

Revista semestral
Año 4, Número 8
Febrero 2025

Análisis del método de evaluación de riesgo (MER) con aves en el Sendero Ecológico del CCH Sur



Producción orgánica de fresa *Fragaria L.* con humus de lombriz y lixiviado en invernadero. Estrategia de desarrollo sustentable.



Patrón y área de distribución potencial del género *Eucalyptus* sobre el gradiente altitudinal geográfico en Naucalpan de Juárez

- MANUEL BECERRIL GONZÁLEZ • MARÍA PATRICIA CHALICO MARCIAL • GUSTAVO GARCÍA JARAMILLO • GUADALUPE MENDIOLA RUIZ
- DIANA MONROY PULIDO • FRIDA MONSERRAT HOSANNA PAREDES RUIZ • CLAUDIA OLIVERA TLAHUEL • ALFREDO CÉSAR HERRERA HERNÁNDEZ • ARIANA ANDREA NICIO CRUZ • DAFNE BERENICE ORTEGA SÁNCHEZ • MIREYA MONROY CARREÑO • YURI POSADAS VELÁZQUEZ Y TOMÁS NEPOMUCENO SERRANO • FRANCISCO JAVIER SEVERO TREJO BENÍTEZ Y RICARDO ARTURO TREJO DE HITA • CARLOS MIGUEL CRESPO ORTIZ Y MARIELA ROSALES PEÑA • ELIZABETH DOMÍNGUEZ LOZANO Y FRANCISCO ALEJANDRO SAAVEDRA GONZÁLEZ

DIRECTORIO INSTITUCIONAL

UNAM

Dr. Leonardo Lomelí Vanegas

Rector

Dra. Patricia Dolores Dávila Aranda

Secretaria General

Mtro. Tomás Humberto Rubio Pérez

Secretario Administrativo

Lic. Raúl Arcenio Aguilar Tamayo

Secretario de Prevención, Atención

y Seguridad Universitaria

Mtro. Hugo Alejandro Concha Cantú

Abogado General

Mtro. Néstor Martínez Cristo

Director General de Comunicación Social

CCH

Dr. Benjamín Barajas Sánchez

Director General

Mtra. Mayra Monsalvo Carmona

Secretaria General

PLANTEL AZCAPOTZALCO

Mtra. Martha Patricia López Abundio

Directora

PLANTEL NAUCALPAN

Mtro. Keshava R. Quintanar Cano

Director

PLANTEL VALLEJO

Lic. Maricela González Delgado

Directora

PLANTEL ORIENTE

Mtra. María Patricia García Pavón

Directora

PLANTEL SUR

Lic. Susana de los Ángeles Lira de Garay

Directora

CONSCIENCIA

REVISTA DEL SILADIN

DIRECTORIO

Biól. Guadalupe Mendiola Ruiz

Directora

CONSEJO EDITORIAL

Dr. Benjamín Barajas Sánchez

Dirección General del CCH

Ing. José Rafael Cuéllar Lara

Plantel Azcapotzalco

Q.B.P. Taurino Marroquín

Plantel Naucalpan

Biól. Angélica Galnares Campos

Plantel Naucalpan

Biól. Rosa Eugenia Zárate Villanueva

Plantel Vallejo

QFB. Alfredo César Herrera Hernández

Plantel Oriente

Biól. Manuel Becerril González

Plantel Sur

L.D.G. Cristo Rey Policarpo Martínez

Diseño Editorial



PRESENTACIÓN

Dr. Benjamín Barajas Sánchez 06

BIOLOGÍA

Análisis del método de evaluación de riesgo (MER) con aves
en el Sendero Ecológico del CCH Sur

Manuel Becerril González 08

Producción orgánica de fresa *Fragaria L.* con humus de lombriz y lixiviado en invernadero.

Estrategia de desarrollo sustentable

María Patricia Chalico Marcial 24

Patrón y área de distribución potencial del género *Eucalyptus* sobre el gradiente
altitudinal geográfico en Naucalpan de Juárez

Gustavo García Jaramillo 34

Importancia ecológica y beneficio en los ecosistemas, la migración
y las amenazas en que se encuentran las especies de Buitres

Guadalupe Mendiola Ruiz 44

Comparación del desarrollo vegetativo de lechuga (*Lactuca sativa L.*)
producida mediante cultivo hidropónico y tierra con composta

Diana Monroy Pulido 56

Efectos antimicrobianos de la jamaica

Frida Monserrat Hosanna Paredes Ruiz 66

Cambios en la conducta durante la gestación de los peces

Goodeidos de cola roja (*Xenotoca eiseni*)

Claudia Olivera Tlahuel 74

Abono orgánico con las excretas de la mariposa *Leptophobia aripa* producidas en cautiverio

Carlos Miguel Crespo Ortiz, Miranda Sofía Contreras Cruz,

Hares Luis Gutiérrez Mondragón y Mariela Rosales Peña 84

Indicadores de calidad de suelo en el Huerto y Milpa "Mochitlán" del CCH Vallejo, UNAM

Elizabeth Domínguez Lozano y Francisco Alejandro Saavedra González 98



ÍNDICE

QUÍMICA

Fractales de metales <i>Alfredo César Herrera Hernández</i>	112
Obtención de Quitosano desde exoesqueletos de camarón mediante desacetilación homogénea <i>Ariana Andrea Nicio Cruz</i>	120
El qué, cómo y dónde de la elaboración de perfumes: Extracción de aceites esenciales <i>Dafne Berenice Ortega Sánchez</i>	128

FÍSICA

Turbina de aire: un recurso para propiciar el uso de energías renovables <i>Mireya Monroy Carreño</i>	136
Determinación de la resistencia eléctrica equivalente para un arreglo de resistores en paralelo <i>Yuri Posadas Velázquez y Tomás Nepomuceno Serrano</i>	144
Efecto de diferentes longitudes de onda de la luz en los ciclos circadianos del vinagrillo rosado <i>Francisco Javier Trejo Benítez Severo y Ricardo Arturo Trejo De Hita</i>	150
Síntesis curriculares	162
Políticas del Consejo Editorial de la Revista Consciencia del Siladin	166





CONSCIENCIA

REVISTA DEL SILADIN



**Revista del Sistema de Laboratorios de
Desarrollo e Innovación (Siladin)**
Biól. Guadalupe Mendiola Ruiz
Directora de la revista

Revista semestral
Año 4, Número 8
Noviembre 2024

El número 8 de la revista *CONSCIencia* presenta los resultados obtenidos en las investigaciones realizadas por el profesorado y el alumnado en los laboratorios de SILADIN del CCH.

Entre los trabajos publicados destacan: “Análisis del método de evaluación de riesgo (MER) con aves en el Sendero Ecológico del CCH Sur”, que involucra la aplicación de registros de aves y ofrece una interpretación sobre el estado de conservación de las áreas verdes del plantel.

Otro artículo desarrollado en el invernadero de SILADIN Naucalpan es “Producción orgánica de fresa *Fragaria L.* con humus de lombriz y lixiviado en invernadero”, que aborda la producción orgánica de fresas como una estrategia de desarrollo sustentable, la cual incentiva en los estudiantes técnicas y procesos amigables con el medio ambiente. Este cultivo utiliza humus como alternativa para la conservación del suelo y para evitar su desertificación, mejorando así la producción de alimentos para el futuro.

“Patrón y área de distribución potencial del género *Eucalyptus* sobre el gradiente altitudinal geográfico en Naucalpan de Juárez” es otro texto que describe al género *Eucalyptus*, integrado por 950 especies, la mayoría originarias de Australia, adaptadas a diferentes condiciones de hábitat y de gran importancia forestal debido a su amplia distribución mundial. En México, se ha introducido por diversas razones, aunque es considerado una especie invasora por los daños que causa al ambiente. En Naucalpan, se ha observado *Eucalyptus* en bosques primarios.

También destaca la investigación documental de los estudiantes sobre la “Importancia ecológica y beneficio en los ecosistemas de la migración y las amenazas que enfrentan los buitres”. Estas aves desempeñan un rol crucial en la limpieza del ecosistema, ya que se alimentan de animales muertos, lo que ayuda a evitar la propagación de enfermedades infecciosas. Tanto los

buitres del Viejo Mundo como los del Nuevo Mundo brindan un servicio vital para la salud del ecosistema y la sociedad.

Otra investigación relevante es la titulada “Comparación del desarrollo vegetativo de lechuga (*Lactuca sativa L.*) producida mediante cultivo hidropónico y en tierra con composta”. La lechuga es una de las hortalizas más importantes por su valor en la producción y la superficie cultivada. En este estudio, se comparan los resultados del cultivo de lechuga, tanto en su variedad *longifolia*, mediante dos métodos: cultivo hidropónico y cultivo en tierra con composta, llevados a cabo en los invernaderos del CCH Naucalpan.

Además, se presenta la investigación “Cambios en la conducta durante la gestación de los peces *Goodeidos* de cola roja (*Xenotoca eiseni*)”, la cual describe el comportamiento intraespecífico e interespecífico de esta especie vivípara, endémica de México y que habita en

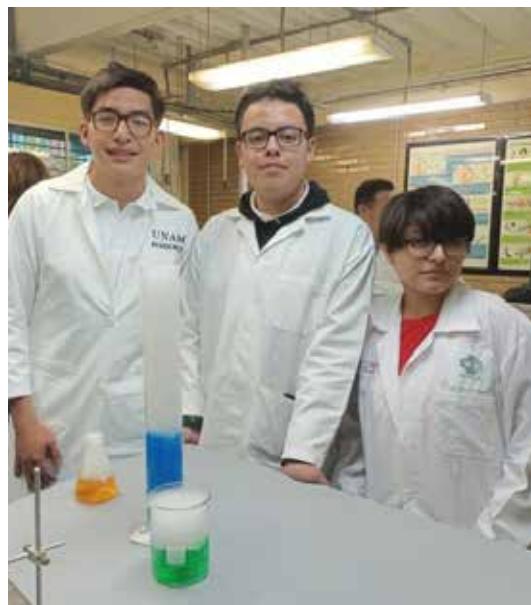
cuerpos de agua dulce en el noroeste del país. Los resultados muestran cambios evidentes en las hembras embarazadas, como modificaciones en su comportamiento alimenticio, letargo y aislamiento.

En el proyecto “Obtención de quitosano desde exoesqueletos de camarón mediante desacetalilación homogénea”, se analiza el impacto ambiental de los plásticos derivados del petróleo y se propone el quitosano, un polímero natural derivado de residuos de crustáceos, como una solución sostenible. El quitosano ha demostrado ser altamente resistente al crecimiento microbiano y presenta una mayor velocidad de degradación en comparación con los polímeros sintéticos.

Por último, el artículo “El qué, cómo y dónde de la elaboración de perfumes: extracción de aceites esenciales” explora la industria del perfume desde una perspectiva química y describe cómo es posible elaborar perfumes de manera artesanal mediante la extracción de esencias y la correcta proporción de sus componentes.

Los resultados de estos proyectos son fundamentales para que el alumnado asimile el proceso de la investigación científica, adquiera nuevos conocimientos y reafirme su vocación en carreras relacionadas con las ciencias naturales. Esperamos que, con la publicación de estos trabajos en la revista *CONSCiencia*, más estudiantes se interesen en estas áreas del saber.

Dr. Benjamín Barajas Sánchez
Director de la Escuela Nacional Colegio de
Ciencias y Humanidades





Análisis del método de evaluación de riesgo (MER) con aves en el Sendero Ecológico del CCH Sur.

Autor

Manuel Becerril González

manuel.becerril@cch.unam.mx

CCH Plantel Sur

▼ Foto: Coqueta de Guerrero, *Lophornis brachylophus*
L. Ernesto Pérez Montes. <https://macaulaylibrary.org/asset/584895041>



Resumen

Se presenta un estudio con aves utilizando el Método de Evaluación de Riesgo (MER) en el Sendero Ecológico del CCH Sur durante el año 2018, los criterios evaluados muestran la importancia de la ornitofauna para valorar el estado de conservación del lugar estudiado, a partir del análisis de las especies residentes y migratorias se proponen las condiciones generales que guarda en términos de conservación el sendero, la valoración fue de 6 lo que determinó que el sitio estudiado presenta condiciones ambientales estables y propicias para las aves; la valoración por el MER es una herramienta importante para estudiar otras especies de fauna y flora en los ecosistemas, permitiendo a los alumnos el manejo de datos para generar propuestas de conservación de su entorno natural tanto *in situ* como *ex situ* a través de la socialización de la información y el reconocimiento de la importancia de la biodiversidad.

Palabras clave: *Método de evaluación de riesgo, aves, sendero ecológico, CCH Sur, criterios MER.*

Introducción

Desde el año 2006 a la fecha se ha conformado durante cada ciclo escolar un grupo de alumnos con intereses particulares en el estudio de diversos temas ambientales, el denominado Club de Observadores de Aves del CCH Sur de la UNAM, ha participado en eventos locales del Colegio de Ciencias y Humanidades así como fuera de la institución, en donde se han dado a conocer las actividades desarrolladas y sus resultados, parte de las acciones han sido la colaboración en programas implementados por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (en adelante CONABIO) y sus avances han sido dados a conocer en universidades estatales como la Universidad Veracruzana, la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo y la Universidad Autónoma de Chiapas.

Las aves han resultado ser un excelente modelo de estudio biológico por lo que sus alcances son cada día más versátiles, cabe mencionar que dichas actividades se realizan un día por semana en las instalaciones del SILADIN en donde los estudiantes aprenden técnicas de estudio de campo para identificar y registrar aves residentes y migratorias de la Cuenca de México, por lo que el CCH Sur

ha sido registrado en el portal web de *eBird* (*aVerAves* en español) ocupando el lugar 31 como uno de los sitios de interés destacados en la Ciudad de México, lo anterior exhibe un claro interés por el estudio de la biodiversidad presente en el plantel Sur.

En los últimos 16 años se han realizado con alumnos 434 ejercicios de observación, registrando a la fecha (10 de julio de 2022) 106 especies de aves de las cuales 80 de ellas han sido documentadas por medio de fotografías (Recuperada de: <https://ebird.org/hotspot/L5744513/media?yr=all&m=>).

En el Programa de la asignatura de Biología IV en la Unidad 2 ¿Por qué es importante el conocimiento de la biodiversidad de México? se propone para los alumnos el aprendizaje de identificar acciones para el uso y la conservación *in situ* y *ex situ* de la biodiversidad de México, dicha temática (*i.e.*, uso y conservación de la biodiversidad) pretende que los estudiantes lleven a cabo investigaciones escolares relacionadas con los métodos que utiliza la biología (Programas de Estudio. Área de Ciencias Experimentales. Biología III y IV. 2016); por ejemplo el Método de Evaluación de Riesgo (en adelante MER) es una herramienta útil para llevar a cabo actividades de campo en donde las aves



▼ Foto: Colibrí Piquilargo, *Heliodoxa longirostris*. L. Ernesto Pérez Montes. <https://macaulaylibrary.org/asset/586021291>

reflejan el estado de conservación de los sitios monitoreados, en este caso el Sendero Ecológico del CCH Sur ha sido uno de los lugares donde tradicionalmente los estudiantes realizan actividades para reforzar sus aprendizajes en temas ambientales (Garduño y colaboradores, 2021 y Salinas y colaboradores, 2019), participando activamente en la conservación de este fragmento representativo de la flora y fauna del Pedregal de San Ángel.

El MER es un método que permite evaluar aspectos puntuales de la flora o fauna de los sitios analizados y con base en ello, conocer información valiosa sobre el estatus de conservación de los hábitat y ecosistemas (Case, 2000) para los alumnos puede representar un reto evaluar lo que observan a su alrededor y les permite reflexionar y proponer soluciones a problemas concretos sobre la conservación de especies *in situ* (Figura 1).

Permitiendo al mismo tiempo abordar preguntas generadoras como: *i)* qué es la biodiversidad, *ii)* explicar el concepto de biodiversidad desde la perspectiva de la riqueza y abundancia de especies, *iii)* cuáles son las razones por las que México está considerado como un país megadiverso, *iv)* por qué hay pérdida de especies y *v)* por qué es importante la biodiversidad (Becerril, 2018).



Figura 1. Alumnos de la asignatura de Biología IV realizando el MER en el Sendero Ecológico del CCH Sur (autoría propia).

Metodología

Esta actividad de campo fue realizada del 08 de enero al 13 de diciembre de 2018 con siete equipos colaborativos de alumnos (21 estudiantes en total) en nueve sesiones presenciales de una hora en el Sendero Ecológico del CCH Sur, es importante mencionar que la actividad fue realizada en 2018 previo a la pandemia por Covid-19.

Parte del material fue proporcionado por el SILADIN y el profesor, éste aparece en la Tabla 1.

Tabla 1. Materiales necesarios para realizar el MER con los alumnos.

Materiales
Binoculares (7x35 o bien 8x42).
Guía de campo. Aves comunes de la Ciudad de México (CONABIO).
Formato impreso de Método de Evaluación de Riesgo.
Lápiz, goma y sacapuntas.

Procedimiento para realizar el Método de Evaluación de Riesgo (MER)

Se eligió un área para realizar el MER, en este caso se trató del Sendero Ecológico del CCH Sur (Figuras 2 y 3) en este sitio se pueden apreciar diversas especies de aves circundantes a 25 metros con respecto del observador (se recomienda dicha distancia para que se puedan distinguir los patrones de color de las aves para su identificación; los binoculares son esenciales para el apoyo en la actividad).

Con el formato impreso MER se analizaron cada uno de los criterios establecidos.

Con la Guía de Campo de las Aves comunes de la Ciudad de México (CONABIO, 2011) se

identificaron las especies de aves en la zona y se evaluó numéricamente lo solicitado por el MER.

Finalmente, con los valores calculados se realizó una aproximación al estado de riesgo o conservación de la zona analizada (Figura 4).

Formato de Método de Evaluación de Riesgo

El Método de Evaluación de Riesgo (MER) unifica los criterios de decisión sobre las categorías de riesgo y permite utilizar información específica que fundamenta esa decisión. Se basa en cuatro variables o criterios independientes: **A**) amplitud de la distribución del taxón en México, **B**) estado del hábitat con respecto al desarrollo natural del taxón, **C**) vulnerabilidad biológica intrínseca del taxón e **D**) impacto de la actividad humana sobre el taxón. Cada una de estas variables implica una gradación de estados que puede cuantificarse mediante la asignación de valores numéricos convencionales, los que se establecen en orden ascendente con respecto al riesgo. La integración de estas variables se establece mediante la suma de los valores asignados de manera independiente.



12

Figura 2. Vista general del Sendero Ecológico del CCH Sur en época de lluvias mayo – octubre (autoría propia).

Criterios MER

Criterio A. Amplitud de la distribución del taxón en México. Es el tamaño relativo al ámbito de distribución natural actual en México, considera cuatro gradaciones:

Muy restringida = 4 se aplica tanto para especies microendémicas como para especies principalmente extralimitales con escasa distribución en México (menor al 5% del territorio nacional).

Restringida = 3 incluye especies principalmente extralimitales y algunas endémicas (entre el 5 y el 15% del territorio nacional).

Medianamente restringida o amplia = 2 incluye aquellas especies cuyo ámbito de distribución es mayor al 15%, pero menor que el 40% del territorio nacional.

Ampliamente distribuidas o muy amplias = 1 incluye aquellas especies cuyo ámbito de distribución es mayor que el 40% del territorio nacional.

Criterio B. Estado del hábitat con respecto al desarrollo natural del taxón.

Es el conjunto actual estimado de efectos del hábitat particular, con respecto a los requerimientos conocidos para el desarrollo



Figura 3. Vista general del Sendero Ecológico del CCH Sur en época de secas noviembre – mayo (autoría propia).

natural del taxón que se analiza en términos de las condiciones físicas, biológicas y antrópicas. No determina la calidad de un hábitat en general. Cuando una especie sea de distribución muy amplia, se hará una estimación integral del efecto de la calidad del hábitat para todo su ámbito. Considera tres valores:

Hostil o muy limitante = 3

Intermedio o limitante = 2

Propicio o poco limitante = 1

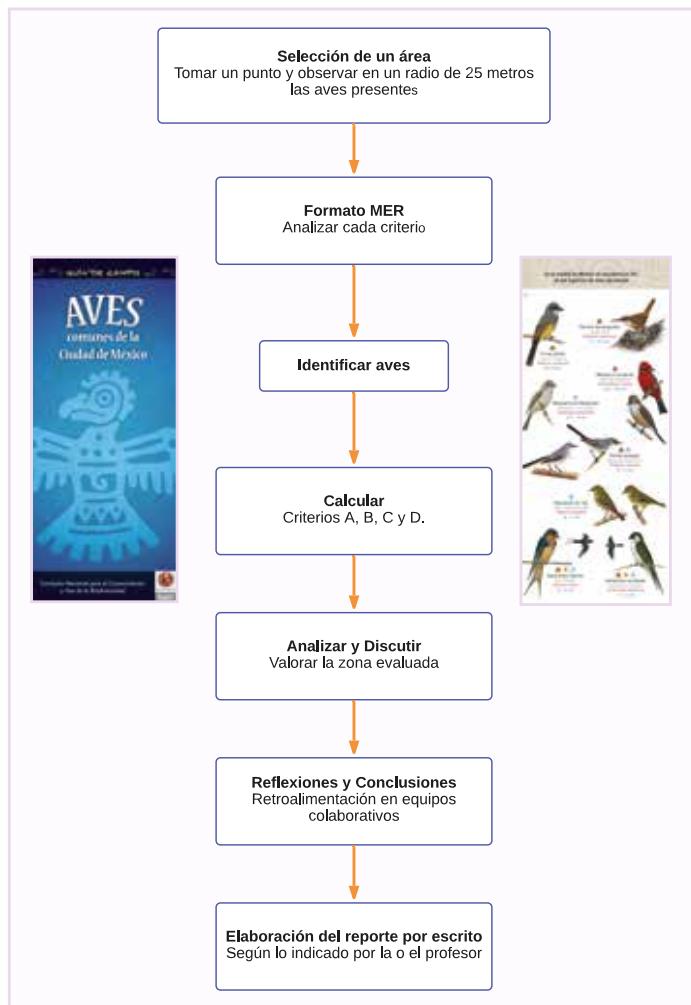


Figura 4. Procedimiento realizado para la evaluación por el MER.

Criterio C. Vulnerabilidad biológica intrínseca del taxón. Es el conjunto de factores relacionados con la historia o forma de vida propios del taxón que lo hacen vulnerable. Dependiendo de la disponibilidad de información específica, algunos ejemplos de tales factores pueden ser: estrategia reproductiva, parámetros demográficos más relevantes, historia de vida, fenología, intervalos de tolerancia, parámetros fisicoquímicos, aspectos alimentarios, variabilidad genética, grado de especialización, tasa de reclutamiento, efecto nodriza, entre otros. El MER considera tres gradaciones numéricas de vulnerabilidad:

Vulnerabilidad alta = 3

Vulnerabilidad media = 2

Vulnerabilidad baja = 1

Criterio D. Impacto de la actividad humana sobre el taxón. Es una estimación numérica de la magnitud del impacto y la tendencia que genera la influencia humana sobre el taxón que se analiza. Considera aspectos como la presión por asentamientos humanos, fragmentación del hábitat, contaminación, uso, comercio, tráfico, cambio del uso del suelo, introducción de especies exóticas, realización de obras de infraestructura, entre otros. Se asignan tres posibilidades:

Alto impacto = 4

Impacto medio = 3

Bajo impacto = 2

Nota: para realizar el MER es importante que la o el profesor aclare cada criterio

con los alumnos para lograr imparcialidad en la evaluación, sobreestimaciones o subestimaciones de la ornitofauna.

Resultados

A partir de las observaciones de los alumnos se realizaron 169 ejercicios MER sólo para el Sendero Ecológico del CCH Sur obteniendo

la siguiente lista de especies de aves (Tabla 2, Gráfica 1).

Durante el año 2018 se contabilizaron 62 especies de aves (pertenecientes a 23 Familias) de las cuales 38 especies son residentes y 24 migratorias, a partir de dichos resultados se analizaron los criterios MER para obtener los siguientes resultados.

Tabla 2. Listado de aves residentes y migratorias del Sendero Ecológico del CCH Sur durante el año 2018.

Familia	Nombre común y científico	Estatus de residencia
Columbidae	Tortolita Cola Larga <i>Columbina inca</i>	Residente
Trochilidae	Colibrí Magnífico <i>Eugenes fulgens</i>	Residente
	Colibrí Garganta Rubí <i>Archilochus colubris</i>	Migratoria (agosto-marzo)
	Colibrí Pico Ancho Norteño <i>Cynanthus latirostris</i>	Residente
	Colibrí Berilo <i>Saucerottia beryllina</i>	Residente
	Zafiro Orejas Blancas <i>Basilinna leucotis</i>	Residente
	Gavilán Pecho Canela <i>Accipiter striatus</i>	Migratoria (agosto-marzo)
Accipitridae	Gavilán de Cooper <i>Accipiter cooperii</i>	Migratoria (octubre a marzo)
	Aguililla Cola Roja <i>Buteo jamaicensis</i>	Poblaciones residentes y migratorias
Picidae	Carpintero Moteado <i>Sphyrapicus varius</i>	Migratoria (septiembre-abril)
	Carpintero Mexicano <i>Dryobates scalaris</i>	Residente

Falconidae	Cernícalo Americano	Migratoria (septiembre-mayo)
	Tirano Chibiú <i>Tyrannus vociferans</i>	Residente
	Papamoscas Boreal <i>Contopus cooperi</i>	Migratoria (agosto-octubre y abril-mayo)
	Papamoscas José María <i>Contopus pertinax</i>	Residente
	Papamoscas de Hammond <i>Empidonax hammondi</i>	Migratoria (octubre-abril)
	Papamoscas Matorralero <i>Empidonax oberholseri</i>	Migratoria (octubre-abril)
Tyrannidae	Papamoscas Amarillo Barranqueño <i>Empidonax occidentalis</i>	Residente
	Papamoscas Pecho Canela <i>Empidonax fulvifrons</i>	Residente
	Papamoscas Cardenalito <i>Phycocephalus rubinus</i>	Residente
	Vireo de Cassin <i>Vireo cassinii</i>	Migratoria (octubre-abril)
	Vireo Anteojillo <i>Vireo solitarius</i>	Migratoria (septiembre-mayo)
	Vireo Gorjeador <i>Vireo gilvus</i>	Migratoria (septiembre-mayo)
Corvidae	Chara Verde <i>Cyanocorax yncas</i>	Residente (traslocada)
Hirundinidae	Golondrina Verdemar <i>Tachycineta thalassina</i>	Residente
	Golondrina Tijereta <i>Hirundo rustica</i>	Poblaciones residentes y migratorias
Aegithalidae	Sastrecillo <i>Psaltriparus minimus</i>	Residente
Troglodytidae	Saltapared Barranqueño <i>Catherpes mexicanus</i>	Residente
	Saltapared Cola Larga <i>Thryomanes bewickii</i>	Residente

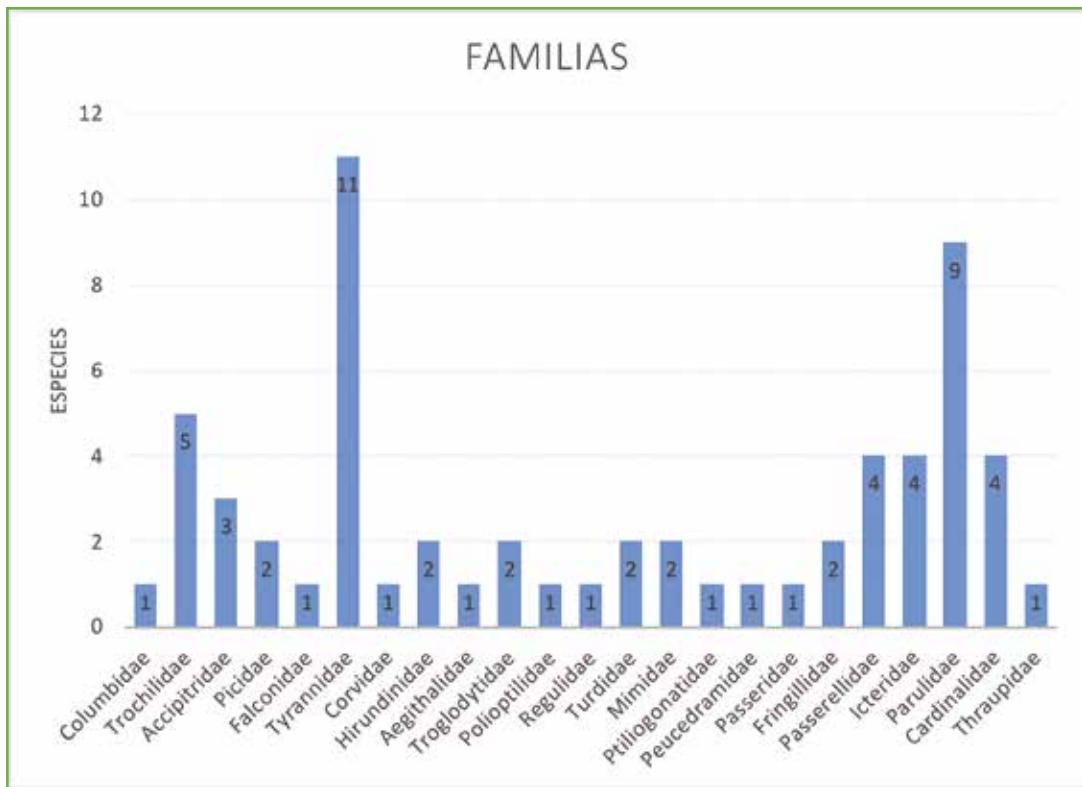
Polioptilidae	Perlita Azulgris <i>Polioptila caerulea</i>	Migratoria (septiembre-abril)
Regulidae	Reyezuelo Matraquita <i>Corthylio calendula</i>	Migratoria (octubre-abril)
Turdidae	Mirlo Dorso Canela <i>Turdus rufopalliatus</i>	Residente (traslocada)
	Mirlo Primavera <i>Turdus migratorius</i>	Residente
Mimidae	Mulato Azul <i>Melanotis caerulescens</i>	Residente
	Cuicacoche Pico Curvo <i>Toxostoma curvirostre</i>	Residente
Ptiliogonatidae	Capulinero Gris <i>Ptiliogonyx cinereus</i>	Residente
Peucedramidae	Ocotoro Enmascarado <i>Peucedramus taeniatus</i>	Residente
Passeridae	Gorrión Doméstico <i>Passer domesticus</i>	Residente
Fringillidae	Pinzón Mexicano <i>Haemorhous mexicanus</i>	Residente
	Jilguerito Dominicano <i>Spinus psaltria</i>	Residente
Passerellidae	Gorrión Cantor <i>Melospiza melodia</i>	Residente
	Gorrión de Lincoln <i>Melospiza lincolni</i>	Migratoria (octubre-marzo)
	Rascador Viejita <i>Melozone fusca</i>	Residente
	Zacatonero Corona Canela <i>Aimophila ruficeps</i>	Residente
Icteridae	Tordo Ojos Rojos <i>Molothrus aeneus</i>	Residente
	Calandria Cejas Naranjas <i>Icterus bullockii</i>	Migratoria (octubre-mayo)
	Calandria Flancos Negros <i>Icterus abeillei</i>	Residente
	Calandria Tunera <i>Icterus parisorum</i>	Residente

Parulidae	Chipe Trepador <i>Mniotilla varia</i>	Migratoria (agosto-abril)
	Chipe Oliváceo <i>Leiothlypis celata</i>	Migratoria (octubre-mayo)
	Chipe Cabeza Gris <i>Leiothlypis ruficapilla</i>	Migratoria (septiembre-mayo)
	Chipe Lores Negros <i>Geothlypis tolmiei</i>	Migratoria (agosto-mayo)
	Chipe Rabadilla Amarilla <i>Setophaga coronata</i>	Migratoria (septiembre-mayo)
	Chipe Negrogris <i>Setophaga nigrescens</i>	Migratoria (octubre-abril)
	Chipe de Townsend <i>Setophaga townsendi</i>	Migratoria (octubre-mayo)
	Chipe Corona Negra <i>Cardellina pusilla</i>	Migratoria (septiembre-mayo)
	Pavito Alas Negras <i>Myioborus miniatus</i>	Residente
Cardinalidae	Piranga Encinera <i>Piranga flava</i>	Residente
	Piranga Capucha Roja <i>Piranga ludoviciana</i>	Migratoria (agosto-mayo)
	Cardenal Rojo <i>Cardinalis Cardinalis</i>	Residente (traslocada)
	Picogordo Tigrillo <i>Pheucticus melanocephalus</i>	Residente
Thraupidae	Picochueco Vientre Canela <i>Diglossa baritula</i>	Residente

Los nombres comunes están dados conforme a la propuesta de la CONABIO 2015.

