el disolvente con los efectos más marcados, produciendo una disminución pronunciada de la presión arterial, mientras que el benceno muestra una tendencia a que disminuya la presión arterial diastólica. Además, todos los disolventes tienden a producir alteraciones en la frecuencia cardíaca.



CONSERVACIÓN Y USO DE SELECCIONES DEL GENOTIPO DE PAPAYA TIPO MARADOL COMO INJERTOS Y BÚSQUEDA DE LA ALTERACIÓN SEXUAL DE PLANTAS

Problemática

En papaya se identifican tres tipos sexuales: plantas masculinas (♂), femeninas (♀) y hermafroditas (♂♀). Las plantas masculinas no desarrollan frutos; las plantas femeninas producen frutos, redondos con menor contenido de pulpa y mayor cantidad de semillas; mientras que las plantas hermafroditas son las más apreciadas comercialmente por producir frutos con características óptimas en forma alargada, sabor y textura. La determinación del sexo en plantas de papaya constituye un desafío para los productores, dado que durante las etapas vegetativas iniciales no existen diferencias morfológicas entre los distintos tipos sexuales. La diferenciación sexual solo es posible a partir del inicio de la floración, lo cual ocurre entre los dos y seis meses después del trasplante, dependiendo del genotipo y las condiciones de cultivo. Esta limitación genera incertidumbre en las plantaciones comerciales y conlleva costos adicionales en recursos, espacio y mano de obra, debido al establecimiento inicial de más cantidad de plantas, para posteriormente ante la necesidad de eliminar las plantas no deseadas.



Frutos producidos por planta hermafrodita (izquierda); planta femenina (derecha).

¿Qué buscó el proyecto?

Aunque se han desarrollado estrategias y técnicas morfológicas, bioquímicas y moleculares para predecir el tipo floral en etapas tempranas, la mayoría presentan limitaciones. En este contexto, surge la necesidad de establecer modelos de evaluación prácticos, económicos y confiables, que permitan a los productores tomar decisiones informadas, con el fin de optimizar los rendimientos y reducir costos operativos. Por ello, la búsqueda de métodos alternativos que permitan obtener resultados significativos, pero que sean más accesibles, rápidos y aplicables en diferentes contextos productivos, sigue siendo una prioridad de investigación. En este sentido, resulta fundamental explorar el manejo hormonal en plántulas, la relación giro peciolar/tipo floral, y el injerto. De los cuales, la relación giro peciolar/tipo floral, arrojó resultados relacionados y más cercanos con la problemática plasmada



Variabilidad de frutos

Resultado

La relación giro peciolar/tipo floral, acerca probabilísticamente la predicción del sexo en papaya antes de la floración. En las 13 poblaciones de papaya estudiadas se muestra una correlación consistente entre el giro peciolar y el tipo floral. Estos resultados permiten estimar un incremento potencial de hasta un 6% el hermafroditismo en papaya de la proporción básica (66%), es decir, con esta técnica se acierta en 72% de hermafroditismo, utilizando la observación del sentido del giro peciolar como criterio de selección. El giro a la izquierda se asocia mayoritariamente con plantas hermafroditas, mientras que el giro a la derecha se relaciona en su mayoría con plantas femeninas. Esta relación constituye un recurso morfológico de gran valor práctico para la selección temprana de plantas, lo que permitirá optimizar recursos y aumentar la eficiencia en la producción de papaya.



DESARROLLO DE UN ENFOQUE SOCIOECOLÓGICO PARA EL ANÁLISIS DE LOS IMPACTOS DEL ESTABLECIMIENTO DE PLANTACIONES DE AGAVE SPP. EN ETÚCUARO, MICHOACÁN

Problemática

La problemática de la que partió este proyecto es la que surge de los impactos ecológicos, y en última instancia de salud humana, que puede tener el establecimiento extensivo de plantaciones de agave mezcalero. En los últimos años se ha experimentado un auge en la producción de agaves para la elaboración de mezcal. Michoacán es un importante productor de estos agaves. Desafortunadamente, el establecimiento de estas plantaciones se da a costa de perder áreas de bosque nativo cuya extensión de por sí se ha reducido, o degradado, drásticamente a causa del impacto de distintas actividades humanas. La reducción de la extensión de ecosistemas nativos representa por sí mismo un importante impacto negativo sobre la biodiversidad, sin embargo, puede a su vez desencadenar una serie de efectos en cascada. Entre estos efectos está la modificación de la estructura de las comunidades de la fauna silvestre que depende en mayor o menor grado de los bosques para su subsistencia. El caso de los impactos sobre las comunidades de roedores es de particular interés porque se ha documentado que en contraste con otras especies de mamíferos pueden responder positivamente a algunas perturbaciones antrópicas del hábitat, aumentando la abundancia de sus poblaciones. El hecho de que algunas especies de roedores sean vectores de enfermedades zoonóticas hace especialmente relevante conocer cómo responden a modificaciones del hábitat como el establecimiento de plantaciones de maguey mezcalero. No hay información previa al respecto, además, no hay estudios que aborden el análisis de los factores que pueden hacer que las poblaciones de algunos roedores prosperen bajo estas condiciones.