Los nombres científicos están actualizados a la última versión del *Check-list of North American Birds* de 2022.

Gráfico 1. Relación de Familias y especies de aves residentes y migratorias registradas en el Sendero Ecológico del CCH Sur.



Resultados MER

Criterio A. Amplitud de la distribución del taxón en México. Prácticamente las 62 especies de aves registradas en el Sendero Ecológico presentaron una amplia distribución en el territorio nacional, en el caso de las dos especies endémicas *Melanotis caerulescens* su distribución es muy cercana al 40%, mientras que para *Icterus abeillei* (Figura 5) es menor al 40% pero superior al 15%, en tanto que para *Icterus parisorum* especie semiendémica para nuestro país, su distribución está por arriba del 50%,



▼ **Figura 5.** Calandria Flancos Negros, *Icterus abeillei*; macho adulto, especie endémica evaluada con el MER (autoría propia).

por lo que de acuerdo a la amplitud de distribución de las especies su valor fue de 1, cabe mencionar que las tres especies mencionadas están sujetas a comercio legal e ilegal como aves canoras y de ornato. El resto de las aves registradas no presentan problemas en términos de su distribución geográfica.

Criterio B. Estado del hábitat con respecto al desarrollo natural del taxón. De las 106 especies registradas para el CCH Sur el 58% (62 especies) se encuentran en el Sendero Ecológico lo que en términos generales sugiere que el sitio es propicio o poco limitante para las especies de aves, de acuerdo con la estructura de la vegetación y la diversidad de especies de flora las condiciones del lugar proporcionan alimento, refugio y posiblemente sitios de anidación, sobre todo para gorriones de diversas especies pertenecientes a la Familia Passerellidae, también la cantidad de especies vegetales en la época de floración representa un sitio importante para colibríes que encuentran sitios de alimentación, por ejemplo la presencia de *Basilinna leucotis* (Figura 6) es muy importante toda vez que ésta normalmente no se encuentra en sitios urbanos (*i.e.*, perturbados), por el contrario se distribuye en sitios conservados con vegetación nativa. Además, se han registrado gavilanes (Figura 7), aguilillas y cernícalos que son depredadores tope para el ecosistema, aunque los avistamientos realizados han sido en sobrevuelo por arriba del Sendero Ecológico debido quizás a su cercanía con el Jardín Botánico Exterior de la UNAM y la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel especies como el Cernícalo Americano (*Falco sparverius*) es una rapaz que se alimenta de algunos reptiles como lagartijas de la especie *Sceloporus torquatus*, lo anterior ha sido registrado *in situ*. Por ello se le otorgó el valor de 1 como sitio propicio o poco limitante.



▼ **Figura 6.** Zafiro Orejas Blancas, *Basilinna leucotis*; colibrí que es afín a sitios conservados con vegetación nativa (autoría propia).



▼ **Figura 7.** Gavilán de Cooper, *Accipiter cooperii*; adulto ave rapaz considerada depredador tope de la zona del Pedregal de San Ángel sujeta a protección especial por la NOM-059-SEMARNAT 2010 (autoría propia).

Criterio C. Vulnerabilidad biológica intrínseca del taxón. Al tratarse de un sitio que está orientado para su conservación y estudio se ha logrado mantener en buenas condiciones, la presencia de profesores y alumnos interesados en estudiarlo incentiva de manera directa su conservación. Para las aves es más que evidente que es un sitio con

condiciones adecuadas y de baja vulnerabilidad al tratarse de un lugar delimitado del resto de las instalaciones educativas del CCH Sur, con entrada controlada y bajo monitoreo permanente, en donde además eventualmente se realizan campañas de limpieza y remoción de basura, por lo anterior, se asignó la gradación numérica = 1. Las 23 Familias de aves presentes en la zona con su gran variabilidad en términos de conducta, requerimientos paisajísticos-naturales, recursos alimenticios, etcétera exhibe un lugar propicio para albergar a las 62 especies de aves, algunas de ellas incluso raras, trasladadas o liberadas por accidente (Figura 8).

Criterio D. Impacto de la actividad humana sobre el taxón. Aunque se ha tratado de mantener en las mejores condiciones posibles, recientemente las labores de colocación de fibra óptica en el plantel y la caída de árboles durante la pandemia pone en riesgo este sitio si no se restaura tal y como se encontraba originalmente, la intervención a un costado del Sendero Ecológico del CCH Sur por los trabajos de obra civil generaron remoción de suelo y eliminación de algunas



■ **Figura 8.** Chara Verde, *Cyanocorax yncas*; ave adulta que empieza a reproducirse en la zona, se trata de una especie trasladada debido al comercio como ave de compañía (Gómez, 2005) (autoría propia).

plantas ruderales al lado de los caminos por lo que algunas especies de aves que forrajean (*i.e.*, buscan alimento en los bordes, sobre todo semillas) pueden resultar afectadas, tal es el caso de algunas especies de 5 Familias: Columbidae, Turdidae, Mimidae, Fringillidae y Passerellidae (Figura 9), por lo tanto se le asignó el numeral 3 por su impacto medio a la zona.

La suma total de los 4 criterios nos dio una valoración de 6 por el MER lo que parece indicar que el sitio presenta condiciones ambientales estables y propicias por lo menos para las aves que ahí se encuentran. Es importante mencionar que para realizar una valoración más completa se pueden realizar análisis por MER de otros grupos interesantes tanto de vertebrados como de invertebrados y vegetación.

Análisis de resultados o discusión

Criterio A. Amplitud de la distribución del taxón en México. La mayor parte de las especies registradas en el Sendero Ecológico del CCH Sur son especies con poblaciones



■ **Figura 9.** Zacatonero Corona Canela, *Aimophila ruficeps*; ave residente perteneciente a la Familia Passerellidae que se alimenta de semillas en el suelo (autoría propia).

estables y ampliamente distribuidas en general, no obstante la NOM-059-SEMARNAT-2010 considera como especie amenazada a *Melanotis caerulescens longirostris*, es decir, a la subespecie de Mulato Azul de las Islas Marías, es importante resaltar que Gómez (2005) menciona que *M. caerulescens* es una especie no recomendada para su aprovechamiento; en el caso de las otras dos especies de calandrias *I. abeillei* e *I. parisorum* no se conocen datos concluyentes sobre sus poblaciones, aunque parecen estables y de distribución amplia.

De las especies registradas las más dominantes son las de las Familias Tyrannidae (*i.e.*, mosqueros o papamoscas) con 11 especies que presentan amplia distribución en el país, siendo 6 de ellas migratorias; la segunda Familia con mayor número de especies corresponde a Parulidae (*i.e.*, chipes), esto es interesante no sólo por la amplitud extensa presentada en nuestro país sino porque de las 9 especies identificadas y registradas sólo una es residente (*Myioborus miniatus*) las demás son migratorias de Norteamérica, con esto se puede mencionar que el Sendero Ecológico del CCH Sur representa un lugar adecuado para albergar y ser sitio de descanso de aves migratorias, principalmente porque todas incluyen una gran proporción de insectos en su dieta; la tercera Familia Trochilidae (*i.e.*, colibríes) además de ser un grupo carismático con amplia distribución en nuestro país se distinguen por su servicios ambientales, el principal de ellos la polinización, lo que ayuda a tener un hábitat saludable con procesos ecológicos estables.

Criterio B. Estado del hábitat con respecto al desarrollo natural del taxón.

De acuerdo al número de especies y el tamaño del Sendero Ecológico (*i.e.*, el área aproximada del Sendero Ecológico es de 0.25 hectáreas de un total 11 para todo el plantel Sur) este sitio representa un lugar propicio para muchas

aves de diferentes especies, seguramente por las características de la vegetación existe disponibilidad de alimento (*e.g.*, insectos, néctar, semillas y frutos), refugio, perchas en época reproductiva, etcétera. La presencia de colibríes es muy interesante porque se encuentran 5 de las 7 especies de todo el CCH Sur mismas que representan la tercera Familia con mayor riqueza, sin embargo, las Familias Tyrannidae y Parulidae con especies tanto residentes como migratorias encuentran sustento alimenticio en el sendero y un sitio de reposo para las viajeras del norte en el invierno. En el caso de las aves rapaces presentes en el sitio éstas son una buena señal al tratarse de depredadores tope en el ecosistema, aunque su presencia se verifica volando alrededor del sitio cabe mencionar que se ha registrado el avistamiento de *Accipiter striatus* en el suelo del sitio y perchado, posiblemente porque caza pequeñas aves en el interior del sendero ecológico.

Criterio C. Vulnerabilidad biológica intrínseca del taxón. El sitio evaluado al ser un lugar destinado para actividades de conservación y enseñanza de temas ambientales se ha mantenido en buenas condiciones, por lo tanto, su vulnerabilidad es baja siempre y cuando se mantengan las normas para su visita y cuidado. Los alumnos del CCH Sur han sido un elemento favorable al realizar actividades de rescate y conservación del entorno natural representativo del Pedregal de San Ángel. Esto se ha visto reflejado en la conservación de las aves residentes y migratorias del sitio en cuestión.

Criterio D. Impacto de la actividad humana sobre el taxón. Aunque los impactos negativos no los veremos en el corto tiempo, la colocación de fibra óptica puede presentar efectos para la alimentación de diversas especies, sobre todo las de aquellas especies que toman directamente sus semillas del suelo

en los bordes del camino como son: *Columbina inca*, *Turdus rufopalliatus*, *Turdus migratorius*, *Toxostoma curvirostre*, *Haemorhous mexicanus*, *Melospiza lincolni* (Figura 10), *Melozone fusca* y *Aimophila ruficeps*.



Figura 10. Gorrión de Lincoln, *Melospiza lincolni* alimentándose en el suelo de semillas previo a la colocación de fibra óptica alrededor del Sendero Ecológico del CCH Sur (autoría propia).

Conclusiones

Para el criterio A aunque se puede valorar el MER es importante considerar que en 12 años no se ha actualizado la NOM-059-SEMARNAT por lo que los criterios pueden no reflejar necesariamente el estado de las poblaciones silvestres de aves. Sin embargo, son los datos publicados y oficiales los que momentáneamente dan sustento a los datos analizados.

El criterio B es de suma importancia al valorarlo de manera integral pues requiere de una serie de elementos muy importantes para que las aves permanezcan en el sitio durante todo el año o bien sea sitio de descanso para especies migratorias, es importante mencionar que todas las especies presentes hacen uso de los diversos recursos presentes en el sendero del plantel Sur, por ello se deben conservar

sus especies, además de ser un lugar donde los alumnos pueden realizar actividades de conservación ambiental y al mismo tiempo registrar procesos ecológicos importantes que garantizan su propia sobrevivencia.

Para el criterio C cabe resaltar la importante labor del Seminario Institucional SILADIN. Ecología Urbana. Ciencia y Tecnología a cargo de la Maestra en Ciencias Cecilia Garduño Ambriz quien ha propiciado con el grupo académico de trabajo una labor importante para su conservación y difusión como sitio adecuado para actividades didácticas de campo con alumnos sobre todo de las asignaturas de Biología II y IV. Además de todos los docentes que se han preocupado por darle un sentido de conservación a este relicito del pedregal en el Plantel Sur.

Finalmente, el criterio D puede ser el más preocupante por el impacto medio, sin embargo, se requerirá realizar evaluaciones a corto y mediano plazo para conocer a detalle los impactos negativos por labores de obra civil realizadas en el plantel Sur, para ello las aves serán buenas indicadoras del estado de salud y conservación del Sendero Ecológico.

Los alumnos que han participado directamente en las actividades con todas y todos los profesores que hacen uso del Sendero Ecológico del CCH Sur han sido receptivos y a su vez críticos y constructivos al saberse parte de la solución a los diversos problemas ambientales, por ello, esta actividad del MER puede ser una herramienta a futuro para evaluar otras especies de flora y fauna importante para otros ecosistemas que se deseen estudiar y permitir a los alumnos el manejo de datos para generar propuestas de conservación de su entorno natural tanto *in situ* como *ex situ* a través de la socialización de la información y el reconocimiento de la importancia de la biodiversidad.❸



Agradecimientos

A la Maestra en Ciencias Laura de Lourdes Cárdenas Flores por la autorización del Banco de Imágenes de CONABIO de la Guía de campo. Aves comunes de la Ciudad de México.

Bibliografía

- Becerril, G.M. (compilador). (2018). *Manual de prácticas de laboratorio para apoyo a las asignaturas de Biología III y IV*. Colegio de Ciencias y Humanidades, Plantel Sur. Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- Berlanga, G.H., Gómez de Silva, H., Vargas, C.V.M., Rodríguez, C.V., Sánchez, G.L.A., Ortega, A.R., y Calderón, P.R. (2015). *Aves de México. Lista actualizada de especies y nombres comunes*. CONABIO. México.
- Case, T.J. (2000). *An Illustrated Guide to Theoretical Ecology*. Oxford University Press. United States of America.
- Chesser, R.T., Billerman, S.M., Burns, K.J., Cicero, C., Dunn, J.L., Hernández-Baños, B.E., Jiménez, R.A., Kratter, A.W., Mason, N.A., Rasmussen, P.C., Remsen, J.V.Jr., Stotz, D.F., and Winker, K. (2022). *CHECK-LIST SUPPLEMENT. Sixty-third supplement to the American Ornithological Society's Check-list of North American Birds*. Oxford University Press. Vol. 139: 1-13.
- CONABIO. (2011). *Guía de Campo. Aves comunes de la Ciudad de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.
- Garduño, A.C., Téllez, V.M.A.A., Estrada, A.C.A., Moreno, N.R.G., Gutiérrez, R.L.J., Ruiz, B.M., Hernández, P.A., Mendoza, H.P.E., Muñiz, D.L.M.E., Pérez, J.J.C., y Becerril, G.M. (2021). *Guía para el Profesor. Visita al Sendero Ecológico. Temporada de Secas (noviembre-mayo) y Lluvias (mayo-octubre)*. Colegio de Ciencias y Humanidades. Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- Gómez, A.G. (2005). *Aves de ornato y compañía que se comercializan en México*. Sociedad Mexicana de Ornitología A.C. México.
- NOM-059-SEMARNAT-2010. *Norma Oficial Mexicana. Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Gobierno de México.
- Programas de Estudio. (2016). *Área de Ciencias Experimentales. Biología III y IV*. Primera edición. Escuela Nacional Colegio de Ciencias y Humanidades. Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- Salinas, H.I.S., Serrano, V.M. y Garduño, A.C. (2019). La rehabilitación de la vegetación del área de Reserva y Sendero Ecológico del CCH Plantel Sur. Una experiencia ecológica educativa. *Consciencia* 1 (1): 43-56.



Producción orgánica de fresa *Fragaria L.* con humus de lombriz y lixiviado en invernadero. Estrategia de desarrollo sustentable.

Autora:

María Patricia Chalico Marcial

mariapatricia.chalico@cch.unam.mx

CCH Plantel Naucalpan

Alumnas y alumnos:

Luis Ángel Caballero Villafuerte

Erika Camila Gutiérrez Aguilar

Jakeline Meza Romero

Alejandro Sánchez Perea

▼Foto: Murciélagos bajo un árbol.
Fuente: www.pexels.com



Resumen

La agricultura nos provee una parte sustancial de los alimentos necesarios para nuestro consumo, entre más personas hay en el mundo mayor debe ser la producción agrícola, lo cual nos lleva a incentivar producciones masivas con el uso de fertilizantes y pesticidas a fin de garantizar la producción y el abasto, lo cual impacta de forma negativa al ambiente causando desertificación. Actualmente tras varios años de comprender cómo funcionan los agroecosistemas se ha implementado la agricultura orgánica, en la cual se trata de impactar lo menos posible al ambiente y de revertir el daño que se le ha ocasionado a la tierra de cultivo. Una opción es con el uso de composta, humus de lombriz y lixiviados. En el presente trabajo se establecieron cuatro cultivos orgánicos, con 4 diferentes tratamientos, uno con tierra sola, el segundo con 10 g de humus de lombriz al mes, el tercero con lixiviado de humus de lombriz 1:10 y el último con 0.5:10, se encontró que no había diferencias significativas en los tipos de cultivo, sin embargo, son una opción para evitar la pérdida de suelo o desertificación por sobreexplotación.

Palabras clave: *composta, humus de lombriz, lixiviado, cultivo orgánico.*

Introducción

La agricultura orgánica es una de las mejores opciones, para mitigar los impactos negativos atribuibles en gran parte a la agricultura convencional. La *International Federation of Organic Agriculture Movements* (IFOAM) en el congreso mundial de 2008 la definió como: *"un sistema de producción que mantiene y mejora la salud de los suelos, los ecosistemas y las personas. Se basa fundamentalmente en los procesos ecológicos, la biodiversidad y los ciclos adaptados a las condiciones locales, sin usar insumos que tengan efectos adversos. La agricultura orgánica combina tradición, innovación y ciencia para favorecer el ambiente que compartimos y promover relaciones justas y una buena calidad de vida para todos los que participan en ella"* (IFOAM, 2008).

El uso excesivo de agroquímicos en la agricultura preocupa a los consumidores a nivel mundial, debido al alto grado de contaminantes que los frutos pudieran contener; además de los problemas

ambientales que estos pueden generar en los suelos agrícolas y aguas (Romero-Romano *et al.*, 2012). Una forma de poder hacer la conversión de cultivos tradicionales a cultivos orgánicos es haciendo la sustitución de insumos químicos industrializados para aumentar la fertilidad del suelo por abonos orgánicos, en México algunos fertilizantes utilizados son el estiércol, la compostura, humus de lombriz y lixiviados obtenidos en el composteo, abonos verdes y hierbas nativas, uso de algas marinas, caldos minerales, aplicación de microorganismos benéficos al suelo y harinas de roca (Ortiz, 2020). El uso de estos permite mejorar las condiciones de suelos que han sido deteriorados por el uso excesivo de agroquímicos y su sobreexplotación (Nieto *et al.*, 2002).

El humus de lombriz o lombricomposta es el resultado de la biotransformación de materia orgánica de origen animal o vegetal a través del tubo digestivo de la lombriz, se obtiene un fertilizante orgánico por excelencia ya que es un abono natural y enmienda orgánica; la especie utilizada es la lombriz roja californiana *Eisenia spp* la cual se puede criar en cautiverio, es muy voraz y de rápida reproducción (Paco, *et al.*, 2011).

¿Por qué cultivar la fresa con fertilizantes orgánicos?

En la Planeación Agrícola Nacional 2017-2030, SAGARPA menciona que la fresa para 2016 representaba el 1.14% del PIB agrícola nacional, el 52.21 % de la producción nacional se destina al mercado externo y México es el tercer proveedor en el mercado internacional. La fresa es la base de una gran cantidad de alimentos preparados como yogurt, licuados, bebidas, postres, cereales y mermeladas, además tiene un gran valor nutricional y se puede producir en invernadero prácticamente todo el año.



Figura 1. Persona Sosteniendo Fresa Roja.
www.pexels.com



▼ **Fotografía 1.** Preparación de jardineras con tierra y tezontle.

Actualmente México tiene una producción suficiente para cubrir el mercado nacional y sus exportaciones han aumentado en un 35.55%, sin embargo, se busca tener un mayor desarrollo productivo nacional, acorde con el desarrollo sustentable, es decir, utilizar estrategias de cultivo que garanticen el abasto nacional y la exportación sin sacrificar la fertilidad de suelo. Entre las estrategias para maximizar la producción SAGARPA sugiere desarrollar nuevas tecnologías de producción, como producción orgánica y promover la tecnificación del cultivo de fresa mediante la instalación de sistemas de riego tecnificado, acolchados de plásticos, macrotúneles e invernaderos.

Por ello, en el presente trabajo se compararon dos tipos de cultivo orgánico, en jardineras, con acolchado, riego automatizado por goteo y bajo invernadero a fin de seguir las recomendaciones planteadas por SAGARPA y observar si se obtiene una mayor producción.

Metodología

Establecimiento del cultivo

El presente proyecto se implementó dentro de uno de los invernaderos que se localizan a un costado del edificio “Ñ” en el Plantel Naucalpan del Colegio de Ciencias y Humanidades.



▼ **Fotografía 2.** Colocación de acolchado en las jardineras.

Dicho invernadero cuenta con un área de 120 m², (20 x 6 m) está rodeado y techado completamente con malla anti-áfidos, lo que ayuda a mantener una ventilación y temperatura moderadas. Dentro se construyeron 4 jardineras de madera de 2 x 1 m con una altura de 30 cm, a cada una se le colocó una mezcla de 90% de tierra negra y 10% de tezontle, necesaria para que no se compacte la mezcla y haya un correcto drenaje (Fotografía 1).

Posteriormente se le realizó un tratamiento con una capa de tabaco orgánico marca Vita Organic con la finalidad de evitar plagas de caracoles, gallinita ciega y ácaros.

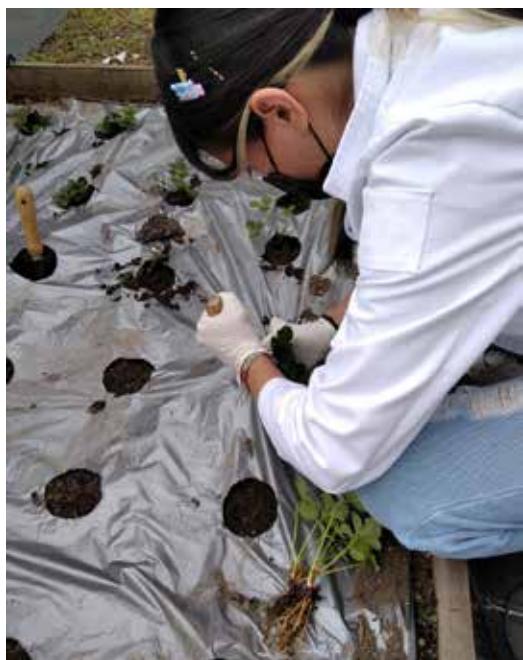
Después se cubrió con acolchado negro/plata, con el lado negro hacia abajo y el color plata hacia arriba, ya que por indicaciones del fabricante el lado plata hace más eficiente el proceso de fotosíntesis para las plantas y el acolchado evita la evaporación del agua de riego y crecimiento de malezas (Fotografía 2). Se realizaron perforaciones cada 20 cm al acolchado de 5 cm de diámetro.

Trasplante de plántulas de fresa F1

Para el establecimiento del cultivo se obtuvieron 150 plántulas de fresa *Fragaria x ananassa* Duch F1 (primera generación,



▼ **Fotografía 3.** Limpieza de plántulas de fresa.



▼ **Fotografía 4.** Trasplante de plántulas de fresa en las jardineras.

producida de semilla), con raíz cubierta de dos meses de crecimiento. El tratamiento que se les dio para su limpieza constó de cuatro pasos: primero se les retiró toda la tierra y se lavaron con agua-cloro al 10%, posteriormente se sumergió la planta totalmente en un fungicida Captan al 1g/1L y después en un baño fertilizante orgánico de agua-café granulado-cerveza (80-10-10) recomendada por el proveedor de plántulas para garantizar el enraizamiento y aclimatación de las plantas. Se realizó un corte a la raíz de cada planta para que midieran 8 cm (Fotografía 3).

Para colocar las plantas en las jardineras, con una pala se retiró parte de la tierra en cada perforación del acolchado y con mucho cuidado se colocó cada planta tratando de poner la raíz lo más recto posible, ya que este tipo de planta se estresa mucho cuando la raíz queda inclinada y tarda más tiempo en aclimatarse y crecer (Fotografía 4).

Finalmente se colocó el sistema de riego por goteo con un Controlador de Riego Automatizado X-CORE marca Hunter, que realizó un riego de 1 minuto a las 8:00 de la mañana de noviembre a enero y dos riegos a las 7:00 y 8:15, de febrero a mayo. Durante un mes se monitoreó y se hicieron podas selectivas de hojas secas y flores, para estimular la producción de más hojas y evitar el gasto energético de la planta en la maduración de frutos.

Tratamientos

Después de un mes y ya aclimatadas las plantas se comenzó a aplicar los tratamientos (Fotografía 5), la jardinera 1 se tomó como grupo control y no se le aplicó ningún fertilizante mientras que a las jardineras 2 a 4 sí, como se muestra en la tabla 1:

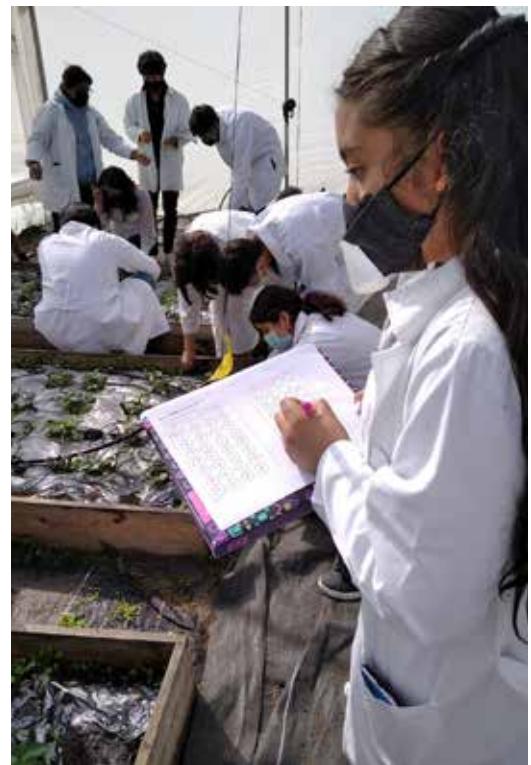
Tabla 1. Tratamientos para cada jardinera

Jardinera	Tratamiento	Frecuencia
1. Control	Sin tratamiento	
2. Humus de lombriz	10 gramos	1 vez al mes
3. Lixiviado de humus de lombriz	Concentración 1:10 100 ml a cada planta	1 vez por semana
4. Lixiviado de humus de lombriz	Concentración 0.5:10 100 ml a cada planta	1 vez por semana

Para poder observar si había diferencias entre los diferentes tratamientos se hizo un registro semanal de número de hojas, número de flores y producción en gramos de fresa (Fotograffía 6).



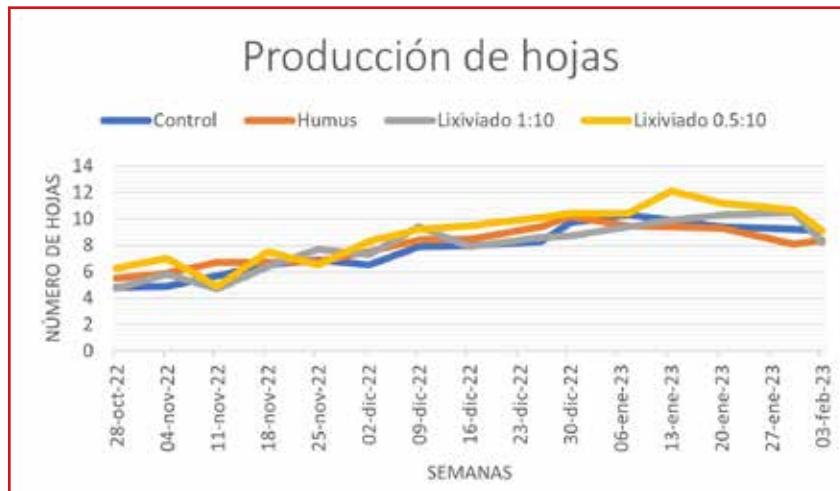
▼ **Fotografía 5.** Aplicación de lixiviado 1:10 en la jardinera 3.



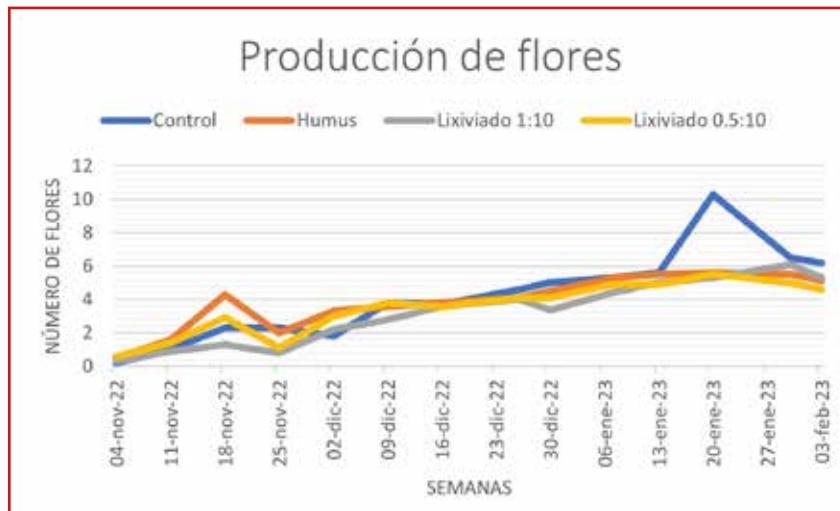
▼ **Fotografía 6.** Registro del número de hojas y flores por jardinera.

Resultados

Gráfica 1. Promedio de producción de hojas por semana, para cada tratamiento.



Gráfica 2. Promedios de producción de flores por semana, para cada tratamiento.



Gráfica 3. Producción de fresa por semana en gramos, para cada tratamiento.



Tabla 2. Resultados del análisis de varianza, en la producción de fresa, entre los diferentes tratamientos.

Tratamiento	Producción total en gramos	Media	Varianza	F	Valor crítico para f
Control	3496	268.9	33968.7	0.4805	2.7980
Humus de lombriz	2943	226.4	10723.6		
Lixiviado 1:10	2839	218.4	16213.9		
Lixiviado 1:0.5	3547	272.8	25366.8		

Hipótesis

Ho: Si $F \geq f$ hay diferencias en la producción de fresa entre los diferentes grupos

Ha: Si $F < f$ no hay diferencias estadísticamente significativas entre los grupos

Análisis de resultados

En la gráfica 1 se muestran los resultados del conteo semanal de hojas. Para ello, se contaron las hojas de cada planta por jardinera

y se calculó un promedio por jardinera por tratamiento. Como se puede observar en la gráfica el número de hojas para cada jardinera con los diferentes tratamientos fue muy similar, no hay diferencias en el crecimiento vegetativo con los diferentes tratamientos, sin embargo en una revisión visual las hojas de las jardineras 1 y 4 eran más grandes que las de las jardineras 2 y 3, pero este fue un parámetro que no se tomó en cuenta.

En la gráfica 2 se muestra el conteo de las flores, por jardinera por tratamiento y, en este caso también se calculó el valor promedio y se graficó. No se realizó un registro de frutos,

ya que pasan por varias etapas hasta llegar a fruto maduro y se estima que el número de flores es igual al número de frutos. No se midieron las circunferencias de frutos, pero la apariencia entre los diferentes grupos fue muy similar. Como se podrá observar en la gráfica, no se ven diferencias entre tratamientos, la producción fue muy similar durante casi todas las semanas, aunque se ve un pequeño pico en el grupo control en la semana del 22 de enero, en la cual duplica el número de flores con respecto a las demás; posteriormente la producción será similar a los otros grupos.

En la gráfica 3 se muestra la producción de fresa para cada jardinera por semana; como se podrá observar, en las semanas de 16 y 23 de diciembre la fresa con fertilizante de lixiviado a concentración 0.5:10, muestra ligeramente una mayor producción, mientras que en la semana del 3 de febrero muestra un pico de producción mayor llegando a producir 696 gramos y otro más en la semana del 3 de marzo con una producción de 538 gramos, en esa misma semana la jardinera con lixiviado 1:10 muestra una producción considerable de 496 gramos. En la semana del 17 de febrero el grupo control es el que tiene una mayor producción con 742 gramos. Para conocer si había diferencias significativas en la producción de fresa, se realizó una prueba de análisis de varianza con la herramienta de análisis estadísticos en Excel.

En la Tabla 1 se muestra el resultado de la prueba de varianza; como se observa si bien la producción de fresa es mayor en el tratamiento con lixiviado en concentración

1:0.5 logrando 3547 gramos, seguido por la producción de grupo control con 3496 gramos, después el de humus de lombriz con 2943 y finalmente el de lixiviado 1:10 con 2839, estas diferencias no son significativas pues el valor obtenido de F es menor al valor crítico para f, por lo que se acepta la hipótesis nula, es decir, las medias son iguales y no hay evidencia estadísticamente significativa hasta el momento entre las fresas no fertilizadas y las fertilizadas con humus de lombriz y lixiviados.



Para poder observar si había diferencias entre los diferentes tratamientos se hizo un registro semanal de número de hojas, número de flores y producción en gramos de fresa...

Conclusiones

Por el momento, se ha observado que el uso de fertilizantes orgánicos no aumenta la producción de fresa de forma estadísticamente significativa, aunque si se observa una mayor producción en el grupo con fertilizante de lixiviado a 0.5:10.

Si bien, no se registraron diferencias hasta el momento, se recomienda seguir este cultivo por varios ciclos con los mismos tratamientos a fin de observar si en un plazo mayor hay diferencias estadísticas, ya que el suelo que no tiene aporte extra de fertilizantes podría ir perdiendo poco a poco sus nutrientes originales al ser asimilados por las plantas y al no haber un aporte extra de nutrientes, posiblemente vaya disminuyendo su producción; mientras que, en los otros grupos tras varios ciclos de cultivo, la producción podría seguir estable. Las plantas utilizadas, al ser F1, pueden ser utilizadas por dos a tres años, así que se puede seguir este experimento durante 5 a 6 ciclos, tomando en cuenta que la fresa tiene dos ciclos de producción por año.



▼ Fresas, David J. Boozer. Fuente: www.pexels.com

Bibliografía

- International Federation of Organic Agriculture Movements (IFOAM). 2008. *Definition of Organic Agriculture*. http://www.ifoam.org/growing_organic/definitions/sdhw/pdf/DOA_Spanish.pdf.
- IFOAM. 2010. *Arguments in Favor of Organic agriculture*. http://www.ifoam.org/growing_organic/1_arguments_for_oa/arguments_main_page.html.
- Nieto G., Murillo A., Troyo D., Larrinaga M. y García H. (2002). El uso de composta como alternativa ecológica para la producción sostenible de chile (*Capsicum annuum* L.) en zonas áridas. *Interciencia*. 27(8): 417- 421.
- Ortiz, F.(2020). *Manual básico para la producción agrícola orgánica. Bases para la elaboración de un plan de trabajo en el huerto orgánico*. Metrocert, México tradición orgánica. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. México. Consultado en línea en: https://www.metrocert.com/files/Manual_de_produccion_de_agricultura_organica.pdf
- Paco G., Loza M., Mamani F. y Sainz H. (2011). Efecto de la Lombriz Roja Californiana (*Eisenia foetida*) durante el composteo y vermicomposteo en predios de la Estación Experimental de la Unidad Académica Campesina Carmen Pampa. La Paz, Bolivia. *Journal of the Selva Andina Research Society*. 2 (2): 24-39.
- Romero-Romano C., Ocampo-Mendoza J., Sandoval-Castro E. y Tobar-Reyes J. (2012). Fertilización orgánica – mineral y orgánica en el cultivo de fresa (*Fragaria ananassa* Duch) bajo condiciones de invernadero. *Ra Ximhai*. 8(3): 41- 49.
- SAGARPA. (2017). *Fresa Mexicana. Planeación Agrícola Nacional para 2017 a 2030*. Secretaría de Agricultura. México. Pp. 13. Consultado en línea en: <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/257075/Potencial-Fresa.pdf>



Patrón y área de distribución potencial del género *Eucalyptus* sobre el gradiente altitudinal geográfico en Naucalpan de Juárez

Asesor:

Gustavo García Jaramillo

gustavo.garcia@cch.unam.mx

Coordinador en Jóvenes Hacia la Investigación en Ciencias Naturales y Matemáticas, Plantel Naucalpan

Alumnas:

Elizabeth Delgado Vásquez

Claudia Guadalupe Miguel Ramos Rivera

Sarah de La Cruz Rivera.

▼ **Fotografía.** Árboles de *Eucalyptus*,
Kushal Gopal. www.pexels.com



Resumen

El género *Eucalyptus* tiene una gran diversidad de especies, algunos autores señalan cerca de 500, otros documentan hasta las 950 especies, la mayoría de ellas son originarias de Australia, además, están adaptadas a diferentes condiciones de hábitats y tienen importancia forestal por lo que existe una amplia distribución en diferentes partes del mundo. En México se ha introducido por diferentes motivos, sin embargo, algunas de sus especies son consideradas invasoras por ser causa de daños al ambiente. El municipio de Naucalpan tiene presente árboles de *Eucalyptus* donde se observa su presencia que conecta con un bosque primario. La investigación pretendió identificar y documentar datos del patrón y área de distribución potencial de *Eucalyptus*, con ello tener un referente de sus posibles impactos sobre el bosque primario y la biodiversidad local por su paulatina expansión. Los resultados demuestran una distribución de *Eucalyptus* con superficie total de 543 hectáreas con un patrón aleatorio y representa un 3.4 % en relación con la superficie total del municipio que son 15,700 hectáreas. Su distribución incluye

Áreas Naturales protegidas y áreas naturales sin protección jurídica. El rango elevacional de su presencia abarca desde los 2,282 msnm hasta los 2,664 msnm con una diferencia de 760 metros, a partir de los polígonos expropiados entre la ZONA 3 y ZONA 2 se extendió de manera natural los árboles de eucaliptos fuera del Parque Nacional los Remedios donde en principio fueron introducidas a mediados del siglo pasado. A partir de los datos anteriores se deduce que por las características biológicas de adaptación y alelopatía del *Eucalyptus*, este mismo ha extendido sus poblaciones a mayores elevaciones del municipio, causando un impacto ambiental sobre los remanentes naturales con especies nativas. Cabe resaltar que es importante monitorear a las poblaciones de eucaliptos sobre el bosque primario y notificar a las autoridades competentes la necesidad de implementar un plan de manejo forestal, o bien, políticas ambientales en favor de la prevención, conservación, protección y restauración de las especies nativas.

Palabras clave: *Eucalyptus*, distribución, invasoras.

Introducción

El género *Eucalyptus* tiene una gran diversidad con más de 500 especies y pertenece a la familia botánica Myrtaceae (Kelly *et al.*, 1995; Johnstone y Hill, 1991), sin embargo, algunos autores señalan un número mayor que va desde 700 hasta las 950 especies (Bush, 2011; Aguirre *et al.*, 1995). La mayoría de los eucaliptos se encuentran en forma natural en Australia de donde también son originarios (Eldridge *et al.* 1993; Granados y López, 2007).

Casi todas las especies de *Eucalyptus* están adaptadas a una gran diversidad de hábitats que abarcan hasta los 2,300 metros sobre el nivel del mar (msnm), también, se encuentran en casi todos los tipos de suelos, desde ácidos hasta alcalinos y con bajo contenido de nutrientes (Rokich y Bell, 1995).

El eucalipto tiene importancia a nivel internacional porque numerosas especies plantadas como exóticas producen mucha madera en poco tiempo, motivo por el que una de las causas principales de su amplia distribución en diferentes partes del mundo se debe al uso y manejo forestal, ya que, es uno de los recursos más utilizados industrialmente, su madera resulta adecuada como leña, fines estructurales, postes, fibras, chapas, celulosa y subproductos como la miel y resinas, incluso,

produce carbón de excelente calidad (Granados y López, 2007; Sampayo *et al.*, 2011).

En particular, el árbol de eucalipto fue introducido en México por otras causas y se ha dado por etapas, cada una de ellas su propagación ha obedecido a distintos fines, por ejemplo, en el último tercio del siglo XIX se introdujo con fines sanitarios para combatir la malaria en el Valle de México, otro ejemplo, corresponde al uso medicinal del eucalipto, sin embargo, con el paso del tiempo fue cayendo en desuso (Hinke, 2000). Actualmente, en México se consideran algunas especies de eucalipto como invasoras por sus características de expansión en algunas regiones naturales, tal es el caso de las especies *Eucalyptus globulus* y *Eucalyptus camaldulensis* (Figura 1), dado que se reproducen y dispersan sin control, causando daños en ecosistemas y a las especies nativas que viven en éstos (Enciclovida.mx, s.f.).

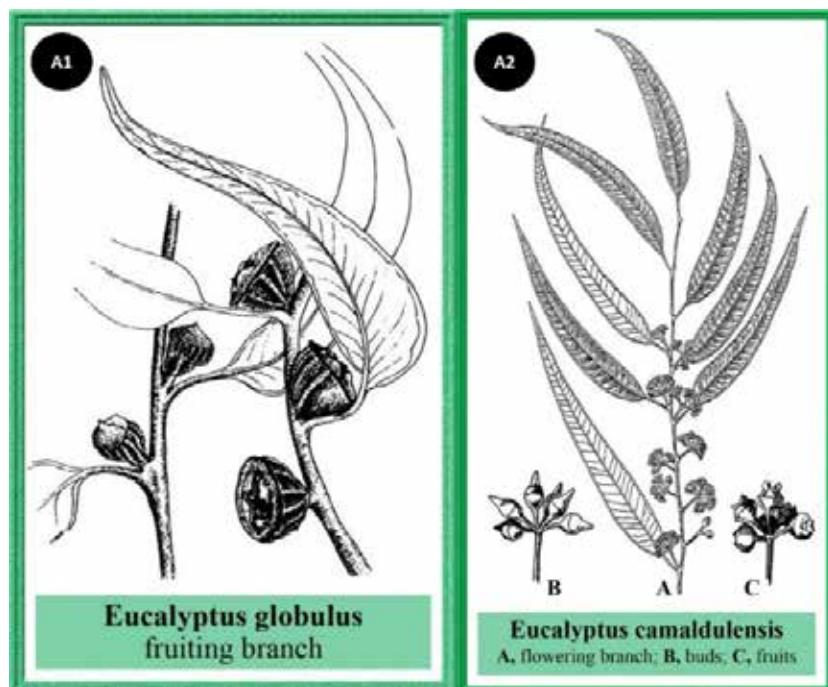


Figura 1. A1 *E. globulus*. A2 *E. camaldulensis*. Fuente: tropicos.org.

En este sentido, el municipio de Naucalpan de Juárez que se encuentra en el Estado de México cuenta con la presencia de algunas especies de *Eucalyptus*, donde se encuentran sin un plan de manejo forestal y distribuidas sobre varias Áreas Naturales Protegidas (ANP), que en principio, fueron introducidas a estas a mediados del siglo XX como especies de reforestación y sin contar con la actual información de sus características invasoras y de no ser nativas, actualmente se distribuyen sobre otras áreas naturales sin protección jurídica que conectan con un bosque primario en las inmediaciones de la Sierra de las Cruces donde está el Parque Otomí-Mexica (García *et al.*, 2020).

Por lo antes mencionado, hace falta generar información específica sobre *Eucalyptus* en Naucalpan, es por eso que el presente trabajo pretende recabar datos acerca de la propiedad emergente del patrón de distribución y área en relación al gradiente altitudinal que existe en el municipio, con ello tener un referente de sus consecuentes impactos sobre el bosque primario y la biodiversidad local.

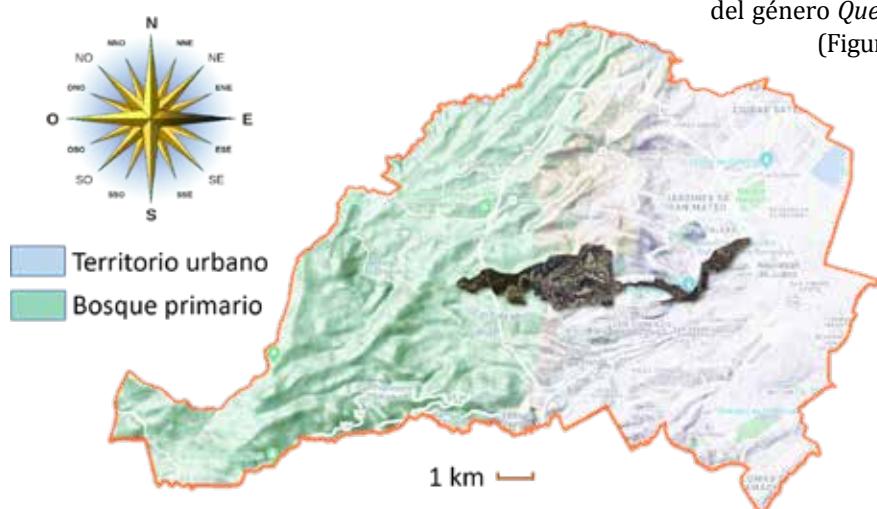


Figura 2. Delimitación territorial de Naucalpan de Juárez, en el centro se concentran individuos de *Eucalyptus* donde se realizó el área de estudio. Fuente: ©INEGI 2022.

Objetivos

Documentar el área potencial de distribución del género *Eucalyptus* en el municipio de Naucalpan de Juárez en el Estado de México.

Identificar el patrón de distribución del género *Eucalyptus* sobre un gradiente altitudinal geográfico del municipio de Naucalpan de Juárez.

Conocer la riqueza de especies del género *Eucalyptus* en el municipio de Naucalpan de Juárez.

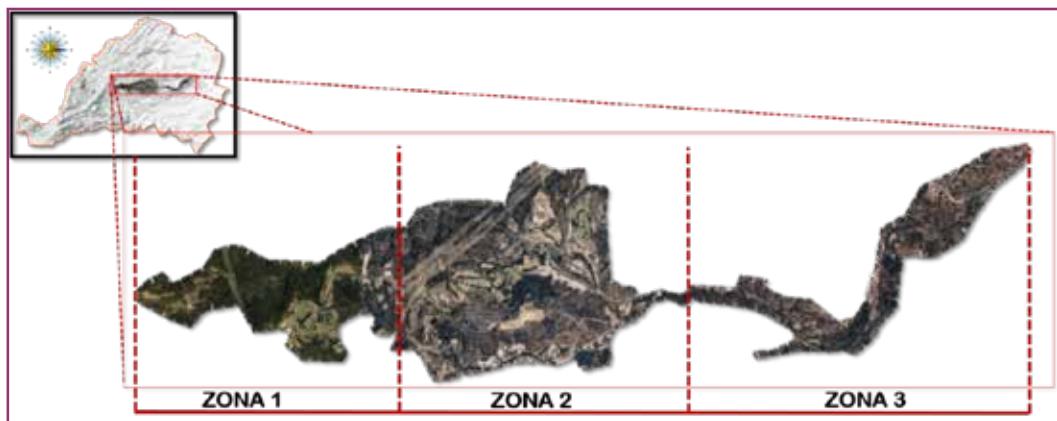
Métodos

Selección del área de estudio y zonas de distribución:

Considerando que en Naucalpan de Juárez se presenta un gradiente altitudinal que va con una pendiente ascendente de oriente a poniente y en su centro se encuentran poblaciones de *Eucalyptus*, donde la parte oriente concentra principalmente a territorio urbano y la parte poniente se caracteriza por ser una zona rural con mayor elevación geográfica y con bosque primario dominado por especies del género *Quercus* spp. (Figura 2).

El estudio seleccionó tres zonas con base al área donde hay presencia de estos *Eucalyptus*, la primera (ZONA 1) es la parte que concentra el bosque primario y cuenta con la localidad conocida como *Ex-hacienda las Ánimas*; la segunda zona seleccionada (ZONA 2) es de transición entre el bosque primario y territorio urbano, cuya localidad principal es *Presa las Julianas*; la tercera y última zona seleccionada (ZONA 3) se caracteriza por estar inmersa entre el territorio urbano y dentro de dos Áreas Naturales Protegidas, cuya localidad seleccionada en este estudio fue *Parque la Hoja* (Figura 3).

representada en metros cuadrados y hectáreas, con ello, se documenta el uso de suelo de *Eucalyptus* sobre algunas de las Áreas Naturales Protegidas (ANP) y otras áreas naturales sin protección jurídica del municipio de Naucalpan. También, con una de las funciones del geo-navegador se consigue el rango de gradiente altitudinal en un perfil geográfico representado en metros sobre el nivel del mar (msnm). Finalmente, con las imágenes satelitales se observa, compara e identifica el arreglo espacial que puede presentar *Eucalyptus* como patrón de distribución el cual puede ser agregado, aleatorio o uniforme (Figura 5).



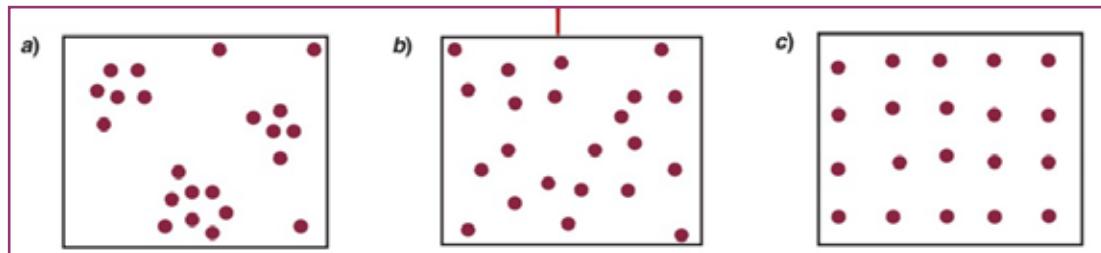
▼ **Figura 3.** Selección de tres zonas de estudio donde se encuentran individuos de *Eucalyptus*: **ZONA 1** (Ex Hacienda las Ánimas), **ZONA 2** (Presa las Julianas) y **ZONA 3** (Parque la Hoja). Fuente: ©INEGI 2022.

Patrón y área de distribución sobre altitud geográfica:

Se consultó el geo-navegador de *Google Earth Pro* (Figura 4), el cual, mediante imágenes satelitales y fotografías aéreas se obtienen datos en formato Keyhole Markup Language (KML), mismos que arrojan medidas específicas para calcular perímetro y la superficie de área



▼ **Figura 4.** Geo-navegador de *Google Earth Pro*. Fuente: Veredes Arquitectura y Divulgación



■ **Figura 5.** Patrones de distribución a)Agregado, b) Aleatorio y c) Uniforme. Fuente: *Ecología y medio ambiente en el siglo XXI*.

Riqueza de especies del género *Eucalyptus*:

Se utilizaron datos de las observaciones reportadas en del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB) a través de Enclovida.mx. y el estudio *Listados Preliminares de la Biodiversidad en Naucalpan de Juárez* del 2020, con dichas fuentes se conocieron las especies registradas de *Eucalyptus* que se encuentran actualmente en Naucalpan (Figura 6).

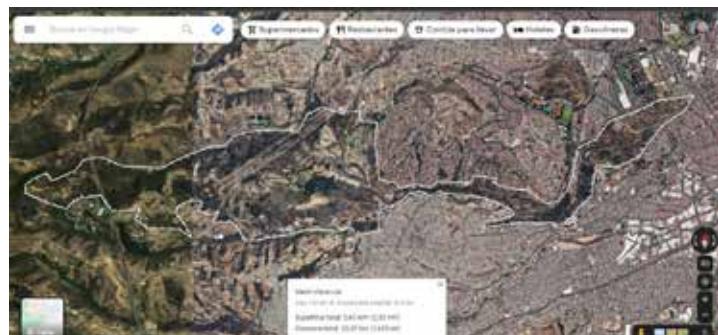
Resultados

La superficie de área representada en un mapa satelital que ocupa *Eucalyptus* con uso de suelo distribuido potencialmente en la región central de Naucalpan corresponde a 5,430,000 m², es decir, una conversión correspondiente a 543 hectáreas, misma que la distancia del perímetro que cubre esta área de distribución es igual a



■ **B1** Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB). **B2** Estudio *Listados Preliminares de la Biodiversidad en Naucalpan de Juárez*, 2020.

23.5 kilómetros de longitud (Figura 7). Las 543 hectáreas de la distribución de *Eucalyptus* representa un 3.4 % en relación con la superficie total del municipio que son 15,700 hectáreas.



■ **Figura 7.** Mapa satelital de la distribución potencial en área y perímetro de *Eucalyptus* en Naucalpan. Fuente: ©INEGI 2022 a través de Google Earth Pro.

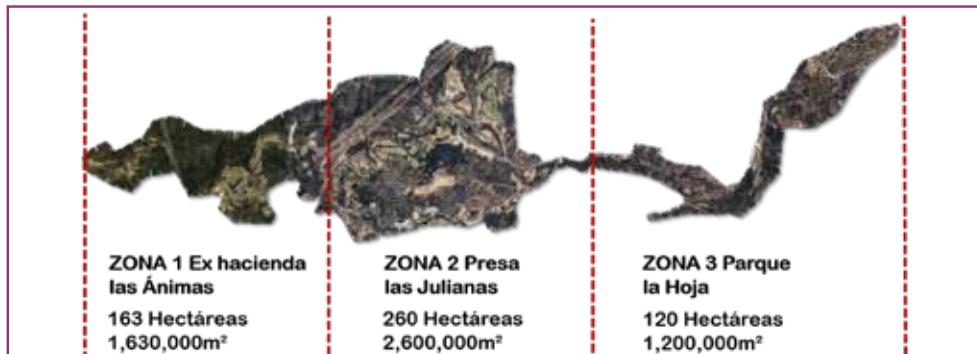


Figura 8. Mapa satelital editado de la distribución potencial de *Eucalyptus* en Naucalpan por ZONA 1, ZONA 2 & ZONA3. Fuente: ©INEGI 2022 a través de Google Earth Pro.

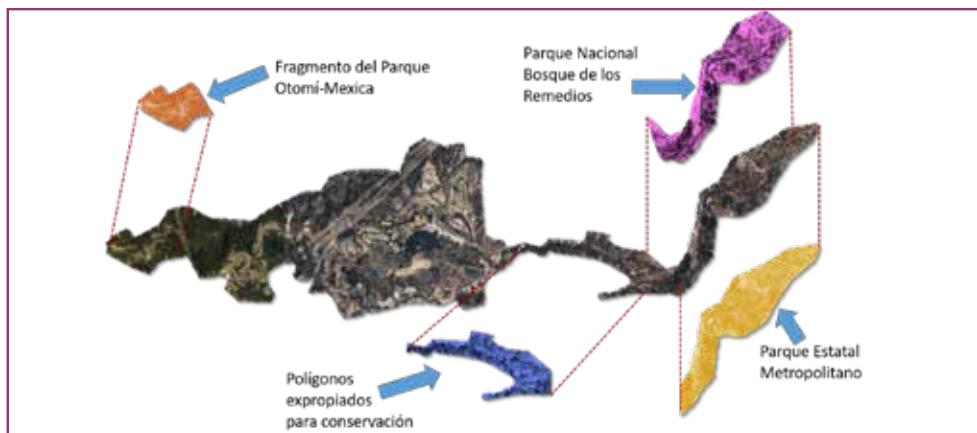


Figura 9. Mapa satelital editado de las Áreas Naturales Protegidas que abarca distribución de *Eucalyptus* en Naucalpan. Fuente: ©INEGI 2022 a través de Google Earth Pro.

La superficie de área que ocupa *Eucalyptus* con uso de suelo distribuido para la ZONA 1 Ex hacienda las Ánimas es de 163 hectáreas ($1,630,000\text{ m}^2$) y con un perímetro de 4.6 kilómetros, en cambio, para la ZONA 2 Presa las Julianas existe un área de 260 hectáreas ($2,600,000\text{ m}^2$) con un perímetro de 7.4 kilómetros. Finalmente, para la ZONA 3 Parque la Hoja es de 120 hectáreas ($1,200,000\text{ m}^2$) con un perímetro de 3.4 kilómetros (Figura 8).