¿Qué buscó el proyecto?

Este proyecto se enfocó en generar información novedosa sobre el impacto que tienen las plantaciones de agave mezcalero sobre la extensión del bosque en la región de Etúcuaro y sobre la fauna de roedores que habitan tales bosques. Así mismo, se enfocó en apoyar la formación sólida de estudiantes y su capacidad de abordar problemáticas de índole regional. A la par, se buscó establecer vínculos con la comunidad local que permitan desarrollar proyectos a más largo plazo y donde se puedan abordar problemáticas de interés común. Finalmente, se realizaron actividades que buscaron hacer de un conocimiento más amplio en la sociedad la problemática socioambiental asociada con el establecimiento de agaves mezcaleros.



Resultado

Por primera vez se obtuvo una cuantificación del impacto del establecimiento de plantaciones de agave mezcalero sobre la extensión de bosque en Etúcuaro. Así mismo, se obtuvo evidencia que la conversión de bosque a selva tiene un impacto sobre la composición de especies de roedores. Se incidió directamente en la formación de recursos humanos, apoyando la investigación de dos estudiantes de doctorado y de estudiantes de nivel licenciatura. Se desarrollaron metodologías para el monitoreo de la fauna silvestres en el campo y material audiovisual que pueden ayudar a llamar la atención sobre la necesidad de poner mayor atención sobre los impactos ecológicos de las actividades productivas.



LIBERACIÓN SOSTENIDA DE KNO_3 A PARTIR DE MICROESFERAS COMPUESTAS DE MONTMORILLONITA/CARBOXIMETILCELULOSA/QUITOSANO PARA SU APLICACIÓN EN AGRONOMÍA

Problemática

En las últimas décadas se ha elevado el uso de fertilizantes para remediar la baja productividad de diversos cultivos alrededor del mundo. El empleo excesivo de fertilizantes nitrogenados (N) para mejorar la calidad del suelo y aumentar la productividad de los cultivos es una práctica común en los ecosistemas agrícolas. No obstante, una alta concentración de N en los suelos puede disminuir la eficiencia del uso del nitrógeno y aumentar su filtración hacia las aguas subterráneas, especialmente en condiciones de riego intensivo o lluvias fuertes. El exceso de N en las aguas subterráneas provoca una contaminación significativa por nitrógeno y representa un riesgo inmediato para la salud humana.



¿Qué buscó el proyecto?

Una estrategia sostenible para remediar esta problemática es el diseño de fertilizantes de liberación sostenida y gradual a base de biopolímeros para minimizar la pérdida de nutrientes al medio ambiente, que intentan coincidir con la demanda específica durante el crecimiento de la planta. El uso de polímeros como el quitosano y la carboximetilcelulosa, y micropartículas de arcilla para controlar y prolongar la liberación de nitrato de potasio puede ser una solución viable para asegurar el aprovechamiento de los nutrientes en los cultivos de la región y el Estado de Michoacán, sin tener un impacto ambiental dañino y ser más seguro para la salud humana.



Resultado

El proyecto logró producir microesferas hechas con materiales naturales, como quitosano y carboximetilcelulosa, y arcilla que permiten encapsular fertilizantes y liberarlos de manera sostenida en el suelo. Se alcanzó una capacidad de carga del fertilizante de hasta 77.47%. Estas microesferas fueron analizadas con distintas técnicas y se confirmó que tienen un tamaño adecuado y estabilidad, lo que las hace útiles para un mejor control en la liberación de nutrientes en los cultivos.



DETERMINACIÓN DE LOS EFECTOS DE UN EXTRACTO HIDROMETANÓLICO DE SEMILLA DE AGUACATE SOBRE LA REGULACIÓN HIPOTALÁMICA DEL BALANCE ENERGÉTICO EN RATONES CON OBESIDAD

Problemática

Desarrollar estrategias de aprovechamiento de la semilla de aguacate residual para reducir su impacto ecológico.

¿Qué buscó el proyecto?

El proyecto tuvo por objetivo mostrar que la semilla de aguacate puede ser utilizada para crear tratamientos contra enfermedades metabólicas como la obesidad y la diabetes.