La distribución de *Eucalyptus* en Naucalpan abarca tres ANP: una es de nivel federal y dos de nivel estatal, además, hay otra área

en categoría de expropiación para su conservación y como reserva natural que también está a cargo del gobierno estatal. El ANP de nivel federal es el Parque Nacional Bosque de los Remedios, por otra parte, el Parque Estatal Metropolitano y una mínima parte del Parque Otomí Mexica son del nivel estatal. En cuanto al área con polígonos expropiados son por el gobierno del estado. El resto de la distribución de *Eucalyptus* que no está bajo protección jurídica es territorio principalmente a cargo de propietarios ejidales y privados. (Figura 9).

El Parque Nacional, el Parque Estatal y los polígonos expropiados suman en conjunto las 120 hectáreas de la ZONA 3 en consideración que ambos parques están sobrepuertos como consecuencia de regularizaciones ante invasiones, así mismo, las zonas expropiadas son resultado ante la misma problemática de los cambios de uso de suelo, por lo que su propósito principal es para ampliar con las ANP's y recuperar así la superficie perdida ante la mancha urbana.

El rango del gradiente altitudinal de la distribución de *Eucalyptus* representado en un perfil geográfico es de 379 metros de diferencia entre la zona con menor elevación y la zona con una mayor altitud geográfica, donde la mínima es de 2,282 msnm a partir de la ZONA 3 Parque la Hoja; con una media elevacional de 2,452 msnm en la ZONA 2 Presa las Julianas y con una máxima de 2,664 msnm en la parte más elevada de la distribución de los eucaliptos y que corresponde a ZONA 1 Ex hacienda las Ánimas. El rango de diferencia entre la mayor elevación que tiene Naucalpan (3,424 msnm) y el punto más elevado de la distribución de *Eucalyptus* es de 760 metros de diferencia (Figura 10).

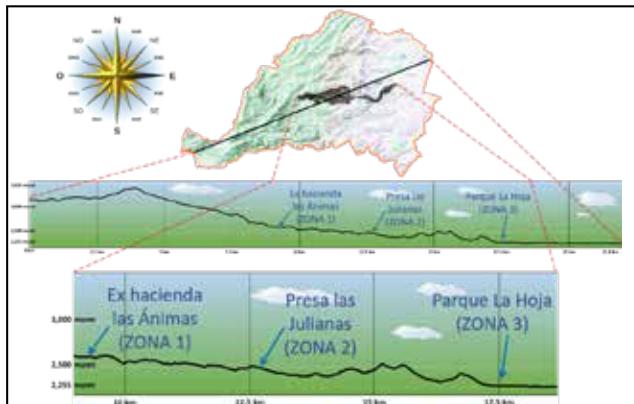


Figura 10. Mapa satelital editado de las Áreas Naturales Protegidas que abarca distribución de *Eucalyptus* en Naucalpan. Fuente: ©INEGI 2022 a través de Google Earth Pro.

Con las imágenes satelitales se observan tres muestras de árboles de *Eucalyptus*, una por cada zona seleccionada donde se comparó entre cada zona: Parque la Hoja (ZONA 3) se distingue a diferencia de las otras dos por la presencia de otras especies vegetales con copas de árbol más verdes que las del árbol de eucalipto, en cambio, la Presa las Julianas (ZONA 2) concentra un mayor número de individuos de eucaliptos al comparar con la ZONA 3, y finalmente la Ex hacienda las Ánimas (ZONA1) es posible comparar que no hay mucha diferencia con la Presa las Julianas, sin embargo concentra un menor número de individuos de eucaliptos. También, con base a las imágenes satelitales se identificó que las tres zonas tienen un patrón de distribución aleatorio (Figura 11).

De acuerdo con las plataformas del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB) y el estudio *Listados Preliminares de la Biodiversidad en Naucalpan de Juárez, 2020*: se han documentado en el municipio tres especies del género *Eucalyptus*: *E. camaldulensis*, ubicado en Río chico los Remedios y Echegaray; *E. globulus* distribuido en el Parque Nacional los Remedios y *E. rufida* encontrados en

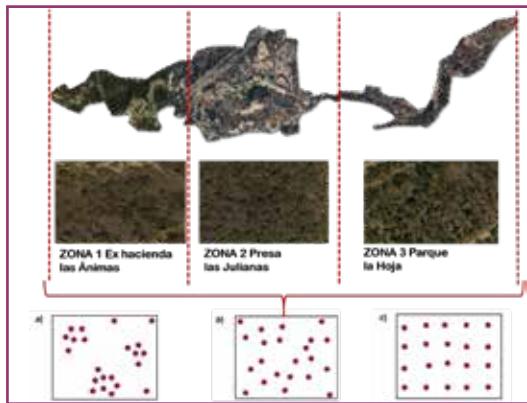


Figura 11. Muestras de individuos de *Eucalyptus* con Patrón de distribución aleatorio.

Barranca el Huizachal, Santa Cruz y Plan de la Zanja. Cabe destacar que *E. camaldulensis* y *E. globulus* se encuentran dentro del área de estudio del presente trabajo, además ambas son consideradas como invasoras.

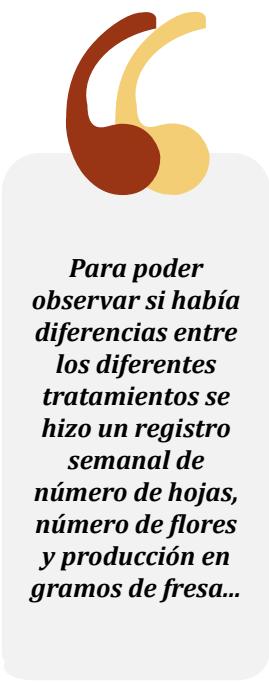
Discusión

El estudio documentó información del área de distribución de *Eucalyptus* en Naucalpan, datos que confirman su presencia en zonas extensas y que han sobrepasado a las Áreas Naturales Protegidas, esto se debe a sus características de dispersión e invasión a nuevos sitios, que de acuerdo a lo reportado por Einer *et al* en 2007 y a Díaz *et al*, en 2012, quienes mencionan a los cultivos extensivos de eucaliptos como grandes biomasa que producen una amplia variedad de metabolitos secundarios donde se ha demostrado actividad inhibitoria del crecimiento y germinación de otras plantas.

Sobre la línea anterior, el decreto federal de 1938 del expresidente Lázaro Cárdenas para el Parque Nacional Bosque de los Remedios, el cual dejó a cargo al entonces *Departamento Forestal y de Caza y Pesca*, tareas de reforestación, no obstante, las especies utilizadas en estas actividades no siempre fueron las adecuadas, ya que, durante ese periodo histórico a mediados del siglo XX, no se contaban con datos específicos sobre la biología de las especies utilizadas que pudieran dar una indicación como advertencia de sus posibles efectos sobre especies nativas, en este caso se utilizaron especies de *Eucalyptus* en esta ANP. Por consecuente, los árboles de *Eucalyptus* se han dispersado al poniente municipal a zonas de mayor elevación donde

se encuentra la ZONA 2 y ZONA 1 (Bosque primario del Parque Otomí Mexica), esto en un periodo de 84 años desde el decreto federal y como consecuencia de no contar con un Plan de Manejo Ambiental y Forestal para la ANP.

En lo que respecta al patrón de distribución aleatorio que se identificó en las tres zonas de estudio al ser comparadas con la propuesta gráfica de Carabias y colaboradores, 2009, también es consecuencia de carecer de un Plan de Manejo Ambiental y forestal, esto coincide con el estudio realizado por García, 2020, quien menciona a las zonas de Naucalpan entre las elevaciones de 2,255 hasta los 3,000 msnm como áreas de alto valor ambiental pero expone a la extensión natural del Eucalipto como una de las amenazas e impacto ambiental sobre las mismas zonas. Cabe resaltar que la ZONA 2 es de transición entre la zona Urbana y el Bosque primario, por lo que es común encontrar fragmentación del territorio ante el crecimiento desmedido de la urbe por cambios de uso de suelo, sin embargo, se sigue mostrando un patrón aleatorio más no agregado de los individuos de eucaliptos en estas zonas de extensión.



Para poder observar si había diferencias entre los diferentes tratamientos se hizo un registro semanal de número de hojas, número de flores y producción en gramos de fresa...

Conclusiones

Se documentaron datos en relación con el área potencial de distribución del género *Eucalyptus* en el municipio de Naucalpan de Juárez sobre tres zonas seleccionadas en un gradiente altitudinal, así mismo, se identificaron los tipos de patrón de distribución en las mismas zonas, mostrando una dispersión aleatoria como producto de extensión de causa natural y características biológicas del género. También, se conocieron las tres especies

de *Eucalyptus* presentes en el municipio, donde dos de ellas son consideradas invasoras y además coinciden dentro de la distribución potencial del género en Naucalpan.

Finalmente, para tener mayor información específica de *Eucalyptus* en Naucalpan, es necesario contar con perfiles vegetativos en cada zona de estudio para conocer la dominancia y estructuras

de comunidades vegetales, igualmente, monitorear la superficie de eucaliptos, principalmente la que está inmediata al bosque primario de encinares, con ello, advertir a las autoridades competentes para la toma de decisiones en políticas de conservación, restauración y preservación de los bosques nativos ante el impacto de las especies exótica de *Eucalyptus*.

Referencias bibliográficas

- Aguirre M., Carpineti L., Dalla T., Denegri G., Frangi J., Garran S., Giménez E., Glade J., Larocca L., Marco M., Mendoza L., Pujato., Rembado G., Sánchez A. y Vaccaro N. (1995). *Manual para productores de eucaliptos de la Mesopotamia Argentina*. Subsecretaría de Producción Agropecuaria y mercados, Estación Experimental Agropecuaria Concordia e Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Grupo Forestal. Argentina.
- Bush D. (2011). *Eucalypts for Planting: Trends in Testing and Utilization*. CSIRO Plant Industry, Australian Tree Seed Centre. In: IUFRO Eucalypts, Porto Seguro, Bahía, Brazil.
- Carabias J., Meave J., Valverde T. Cano S. y Zenón. (2009). *Ecología y medio ambiente en el siglo XXI*. PEARSON EDUCACIÓN, México.
- Enciclovida.mx. (s.f.). México, Ciudad de México. Recuperado de <https://enciclovida.mx/especies/142563-eucalyptus>
- Departamento Forestal y de Caza y Pesca. (1938). Artículos 18, 23 y 41. *Parque Nacional "Los Remedios"*. DO: 12. México.
- Díaz E., Adriana, Díaz T., Julián E. y Vargas R. y Orlando. (2012). *Catálogo de plantas invasoras de los humedales de Bogotá*. Universidad Nacional de Colombia, Secretaría Distrital de Ambiente. Convenio Especial de Cooperación en Ciencia y Tecnología celebrado entre la Secretaría Distrital de Ambiente y la Universidad Nacional de Colombia No. 011 de 2010. Bogotá D. C. 244 p.
- Einer D., Avila, Walter M., Torres F., Winston Q. y Echeverri F. (2007). *Efectos alelopáticos diferenciales de extractos de eucalipto*. Universidad de Antioquia.
- Eldridge K., Davidson Y., Harwood C. y Van G. (1993). *Eucalypt Domestication and Breeding*. (Oxford University Press: Oxford).
- García G., Granados C. y Avila A. (2020). *Listados Preliminares de la Biodiversidad en Naucalpan de Juárez*. 2020. IV Congreso de la Diversidad Biológica. Jornadas de Diversidad Biológica y Recursos Naturales: Vol. 1 Núm. 1. Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Juárez del Estado de Durango. Durango. Recuperado de: <https://www.codibio.com.mx/2020/wp-content/uploads/2020/11/MEMORIA-4TO-CONGRESO-CODIBIO-2020.pdf>
- García J. 2020. *Relaciones Biogeográficas de Naucalpan de Juárez*. (2020). Presentado en el Gobierno del Municipio de Naucalpan de Juárez 2018-2020. Recuperado de: <https://www.facebook.com/photo/?fbid=221953147017611&set=a.176281648251428>
- Granados S. y López R. (2007). *Fitogeografía y Ecología del género Eucalyptus*. Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente: 143-156, 2007.
- Hinke N. (2000). *La llegada del eucalipto a México*. Ciencias 58, abril-junio, 60-62. Recuperado de: <https://www.revistacienciasunam.com/es/94-revistas/revista-ciencias-58/824-la-llegada-del-eucalipto-a-mexico.html>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2022). Google Maps. Recuperado de: <https://www.google.com.mx/maps/preview>
- Johnstone L. A. S. y Hill K. D. (1991). *Systematic studies in the eucalypts 2. A revision of the gimlets and related species: Eucalyptus extracodical serie Salubres and Annulatae (Myrtaceae)*. Telopea 4: 201-22.
- Kelly A. E., Napier A. C. y Hopper S. D. (1995). *Survey of rare and poorly known eucalypts of western Australia*. CALM Science Supplement 2: 1-207.
- Rokich D. P. y Bell, D. T. (1995). *Light quality and intensity effects on the germination of species from the jarrah (Eucalyptus marginata) forest of Western Australia*. Australian Journal of Botany 43: 169-79.
- Sampayo M., Silva S., Garza C. y González Q. (2011). *Establecimiento de plantaciones comerciales de eucalipto (Eucalyptus camaldulensis Dehnh) en Tamaulipas*. Instituto de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, SAGARPA. México.



Importancia ecológica y beneficio en los ecosistemas, la migración y las amenazas en que se encuentran las especies de Buitres

Asesora:

Guadalupe Mendiola Ruiz
gmendiolar@yahoo.com.mx
CCH Plantel Naucalpan

Alumnas y alumnos:

Sofia Yamile Jiménez Figueiras y Johanan Juárez
Carpía. Grupo 564.
Yesenia Guadalupe López Ramírez, Sarahi Martínez
Cabrera y Miranda Nicol Martínez Silva. Grupo 578.
CCH Plantel Naucalpan

Resumen

El trabajo de investigación documental que llevaron a cabo los alumnos está relacionado con los temas de *Biología III: Variación genética y su importancia para la biodiversidad*. De esta manera realizaron la investigación sobre los buitres, aves de gran importancia para la limpieza de los ecosistemas, tanto los buitres del viejo mundo como los del nuevo mundo, son los basureros, estas aves se alimentan de los restos de animales muertos. Los buitres brindan un servicio para el ecosistema crucial para la sociedad humana, aseguran los expertos. Pese a los rumores y “mala reputación”, los buitres juegan un rol muy importante para el ambiente, aseguró José Tavares, jefe de la Fundación para la Conservación del Buitre.

Desempeñan un papel crucial en los hábitats naturales, como carroñeros, limpian nuestro campo de animales muertos y cadáveres, ayudando así a mantener una cierta higiene, dijo a la Agencia Anadolu el Dr. José Tavares, jefe de la Fundación para la Conservación del Buitre.

Los buitres evitan la propagación de muchas epidemias, al comer animales que han muerto de enfermedades infecciosas, aseguró Ahmet

Emin Kutukcu, experto en vida silvestre de la Fundación Mundial de la Vida Silvestre (WWF) de Turquía, a la Agencia Anadolu. Por ejemplo, debido a la disminución de la población de buitres, la rabia ha aumentado en la India.

Palabras clave: *Carroñeros, epidemias, ecosistema, migración, especies amenazadas.*

Introducción

Las especies más grandes de los buitres necesitan de un hábitat que les pueda permitir ver u oler la carroña mientras este se encuentra elevado, en el cielo (Fig.1).

Esto significa que sus hábitats por lo general incluyen las llanuras o las sabanas, sin embargo, algunos de ellos habitan en las regiones montañosas abiertas (Fig. 2).

Ciertas especies que son más pequeñas de los buitres se pueden localizar en las áreas suburbanas. Los buitres son vertebrados de la clase: Aves, del orden: Falconiformes y de las familias: Cathartidae (Nuevo Mundo) y Accipitridae (Viejo Mundo), **incluye** 14 géneros y 23 especies.

Los buitres del Nuevo mundo están conformados por **7 especies**, dentro de los cuales se hallan los cóndores. Las especies son: Buitre negro americano (*Coragyps atratus*),



■ **Figura 1.** Buitres leonados en pleno vuelo. Fuente: www.fotostock.adobe.com



■ **Figura 2.** Buitre leonado. *Gyps fulvus*. Fuente: www.dreastime.com

Buitre pavo (*Cathartes aura*), Aura sabanera (*Cathartes burrovianus*), Aura selvática (*Cathartes melambrotus*), Cóndor de California (*Gymnogyps californianus*), Cóndor andino (*Vultur gryphus*), Cóndor real (*Sarcoramphus papa*) (Fig. 3).

Los buitres del Nuevo Mundo se identifican por sus fosas nasales largas y horizontales y por su imposibilidad para crear sonidos, exceptuando los silbidos y gruñidos (Fig. 4). Esto es porque cuentan con un tabique nasal perforado. Los del Viejo Mundo sí tienen capacidad para vocalizar y para permanecer en vuelo mucho más tiempo.

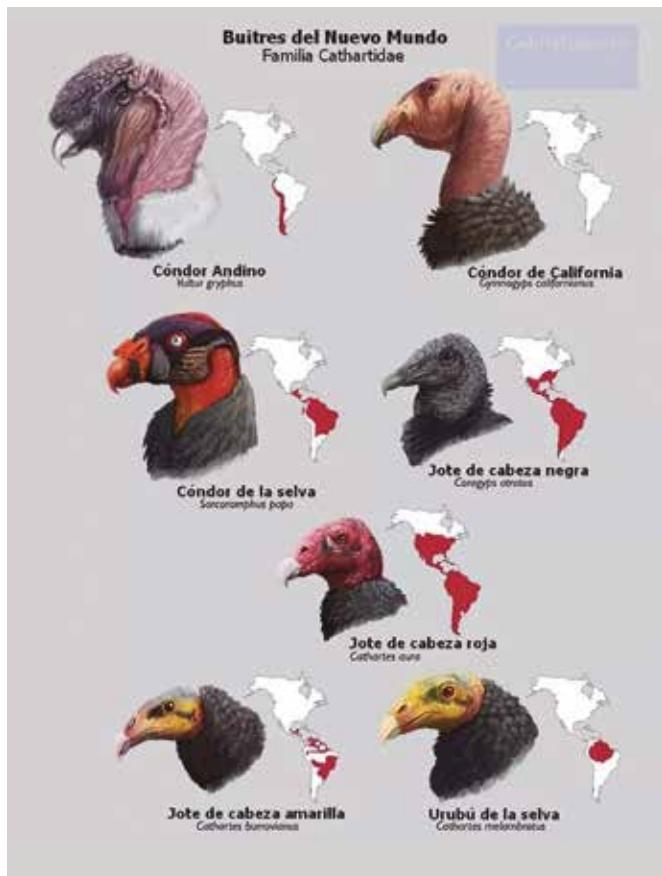


Figura 3. Buitres del Nuevo Mundo. Fuente: Gabriel Ugueto.



Figura 4. Aura gallipavo (*Cathartes aura*).

Fuente: www.es.avianreport.com

Los buitres del Viejo Mundo (Fig. 5), están representados por 16 especies. Estas son: El Buitre negro (*Aegypius monachus*), Buitre leonado (*Gyps fulvus*), Buitre dorsiblanco bengalí (*Gyps bengalensis*), Buitre de Ruppell (*Gyps rueppelli*), Buitre de pico largo (*Gyps indicus*), Buitre picofino (*Gyps tenuirostris*), Buitre del Himalaya (*Gyps himalayensis*), Buitre dorsiblanco africano (*Gyps africanus*), Buitre del Cabo (*Gyps coprotheres*), Buitre encapuchado (*Necrosyrtes monachus*), Buitre cabecirrojo (*Sarcogyps calvus*), Buitre orejudo (*Torgos tracheliotos*), Buitre cabeciblanco (*Trigonoceps occipitalis*), Quebrantahuesos (*Gypaetus barbatus*), Buitre egipcio (*Neophron percnopterus*), Buitre de Angola (*Gypohierax angolensis*).

- Los buitres del viejo mundo encuentran sus cadáveres exclusivamente por la vista. Una característica particular de muchos de estos buitres es una cabeza semi-calva, a veces sin plumas o con muy pocas.

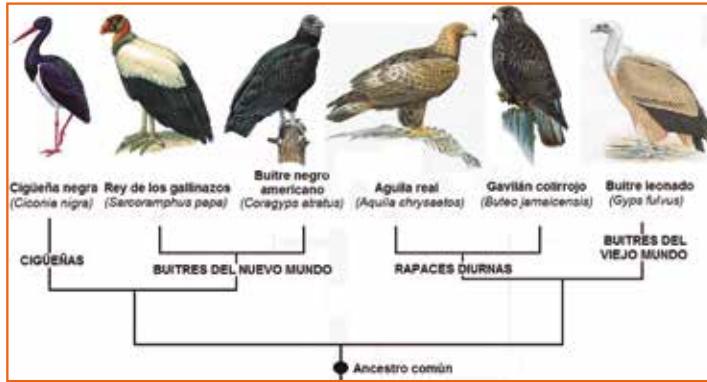


Figura 5. Buitres del viejo mundo.

- El pico de las especies del Viejo Mundo es fuerte y pesado en forma de gancho, capaz de arrancar la piel, cortar músculos y perforar huesos. El pico de los buitres americanos es menos fuerte, pero también capaz de manejar la carne.
- Sus sentidos mejor desarrollados son la vista y el olfato, esenciales para detectar cadáveres o animales moribundos. No obstante, esta excelente vista solo es posible a largas distancias, pues tienen dificultad para mirar objetos o animales cercanos al contar con un campo de visión de apenas 60 grados.
- La falta de plumaje en cabeza y cuello les permite ingresar a las cavidades de los animales sin tener que ensuciarse.
- Los buitres del Viejo Mundo cuentan con extremidades fuertes, cuentan con garras grandes que facilitan el agarre.
- Los buitres del viejo mundo no están relacionados con los, superficialmente similares, buitres y cóndores del nuevo mundo, y no comparten el buen sentido del olfato de ese grupo. Las similitudes entre los dos grupos de buitres se deben a la evolución convergente, en lugar de una relación estrecha.

Hábitat de los buitres

Los buitres son aves adaptadas a entornos tropicales de elevadas temperaturas. Se distribuyen por varias partes del mundo, evitando Australia, la mayoría de las islas oceánicas y por supuesto, zonas templadas y polares.

Se encuentran en una amplia diversidad de hábitats como zonas boscosas, regiones áridas y semidesérticas, sabanas y áreas montañosas. Suelen mantenerse en campo abierto y tomar descansos en acantilados o árboles de mucha altura (Fig. 6).

Descripción del buitre

El buitre es un ave de peculiares características físicas y gran tamaño, especialmente con las alas abiertas. Su tamaño corporal varía entre 58 y 115 cm de altura con un peso entre 1.5 y 11 kg, pero es por su envergadura que nunca pasa desapercibido. La mayoría se mantiene en un promedio entre 1.8 y 2 metros de punta



Figura 6. Buitre cabeza negra. Fuente: <https://misionesonline.net/2020/07/04/jote-cabeza-negra-un-buitre-del-nuevo-mundo/> Foto: Gabriel Moresco.



Figura 7. Condor de california en vuelo, *Gymnogyps californianus*
Fuente: www.buitrepedia.com



Figura 8. Buitre quebrantahuesos, *Gypaetus barbatus*.
Fuente: www.especiesenpeligro.com



Figura 9. El buitre negro, el quebrantahuesos y el alimoche es son de las pocas especies de buitres que pueden verse en Europa.



Figura 10. Distribución del buitre negro americano: sur de los Estados Unidos, México, América Central y parte de América del Sur.

a punta, pero ejemplares de cóndor americano y cóndor de los Andes, registran hasta 3.2 m de envergadura. (Fig. 7).

La cabeza es una parte corporal que los identifica de otras aves ya que carece de plumaje como forma de adaptación a su naturaleza. La falta de plumaje en esa área y en el cuello (en algunas especies), les permite ingresar a las cavidades de los animales sin tener que ensuciar su plumaje o volverlo pesado con restos de sangre, lo cual podría generar enfermedades y alojamiento de bacterias. Es por esta misma razón que muchos buitres poseen cuello largo y flexible, para que los fluidos eviten el plumaje de su cuerpo. La sangre en la piel calva se seca y se

desprende, además de que el calor de los rayos del sol ayuda a mantener el área más limpia.

Ante lo anterior existen excepciones como el caso de la especie *Gypaetus barbatus*, mejor conocida como Quebrantahuesos, Fig. 8, que, al preferir huesos en lugar de la carne, mantiene el plumaje completo en todo el cuerpo.

Distribución y migraciones

El buitre negro, el quebrantahuesos y el alimoche son de las pocas especies de buitres que pueden verse en Europa (Fig. 9), pues se le puede encontrar en España, Portugal, zonas aisladas de Francia e Italia, buena parte de los Balcanes y Crimea



Alimoche común, *Neophron percnopterus*. Fuente: www.ecoticias.com



Buitre negro, *Aegypius monachus*.
Fuente: www.nationalgeographic.com.es



Quebrantahuesos, *Gypaetus barbatus*,
www.animalespeligroextincion.org



■ **Figura 10.** Buitre negro.
Fuente: www.proyectomonacusgrefa.org



■ **Figura 11.** Migración del Buitre leonardo,
Gyps fulvus, en el pantano Elche. Fuente: www.pantanodeelche.es

El resto de su distribución abarca varias partes de África y Asia occidental, desde Turquía, Arabia y el Cáucaso hasta las estribaciones del Himalaya y el noroeste de la India.

El buitre negro americano, (Fig. 10), tiene una distribución principalmente en el sur de Estados Unidos, México, América Central y la mayor parte de América del Sur.

Es bien conocido en muchas especies de aves su carácter migratorio. Podemos ver durante los meses de agosto a noviembre

como halcones abejeros, águilas calzadas, golondrinas, garzas imperiales, entre otras. migran hacia sus cuarteles de invernada en el vecino continente africano.

Una de las especies que realizan esta migración es el buitre leonado, (Fig. 11), una especie carroñera que habita las cimas de gran parte de los sistemas montañosos de la península ibérica. Los ejemplares más jóvenes de esta especie empiezan a dispersarse desde el mes de octubre hasta finales de noviembre hacia el sur siguiendo una ruta migratoria



Figura 12. Buitre Leonardo. Fuente: www.heraldo.es

que los lleva hasta el Estrecho de Gibraltar, lugar donde se agolpan formando grupos de centenares de buitres esperando a que se forme una corriente térmica ascendente que les ayude a coger altura para cruzar el estrecho.

A lo largo de los años se ha observado que parte de la ruta migratoria de estas aves pasa por el Pantano de Elche regularmente. No solo se puede observar ejemplares en el Pantano de Elche, incluso en ciudades pueden ser observados y, algunos ejemplares caen exhaustos tras llevar días sin comer.

En Europa hay dos tipos de movimientos, uno que tiene lugar entre abril y septiembre, por el que se registran desplazamientos de buitres hacia el norte y noreste, y otro en otoño e invierno que incluye movimientos de buitres hacia el suroeste (Terrasse, 2006), llegando a cruzar el Estrecho (Bernis, 1983).

Recorren distancias diarias de 32 a 54 km dirigiéndose hacia el sur. Dos o tres semanas más tarde se reúnen en la zona del Estrecho de Gibraltar. En 1992 y en 1993 se contaron unos 4.000 buitres leonados, Fig. 12, que cruzaron a África; de ellos el 90% eran juveniles, estimándose que al menos el 30% de los juveniles españoles cruzan en otoño el Estrecho.



Figura 13. Cuando las aves se alimentan juntas alrededor de un cadáver, se les llama "velatorio". Es un mito que los buitres rodeen a los animales moribundos, esperando para alimentarse. Estos pájaros son voladores poderosos y se elevan mientras buscan comida, pero no pueden sentir cuando un animal está muriendo. Cuando localizan un cadáver por el olor, la vista o el sonido de otras aves alimentándose, se acercan rápidamente antes de que otros depredadores lo encuentren. Fuente: www.diariopb.com

En el año 2000 se contó el paso de 4,816 buitres leonados (Garrido et al., 2005). El 28 de octubre de 2015, en menos de una hora, cruzaron desde la Península Ibérica al Yebel Moussa unos 2,300 buitres leonados, totalizando al final del día unos 3,500 (El Khamlichi y Ramírez Román, 2015).

Durante la migración primaveral, durante el periodo del 1 mayo al 7 de julio de 2015 se registró el paso de 2,138 buitres leonados a la Península Ibérica desde el Yebel Musa, Marruecos (El Khamlichi, et al., 2015).

El Estrecho de Gibraltar dificulta la migración de los buitres leonados. El monitoreo continuo de ambos lados del Estrecho indica que tardan 18 a 25 min. en cruzar los 15 km que separan los continentes. Para tener éxito, deben iniciar el cruce desde una altitud de al menos 600 m y batir las alas constantemente (Griesinger, 1998). Intentan cruzar en grupos grandes (más o menos de 59 individuos), entre las 11 y las 14 h. No cruzan con fuertes vientos del sur o del este.

El papel de los buitres en el ecosistema

El buitre es un ave carroñera de rapiña que se caracteriza por su gran tamaño, cabeza sin plumaje y capacidad para reunirse en grandes grupos (Fig. 13).

Los buitres brindan un servicio para el ecosistema crucial para la sociedad humana, aseguran los expertos. Pese a los rumores y "mala reputación", los buitres juegan un rol muy importante para el medioambiente, aseguró José Tavares, jefe de la Fundación para la Conservación del Buitre.

"Desempeñan un papel crucial en los hábitats naturales, como carroñeros, limpian nuestro campo de animales muertos y cadáveres, ayudando así a mantener una cierta higiene", dijo a la Agencia Anadolu el Dr. José Tavares, jefe de la Fundación para la Conservación del Buitre.

El buitre es un ave carroñera de rapiña que se caracteriza por su gran tamaño, cabeza sin plumaje y capacidad para reunirse en grandes grupos.

Vulture Conservation Foundation, la organización líder en Europa en este campo organiza reuniones técnicas sobre los buitres y celebrarán la primera Conferencia de Buitres de Europa en Portugal, donde asistirán más de 200 expertos y científicos en octubre.

Bajo el marco del Día Internacional de Concientización sobre los Buitres, que se celebra anualmente el primer sábado de septiembre, el jefe de la fundación aseguró que los buitres son los "hombres de la basura de la naturaleza", porque comen animales muertos y limpian el medioambiente.

Aunque estas aves proporcionan un servicio importante en el ecosistema, a menudo son



Aunque los buitres se ven afectados negativamente por el cambio climático, aumentar el número de buitres africanos en Europa debido al calentamiento global puede verse como un resultado positivo.

víctimas de trampas y cercas eléctricas: "El uso de cebos venenosos para controlar la vida silvestre es ilegal en todo el mundo, pero es un método que desafortunadamente todavía se usa para resolver conflictos entre humanos y vida silvestre, y que mata a los buitres y a otros animales", aseguró el jefe, de la Fundación para la Conservación del Buitre.

Aunque los buitres se ven afectados negativamente por el cambio climático, aumentar el número de buitres africanos en Europa debido al calentamiento global puede verse como un resultado positivo, afirma Tavares, experto en ornitología: "Hay 23 especies de buitres en todo el mundo, tanto en Europa-África-Asia como en las Américas.

Los buitres en las Américas son de un tipo o familia diferente de los del viejo mundo. Los buitres americanos encuentran comida oliendo, mientras que los buitres de Europa y Asia usan la vista para encontrar su comida. Solo los buitres egipcios son una especie en peligro de extinción registrada en la lista roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN).

Los buitres evitan la propagación de epidemias

"Los buitres evitan la propagación de muchas epidemias. Evitan la propagación de estas enfermedades, Fig. 14, al comer animales que han muerto de enfermedades infecciosas", aseguró Ahmet Emin Kutukcu, experto en vida silvestre de la Fundación Mundial de la Vida Silvestre (WWF) de Turquía, a la Agencia Anadolu. Por ejemplo, debido a la

disminución de la población de buitres, la rabia ha aumentado en la India. "Dado que juegan un papel en la prevención de enfermedades infecciosas, también contribuyen a un tipo de economía al evitar la pérdida de dinero para el tratamiento de estas enfermedades", señaló, y por tal razón, los buitres son beneficiosos para los humanos, los animales y el medioambiente.

Alimentación del buitre

Los buitres se relacionan con la carroña y la rapiña, pues muy rara vez atacan animales vivos como corderos o terneros. También es común observarlos en tiraderos de basura y consumiendo excrementos. Se les identifica como oportunistas y agresivos cuando están en grupo, especialmente si están frente a un depredador solitario consumiendo a su presa.

Mantienen un orden jerárquico basado en el tamaño corporal y la fuerza del pico, por lo que los más grandes y fuertes se alimentan primero, dejando los restos para los más pequeños.

Hienas, perros salvajes africanos, chacales y coyotes, pueden compartir espacio con los buitres en un cadáver, siempre y cuando este sea lo suficientemente grande para alimentar a cada individuo. De lo contrario, los buitres generalmente esperan a que los carnívoros salvajes terminen de saciarse.

Su alimentación no es como la de los animales comunes. La carne en descomposición o llena de larvas, basura y desechos del cuerpo es algo que enfermaría mortalmente a otro tipo de fauna, pero el estómago e intestino de los buitres es extraordinariamente resistente. Su intestino es capaz de matar las bacterias que se desarrollan en los cadáveres.

Además, los ácidos que conforman su aparato digestivo presumen ser uno de los más fuertes del reino Animal. Así que su acidez, más las bacterias protectoras de su organismo, los defiende de cualquier amenaza microscópica.



▼ **Figura 14.** Los buitres indispensables para frenar epidemias en los ecosistemas. Fuente: www.wolkin.com

Reproducción

Los buitres del Nuevo Mundo no construyen nidos, sino que utilizan agujeros rocosos o cavidades de árboles para depositarlos. Colocan de uno a dos huevos.

En cambio, los del Viejo Mundo construyen nidos con palos sobre formaciones rocosas, a la altura de los árboles o en espacios hallados en acantilados. La mayoría de sus especies suele poner un solo huevo que demora casi 60 días en incubar.

La temporada de cría del buitre varía según la latitud. En el sur de los Estados Unidos, comienza en marzo, alcanza su punto máximo de abril a mayo y continúa en junio. En latitudes más al norte, la temporada comienza más tarde y se extiende hasta agosto. Los rituales de cortejo del buitre de Turquía involucran a varios individuos que se reúnen en un círculo, donde realizan movimientos de salto alrededor del perímetro del círculo con las alas parcialmente extendidas. En el aire, un pájaro sigue de cerca a otro mientras aletea y bucea.

Las hembras (Fig. 15), de especies más grandes por lo general ponen un solo huevo, mientras que las especies más pequeñas ponen de 2 a 3 huevos.

Importancia ecológica de los buitres

El buitre no cumple con la estética que incluye a los animales más agraciados o agradables. Si a esto le sumamos su naturaleza carroñera, obtenemos a un animal muy poco valorado. Pero lo cierto es que los buitres cumplen con



■ **Figura 15.** Buitre hembra: Los buitres no son sexualmente dimórficos, lo que significa que los machos y las hembras no muestran ninguna diferencia visible, a pesar de que sus órganos sexuales no son lo mismo. Se requiere una prueba de ADN para marcar la diferencia, que implica arrancar una de sus plumas o tomar una muestra de sangre. Fuente: <https://hablemosdeaves.com/buitre/>

una tarea ecológica muy importante, que es la de controlar los residuos biológicos por medio de la “limpieza” de todos los ecosistemas que recorren (Fig. 16), además de contar con una anatomía muy resistente y sumamente interesante.

Las características físicas de un buitre tienen una estrecha relación con su modo de vida. Deben ser resistentes al calor y a condiciones que otros animales no acostumbran. Por ello tienen una piel rugosa y resistente, picos sobresalientes y expresiones que denotan concentración. Los científicos los describen como animales que hacen muy bien su trabajo. Los buitres son los controladores de residuos biológicos por excelencia.

Estado de Conservación

Algunas especies se encuentran en peligro crítico de extinción, principalmente por la venta de su carne en África y el envenenamiento indirecto en la India.

Este envenenamiento proviene de la alimentación de animales utilizados para el ganado que son frecuentemente tratados con medicamentos antiinflamatorios como diclofenaco. Tal componente es tóxico para los buitres, quienes mueren envenenados. La situación no fue detectada a tiempo y grandes poblaciones de buitres sufrieron pérdidas alarmantes.

Pero los buitres no solo son envenenados accidentalmente. En África y Eurasia sufren envenenamientos intencionales, además de colisiones con aerogeneradores de parques eólicos.

Para 2016, 9 especies estaban en peligro crítico, 3 en peligro, 4 amenazadas y 6 con estatus de preocupación menor.

Los buitres también son blanco de cazadores furtivos, quienes venden sus órganos a practicantes de brujería. Las



■ **Figura 16.** Buitre, ave de rapiña. Fuente: www.pxfuel.com

grandes aves son famosas por su aguda visión y muchos creen que algunos órganos sirven para adivinar el futuro. Con todo, poco se sabe sobre ese comercio secreto e ilegal.

Los carroñeros también mueren al consumir cadáveres animales que dejan los cazadores furtivos. Estos individuos envenenan la carne para despistar a los representantes de la ley, quienes se guían por los buitres que vuelan en círculos para localizar posibles actividades ilegales.

Conclusión

La investigación realizada por los alumnos de quinto semestre, de un grupo de organismos que realizan una función específica en el ecosistema, es de gran importancia para los estudiantes debido a que tendrán un conocimiento más claro sobre los niveles tróficos existente en el ecosistema y diversidad biológica. 

Fuentes consultadas

- Bernis F. (1983) Migration of the common griffon vulture in the western Palearctic. Pp 185-196. En: Wilbur, R., Jackson, J. A. (Eds.). *Vulture biology and management*. University of California Press, Berkeley.
- Garrido, J. R., Camiña, A., Guinda, M. A., Egea, M., Mouati, M., Godino, A., Paz de la Rocha, J. L. (2005). Absence of the Eurasian Griffon (*Gyps fulvus*) in Northern Morocco. *Journal of Raptor Research*, 39 (1): 70-74.
- Griesinger, J. (1998). Juvenile dispersion and migration among Griffon Vultures *Gyps fulvus* in Spain. Pp. 613-621. En: Chancellor, R. D., Meyburg, B. U., Ferrero, J. J. (Eds.). *Holarctic Birds of Prey*. ADENEX- WWGBP. Mérida & Berlin. 680 pp
- El Khamlichi, R., Ramírez Román, J. (2015). Plus de 3500 Vautours fauves migrent au Jbel Moussa, record pour l'espèce au Maroc. *Go-South Bulletin*, 12: 107-108.
- Terrasse, M. (2006). The movements of griffon vulture in France and Europe. *Ornithos*, 13 (5): 273-299.

Cibergrafía

- <https://www.aa.com.tr/es/mundo/el-papel-clave-de-los-buitres-en-el-medio-ambiente/1575747>
- <https://www.aa.com.tr/es/mundo/encuentran-cerca-de-mil-buitres-muertos-en-guinea-bis%C3%A1u/1756478>
- https://www.nationalgeographic.com.es/naturaleza/buitres-aves-carrioneras-injusta-reputacion_10971
- <https://hablemosdeaves.com/buitre/>
- <https://www.google.com/amp/s/pantanodeelche.es/50-actualidad/750-migracion-de-buitres-leonados-en-el-pantano-de-elche/amp>
- <http://www.buitrepedia.com/buitres-del-viejo-mundo/>



Estambul, Turquía - Julio 17, 2019: *Turkish Cargo*, una división de la aerolínea nacional Turkish Airlines que se dedica a enviar cargas y correo, transportó un buitre leonado en peligro de extinción desde Turquía a Serbia. Fuente: Asesoría de prensa de Turkish Airlines, Agencia Anadolu.



Comparación del desarrollo vegetativo de lechuga *(Lactuca sativa L.)* producida mediante cultivo hidropónico y tierra con composta

Autores:

Diana Monroy Pulido
modiani23@yahoo.com.mx
CCH Plantel Naucalpan

▼Foto: www.pexels.com



Resumen

El cultivo de lechuga (*Lactuca sativa L.*) es de las hortalizas de mayor importancia por el valor de su producción y superficie cultivada, los principales productores en México son Guanajuato, Zacatecas, Puebla y Baja California. Actualmente, existen dos métodos para su cultivo: el tradicional y el hidropónico. El método tradicional se realiza al aire libre en donde se puede enriquecer el suelo con materia orgánica obtenida mediante composta o lombricomposta o mediante el uso de fertilizantes químicos. El método de cultivo hidropónico se realiza principalmente bajo invernadero, en donde se sustituye el suelo con solución nutritiva con elementos en forma de iones para que las plantas puedan asimilarlos. El presente trabajo realizó una comparación del desarrollo vegetativo obtenido del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa L.*) variedad *longifolia*, mediante cultivo hidropónico y tierra con composta en los invernaderos del CCH Naucalpan. Como respuesta se evaluó la biomasa fresca de la planta y la longitud obtenida en la cosecha. Con base en los resultados de ANOVA y Tukey se determinó que no existen diferencias significativas de biomasa fresca entre el cultivo hidropónico y de tierra con compost, por lo que se puede concluir que ambos cultivos son eficientes para el desarrollo vegetativo de lechuga para este estudio.

Palabras clave: *Lactuca sativa*, desarrollo vegetativo, métodos de cultivo.

Introducción

Actualmente, existe una creciente demanda por vegetales frescos, listos para su consumo (Monge, Chaves, & Arias, 2011), un ejemplo de ello es la lechuga (*Lactuca sativa L.*), es una planta herbácea propia de las zonas templadas. En el mundo existe una gran cantidad de variedades comerciales, las cuales obtienen su nombre por la forma de la hoja y su color.

En México destaca la producción de la lechuga Romana y Orejona, aunque también se produce la lechuga Baby Cherry y Escarola. Se produce en 20 estados de la República Mexicana, pero los principales productores son Guanajuato, Zacatecas, Puebla y Baja California (Atlas Agroalimentario 2012-2018).

El cultivo de lechuga es importante por el aporte de minerales y vitaminas, contiene 94% de agua, 1.3% de proteína, 0.2% de grasas y 3% de hidratos de carbono. Es fuente de calcio, hierro y vitamina A; ácido ascórbico (Vitamina C), tiamina (vitamina B1), riboflavina (vitamina B2) y niacina (Durán, 2005 en Guzmán, 2019). Con base en estudios etnobotánicos, el consumo de hojas frescas se usa para aliviar el estreñimiento, el insomnio, el nerviosismo, y la migraña (Ávila, et al., 2016).

Existen dos métodos de cultivo para la planta de lechuga: el tradicional con tierra enriquecida y el cultivo hidropónico. El cultivo tradicional utiliza suelos con alta cantidad de materia orgánica y con alta fertilidad, enriquecidos con compost o lombricomposta. El cultivo hidropónico es una técnica de producción sin la necesidad de utilizar el suelo, en la cual se abastece de agua y nutrientes a través de una solución nutritiva, aunque también se pueden utilizar sustratos inertes como tezontle o agrolita.

En este estudio de investigación se comparó el desarrollo vegetativo de lechuga



mediante el método de cultivo con tierra enriquecida con compost y un sistema hidropónico con tezontle, ambos cultivos bajo condiciones de invernadero.

El desarrollo vegetativo incluye el crecimiento y diferenciación celular de las plantas y se obtuvo mediante su longitud en cm y la biomasa fresca en gramos.

La pregunta de investigación fue conocer ¿qué método de cultivo hidropónico o tradicional con composta presenta mejor desarrollo vegetativo en la lechuga variedad *longifolia*?

Marco teórico

El cultivo de lechuga en México

La lechuga es una planta herbácea propia de las regiones semitempladas, existe una gran cantidad de variedades comerciales, las cuales adquieren su nombre según el tipo de hoja, su color y cogollo.



▼ Lechugas naciendo. Fuente: www.pexels.com

En México destaca la producción de la lechuga Romana y Orejona, aunque también se produce la lechuga Baby y Escarola. La producción nacional de lechuga se efectúa en 20 entidades del país que, con una tendencia creciente, generan más de 480,808 toneladas. Las cinco principales entidades productoras por volumen de producción en toneladas, son: Guanajuato con 141,783; Zacatecas 86,334; Puebla 69,410; Aguascalientes 51,328, y Baja California con 23,502 (Atlas Agroalimentario 2012-2018).

Entre las hortalizas que México vende al mercado externo, la lechuga se sitúa en el 7º lugar por volumen exportado, el cual en el 2017 alcanzó 199 mil 87 toneladas. Tradicionalmente, es Estados Unidos el país al cual se exporta el mayor volumen del vegetal de origen nacional: 195 mil 608 toneladas en el 2017. También se realizan ventas a otras 10 naciones (Atlas Agroalimentario 2012-2018).

En cuanto a la producción mensual nacional, existe disponibilidad todo el año, aunque se observa una mayor concentración en dos períodos: febrero-abril y julio-agosto.

Composición nutricional

La lechuga es una de las verduras más consumidas en todo el mundo, pero se ha subestimado su valor nutricional. Contiene 94% de agua, 1.3% de proteína, 0.2% de grasas y 3% de hidratos de carbono. Es fuente de calcio, hierro y vitamina A; ácido ascórbico (Vitamina C), tiamina (vitamina B1), riboflavina (vitamina B2) y niacina (Durán, 2005 en Guzmán, 2019).

La lechuga es baja en calorías, grasas y sodio; es una buena fuente de fibra, hierro, ácido fólico (vitamina B9) y vitamina C; y también es una buena fuente de otros compuestos bioactivos beneficiosos para la salud, por ejemplo, carotenoides y compuestos fenólicos. Sin embargo, el contenido de nutrientes y otros compuestos varía entre los tipos de lechuga. La lechuga crujiente o iceberg, es comparativamente baja en minerales, vitaminas y compuestos bioactivos. La lechuga pigmentada roja tiene mayor contenido de compuestos fenólicos que la lechuga verde.

La lechuga verde Baby es especialmente alta en vitamina C. También la lechuga Baby y la Romana tiernas pueden proporcionar una rica fuente de vitamina C con un contenido más alto que la lechuga Romana madura (Kim, Luna, Toub, Waterland, & Mou, 2016).

Con base en estudios etnobotánicos, el consumo de hojas frescas se usa para aliviar el estreñimiento, el insomnio, el nerviosismo, y la migraña (Scull, Miranda, & Infante, 1998). En la tabla 1, indica las características nutricionales promedio de distintos tipos de lechuga.

Tabla 1. Composición nutritiva de distintos tipos de lechugas (por 100g de parte comestible).

Compuesto	Cantidad
Energía	13 kcal
Proteínas	1 g
Grasa	0.2 g
Calcio	19 mg
Hierro	0.5 mg
Vitamina A	0.033 mg
Tiamina	0.05 mg
Riboflavina	0.03 mg
Niacina	0.02 mg
Folato	0.056 mg
Vitamina C	4 mg

Fuente: (FAO, 1995)

Características biológicas de la lechuga

La lechuga (*Lactuca sativa L.*) es una planta anual y pertenece a la Familia Compositae.

La duración del cultivo suele ser de 50-60 días para las variedades tempranas y de 70-80 días para las tardías, como término medio, desde la plantación hasta la recolección (Japón, 1977).

Posee una raíz primaria, que crece verticalmente en la tierra con ramificaciones laterales; la raíz primaria no sobrepasa los 35 cm de profundidad (Guzmán, 2019).

Las hojas están colocadas en roseta, desplegadas al principio; en unos casos siguen así durante todo su desarrollo (variedades romanas), y en otros se acogollan más tarde. El borde de los limbos puede ser liso, onulado o aserrado. El tallo es cilíndrico y ramificado. Las semillas están provistas de un vilano plumoso (Cámara de comercio de Bogotá. Manual la lechuga, 2015).

Requerimientos agroecológicos

La lechuga (*Lactuca sativa L.*) germina todo el año, primavera, verano, otoño e invierno. La temperatura óptima de germinación varía entre 18-20°C. Durante el crecimiento del cultivo la temperatura diaria debe oscilar entre 12-18°C y la nocturna entre 5-8°C. Los períodos de sequía así sean cortos, perjudican



▼ **Figura 1.** Germinación de semillas de lechuga en almácigo.

drásticamente a la planta. La humedad relativa, para el desarrollo del cultivo está en el rango del 60-80% (Juárez, 2014).

La lechuga gusta de climas húmedos y frescos. En primavera, otoño y en inviernos cálidos se puede dejar a pleno Sol, en verano se recomienda dejar a la sombra, ya que crecerá hacia arriba dando flores y semillas, y no follaje verde.

La lechuga es una planta que se adapta bien a todo tipo de suelos, excepto los que tengan problemas de encharcamiento, siendo los más idóneos los ricos en materia orgánica y de elevada fertilidad, ligeros y bien drenados. Es muy sensible a los excesos de humedad. Su poco desarrollado sistema radicular hace que soporte mal la sequía, disminuyendo el tamaño de la lechuga (Japón, 1977).

Metodología

El siguiente proyecto de investigación se realizó en tres cultivos: experimental 1 (hidropónico), experimental 2 (composta) y testigo (tierra con hoja) para comparar los resultados de su desarrollo vegetativo.



▼ **Figura 1.** Germinación de semillas de lechuga en almácigo.



▼ **Figura 2.** Trasplante de plántulas en bolsa de invernadero.

Germinación en almácigo

La germinación de semillas se realizó en almácigo, el sustrato se humedeció y en cada orificio se colocó una semilla. El almacigo se colocó en una tina con solución nutritiva y se mantuvieron las condiciones de humedad para favorecer la germinación de las semillas (Figura 1).

Trasplante

El trasplante se realizó a las cuatro semanas de estar en el almácigo, cuando las plántulas alcanzaron una altura de 10 a 15 cm y presentaron entre tres a cuatro hojas. Cada plántula se colocó en bolsas para invernadero (Figura 2).

Diseño experimental

El diseño experimental consistió en 30 repeticiones de cada tratamiento. Para ello, se utilizaron bolsas para invernadero negras. El grupo testigo consistió en colocar en cada bolsa tierra de hoja sin tratamiento, el cultivo tradicional se utilizó tierra con compost,



ambos se regaron con agua potable, el cultivo hidropónico utilizó como sustrato tezontle y se regó con solución nutritiva de Steiner, en los tres cultivos se utilizó el sistema de riego por goteo, se programaron tres riegos al día, con una duración de 2 minutos cada uno, lo que representa un total de 300 ml al día por planta. Una vez obtenido el crecimiento, se determinó y se comparó la biomasa del peso frescos de cada planta (Figura 3).

Desarrollo vegetativo y calidad nutricional

El desarrollo vegetativo se determinó mediante la biomasa fresca, para ello se pesó la planta fresca en gramos y se midió la longitud de la raíz hasta la hoja más alta en cm.

Resultados

La cosecha del cultivo de lechuga se realizó a los 65 días desde su plantación a la

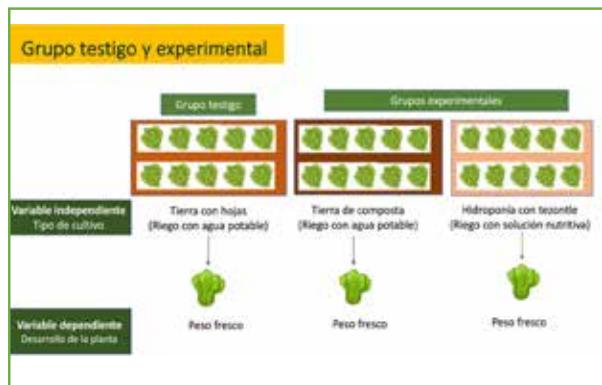


Figura 3. Diseño experimental.

recolección. Para ello, se sacó cada planta desde la raíz, se pesó mediante una balanza digital y se midió la longitud desde la raíz a la punta de la hoja más larga (Figura 4 a 7). Los datos se registraron en una tabla de Excel para su posterior análisis estadístico.

El análisis de los datos se realizó mediante el análisis descriptivo en donde se compararon las diferentes técnicas de cultivo, por lo que se obtuvieron datos cuantitativos del peso



Figura 4. Peso fresco de cultivo de lechuga



Figura 5. Longitud en cm del cultivo de lechuga.

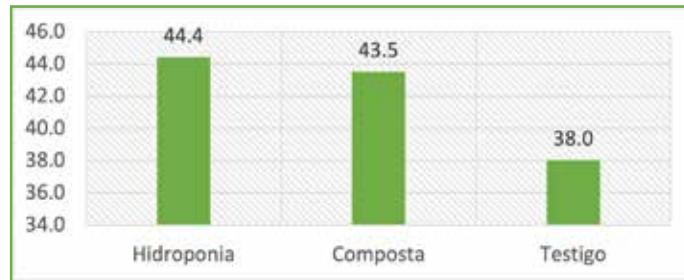


Figura 6. Cultivo de lechuga bajo invernadero.



Figura 7. Cosecha de lechuga.

fresco. Asimismo, se aplicó el análisis de varianza ANOVA de un factor y se determinó la prueba de *normalidad de Shapiro-Wilk*. Al detectar significancia se realizó la separación de medias mediante el test de Tukey. El análisis estadístico se efectuó empleando el software libre R (versión 4.0.3).

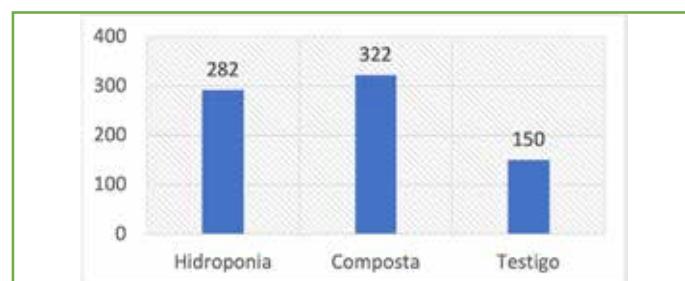


Promedio de biomasa fresca en g

Se obtuvieron los promedios de biomasa fresca y se observó que el cultivo con compost fue de 322 gramos, seguido del cultivo hidropónico con 282 gramos y el testigo con 150 gramos (Gráfica 1).

Promedio longitud de la planta en cm

Al obtener los promedios de la longitud en cm de cada planta para cada tratamiento, se observó que el cultivo hidropónico presentó 44.4 cm, seguido del cultivo con compost con 43.5 cm y el de tierra con hoja con 38 cm. Cabe señalar que los cultivos tanto hidropónicos y de compost presentaron una diferencia de 0.9 cm, lo que representa una diferencia poco significativa en cuanto a la longitud de las plantas obtenidas al final de los tratamientos en comparación con el testigo de tierra con hoja que presentó menor longitud con un promedio de 150 cm (Gráfica 2).



■ Gráfica 1. Promedio de biomasa fresca en gramos para cada cultivo.

■ Gráfica 2. Promedio de longitud en cm para cada cultivo.

Análisis de varianza (ANOVA)

El análisis de varianza se utilizó para determinar si existía alguna diferencia entre las medias de los diferentes grupos o tratamientos. Para ello, se evaluó la cantidad de biomasa fresca obtenida en diferentes tratamientos: el primero consistió en un cultivo hidropónico, el segundo tratamiento consistió en un cultivo con compost y el testigo con tierra de hoja.

Hipótesis estadística

$H_0 = m_A = m_B = m_C$ (la media de la biomasa en los tratamientos es igual)
 $H_a = m_A \leq m_B$ (al menos la media de la biomasa en un tratamiento es diferente)

Donde:

m_A = promedio de la biomasa fresca de las lechugas del cultivo hidropónico

m_B = promedio biomasa fresca de las lechugas del cultivo con compost

m_C =promedio biomasa fresca del cultivo testigo tierra con hojas

Nivel de confianza de 0.95, por lo tanto, un $\alpha=0.05$

Los resultados presentan un *valor de p* de 2.07^{-11} es menor a α de 0.05 ($p < 0.05$), la prueba es significativa, lo cual indica que las medias son diferentes, se acepta la hipótesis alternativa (H_a) que nos indica que al menos la media de la biomasa en uno de los tratamientos es diferente.

La comparación de cultivo testigo con composta, cultivo testigo con hidroponía presenta un resultado significativo, es decir, el valor de *p* para ambas es menor a 0.05 ($p < 0.05$), por lo que aceptamos la hipótesis alternativa H_a : las medias son diferentes.

Análisis de Varianza				
Origen de las variaciones	Grados de libertad	Suma de los cuadrados	Valor F	Valor p
Entre grupos	2	504028	33.2	2.07^{-11}
Dentro de los grupos	86	652872		
Total	88	1156900.247		

Prueba de Tukey

Para poder demostrar estadísticamente cuál media es diferente, se realizó la comparación de los resultados mediante la prueba de Tukey. Al realizar la prueba, esta nos mostró las diferencias de las medias, el intervalo, el valor más bajo, el valor más alto y los *valores de p* de cada uno de los contrastes.

Hipótesis estadística para Tukey

Comparaciones múltiples de medias

Nivel de confianza de 0.95, por lo tanto, $\alpha=0.05$

El valor de probabilidad (*p*) es mayor a nuestro nivel elegido (0.05), por lo que aceptamos la H_0 : las medias son iguales

El valor de probabilidad (*p*) es menor a nuestro nivel elegido (0.05), por lo que aceptamos la H_a : las medias son diferentes

Al comparar el cultivo hidropónico con el cultivo con composta presenta un resultado no significativo, es decir, el valor de *p* 0.3845 es mayor a 0.05 ($p > 0.05$), por lo que se acepta la hipótesis nula H_0 : las medias son iguales.

Análisis de resultados

Mediante el estadístico descriptivo se pudo determinar que el cultivo con composta presentó una biomasa fresca mayor con una diferencia de 40 g en promedio en comparación con el cultivo hidropónico, en cuanto a la longitud la diferencia fue mínima entre ambos cultivos, siendo ligeramente mayor el cultivo con hidroponía con una diferencia de 0.9 mm.

Tratamientos	Diferencias	Bajos	Altos	Valor p
Hidroponia-Composta	-30.0954	-84.20974	33.24.01893	0.3845
Tierra con hojas-Composta	-171.8667	-225.52045	-118.21289	0.0000
Tierra con hojas-Hidroponia	141.7713	-195.88560	-87.65693	0.0000



▼ Lechuga. Fuente: www.pexels.com

Con base en los resultados obtenidos del Análisis de varianza (ANOVA) se demostró que al menos la media de la biomasa fresca en uno de los tratamientos testigo, hidropónico y composta fueron diferentes.

En la prueba de Tukey, al comparar el cultivo hidropónico con el cultivo con composta, se observó que las medias de biomasa fresca obtenida no presentan diferencias significativas, ambos métodos de cultivo son eficientes para el desarrollo vegetativo de lechuga.