Resultado

Los resultados del proyecto mostraron que un extracto de semilla de aguacate tiene un potente efecto reductor del peso corporal en ratones con obesidad.

Los resultados contribuyen al desarrollo económico del estado, ya que el aprovechamiento de la semilla de aguacate disminuye las pérdidas económicas que genera su desecho. El desarrollo de productos alimenticios o nutraceuticos para mejorar las condiciones de salud metabólica de la sociedad michoacana tienen un impacto social. A nivel científico, el conocimiento de frontera generado con este proyecto permite el desarrollo del estado.

ARTÍCULO

Alimentos funcionales e hipotálamo: Usando la cabeza contra la obesidad

Estefanía Farias-Gaytán y Omar Guzmán-Quevedo



<https://pixabay.com/es/photos/sandwich-la-medida-papas-fritas-2965995/>

Resumen

La obesidad es la enfermedad más alarmante en México y en el mundo, ya que es un factor para el desarrollo de la diabetes, enfermedades cardiovasculares e inclusive el cáncer. Con la obesidad, la economía y la calidad de vida de las personas involucradas se ven afectadas. Por ello, encontrar soluciones para contrarrestar esta enfermedad es urgente, puesto que no existen tratamientos efectivos a largo plazo. La obesidad comienza por un daño en el hipotálamo, en el cerebro, el cual sufre una inflamación por el consumo de alimentos con exceso de azúcar y grasas saturadas. Es factible revertir o proteger de la obesidad con la adición de fuentes de moléculas especiales, capaces de reparar el daño causado por la mala alimentación. Las fuentes de dichas moléculas son llamados alimentos funcionales, como el aguacate, el aceite de oliva y los cítricos.

Palabras clave: Alimento funcional, cerebro, hipotálamo, obesidad.

RECIBIDO: 11/11/2024; ACEPTADO: 28/11/2024; PUBLICADO: 14/02/2025

Estefanía Farias-Gaytán. Estudiante del Programa Institucional de Doctorado en Ciencias Biológicas, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán.
0675121J@umich.mx

Omar Guzmán-Quevedo. Profesor e Investigador del Tecnológico Nacional de México (TECNM) / Instituto Tecnológico Superior de Tacámbaro, líder del Laboratorio de Neuronutrición Experimental e Ingeniería de Alimentos. Tacámbaro, Michoacán.
omar.gq@tacambaro.tecnm.mx



EFFECTO DE LA URBANIZACIÓN EN LA DIVERSIDAD Y LOS PATRONES DE ALIMENTACIÓN DE MURCIÉLAGOS EN LA CIUDAD DE MORELIA, MICHOACÁN

Problemática

El crecimiento de las ciudades trae consigo un cambio drástico del hábitat natural, de hecho es el cambio más marcado de los tipos de modificaciones del hábitat. Este cambio radical puede afectar a muchas especies que se encuentran en vida silvestre. Entre los cambios que se asocian con el crecimiento de las ciudades está el incremento en la contaminación lumínica y sonora, por el incremento de la actividad humana. Uno de esos grupos afectados es el de los murciélagos por sus hábitat nocturnos. Tanto la luz como el ruido pueden afectar directamente los murciélagos, pero también puede afectar la distribución de su comida. Esto puede influir en que especies de murciélagos están presentes en la ciudad dependiendo del nivel de ruido y de luz, afectando potencialmente patrones de diversidad. Evaluaciones de patrones de diversidad en las ciudades puede ayudarnos a determinar estrategias a seguir en el diseño de ciudades que nos ayude a minimizar el impacto de las actividades humanas.

¿Qué buscó el proyecto?

Evaluar el impacto de la contaminación por luz y ruido en los patrones de diversidad en el área centro de la ciudad de Morelia, la zona con mayor impacto urbanos por luz y ruido. Además, se evaluó estos patrones de diversidad en sitios donde el nivel de urbanización puede ir bajando, como son los parques urbanos y al final las zonas de la periferia de la ciudad.

Resultado

Se encontró que los tres tipos de sitios que se muestrearon, la zona urbana del centro de la ciudad, los parques urbanos, y la periferia de la ciudad muestran una disminución de la contaminación por luz y ruido en ese mismo sentido. Esto crea un gradiente de urbanización definido por la luz y el ruido. También encontramos que las condiciones de los sitios no tuvieron un efecto evidente en la disponibilidad de alimento, los artrópodos. Las evaluaciones de la comunidad de murciélagos insectívoros en esos tipos de sitio a lo largo de un año indican que aunque las diferentes mediciones de diversidad que se hicieron, como la abundancia de toda la comunidad de murciélagos insectívoros, variaron a lo largo del gradiente de urbanización, no se pudo detectar un impacto de la urbanización. Lo que observamos es que la comunidad de murciélagos varía mucho en cómo responde a la luz, el ruido, y la disponibilidad de alimento