Conclusiones

En este estudio se concluye que ambos métodos de cultivo hidropónico y tradicional con composta son eficientes en cuanto a la obtención de biomasa fresca. En cuanto a la altura de la planta, el cultivo hidropónico fue ligeramente mayor en comparación con el tradicional con composta.

En estudios posteriores, se sugiere analizar el costo beneficio y determinar el valor nutricional para ambos tipos de cultivo.❶

Bibliografía

- Ávila, M., García, S., Sepúlveda, A., & Godínez, M. (2016). Plantas medicinales en dos poblados del municipio de San Martín de las pirámides, estado de México. *Polibotánica*, 42, 215-245.
- *Atlas Agroalimentario 2012-2018*. (2018). Obtenido de <https://bit.ly/3zoFGhP>
- Cámara de comercio de Bogotá. (2015). *Manual lechuga*. Programa de apoyo agrícola y agroindustrial vicepresidencia de fortalecimiento empresarial cámara de comercio de Bogotá. Obtenido de <https://bibliotecadigital.ccb.org.co/handle/11520/14316FAO>. (1995). Contenido de nutrientes en alimentos seleccionados. Obtenido de <https://www.fao.org/3/W0073S/w0073s1x.htm>
- Guzmán, E. (2019). *Acumulación de nitratos en hojas de lechuga (Lactuca sativa)*. México: Tesis de licenciatura en Biología. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza. UNAM.
- Japón, J. (1977). *La lechuga*. Madrid: Ministerio de agricultura.
- Juárez, H. (2014). *Cultivo hidropónico en mangas verticales de dos variedades de acelga y lechuga (Sativa L. var. trocadero) bajo cultivo orgánico*. México: Tesis de licenciatura en Biología. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza. UNAM.
- Kim, M., Luna, Y., Toub, J., Waterland, N., & Mou, B. (2016). Nutritional value, bioactive compounds, and health benefits of lettuce (*Lactuca sativa* L.). *Journal of Food Composition and Analysis*, 49, 19-34.
- Monge, C., Chaves, C., & Arias, M. (2011). Comparación de la calidad bacteriológica de la lechuga (*Lactuca sativa*) producida en Costa Rica mediante cultivo tradicional, orgánico o hidropónico. *Archivos latinoamericanos de nutrición*, 61(1), 69-72.
- Scull, R., Miranda, M., & Infante, R. (1998). Plantas medicinales de uso tradicional en Pinar del Río: Estudio etnobotánico. *Revista Cubana de Farmacia*, 32(1), 57-62.





Efectos antimicrobianos de la jamaica

Autora:

Frida Monserrat Hosanna Paredes Ruiz

frida.paredesruiz@cch.oriente.unam.mx

CCH Plantel Oriente

▼Foto: <https://nuestraraizmexico.com>



Resumen

La jamaica contiene propiedades antibacterianas que sirven como medio de sustitución para los desinfectantes comunes, los cuales se consumen excesivamente generando contaminación ambiental y problemas con la salud, principalmente. Por lo que se busca una vía alternativa, más efectiva y amigable con el ambiente, como los son los extractos de jamaica a diferentes concentraciones. En esta investigación se encontró que extractos al 50% actúan inhibiendo hasta un 80% el crecimiento de bacterias y hongos.

Palabras clave: *Hibiscus sabdariffa*, desinfectantes, antimicrobiano.

Introducción

En el siglo XIX cuando Louis Pasteur descubrió que la transmisión de infecciones y enfermedades se debía a la existencia de microorganismos y demostró que el agua de javel conocida mayormente como lejía, era el antiséptico más efectivo para erradicar los gérmenes transmisores de enfermedades; fue entonces cuando se generalizó el uso de desinfectantes. Los desinfectantes fueron usados por primera vez a gran escala en Inglaterra en 1897 para la desinfección de residuos tras una epidemia de fiebre tifoidea, empezando a utilizarse para desinfectar las manos de los médicos antes de una intervención quirúrgica (Rodríguez *et. al.* 2011).

Sin embargo, el uso masivo de desinfectantes empeoró la calidad del aire ya que la mayoría de estos productos liberan compuestos tóxicos, perjudiciales para la salud, provocando irritación en la piel, así como en otras zonas del cuerpo, desequilibrio hormonal, ataques de asma, un impacto al sistema inmunológico etc. (Chlorine Institute, 1997). Por lo que se han buscado alternativas de conservación para alimentos u objetos que necesiten de desinfectantes, como el uso de alta presión hidrostática, súper congelación, bio preservadores naturales y envases activos (Diomedi et al., 2017).

Actualmente, se sabe que la jamaica es una planta con propiedades antibacterianas que puede ser utilizada de diferentes formas para prevenir y tratar infecciones. Sin embargo, es importante tener en cuenta que su uso debe ser complementario a los tratamientos médicos convencionales y no debe sustituirlos.

La jamaica, también conocida como *Hibiscus sabdariffa* (*H. sabdariffa*), es una

planta originaria de África que se cultiva en diferentes partes del mundo, incluyendo América Latina. Además de ser utilizada en la gastronomía y la preparación de bebidas, la *H. sabdariffa* también ha sido objeto de estudios científicos que han demostrado sus propiedades antibacterianas (Cid-Ortega et al., 2012).

La propiedad antibacteriana de la jamaica se debe a la presencia de compuestos fenólicos, flavonoides y antocianinas en su composición. Estos compuestos son capaces de inhibir el crecimiento de diferentes tipos de bacterias, incluyendo algunas de las más comunes y peligrosas para la salud humana (Nahuatt et al., 2017).

Las bacterias normalmente se reproducen asexualmente permitiéndoles una reproducción acelerada teniendo como ventaja su capacidad de expansión en diferentes ambientes, siendo las bacterias capaces de colonizar y expandirse en la mayoría de los ambientes



Hibiscus sabdariffa es un hibisco de la familia de las malváceas, originario de África tropical, desde Egipto y Sudán hasta Senegal.

en el mundo en un tiempo muy acelerado (Romero *et. al*, 2014).

Es importante el control de los microorganismos y bacterias que están en nuestro entorno ya que pueden llegar a nuestro ambiente cercano a los alimentos. Por lo que es recomendable el uso de desinfectantes, pero igualmente pueden llegar a ser peligrosos en si se usan en exceso y tienen desventajas que no los vuelve la mejor ruta para desinfectar nuestros alimentos u objetos de uso cotidiano.

Gracias a esto se ha buscado nuevas formas económicas, eficaces y no dañinas que ayuden a protegernos de los microorganismos y bacterias de nuestro entorno como en este caso la jamaica. Este proyecto busca dar a conocer a *H. sabdariffa* como una alternativa natural, económica, y eficiente, al uso de desinfectantes que dañen el medio ambiente o a la salud de las personas, a través de la elaboración de un gel antibacterial a base de jamaica.

Metodología

Obtención del extracto de Jamaica

Se usaron las hojas de jamaica seca, las cuales se extendieron en una superficie plana, y se

dejaron a temperatura ambiente por 72 h, posteriormente se obtuvo una harina; utilizando un mortero y se tamizó por una malla del número 40 (420 micrones) se mantuvo en un recipiente cerrado; de vidrio color ámbar; hasta su uso. Para la obtención del extracto se utilizaron 1 g, 3 g y 5 g de harina de hojas de *H. sabdariffa* y se les adicionó 10 mL de agua destilada. Las muestras se llevaron a ebullición, se filtraron y nuevamente aforó con agua destilada a 10 mL (Reyes-Luengas *et. al*, 2015).

Medios de cultivo.

Se prepararon 2 medios de cultivo: uno de papa para hongos y agar nutritivo para bacterias. Se agregó 100 mL de agua destilada en un vaso de precipitado, se calentó en parrilla hasta ebullición. Posteriormente se agregaron 2.3 g del medio de cultivo, manteniendo en agitación hasta disolver y se retiró de la parrilla.

Inoculación

Se colocó 10 mL de extractos de jamaica en las cajas Petri. Posteriormente, se agregaron 10 mL de los medios de cultivo en 8 cajas Petri, por detrás de un mechero para un ambiente libre

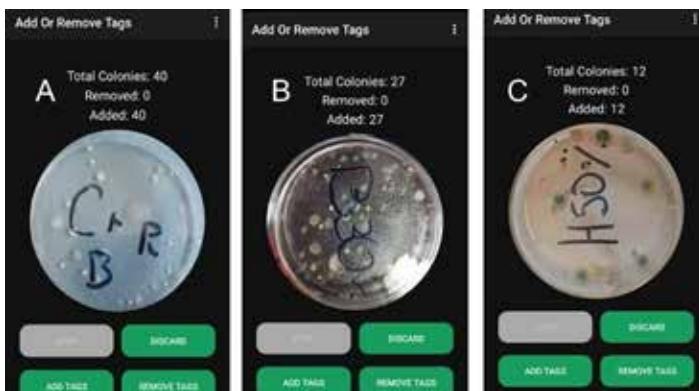


Figura 1. Conteo en placa de bacterias (A) Control positivo bacterias, (B) Bacterias y extracto Jamaica 30% y (C) Hongos y extracto de *H. sabdariffa* al 50%.

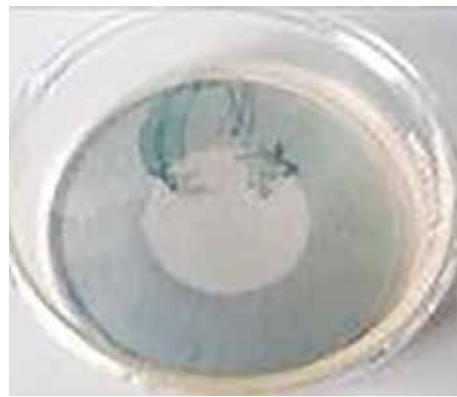


Figura 2. Control positivo (Lysol como desinfectante).



de bacterias y se homogeneizó. Como control positivo se utilizaron 10 mL de desinfectante comercial (*Lysol*); al ser el desinfectante comercial más usado y con una efectividad del 99.9 % (Torres *et. al*, 2019), como control negativo se adicionaron 10 mL de agua destilada. Para la inoculación, las cajas Petri se dejaron abiertas por 2 horas en el laboratorio LACE del SILADIN. Se dejó incubando por 72 horas a temperatura ambiente.

Elaboración de gel antibacterial

Se midieron 400 mL de extracto al 50% en un vaso de precipitados y se añadieron 1.2 g de carbopol, previamente tamizado y añadido poco a poco. Posteriormente se agregó 0.3 g de glicerina, hasta disolverse por completo y finalmente se agregó 0.3 mL de trietanolamina, agitando suavemente hasta obtener un gel.

Resultados

Para el conteo de bacterias se utilizó la aplicación *APD Colony Lite*. El propósito de usar el simulador fue para el conteo de colonias de bacterias y hongos. Este simulador es una aplicación de escritorio/celular que ayuda al conteo automático de colonias. En donde se pudo realizar el conteo de colonias de los controles (Fig. 1-A), bacterias (Fig. 1-B) y hongos (Fig. 1-C).

Tabla 1. Clasificación taxonómica de la jamaica (*Hibiscus sabdariffa L.*)

Reino	<i>Plantae</i>
Sub-reino	<i>Tracheobionta</i>
División	<i>Anthophyta</i>
Clase	<i>Magnoliopsida</i>
Orden	<i>Malvales</i>
Familia	<i>Malvaceae</i>
Género	<i>Hibiscus</i>
Especie	<i>Sabdariffa L.</i>

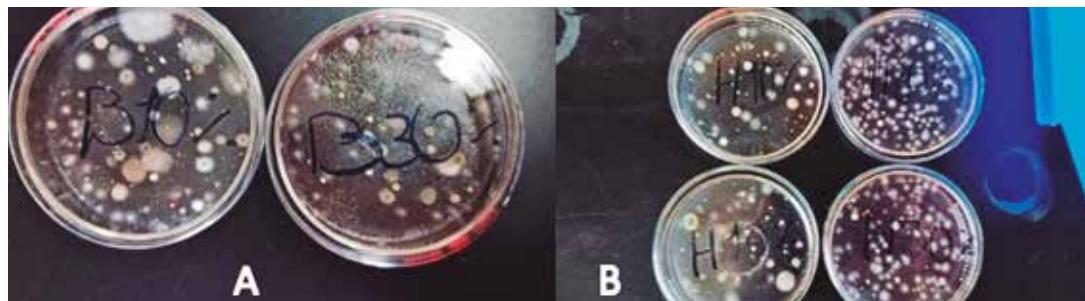
Adaptado por de Ortiz-Marquéz (2008), y Meza-Chavarría.

En el control positivo (*Lysol*) no hubo crecimiento de bacterias y hongos (Fig 2). En los medios de cultivo para bacterias (Fig 3-A) con el extracto de *H. sabdariffa* al 10% se presentó el crecimiento de una gran cantidad de bacterias, mientras que en el extracto al 30% igualmente siguieron creciendo bacterias; aunque la cantidad de UFC disminuyó. Del mismo modo se observó crecimiento de hongos (Fig 3-B), sin embargo, al aumentar la concentración del extracto del 10 % al 30%, el crecimiento disminuyó.

Debido a los resultados anteriores, se elaboró un extracto al 50%, en donde el crecimiento se redujo notablemente, hasta un 80% en bacterias y 83% en hongos, tal como se puede observar en las UFC (Tabla 1 y Tabla 2). Por lo que para la elaboración del gel antibacterial se utilizó el extracto de *H. sabdariffa* al 50% y se puso a prueba, tomando muestras de las manos una vez colocado el gel y dejando pasar 2 h (Figura 4).

Tabla 2. Evaluación de bacteria por su capacidad antagonónica en el biocontrol de *Hibiscus sabdariffa*.

	Número de UFC usando el extracto (72 horas)	Número de UFC usando el gel a base de <i>H. sabdariffa</i> (72 horas)
Control positivo (<i>Lysol</i>)	0	0
Control negativo (Sin tratamiento)	40	45
Extracto Jamaica 10%	33	-
Extracto Jamaica 30%	27	-
Extracto Jamaica 50%	8	10



▼ **Figura 3.** Cultivo de (A) Bacterias al 10 % y 30 % de extracto. B) Hongos al 10 y 30% de extracto de *Hibiscus sabdariffa*.

Análisis de resultados

Los componentes químicos contenidos en las flores de *H. sabdariffa* incluyen antocianinas, flavonoides y polifenoles (Tzu-Lilin et al., 2007). Los pétalos son potencialmente una buena fuente de agentes antioxidantes como antocianinas y ácido ascórbico (Prenesti et al., 2007). Los resultados del presente estudio demostraron claramente que extractos acuosos de *H. sabdariffa* L. contienen compuestos fenólicos que permiten la reducción de bacterias encontradas en el ambiente del laboratorio LACE, usando el gel antibacterial. Los resultados obtenidos concuerdan con Arango et. Al., ya que los extractos de jamaica



▼ **Figura 4.** Cultivo de Hongos al 50 % de extracto de *H. sabdariffa*.

tienen un alto porcentaje de efectividad antimicrobiana en alimentos, comparado con otras formulaciones químicas. (Arango et. al, 2023). Esto es debido a que las plantas son fuentes potenciales de antioxidantes

Tabla 3. Evaluación de hongos por su capacidad antagonista en el biocontrol de *Hibiscus sabdariffa*.

	Número de UFC usando el extracto (72 horas)	Número de UFC usando el gel a base de <i>H. sabdariffa</i> (72 horas)
Control positivo (Lysol)	0	2
Control negativo (Sin tratamiento)	73	80
Extracto Jamaica 10%	40	-
Extracto Jamaica 30%	33	-
Extracto Jamaica 50%	12	18

naturales y producen varios compuestos antioxidantes para contrarrestar las especies reactivas de oxígeno (ROS) para sobrevivir (Lu y Foo, 1995). Según Duh y Yen (1997), el extracto de jamaica es un donador de electrones y puede reaccionar con los radicales libres para convertirlos en productos más estables y terminar las reacciones de los radicales en cadena. Falade et al. (2005) indicó que el extracto de jamaica tiene un alto contenido de ácido ascórbico o ascorbato, que es un conocido antioxidante natural y excelente agente reductor.

Conclusiones

Los extractos de *Hibiscus sabdariffa*, al menos en extractos menores al 50%, no son viables como planta antibacteriana, ya que se sigue presentando el crecimiento de hongos y bacteria, sin embargo, ante extractos mayores al 50% su efectividad ante los hongos y bacterias incrementa enormemente (86%) volviendo una ruta viable como medio alternativo para los desinfectantes de uso común, confirmando que la jamaica sí es eficiente como planta antibacteriana y evitaría riesgos a la salud. 

Bibliografía

- Arango, O. M., Armenta, J. R. C., Gómez, H. R., Muñoz, E. M., & Fuentes, E. G. A.
- J. R. C. (2023). *Evaluación del nivel competitivo de un desinfectante de alimentos desarrollado a partir de cálices de flor de Jamaica*. 9(19), e2315- e2315.
- Chlorine Institute, INC. (1997) *The Chlorine Manual*. Washington, DC. http://www.archerinstruments.com/Chlorine_Manual.pdf.
- Cid-Ortega, S., & Guerrero-Beltrán, J. A. (2012). *Propiedades funcionales de la jamaica (Hibiscus sabdariffa L.)*. Temas selectos de ingeniería de alimentos, 6(2), 47-63.
- Diomedi, A., Chacón, E., Delpiano, L., Hervé, B., Jemenao, M. I., Medel, M., . . . Cifuentes, M. J. R. c. d. i. (2017). *Antisépticos y desinfectantes: apuntando al uso racional*. Recomendaciones del Comité Consultivo de Infecciones Asociadas a la Atención de Salud, Sociedad Chilena de Infectología. 34(2), 156-174.
- Duh, P. D., & Yen, G. C. (1997). *Antioxidative activity of three herbal water extracts*. Food chemistry, 60(4), 639-645.
- Falade, O. S., Aderogba, M. A., Kehinde, O., Akinpelu, B. A., Oyedapo, B. O., & Adewusi, S. R. (2009). Studies on the chemical constituents, antioxidants and membrane stability activities of *Hibiscus rosa sinensis*. *Niger J. Nat. Prod. Med*, 13, 58-64.
- Lu Y, Foo Y. Antioxidant activities of polyphenols from sage (*Salvia officinalis*). *Food Chem*. 2001;75:197-202.
- Nahuatt, G. L., Martínez, M. T. S., Ruiz, E. I. J., Morales, R. B., Carrillo, R. E. M., & Ceferino, J. G. J. A. A. y. P. (2017). *Propiedades antimicrobianas y antioxidantes de Jamaica*. 3(3), 61-69.
- Prenesti, E., Berto, S., Daniele, P. G., & Toso, S. (2007). Antioxidant power quantification of decoction and cold infusions of *Hibiscus sabdariffa* flowers. *Food Chemistry*, 100(2), 433-438.
- Reyes-Luengas, A., Salinas-Moreno, Y., Ovando-Cruz, M. E., Arteaga-Garibay, R. I., & Martínez-Peña, M. D. J. A. (2015). *Ánálisis de ácidos fenólicos y actividad antioxidante de extractos acuosos de variedades de jamaica (Hibiscus sabdariffa L.) con cálices de colores diversos*. 49(3), 277-290.
- Rodríguez, F. J. A., Barrios, C. E., O'Reilly, F. J. A., Torres, M. Á., & Martínez, M. V. C. (2011). *Asepsia y Antisepsia. Visión histórica desde un cuadro. Apuntes de Ciencia*, (2), 61-64.
- Romero, J. P., & Ibargüen Mondragón, E. (2014). *Sobre la resistencia bacteriana hacia antibióticos de acción bactericida y bacteriostática*. *Revista Integración*, 32(1), 101-116.
- Torres, A. R. L., Moya, J. V., & Buchelli, A. E. I. (2019). Efectividad de Lysol y Glutaraldehído al 2% en piezas de mano de alta velocidad después de ser sometidas a limpieza mecánica. *Revista Odontología*, 21(1), 34-43.
- Tzu-Lilin, L. H., Chen, C. C., Lin, M. C., Chou, M. C., & Wang, C. J. (2007). Hibiscus Sabdariffa extract reduces serum cholesterol in men and women. *Nutr. Res*, 27, 140-145.



Figura 5. Flor de Jamaica, *Hibiscus sabdariffa*.

Fuente: www.picturathis.com



Cambios en la conducta durante la gestación de los peces Goodeidos de cola roja (*Xenotoca eiseni*)

Autoras:

Claudia Olivera Tlahuel
claudia.oliveratlahuel@cch.unam.mx
CCH Plantel Sur

Alumna

Victoria Montserrat Rayón Rayón
▼ Foto: <https://nuestraraizmexico.com>



Resumen

La biología de la conducta o el estudio del comportamiento de las especies es elemental para comprender las interacciones intraespecíficas e interespecíficas de las poblaciones, de la misma manera nos permite analizar eventos reproductores como lo es la gestación. *Xenotoca eiseni* (Goodeido de cola roja) es una especie vivípara endémica de nuestro país, habita en los ríos y cuerpos de agua dulce del noroeste de México. Es una especie que se encuentra en grave peligro de extinción por lo que es de suma importancia conocer sus interacciones ecológicas y comportamiento entre las poblaciones. A pesar de ser una especie única en México poco se sabe acerca de su comportamiento durante su reproducción y no existe ningún estudio acerca de su comportamiento durante el embarazo. Por lo que el presente proyecto pretende esclarecer el comportamiento durante el embarazo de *X. eiseni*. Para lograr nuestro objetivo se realizó un experimento que consistió en separar a dos hembras (una preñada y otra gestante) de su cardumen en una pecera de experimentación con parámetros controlados, con el fin de observar sus conductas durante la gestación (3 semanas). Este experimento se repitió dos veces con registro de lunes a viernes de las conductas asignadas (apetito, ubicación y estrés) durante dos veces al día. Los resultados mostraron un cambio evidente en la conducta de las hembras embarazadas, es decir, cambios en el modo de alimentación (no subía a la superficie), letargo y aislamiento. Estos cambios no se mantuvieron después del embarazo, por lo que se indica que la gestación es un cambio radical y puede llegar a perjudicar las relaciones intraespecíficas de la especie.

Palabras clave: Conducta, viviparidad, Goodeidos y alevines

Introducción

El comportamiento animal desempeña un papel fundamental en la biología, ya que ayuda a comprender la ecología de las poblaciones y sus interacciones con otros organismos de la misma (intraespecíficas) o de diferente especie (interespecífica) a través de su conducta (Kapoor, 2008). Por ejemplo, entender el comportamiento reproductivo, cómo son los rituales de apareamiento de alguna especie y el cuidado parental permite diseñar estrategias efectivas del manejo y protección de las especies en su ecosistema (Ribes Iñesta, 2015).

Los peces de agua dulce son excelentes modelos para el estudio de la conducta ya que son de rápido crecimiento, fáciles de mantener y reproducir en el acuario. Además, a lo largo de la evolución los peces desarrollaron distintos modos de reproducción como son la viviparidad, la ovoviparidad y la oviparidad (Blackburn, 1999). Es decir, los peces pueden aparearse y poner huevos, este modo reproductor se le llama oviparidad. En contraste, otros grupos de peces desarrollaron la habilidad de llevar a su descendencia dentro de su tracto reproductor hasta el final de su desarrollo, a este modo reproducción se le llama viviparidad (Helmstetter et al., 2016). Otros se reproducen mediante un modo reproductor intermedio al ovíparo y el vivíparo, se llama ovovivíparo (Thibault y Schultz, 1978), estos grupos de peces ponen huevos, pero se establecen dentro del tracto reproductor de la hembra hasta que los embriones tienen un estadio de desarrollo avanzado, por lo que eclosionan dentro del tracto reproductor y salen de la hembra cuando están casi por completos desarrollados.

Particularmente, comprender el comportamiento de las especies durante la gestación es relevante en múltiples aspectos ya que nos ayuda a entender los cambios con respecto a la fisiología, la morfología,

las interacciones biológicas y biología del desarrollo. Las relaciones intraespecíficas son muy importantes por la naturaleza social de muchas de las especies de peces, es decir, la mayor parte de las especies de peces evolucionaron para tener una conducta para la formación de grupos sociales (Brännäs et al., 2001). Esta formación de grupos sociales y su organización puede proporcionar beneficios durante la gestación como protección contra depredadores y búsqueda de alimento conjunta. Sin embargo, también puede conducir a conflictos por recursos limitados, territorio y jerarquía social. Por ejemplo, en entornos con recursos escasos, los peces pueden mostrar un comportamiento agresivo para defender su territorio o acceder a fuentes de alimento como lo es el canibalismo de alevines (Manica, 2002).

En algunas especies de peces dulceacuícolas se ha descrito el comportamiento durante la gestación. En la familia Poeciliidae, algunas observaciones han sido respecto al acoso de los machos hacia las hembras embarazadas (Greven, 2005), restricción en la comida (Hagmayer et al., 2022) y al estrés por depredación (McGhee et al., 2021). Todos estos estudios llegaron a la conclusión que podría afectar al desarrollo de los embriones y reducir la tasa de natalidad de las crías de las hembras embarazadas.

En la presente investigación trabajamos con *Xenotoca eiseni*, que es una especie vivípara endémica de nuestro país y habita en los cuerpos de agua dulce del centro y noroeste de México (Dominguez-Dominguez et al., 2016). Es una especie en peligro de extinción y difícil de encontrar en su hábitat natural debido a la destrucción de los ríos por la acción humana, introducción de especies y cambio climático. A pesar de ser una especie endémica, pocos son los estudios realizados con esta especie y algunos de los estudios destacados tienen que ver solamente con su reproducción (De la

Vega-Salazar, 2006; Guerrero-Estévez y Moreno-Mendoza, 2012). Desafortunadamente nada se sabe acerca de su comportamiento y más aún al ser una especie vivípara no se sabe cómo es su comportamiento durante su embarazo. Por lo que el presente proyecto pretende esclarecer el comportamiento durante la gestación en *X. eiseni*; en este caso, la biología de la conducta es ideal para describir el comportamiento durante la gestación y su posible entendimiento de las relaciones intraespecíficas este evento reproductivo.

Objetivo

Conocer el comportamiento durante el embarazo de *Xenotoca eiseni*

Hipótesis

Las hembras embarazadas serán menos activas que las hembras que no están embarazadas, debido a la carga de embriones dentro de su aparato reproductor. Además, se espera que las hembras gestantes se alimenten igual o más que las hembras no gestantes. Por último, se espera que al final de la gestación las hembras gestantes tengan movimientos circulares estresantes debido a las implicaciones del parto.

Desarrollo

Modelo de estudio y hábitat del acuario

Se utilizó como modelo de estudio el goodeido de cola roja *Xenotoca eiseni*, debido a que es una especie vivípara con un corto periodo de gestación (6 semanas). Esta especie tiene dimorfismo sexual, es decir los machos tienen su característica cola roja (aleta caudal), con colores más brillantes en el cuerpo (azul y naranja) y las hembras no tienen la cola roja pero son más grandes que los machos con manchas negras en la línea media del cuerpo

(Fig. 1). Es una especie endémica de los ríos del centro y noroeste de México, se encuentra en peligro crítico de extinción por la lista roja de especies amenazadas de la unión internacional (Dominguez-Dominguez et al, 2016; IUCN Red list 2018). Los peces de estudio se tomaron de una colonia (3 hembras y 4 machos) que fue donada al Acuario del CCH Sur por el Instituto de Ecología a través del laboratorio de Biología de la Conducta. Se mantuvieron en condiciones de fotoperiodo de 12 horas de luz y 12 horas de oscuridad, se alimentó a los peces tres veces al día con hojuelas comerciales (Lomas Hojuelas Básicas; proteína 46%, grasas 11%, fibra 3%, humedad 6%, fósforo 1% y ácido ascórbico 446 mg/kg). Durante el invierno se utilizó un calentador para estabilizar la temperatura entre 22-23° C ya que la temperatura en el acuario baja drásticamente durante la noche y los peces pueden enfermarse.



▼ **Figura 1.** Fotografía de una pareja de *Xenotoca eiseni*. El pez de arriba es la hembra y el pez de abajo es el macho con su característica cola roja (aleta caudal).

Fase de reproducción

En esta etapa se necesitó que las hembras quedaran embarazadas por lo que colocamos un macho y dos hembras en una pecera de 20 L (las hembras más grandes y al macho con más coloración de la población). En

este entorno, se tomó especial cuidado en proporcionar las condiciones adecuadas de alimento, temperatura, musgo y bomba de aire para lograr con éxito el apareamiento de los individuos. Adicionalmente, se cubrió el frente de la pecera con papel negro para crear un ambiente más privado y reducir el estrés en los peces. Estas condiciones se mantuvieron durante un periodo de aproximadamente 7 días. Posteriormente los peces fueron colocados en la pecera de origen y se esperó por tres semanas, ya que el embarazo de *Xenotoca eiseni* solo puede ser reconocido en una etapa de gestación intermedia. Esta fase de reproducción se llevó a cabo dos veces, la primera fue en agosto del 2023 y la segunda en noviembre del 2023.

Fase de observación del comportamiento: pecera de experimentación

Para la fase de observación del comportamiento de la gestación se seleccionó la hembra preñada (3 semanas de gestación) de la fase reproducción y otra hembra no embarazada (de la pecera de origen), este procedimiento se realizó con una repetición (la primera fue a finales de agosto y la segunda a finales de noviembre). Las hembras se trasladaron a una pecera de experimentación (40 L) instalada en el Acuario CCH Sur, aislada de la población que contenía hembras y machos en la pecera de origen, para evitar cualquier interferencia no deseada en el proceso de gestación y cuidado de las crías. En la pecera de experimentación se instaló un calentador de agua (Lomas Thermojet sumergible de 25 watts) para mantener una temperatura constante de 22-23°C, lo que es esencial para el desarrollo saludable de los alevines. Además, se incorporó un alimentador automático (HomeChi) para garantizar que los peces reciban la alimentación adecuada en intervalos regulares (8:00, 12:00 y 16:00 hrs.). Posteriormente, se acondicionó el agua

de la pecera agregando 8 gotas de BIOCARE (Bioma) por 20L, oxígeno con una bomba (Dolphinn Z80 150) y filtro (Boyu SF-102). Finalmente, se incluyó musgo y una roca en la pecera para tener un entorno más natural (no se utilizó sustrato) y un espacio donde los alevines se pudieran esconder, lo que ayuda a reducir el estrés en los peces y promover su bienestar (Fig. 2).



▼Figura 2. Fotografía de la pecera de experimentación y sus componentes, instalada en el Acuario CCH Sur. La flecha verde indica la pecera de 40 L, la flecha azul indica el alimentador automático, la flecha naranja indica la bomba de oxígeno y la flecha roja indica el filtro.

El registro del comportamiento de los peces se llevó a cabo en dos momentos específicos del día a las 8:00 y a las 16:00 hrs., de lunes a viernes. Durante las sesiones de observación, se prestó especial atención a cualquier cambio en el comportamiento de los peces, ya que esto podría indicar posibles problemas de salud o estrés. Además, se buscaba identificar patrones diarios en su actividad, lo que permitió entender mejor sus necesidades y preferencias. En cada sesión de observación se registró en cada hembra las siguientes características: el apetito (comían inmediatamente o no comían), ubicación del lugar de la hembra en la pecera (cerca de la roca, cerca del calentador o en movimiento en la pecera), y estrés a través del

tipo de movimiento estresante (movimiento circular o agitación de la cabeza) y movimiento relajado (no muestra ningún movimiento anormal).

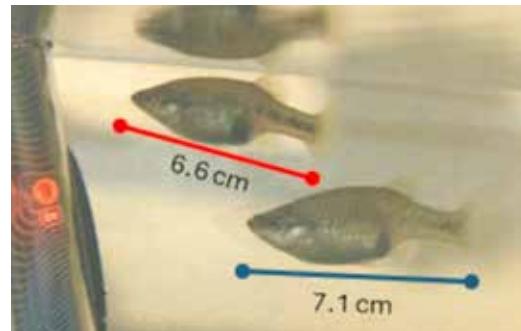
Mantenimiento de la pecera en experimento

Una tarea crucial fue el mantenimiento de la pecera durante la experimentación, para que los peces se encontraran saludables durante todo el periodo del estudio. En la etapa de reproducción y observación del comportamiento se llevó a cabo una limpieza semanal. En este proceso, se eliminaba cerca de un tercio del agua presente en la pecera con un sifón para acuarios (marca Lomas), eliminando la materia orgánica acumulada en el fondo de la pecera. Además, se retiraba los restos de algas que se acumulaban en las paredes y la superficie del acuario, al final se añadían 10 gotas de acondicionador de agua (BIOCARE; ácido poliamino carbónico, tiamina, coloidales protectores, tiosulfato de sodio) y 5 gotas de azul de metileno. A partir del nacimiento de los alevines se realizó el mantenimiento cada dos semanas y con mayor precaución por el tamaño tan pequeño de los alevines.

Resultados

Fase de reproducción

Se logró reproducir con éxito al menos una hembra en cada repetición de la fase de reproducción, por lo que, después de tres semanas se observó la parte ventral (junto a la zona de la aleta anal) abultada de la hembra preñada (Fig. 3). Las hembras embarazadas siguieron a la fase de observación del comportamiento durante el embarazo.



▼Figura 3. Hembras seleccionadas en el experimento de observación del comportamiento durante el embarazo de *Xenotoca eiseni*. La línea roja indica el largo de la hembra no embarazada y la línea azul indica el largo de la hembra embarazada.



▼Foto: Mexclapique Cola Roja, *Xenotoca eiseni*. Iván Montes de Oca/CONABIO 2

El comportamiento durante el embarazo

El comportamiento individual de las hembras se pudo registrar debido a que siempre una hembra fue más grande que la otra, las hembras grandes siempre eran las que estaban embarazadas (Fig. 3). Se logró observar diferencias notables en las conductas de apetito y ubicación de las hembras embarazadas y las que no estaban embarazadas (Fig. 4).

Los resultados mostraron que el comportamiento del apetito era diferente entre las hembras gestantes y no gestantes. Lo primero que se notó en las observaciones fue que las hembras gestantes esperaban a

que la comida les cayera en el lugar donde se encontraban y las hembras no embarazadas nadaban rápidamente cerca de la superficie y comían. Por lo que en varias ocasiones la hembra embarazada no comía; 9 veces en la segunda semana y 12 veces en la tercera semana, esta tendencia aumentó conforme aumentaba la gestación (Fig. 4 panel A).

Con respecto a las observaciones de ubicación de los peces en la pecera, las hembras embarazadas presentaron un comportamiento reservado, debido a que siempre se encontraban cerca a la roca o del calentador del agua (Fig. 4 panel B y Fig. 5) y de acuerdo con nuestras observaciones fuera del tiempo establecido, se movían poco ya que su actividad se limitaba a movimientos cortos en un tercio de la pecera. En contraste, las hembras no gestantes se mostraban activas y dinámicas en comparación con la hembra gestante (columnas verdes de la Fig. 4 panel B), ya que se le veía la mayor parte de tiempo recorriendo la pecera a gran velocidad.

Por último, los resultados mostraron que el nivel de estrés variaba levemente entre las hembras embarazadas y las no embarazadas (Fig. 4 panel C). Las hembras gestantes mostraban con mayor frecuencia estrés en la primera semana (11 veces con movimientos estresantes) y disminuyó drásticamente en la tercera semana (2 veces con movimientos estresantes; Fig. 4 panel C). Las hembras no gestantes mostraron casi siempre un movimiento relajado y constante (más de 15 veces con movimientos relajados; Fig. 4 panel C).

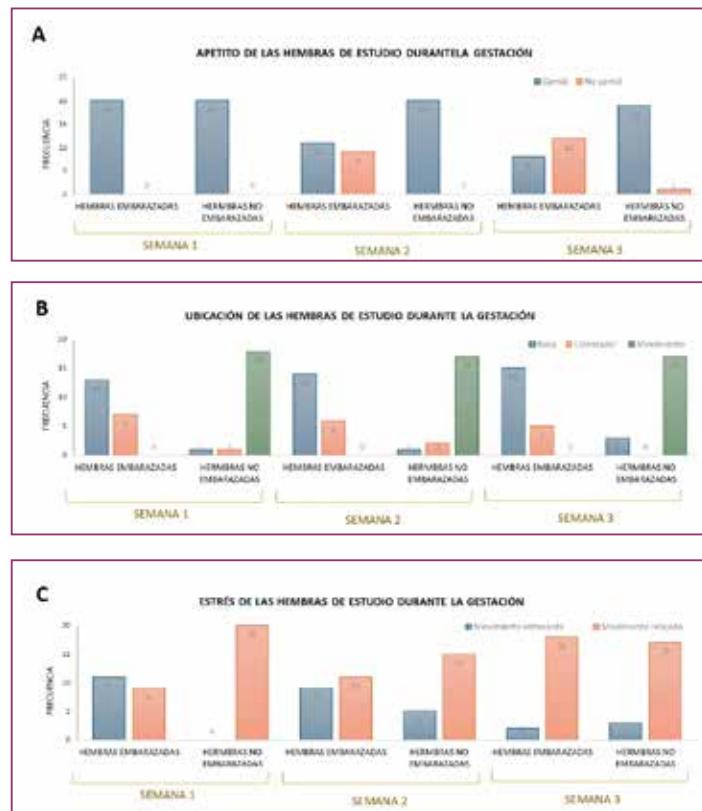


Figura 4. Gráficas obtenidas de los datos de las observaciones semanales de las hembras embarazadas (3 últimas semanas de gestación) y no embarazadas de *Xenotoca eiseni*. A) Apetito B) Ubicación en la pecera y C) Estrés.

Discusión

Durante el comportamiento en el embarazo, se pudo observar que de acuerdo con nuestra hipótesis las hembras embarazadas en ambas repeticiones tenían letargo y poca movilidad ya que preferían estar en la roca o cerca del calentador. A diferencia de las hembras que no estaban embarazadas que mantenían una conducta activa en las observaciones. Este comportamiento es debido a que, el movimiento del nado es altamente costoso cuando la hembra se encuentra embarazada, ya que cambia la forma de su cuerpo a una forma menos hidrodinámica y nadar no le es fácil (Quicazan-Rubio et al., 2019). Aunado a un entorno en cautiverio, la hembra embarazada podía estar cómodamente en aislamiento en la roca o en el calentador porque no había una densidad poblacional alta y no existía competencia por la comida ya que era proporcionada constantemente a lo largo del día.

El cambio de apetito de las hembras preñadas fue evidente, ya que había una tendencia a no comer y aumentaba con la gestación, este suceso fue inesperado porque fue contrario a lo que se esperaba en nuestra hipótesis debido al mayor gasto energético que causa el embarazo. Sin embargo, estudios de la familia Goodeidae



■ **Figura 5.** Ubicación en la roca de una hembra embarazada de *Xenotoca eiseni*.

muestran que los embriones tienen una estructura que se denomina vitelo que es una bolsa donde se acumulan lípidos y proteínas necesarias para su desarrollo que utiliza durante la gestación, por lo que la hembra no gasta mucha energía en la gestación de sus embriones mientras se encuentra embarazada (Uribe et al., 2020). En observaciones adicionales, el apetito y la movilidad de las hembras embarazadas mejoraron notablemente después de 1 semana postparto y en dos semanas volvieron a la normalidad.

Con respecto a la conducta del movimiento estresante, se percibieron algunos signos de estrés en la primera semana de observación en las hembras gestantes, puede ser debido a que las hembras embarazadas se estaban acoplando a la pecera de experimentación. Por otro lado, las hembras no embarazadas no mostraron estos signos de estrés prácticamente en ningún momento. No obstante, estudios son necesarios para conocer más acerca de la forma de expresión del estrés en esta especie, ya que tiene una conducta social de cardumen y el aislamiento que las hembras mostraron durante el embarazo puede perjudicar las relaciones intraespecíficas de la especie.

En el ámbito de la investigación actual, no existe evidencia del comportamiento asociado al proceso de gestación de *Xenotoca eiseni* antes de este estudio, por lo que la presente investigación es fundamental para el inicio de futuras investigaciones asociado a este evento reproductivo. Debido a la escasez de los ejemplares solo se pudo realizar 2 repeticiones con hembras preñadas, por lo que nuevos proyectos analizando una mayor cantidad de ejemplares son necesarios para fortalecer los resultados. Algunos otros temas que se pueden seguir desarrollando son las relaciones intraespecíficas de dos o más hembras embarazadas y más aún, indagar acerca de cómo es la relación con los alevines después de su gestación. Entender la conducta

detallada de las poblaciones de especies acuáticas representa un desafío, pero este proyecto da pistas sobre su comportamiento y es ilustrativo como un ejemplo de aprendizaje por proyectos para el alumnado del CCH.

Conclusiones

De acuerdo con nuestra hipótesis, las hembras embarazadas mostraron una conducta pasiva y con poco movimiento en comparación con las hembras no gestantes.

Contrario a lo que se esperaba, las hembras embarazadas no tenían un mayor apetito en comparación con las hembras no embarazadas.

Las hembras embarazadas mostraron movimientos estresantes en la primera semana

de observación y las hembras no embarazadas no reportaron casi ningún movimiento estresante asociado.

Esta investigación es la base de futuros proyectos en el área de la biología de la conducta durante la gestación en *Xenotoca eiseni*.

Agradecimientos

Al instituto de Ecología y en especial al Dr. Constantino Macías García y al Biol. Edgar Luna Ávila por la donación de los ejemplares para este estudio al Acuario CCH SUR. Al equipo del Acuario CCH Sur ubicado en el SILADIN SUR por apoyar en el mantenimiento de las peceras en estudio. Al SILADIN SUR por las facilidades en la logística de este proyecto y uso de sus instalaciones. 

Fuentes de información

- Blackburn, D. G. (1999). *Viviparity and oviparity: evolution and reproductive strategies*. Encyclopedia of reproduction, 4, 994-1003.
- Brännäs, E., Alanärä, A., y Magnhagen, C. (2001). *The social behaviour of fish. Social behaviour in farm animals*, 275-304.
- De la Vega-Salazar, M. Y. (2006). Conservation status of Goodeidae family fishes (Cyprinodontiformes) from the Mexican Central Plateau. *Revista de biología tropical*, 54, 163-177.
- Dominguez-Dominguez, O., Bernal-Zuñiga, D. M., y Piller, K. R. (2016). Two new species of the genus *Xenotoca* Hubbs and Turner, 1939 (Teleostei, Goodeidae) from central-western Mexico. *Zootaxa*, 4189, 81-98.
- Greven, H. (2005). *Structural and behavioral traits associated with sperm transfer in Poeciliinae. Viviparous fishes*, 145-163.
- Guerrero-Estévez, S., y Moreno-Mendoza, N. (2012). Gonadal morphogenesis and sex differentiation in the viviparous fish *Chapalichthys encaustus* (Teleostei, Cyprinodontiformes, Goodeidae). *Journal of fish biology*, 80, 572-594.
- Hagemayer, A., Lankheet, M. J., Bijsterbosch, J., Van Leeuwen, J. L., y Pollux, B. J. (2022). Maternal food restriction during pregnancy affects offspring development and swimming performance in a placental live-bearing fish. *Journal of Experimental Biology*, 225, jeb242850.
- Helmstetter, A. J., Papadopoulos, A. S., Igea, J., Van Dooren, T. J., Leroi, A. M., y Savolainen, V. (2016). Viviparity stimulates diversification in an order of fish. *Nature communications*, 7, 11271.
- Kapoor, B. G. (2008). *Fish behaviour* (pp. 646-pp). C. Magnhagen, V. Braithwaite, & E. Forsgren (Eds.). Enfield, NH: Science Publishers.
- Manica, A. (2002). Filial cannibalism in teleost fish. *Biological Reviews*, 77, 261e277.
- McGhee, K. E., Barbosa, A. J., Bissell, K., Darby, N. A., y Foshee, S. (2021). *Maternal stress during pregnancy affects activity, exploration and potential dispersal of daughters in an invasive fish*. *Animal Behaviour*, 171, 41-50.
- Quicazan-Rubio, E. M., Van Leeuwen, J. L., Van Manen, K., Fleuren, M., Pollux, B. J., y Stamhuis, E. J. (2019). Coasting in live-bearing fish: the drag penalty of being pregnant. *Journal of the Royal Society Interface*, 16, 20180714.
- Ribes Iñesta, E. (2011). ¿Por qué es necesario estudiar el comportamiento animal?. *Suma psicológica*, 18, 9-15.
- Thibault, R. E., y Schultz, R. J. (1978). *Reproductive adaptations among viviparous fishes (Cyprinodontiformes: Poeciliidae)*. *Evolution*, 320-333.
- Uribe, M. C., De la Rosa-Cruz, G., García-Alarcón, A., & Campuzano Caballero, J. C. (2020). The Essential, Complex and Multiple Functions of the Ovary of the Viviparous Teleosts *Xenotoca eiseni* (Goodeidae) during Non-Gestation and Gestation Stages. *EC Veterinary Science*, 5, 31-38.

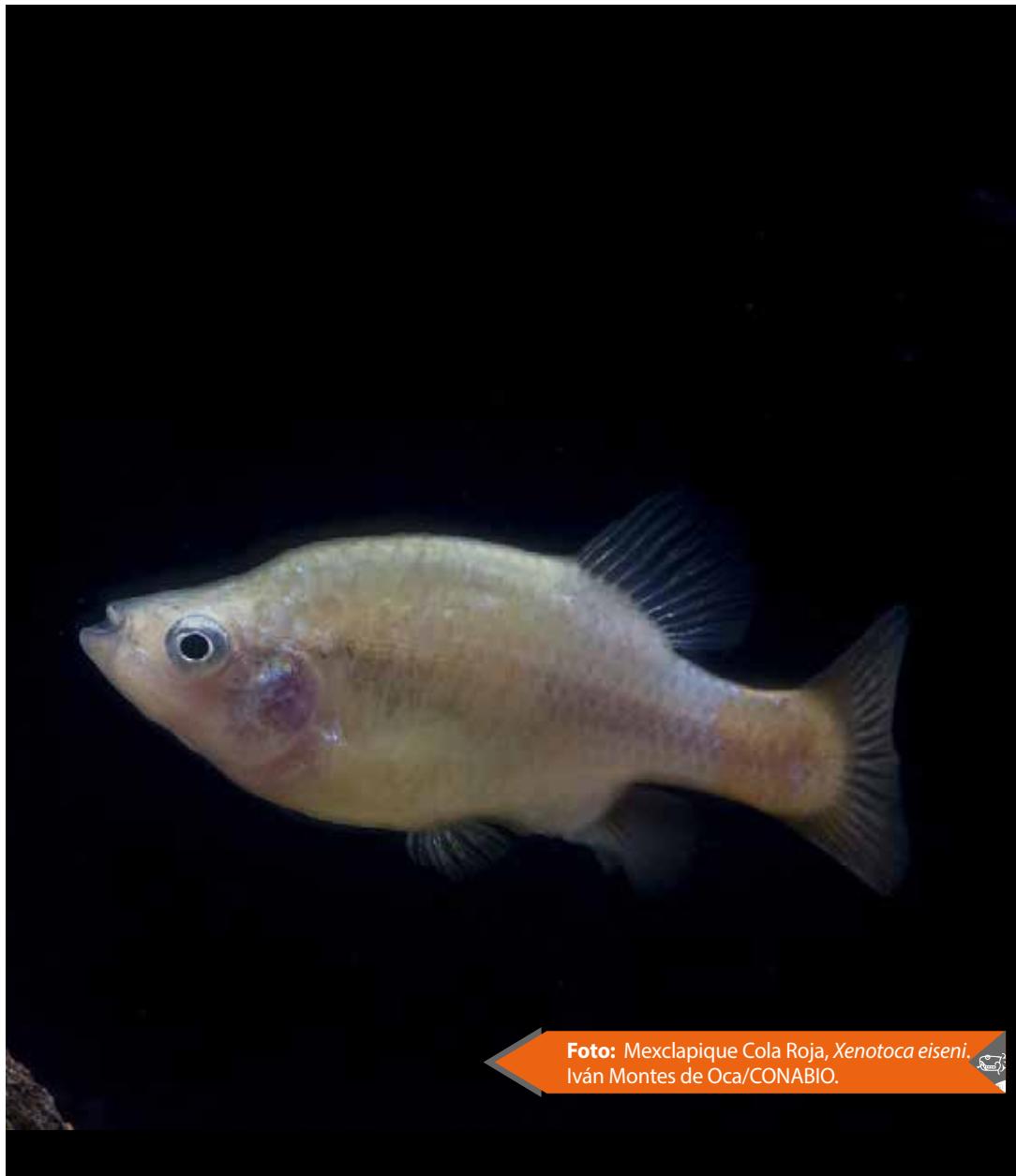


Foto: Mexclapique Cola Roja, *Xenotoca eiseni*.
Iván Montes de Oca/CONABIO.



Abono orgánico con las excretas

de la mariposa, *Leptophobia
aripa* producidas en cautiverio

Autores:

Crespo Ortiz Carlos Miguel
carlosmiguel.crespo@cch.unam.mx

Rosales Peña Mariela
mariela.rosales@cch.unam.mx
CCH Plantel Vallejo

Miranda Sofia Contreras Cruz

Hares Luis Gutiérrez Mondragón

Resumen

Es frecuente el uso de abonos químicos en los jardines o en la industria agrónoma con el fin de acelerar el desarrollo de las plantas, sin embargo, es muy poco usual el uso, desarrollo e innovación de nuevos abonos para su aprovechamiento en estas áreas de manera natural o menos agresivos con los organismos que se pueden encontrar en estas plantas, un ejemplo de ellos son las orugas de las mariposas, ya que principalmente en esta fase de su ciclo de vida dependen de las plantas hospederas que se encuentran en el jardín.

Con la finalidad de ampliar el conocimiento acerca de abonos orgánicos se llevó a cabo la crianza en cautiverio de la mariposa *Leptophobia aripa* con materiales presentes en nuestra institución, como son el jardín de polinizadores y laboratorio. Para conocer su ciclo de vida, sobrevivencia en cautiverio y recolectar las excretas de esta especie, con el fin de identificar si cuenta con la presencia de iones de nitrato necesarios para ser utilizado como abono orgánico.

Palabras clave: Mariposa, *Leptophobia aripa*, crianza en cautiverio, excretas, abono orgánico.

Introducción

De acuerdo con la SEMARNAT (2022), los jardines de polinizadores son espacios naturales para la supervivencia y refugio de plantas y animales como abejas, colibríes, mariposas, entre otros. Tales organismos se alimentan de los recursos que ofrecen las plantas con flor como néctar, polen, partes florales, resinas, ceras y demás, dando paso a la polinización de estas, que es un proceso clave para el mantenimiento de la viabilidad y diversidad genética de plantas y flores.

En nuestro país cerca del 88% de las 145 especies cuyo fruto o semilla cultivamos y comemos como el chile, mango, calabaza, frijol o jitomate, dependen de los polinizadores para su producción. (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, 2023).

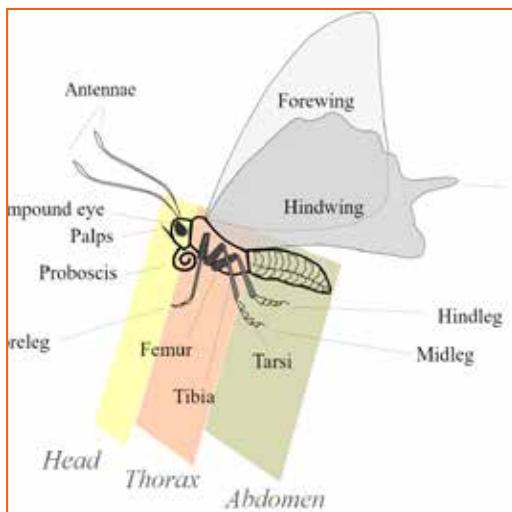
Es importante mencionar según el tipo de polinizador que deseemos atraer serán las plantas que tengamos que tomar en cuenta. Debemos priorizar el uso de plantas nativas, ya que éstas han evolucionado en cierta región y tienen relaciones evolutivas con su ambiente, suelo, lluvias y temperaturas, al igual que con sus competidores, depredadores, polinizadores y dispersores (CONABIO, 2022). Las mariposas se ven atraídas por los colores rojo, naranja y tonalidades entre moradas, olores ligeros, frescos, suaves y dulces, así como formas tubulares estrechas, con espacio grande para aterrizar (SEMANART, 2022).

Al inicio se mencionan los jardines de polinizadores debido a que en nuestra institución se cuenta con un espacio destinado para estos organismos el cual tiene por nombre Patlani que en náhuatl significa volar y se encuentra en el área del SILADIN (Sistema de Laboratorios para el Desarrollo y la Innovación), donde se lleva a cabo la crianza en cautiverio de algunas especies de mariposas como *Leptophobia aripa*, con el objetivo de obtener las excretas de estos lepidópteros y así iniciar nuestra investigación, para lo cual es necesario conocer ampliamente las características de los lepidópteros.

Los lepidópteros (Lepidóptera, del griego *lepís*, "escama" y *pteron*

un período de tiempo, emergen las mariposas o imágos (National Geographic, 2022).

Los lepidópteros, pertenecen a la clase Insecta y filo Arthropoda que comprenden dos grupos principales: mariposas diurnas (*Rhopalocera*) y polillas nocturnas (*Heterocera*). Tienen como características un exoesqueleto de quitina y cavidad del cuerpo o celoma muy reducidos. Cuentan con seis patas, dos alas, una espiritrompa en forma de tubo con la que se alimentan de néctar o polen. Su cuerpo está dividido en: cabeza, tórax y abdomen (Fernández, 2014).



■ **Ilustración 1.** Partes de una mariposa adulta. L. Shyamal. Fuente: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Butterfly_parts.svg

Los insectos son uno de los grupos más diversos del reino animal, se han contabilizado un aproximado de 150,000 especies, de las cuales 20,000 son “diurnas” encontrándose la mayor parte de ellas en zonas tropicales y subtropicales. (Fernández, 2014). En México existen aproximadamente 20,000 especies de mariposas, 2,000 diurnas y el resto nocturnas, casi la mitad de las mariposas diurnas se pueden localizar en las selvas tropicales de

los estados de Chiapas, Oaxaca y Veracruz (Martínez, 2004).

De acuerdo con (National Geographic, 2022) las mariposas se encuentran en todo el mundo con excepción de la Antártida.

La mariposa con la que trabajamos en este proyecto pertenece a la Familia *Pieridae* que incluye unos 84 géneros y más de 1100 especies (Wikipedia, 2022). En las fotografías 1 y 2 se observan algunas especies pertenecientes a esta familia. Los Piéridos varían en tamaño entre los 2,5 y 10 cm, sus antenas terminan en un engrosamiento, se caracterizan por sus colores blancos, amarillo y naranja, con manchas negras en los márgenes de sus alas. Presentan dimorfismo sexual que se observa en el patrón del ala y sus patas a diferencia de los ninfálicos están bien desarrolladas (Cervantes, 2012).

Los adultos suelen posarse y alimentarse de las flores en días soleados y también en charcas temporales y pantanos. Se tiene registro de las plantas hospederas para la Familia *Pieridae* son las *Mimosaceae*, *Fabaceae*, *Brassicaceae*,



■ **Fotografía 1.** Individuo adulto de la especie de mariposa *Phoebis philea*. Autoría propia.



■ **Fotografía 2.** Individuo adulto de la especie de mariposa *Phoebis philea*. Autoría propia.

Tropaeolaceae y Loranthaceae (Farallones, 2023).

Ahora bien, en este proyecto trabajaremos con la especie *Leptophobia aripa*, conocida comúnmente como “mariposa blanca de las hortalizas”, se distribuye ampliamente desde México hasta Brasil. Habita generalmente en pastizales, selvas bajas, y bosques mixtos. Se le puede ver volar todo el año (Cervantes, 2012). La mariposa posee unas alas de color verde-cremoso que con el tiempo se tornan

blancas con las puntas de las alas anteriores negras, tienen una amplitud alar de 23 a 27 mm. no presentan dimorfismo sexual marcado (Fotografía 3). Los huevos son de color amarillo alargados y puestos en grupos (Fotografía 4). La larva se desarrolla a lo largo de cinco estadios donde se observa con una capsula céfálica de color verde oscuro con una línea lateral amarilla interrumpida transversalmente por rayas negras y amarillas (Fotografía 5), prefieren alimentarse de mastuerzo (*Tropaeolum majus*) y coles (*Brassica oleracea*). La pupa es color verde claro, con manchas negras y amarillas en el dorso, la cabeza es de color verde oscuro. Los adultos buscan aparearse en lugares con exposición solar, después del apareamiento la hembra ubica plantas para depositar los huevos (Cervantes, 2012).

Si la planta hospedera de la que se alimenta se encuentra en malas condiciones, la supervivencia de los individuos se reduce. En el jardín polinizador se cultivó *Tropaeolum majus* comúnmente conocida como mastuerzo en México, es una planta nativa de Sudamérica anual o perenne con un tallo muy ramificado, hojas alternas de forma circular, el margen ondulado sobre pecíolos largos y delgados. Las flores son grandes con coloraciones anaranjadas, amarillas o rojas. Se propaga por medio de semillas y su fruto es carnoso. Se



Fotografía 3. Individuo adulto de la especie de mariposa *Leptophobia aripa*. Fuente: <https://www.sangay.eu/es/fiche-papillon/003-Pieridae/005-Pierinae/003-Pierini/025-Leptophobia/030-aripa+++/aripa+>



Fotografía 4. Fase huevo de la especie de mariposa *Leptophobia aripa*. Fuente: <https://qph.cf2.quoracdn.net/main-qimg-3365b9b8698905a50374b1f1872bd7c7-lq>



Fotografía 5. Fase larva u oruga de la especie de mariposa *Leptophobia aripa*. Fuente: <https://colombia.inaturalist.org/photos/2537386>

cultiva ampliamente como ornamental, también es una planta comestible, su sabor se asemeja a la mostaza o el rábano (Cervantes, 2012).

A palabras de Cruz, 2019, la planta hospedera es de vital importancia en la crianza en cautiverio de las mariposas, Constantino (1996), menciona que existen tres tipos de sistemas de cría: rancheo, en vivario y enriquecimiento del bosque.

El sistema de cría que utilizamos en el jardín es más similar al de rancheo. Este consiste en mantener las plantas en su medio natural donde se puede recolectar los huevos y las orugas, luego son criadas en cautiverio, minimizando su mortalidad.

La ventaja del rancheo es que se puede proteger a los individuos de amenazas naturales. En la naturaleza, el 5% de las mariposas llegan a ser adultos por sus enemigos naturales, pero con este sistema se puede lograr entre el 85% y el 95% de sobrevivencia (Cruz, 2019).