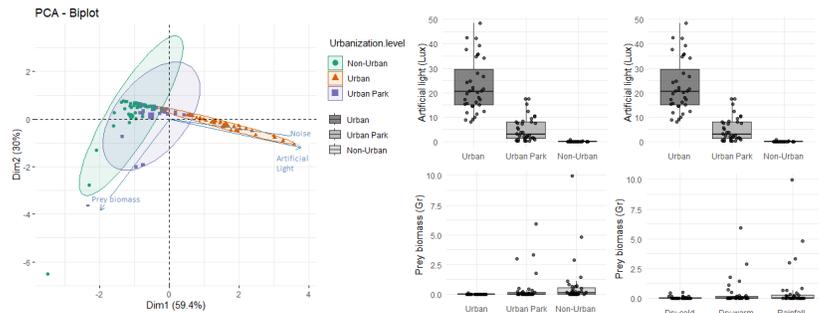


Figura 1. Se muestra los resultados del Análisis de componentes principales, se muestran los dos primeros componentes y gráficas de cajas y bigotes para las variables de lu

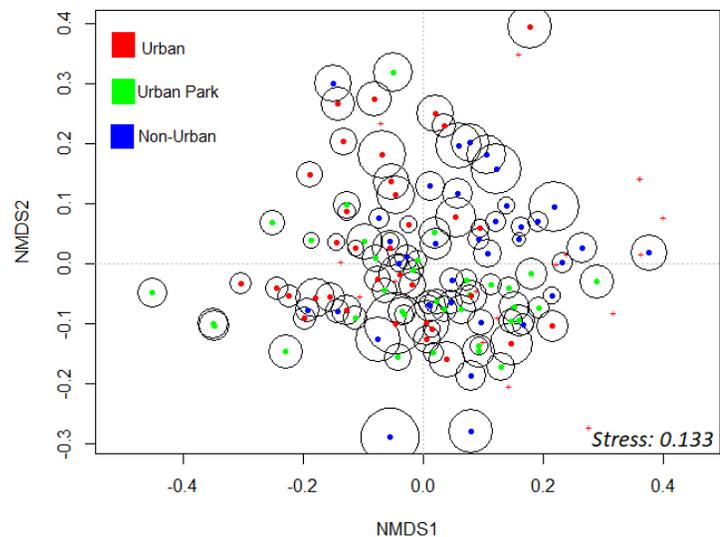


Figura 2. Grafica del NMDS de las especies de murciélagos insectívoros de la ciudad de Morelia



GESTIÓN DE CENIZAS VOLANTES DE LA INDUSTRIA CARBOELÉCTRICA: INMOVILIZACIÓN DE METALES PESADOS Y APLICACIONES EN MATERIALES COMPUESTOS PARA EL CONTROL DE CONTAMINANTES

Problemática

El proyecto surge de la necesidad de gestionar de manera sostenible las cenizas volantes generadas como subproducto de la generación termoeléctrica a partir de carbón mineral, particularmente en la Central Termoeléctrica Presidente Plutarco Elías Calles, ubicada en La Unión, Guerrero, colindante con Lázaro Cárdenas, Michoacán. Esta planta, estratégica para el suministro eléctrico nacional, produce anualmente alrededor de 700,000 toneladas de cenizas volantes, compuestas principalmente de sílice, alúmina y trazas de metales pesados. La disposición tradicional en patios y fosas representa riesgos ambientales por la lixiviación de contaminantes hacia el suelo y los mantos freáticos, así como por la posible emisión de partículas a la atmósfera. Esta situación constituye una oportunidad para generar conocimiento científico, desarrollar soluciones tecnológicas y avanzar en modelos de economía circular que promuevan la estabilización, valorización y aprovechamiento de este residuo en aplicaciones industriales y ambientales.



¿Qué buscó el proyecto?

El proyecto busca desarrollar conocimiento científico y tecnologías sostenibles para la gestión integral de las cenizas volantes mediante su estabilización e inmovilización de metales pesados a través de procesos de geopolimerización y consolidación-solidificación.



Resultado

Los avances del proyecto reflejan un enfoque integral que combina docencia, investigación y formación de recursos humanos.

En el ámbito académico, se diseñaron e implementaron actividades en unidades de aprendizaje de licenciatura. Derivado del proyecto, se ha implementado el curso de "Ecomateriales" como un tópico selecto en la Licenciatura de Ingeniería en Innovación Tecnológica de Materiales de la UMSNH, vinculando a los estudiantes con problemáticas reales de gestión de residuos industriales.