Para que se pueda llevar la crianza en cautiverio se debe tomar en cuenta las plantas hospederas para el desarrollo de las orugas y las plantas a su vez, dependen del suelo para una buena nutrición. El suelo contiene minerales, materia orgánica, agua, aire y pequeños organismos como bacterias, protozoarios, lombrices, insectos, etc. Se recomienda un suelo limoso con granos de tamaño intermedio, ya que estos son los más fértiles y fáciles de cultivar, cuanto más oscuro es el suelo, más materia orgánica contiene (CONABIO, 2022), por lo que es de interés enriquecer los suelos con material

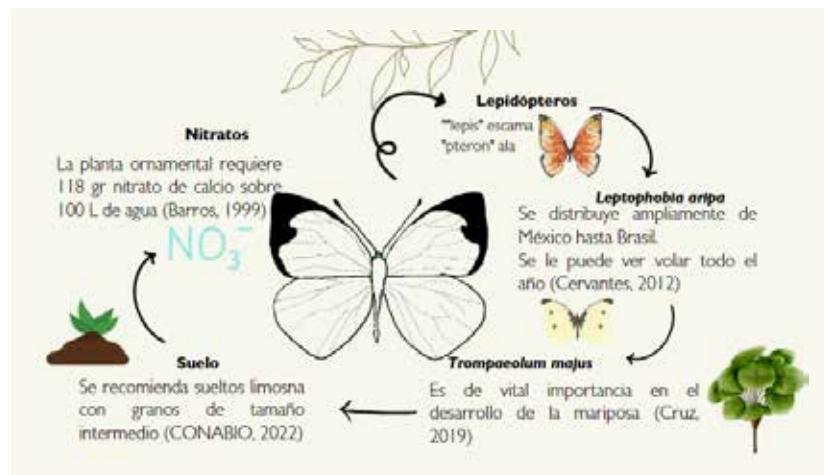
orgánico proveniente de las excretas de las larvas, para mejorar el crecimiento y nutrición de las plantas.

En los suelos existen dos tipos de nutrientes que las plantas pueden asimilar los cuales se dividen en macronutrientes y micronutrientes. Entre los macronutrientes están los elementos que la planta requerirá en mayor proporción, como Nitrógeno (N), Fósforo (P), Potasio (K), Azufre (S), Calcio (Ca) y Magnesio (Mg). De estos el nitrógeno es considerado uno de los más importantes ya que forma parte de los aminoácidos, proteínas y ácidos nucleicos. Es el motor del crecimiento vegetal (Tecnología, P, 2020).

Según Barros (1999), en el sistema de hidroponía se requieren 118 g de nitrato de calcio sobre 100 L para cubrir esta necesidad del suelo de la planta ornamental *Trompaeolum majus*. Por tanto, en este trabajo se obtendrán las excretas de la mariposa *Leptophobia aripa* para comprobar la presencia de nitrógeno y que sirva como abono.

Planteamiento del problema

En nuestra institución se cuenta con un jardín de polinizadores donde llegan abejas,



abejorros, colibríes y mariposas. Este lugar requiere de un mantenimiento constante en el que es importante mantener las plantas saludables, para ello se requiere que el suelo sea rico en nutrientes de los que son esenciales los nitratos, obtenidos de fertilizantes químicos, descomposición de materia orgánica y excretas de animales.

Nos interesó utilizar, en este caso, las excretas de la oruga *Leptophobia aripa* de nombre común mariposa blanca de las hortalizas (Instituto de Ecología, A.C., s.f.), la cual se alimenta de su planta hospedera *Tropaeolum majus* de nombre común Capuchina grande o mastuerzo.

Para ello se llevará a cabo la crianza en cautiverio y el análisis de excretas en el laboratorio. Si las excretas presentan nitratos se podría aprovechar para nutrir los suelos del jardín de polinizadores y ser una alternativa donde se aprovechen todos los recursos de la crianza y ser un producto amigable con el ambiente.

Justificación

Nos interesa realizar este proyecto de investigación debido a que se cuenta con un jardín de polinizadores, un espacio que nos permite disponer del pie de cría de algunas especies de mariposas como *Leptophobia aripa* conocida también como la "mariposa de la col", es por ello que se lleva a cabo la crianza en cautiverio de algunas mariposas, con el fin de analizar sus ciclo de vida y a su vez aprovechar los productos de desecho como las excretas de las larvas de mariposas como abono orgánico y de esta forma se beneficien las plantas hospederas al nutrirse de forma directa de los nutrientes del suelo, además de la obtención de más información acerca de técnicas de identificación de nutrientes.

Objetivos

Obtener y determinar la cantidad de iones de nitrato presentes en las excretas de la mariposa *Leptophobia aripa* por medio de su crianza en cautiverio con la finalidad de su uso como abono orgánico en el suelo del jardín polinizador de nuestra institución.

Hipótesis

Las excretas de la mariposa *Leptophobia aripa* contiene de iones nitrato para aportar nutrientes a los suelos del jardín de polinizadores de nuestra institución, para cultivar la planta hospedera *Tropaeolum majus*.

Metodología

Para obtener las excretas de la mariposa blanca *Leptophobia aripa* se requirió conocer el ciclo de vida de esta especie y por tanto llevar a cabo su crianza en cautiverio utilizando los recursos de nuestra institución que son jardín de polinizadores y laboratorio con los siguientes materiales para su crianza:

Materiales	Sustancias
<ul style="list-style-type: none">•Recipientes de plástico de 250 ml, 500 ml y 5.7 litros•Microscopio estereoscópico•Servilleta absorbente•Pinces•Bolsas ziploc•Rotulador	<ul style="list-style-type: none">•Jabón para manos•Agua del grifo

El ciclo de vida de la *Leptophobia aripa*, desde el huevo hasta la mariposa adulta puede variar en duración según las condiciones

ambientales, como la temperatura, humedad y disponibilidad de alimentos. En general, este ciclo puede completarse en pocas semanas.

Para esto se registró la duración y sobrevivencia en cada una de sus fases del ciclo de vida: huevos, nacimiento de las orugas, desarrollo de los 5 estadios de las orugas, prepupa, crisálida e imago (hembra y machos).

Procedimiento para el manejo y cuidados en la crianza en cautiverio de la especie *Leptophobia aripa*

Huevo

El ciclo comienza cuando la hembra deposita los huevos en las hojas de las plantas hospederas. Los huevos son pequeños, de coloración amarilla y suelen ser depositados en grupos y miden aproximadamente 1 mm.

Para llevar a cabo la crianza en cautiverio y obtener las excretas se siguieron los siguientes pasos:

1.- Acudir al jardín de polinizadores Patlani en SILADIN, e identificar la planta hospedera *Tropaeolum majus*, de nombre común Mastuerzo y revisar en el envés de las hojas, para ubicar los huevos o puestas (pie de cría).

2.- Una vez detectados se cortan las hojas que tienen las puestas, más un par de hojas adicionales que no tengan huevos.

3.- El manejo y cuidados del ciclo de vida de la mariposa se realizó en contenedores plásticos, en el área de laboratorio ubicado en Química LACE.

4.- En el laboratorio se enjuagaron las hojas adicionales con agua del grifo y secaron con papel absorbente (servitoallas).

5.- Se colocaron las hojas con las puestas más las hojas adicionales en los contenedores de plástico transparentes con tapa, de 250 o 500 ml, de capacidad, se cerró el envase

y etiqueta con los siguientes datos: fecha, especie, lugar de recolecta y número de huevos y coloración.

Larva u oruga

6.- En nuestro caso utilizamos diferentes tamaños de contenedores plásticos de 250 ml para los huevos, después el de 500 ml para las larvas en el cual puedes tener máximo 10 larvas, en el caso de un contenedor de 1000 ml puedes tener 16 larvas y en el 5.7 litros que es un contenedor tipo zapatera puedes tener de 30 a 40 larvas.

7.- Una vez que las larvas u orugas eclosionan (nacen), se alimentan del corion (cascarón del huevo), para posteriormente alimentarse de su planta hospedera.

8.- Durante esta etapa, las orugas pasan por cinco estadios de crecimiento ya que estas mudan de piel a medida que crecen y se desarrollan, en el primer y segundo estadio las larvas no comen mucho, de hecho de la hoja de la cual se recolectaron estas se estarían alimentando, más otras dos hojas adicionales.

9.- Para el manejo de las larvas u orugas, cuando están en sus primeros estadios al hacer el cambio de alimento y evitar dañarlas, se recomienda colocar hojas limpias y frescas en el contenedor para que ellas busquen el alimento nuevo y de esta manera evitemos manipularlas, es importante quitar las excretas del contenedor con brocha.

10.- Cuando las larvas u orugas pasan a tercero, cuarto y quinto estadio suelen ser muy voraces y consumir grandes cantidades de alimento, la cantidad de comida varía, lo que es importante es tener un jardín con un área grande de planta hospedera y seguir germinando plantas.

11.- Las larvas u orugas de estos estadios se pueden manipular con pinceles de cerdas suaves y pasarlas a las hojas frescas, colocarlas momentáneamente en otro recipiente, esto para

darle mantenimiento al contenedor, desechar material no deseado (hojas en descomposición, seda y excretas). Lavar el recipiente con agua y jabón biodegradable, enjuagar y secar. Una vez limpio el contenedor, colocar a las orugas junto con más hojas limpias. En estos estadios la alimentación y la limpieza es diaria.

12.- La recolección de excretas se realiza al estar las orugas en su tercer, cuarto y quinto estadio donde son más voraces, por consiguiente, defecan más. Al realizar su limpieza, se utiliza una brocha de tamaño mediano para manejar las excretas y colocarlas en bolsas ziploc, que se mantendrán en refrigeración.

13.- Por ejemplo para el contenedor de 1000 ml y 16 larvas, un aproximado de alimento sería poner 10-20 hojas medianas de dos a tres veces al día, es decir cada vez que veamos que se acaban la porción, agregar más hojas.

Pupa o Crisálida Adulto (imago)

14.- Cuando las larvas u orugas de quinto estadio dejan de alimentarse y alcanzan un tamaño de 2.5 a 3 cm, estás se pegan a la pared del contenedor quedando inmóvil, y pueden pasar de 12 a 24 horas para formar la pre pupa y otras

24 horas para formar su crisálida, la crisálida se desarrolla y se transforma internamente mientras está inmóvil y protegida.

15.- Dar una última limpieza al contenedor sin tocar las pupas o crisálidas.

16.- Agregar al fondo del contenedor una servilleta absorbente con el fin de absorber el meconio que expulsará la mariposa alemerger.

Imago o adulto:

17.- En la fase de crisálida pueden pasar de 1 semana a 15 días, finalmente, la crisálida se abre y emerge la mariposa adulta.

18.- Los adultos se alimentan del néctar de las flores.

19.- Cuando nace la mariposa inmediatamente empieza a extender sus alas, es cuestión de minutos y tienen que pasar 12 a 24 horas para que sequen sus alas y posteriormente se liberen en el jardín de polinizadores Patlani.

20.- En esta etapa, están listas para reproducirse y puede ocurrir inmediatamente después de liberarlas y continuar con su ciclo de vida.



▼ Fotografías 1 a 20. Autoría propia.

Procedimiento para identificar el ion nitrato en las excretas

Después de recolectar las excretas y al finalizar la crianza de las orugas de *Leptophobia aripa* se hace una disolución de excretas y agua destilada, como no se conocen datos en la literatura de qué concentración de nitrógeno (ya sea en forma de nitratos o amonio) contienen las excretas, se inició haciendo una disolución de 1g de excretas por cada 100mL de agua destilada, después se analiza la cantidad de iones nitrato empleando el sensor LAQUAtwin NO3- de la compañía Horiba. El medidor utiliza una membrana selectiva de iones para obtener mediciones directas y precisas en un rango de 6 a 9900 ppm para nitrato y de 1.4 a 2200 ppm para nitrógeno de nitrato.

Para esto se emplearon los siguientes materiales y sustancias:

Materiales	Sustancias
• Agitador de vidrio	• Piseta
• Espátula	• Agua destilada
• Matraz volumétrico 100 ml	
• Embudo	
• Papel filtro	
• Vaso de precipitados 50 ml	
• Balanza analítica	

Para elaborar la disolución se siguieron los siguientes pasos:

21.- Antes de conectar a corriente eléctrica la balanza analítica (marca AND, modelo HR-200) es muy importante calibrar y lograr que la burbujita que se encuentra en su parte inferior quede en el centro del círculo rojo.



▼ **Fotografías 20 a 28.** Autoría propia.

22.- Para colocar la muestra hay que limpiar la balanza con un trapito, después se pesa el vaso, se oprime el botón *re zero*, esto para que el peso del vaso no afecte el peso de la muestra se realiza la tara.

23.- Para determinar la cantidad del ion nitrato en las excretas realizar una disolución de 1g/100 mL. Pesar 1 g de excreta, después con el agitador y un chorrito de agua destilada machacar hasta que se mezcle de manera uniforme.

24.- Filtrar la mezcla en el matraz volumétrico de 100 mL colocando el embudo junto con papel filtro.

25.- Poco a poco agregar más agua destilada hasta llegar a los 100 ml, donde la oblicua del agua estará a la par que la marca del matraz.

26.- Obtenida la disolución, calibrar ahora el sensor de nitratos con las instrucciones que vienen marcadas en su caja, limpiar con agua destilada y retirar el exceso.

27.- Agitar la disolución antes de tomar muestra y con ayuda de una pipeta beral pasar cada muestra hasta cubrir el límite del sensor, cerrar y esperar unos segundos hasta marcar una carita feliz en el sensor.

28.- Al mostrar el resultado en pantalla, se fue registrando en la Tabla 5.. Para minimizar el sesgo y las posibles imprecisiones del experimento y así obtener resultados más confiables se tomaron 20 muestras.

Nota: dependiendo de la cantidad de ion nitrato obtenida de la disolución de concentración 1 g/100 mL se puede variar para obtener mayor cantidad de ion nitrato. Conforme se fueron obteniendo las excretas de las mariposas, al final solo se lograron obtener 2.14 g de excretas, las cuales se diluyeron en 100 mL de agua destilada y esto es lo que se reporta en la Tabla 5.

Resultados

A continuación, se muestran los resultados de la duración y sobrevivencia de cada etapa de la crianza en cautiverio de la mariposa *Leptophobia aripa*.

Etapa de huevo:

El 6 de noviembre de 2023 se recolectaron los primeros huevos. En la Tabla 1 se muestra el total de huevos recolectados en el jardín polinizador de nuestra institución.

Tabla 1. Primeros huevos recolectados.

Contenedor no. 1	21 huevos
Contenedor no. 2	42 huevos
Contenedor no. 3	3 puestas, 54 huevos
Contenedor no. 4	3 puestas, 40 huevos
Contenedor no. 5	3 puestas, 73 huevos

Se recolectó un total 230 huevos, los cuales duraron en esa fase 5 días, partiendo la cuenta desde el día de su colecta.

Etapa de larva u oruga

En el día 3 se observó bajo el microscopio estereoscópico que algunos huevos ya habían eclosionado (Tabla 2).

Tabla 2. Registro de orugas eclosionadas.

Contenedor no. 1	8 huevos, 15 orugas
Contenedor no. 2	Apenas eclosionando
Contenedor no. 3	10 huevos, 30 orugas
Contenedor no. 4	Apenas eclosionando
Contenedor no. 5	Apenas eclosionando



▼ **Fotografía 29.** Eclosión de oruga. Autoría propia

En el día 5 todos los huevos habían ya eclosionado por completo, su oruga en ese entonces medía 2 mm. Cabe destacar, debido a su tamaño en ese momento no fue tan preciso el conteo de orugas, hasta el día 8 que se realizó la primera recolección de excretas.



▼ **Fotografía 30.** Cambio de contenedor. Autoría propia.

El día 10, se colocaron en un recipiente de mayor tamaño y se realizó el conteo final de orugas para estimar su supervivencia (Tabla 3).

Tabla 3. Total de orugas.

No. 1	25 orugas
No. 2	35 orugas
No. 3	42 orugas
No. 4	30 orugas
No. 5	37 orugas

Se lograron obtener 170 orugas de 230 huevos.

Pupa o crisálida

Días posteriores la mayoría hizo su pupa, al final, 167 de 170 orugas lograron la pupa. A partir de su día 28, 4 de diciembre se dio inició con la liberación de las mariposas (Tabla 4).

Tabla 4. Conteo de liberación de mariposas.

Día	Macho	Hembra	Malformadas
28	35	45	4
29	23	10	0
30	9	4	2
31	6	4	0
32	8	5	2

Sólo se obtuvo 1 pupa parasitada, no se lograron 8 mariposas y se lograron 149 mariposas de 167 pupas.

Experimento identificación nitratos en las excretas

Se hizo la muestra tomando una cantidad de excretas de 2.14g en 100mL de agua destilada, obteniéndose los siguientes resultados de la cantidad del ion nitrato.

Tabla 5. Medición de iones nitrato.

No. muestra	Partes por millón (ppm)	No. muestra	Partes por millón (ppm)
1	470	11	1500
2	690	12	1700
3	940	13	1600
4	1100	14	1700
5	1200p	15	1700
6	1300	16	1700
7	1300	17	1800
8	1300	18	1900
9	1500	19	2000
10	1500	20	2000

Discusión

En el desarrollo de este experimento consultamos muchas fuentes con datos poco precisos acerca de la cantidad exacta de nitratos que necesitan las plantas, sin embargo, es seguro que estas requieren de un suelo rico en

nutrientes en donde uno de los macronutrientes más importantes es nitrógeno.

En el análisis de la medición de iones de nitrato de acuerdo con la tabla 5, se obtuvo un promedio de 1445 ppm.

Retomando el dato anterior del artículo de hidroponía de Barros (1999), la concentración



▼ **Fotografías 20 a 28.** Autoría propia.

usada en 100 L son 118 g. Por tanto, se realizaron conversiones, 1 ppm es igual a 1 mg. Tenemos entonces 0,1445 g de ion de nitrato en 2.14 g de excretas. Si consideramos el peso del ion de nitrato de acuerdo con la literatura, se tendrían que ocupar 89.208 g de nitrato sobre 100 L. Para la cantidad de nitratos que contiene las excretas, estas no son suficientes para ser utilizadas, es por ello, que se necesitaría una población de orugas más grande para lograr producir 132.11 g de excreta, que es en estimación la cantidad necesaria para cubrir los requerimientos de nitratos del suelo para la planta hospedera *Tropaeolum majus*.

Ahora, con respecto a la cría en cautiverio de la mariposa, tenemos los siguientes datos: El 73.9% de los huevos recolectados eclosionaron, el 98.2% de esas orugas lograron convertirse en pupa. Finalmente, el 89.2% de las pupas lograron alcanzar la etapa adulta.

Tenemos como dato final que el ciclo de vida en la temporada de otoño duró un mes en promedio, donde la supervivencia total de la población fue del 64.7%, de los cuales el 53.3% de las mariposas fueron machos.

Conclusiones

Una vez realizado todo este proceso de investigación y experimentación se lograron tener resultados favorables, los cuales indicaron la presencia de iones de nitratos en las excretas de la especie *Leptophobia aripa* que se pueden aprovechar para su uso como abono orgánico. Concluimos que se puede aumentar el número de población de orugas para obtener más gramos de excreta como se menciona en la discusión de los resultados.

Se puede decir entonces que la hipótesis no fue del todo cierta, pero nos acercó mucho a

datos exactos, además de ampliar enormemente el conocimiento sobre el tema y aportar información al aprovechamiento de las excretas de las orugas de las mariposas.

Esto fue posible con la realización de la crianza en cautiverio de la especie *Leptophobia aripa*, de acuerdo con lo que indica Cruz (2019) donde el sistema de cría es rancheo, aquí se mantiene a la especie en su entorno natural en la que se selecciona una parte de la población de huevos, las ubicamos en un estante dentro de recipientes donde se agregó alimento y realizó limpieza, en este estadio se realizó también la recolección de excretas, esto hasta alcanzar su estado pupa donde sólo monitoreamos hasta que salió la mariposa y finalmente liberamos en el jardín polinizador. Con esto obtuvimos resultados positivos, ya que más del 50% de la población alcanzó su etapa adulta desde huevo. El ciclo de vida de esta generación tuvo una duración promedio de un mes en la temporada de otoño, se empezó con una cantidad de 230 huevos en donde 149 individuos, 64.7%, llegaron a su etapa adulta.

Finalmente, podemos concluir que el estudio del ciclo vital de la mariposa *Leptophobia aripa* nos permitió ampliar nuestro conocimiento sobre esta especie. Además, pudimos proponer que las orugas aportan nutrientes a la planta hospedera a través de sus excretas, que son un recurso producido por ellas mismas.

Agradecimientos

Ing. Georgina Guadalupe Góngora Cruz, Secretaria Técnica del SILADIN y IBQ Guadalupe Herrera Sánchez encargada del laboratorio LACE Química por el apoyo brindado a nuestro proyecto. 

Fuentes de consulta

- Admin. (2022, 21 enero). *Macronutrientes - exclusivas Sarabia*. Exclusivas Sarabia. <https://sarabia.eu/productos/nutricionales/macronutrientes/#:~:text=Los%20macronutrientes%20son%20los%20seis,Ca%2C%20Mg%20y%20S>.
- Bioexploradores_Farallones. (2023, 22 agosto). *Mariposas blancas, amarillas y azufres – familia Pieridae*. Biodiversidad Farallones <https://farallonesdelcitaro.bioexploradores.com/biodiversidad/insecta/lepidoptera/pieridae/>
- Barros, Patricio. (1999) ¿La hidroponía? Pero si es muy fácil.
- De Agricultura y Desarrollo Rural, (2023). *¿Qué puedo hacer para cuidar a los polinizadores?* <https://www.gob.mx/agricultura/es/articulos/que-puedo-hacer-para-cuidar-a-los-polinizadores>
- Cervantes, K. J. (2012). *Preferencia de oviposición de Leptophobia aripa sobre la planta hospedera Tropaeolum majus L. en el jardín de mariposas de la FES Iztacala*. (Tesis de Licenciatura, UNAM). <https://ru.dgb.unam.mx/bitstream/20.500.14330/TES01000687100/3/0687100.pdf>
- Conabio. (2022). *Jardín para polinizadores* | Biodiversidad Mexicana. Biodiversidad Mexicana. <https://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/procesos/polinizacion/jardin-de-polinizadores>
- Cruz, J. (2019). CICLO DE VIDA, ÍNDICE DE HERBIVORÍA Y CRIANZA DE Leptophobia Aripa (Boisduval, 1836) EN UN HUERTO URBANO ECOLÓGICO [Universidad Nacional Autónoma de México]. <http://132.248.9.195/ptd2019/octubre/0796940/Index.html>
- Instituto de Ecología, A.C. (s.f.). *Leptophobia aripa elodia*. Recuperado el 12 de agosto de 2024, de <https://jardin.inecol.mx/index.php/aprende/mariposa-del-mes/leptophobia-aripa-elodia>
- Fernández, J. G. (2014, 29 abril). *Características de los lepidópteros*. Naturaleza y Turismo. <https://www.asturnatura.com/temarios/biologia/lepidopteros-mariposas/introduccion-caracteristicas>
- Fernández, J. G. (2014b, abril 29). *Las mariposas. Morfología. Naturaleza y Turismo*. <https://www.asturnatura.com/temarios/biologia/lepidopteros-mariposas/morfologia>
- *Leptophobia aripa – Institución Educativa Bordones*. (2022, 12 julio). <https://www.brdns.edu.co/2022/07/12/8328/image035/>
- *Mariposas: fotos, características y curiosidades que te sorprenderán*. (s.f.). <https://www.nationalgeographic.com.es/animales/mariposas>
- Martínez, A. L. (2004). *Lepidópteros: papilionodeos y hesperiorideos. Biodiversidad de Oaxaca*. Instituto de Biología, UNAM-Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza-World Wildlife Found, México
- National Geographic. (2022). *5 datos que no conocías sobre las mariposas*. National Geographic. <https://www.nationalgeographiccl.com/animales/2022/12/5-datos-que-no-conocias-sobre-las-mariposas>
- Polinizadores. (SEMANART, 2022) *¿Qué es y cómo realizar tú jardín de polinizadores?* gob.mx. <https://www.gob.mx/semanat%7Cpolinizadores/articulos/que-es-y-como-realizar-tu-jardin-de-polinizadores#:~:text=Los%20jardines%20de%20polinizadores%20son,calibr%C3%ADA%2C%20abejas%20entre%20otros%20organismos>
- Tecnología, P. (2020, 6 octubre). *LOS MACRONUTRIENTES y SU RELACIÓN EN EL SUELO*. ProainShop. <https://proain.com/blogs/notas-tecnicas/los-macronutrientes-y-su-relacion-en-el-suelo>
- Valderrey, J. L. M. (s. f.). *Los lepidópteros*. Naturaleza y Turismo. https://www.asturnatura.com/temarios/biologia/lepidopteros-mariposas/?expand_article=1
- Vistoso E. y Martínez J. (2019). *Los micronutrientes del suelo*. Instituto de Investigaciones agropecuarias.
- Wikipedia. (2024, 15 agosto). *Pieridae*. Wikipedia, la Enciclopedia Libre. <https://es.m.wikipedia.org/wiki/Pieridae>



Indicadores de calidad de suelo en el Huerto y Milpa “Mochitlán” del CCH Vallejo, UNAM

Autores:

Elizabeth Domínguez Lozano

elizabeth.dominguezlozano@cch.unam.mx

CCH Plantel Vallejo

Francisco Alejandro Saavedra González

francisco.saavedragonzalez@cch.unam.mx

CCH Plantel Vallejo

▼ Foto: @Cristian Rojas,
www.pexels.com

Resumen

El siglo XXI enfrenta graves problemas de desigualdad social y falta de bienestar, exacerbados por crisis económicas, sociales, ambientales y de salud. Desde 2007, el alza en los precios de los alimentos ha incrementado el hambre, principalmente debido al cambio climático y la especulación financiera. Estos problemas han llevado a las comunidades a buscar formas alternativas de alimentación saludable, destacando la agricultura urbana como una solución emergente para mitigar el hambre y promover la cohesión comunitaria.

En este contexto, se realizó un muestreo y análisis de suelo en el Huerto y Milpa “Mochitlán” del CCH Vallejo para recomendar fertilizantes adecuados. Participaron dos equipos de estudiantes que analizaron los parámetros físicos y químicos del suelo. Las muestras se tomaron en dos sitios y se sometieron a análisis según las normas establecidas. El muestreo se llevó a cabo el 27 de septiembre y el 7 de octubre de 2023, recolectándose muestras a una profundidad de 0 a 30 cm y siguiendo los protocolos de manejo y análisis para evitar alteraciones.

Las muestras fueron secadas, molidas, tamizadas y preparadas para análisis físicos y químicos. Las determinaciones incluyeron densidad aparente, espacio poroso, humedad, textura, color del suelo, pH, materia orgánica, conductividad eléctrica, capacidad de intercambio catiónico (CIC), y contenido de calcio y magnesio.

En cuanto a los análisis físicos, se encontró que la densidad aparente fue baja, indicando poca compactación. La porosidad y humedad del suelo también fueron bajas, sugiriendo la necesidad de mejorar la estructura del suelo. La textura arcillo-arenosa sugiere buena fertilidad natural, pero requiere manejo cuidadoso. Por otro lado, el análisis químico mostró que el suelo es alcalino y moderadamente salino, con una cantidad moderada de materia orgánica. La CIC indica una

buena capacidad de retención de nutrientes, pero se observó una deficiencia de calcio y un exceso de magnesio, lo que podría afectar negativamente el rendimiento de los cultivos.

La baja densidad aparente y alta porosidad sugieren un suelo no compactado, ideal para el crecimiento radicular. Sin embargo, la baja humedad y la textura arcillo-arenosa requieren un manejo cuidadoso para mejorar la productividad. La alcalinidad y salinidad del suelo representan desafíos para el crecimiento de los cultivos, destacando la necesidad de estrategias de manejo del suelo para optimizar la producción agrícola.

La estructura del suelo de “Mochitlán” es adecuada para la agricultura, pero necesita mejoras en la porosidad y humedad. El manejo de la alcalinidad y salinidad es crucial para mantener la salud del suelo y la productividad de los cultivos. Se recomiendan prácticas de manejo que incluyan la aplicación de biofertilizantes, micorrizas y un monitoreo constante del agua del suelo.

Para mejorar el cultivo de maíz y otros cultivos en el Huerto y Milpa “Mochitlán” que se encuentra a espaldas del skatorama dentro de las instalaciones del CCH Plantel Vallejo en Av. 100 metros, Esq. Fortuna S/N en Magdalena de las Salinas, alcaldía Gustavo A. Madero 07760 entre los 19.48357 latitud Norte y los 99.14059 longitud Oeste se sugieren las siguientes recomendaciones:

1. Mantener temperaturas adecuadas para el crecimiento del maíz y el pH del suelo.
2. Utilizar cultivos alternantes para romper ciclos de plagas y enfermedades.
3. Aplicar bioestimulantes, biofertilizantes y micorrizas.
4. Monitorear el agua del suelo y realizar análisis periódicos del agua de riego.
5. Aplicar calcio para manejar la alcalinidad y usar restauradores de suelos para eliminar sales excesivas.

Estas acciones contribuirán a mejorar la calidad del suelo y la productividad de los cultivos, promoviendo una agricultura urbana sostenible y efectiva.

Palabras clave: *Mochitlán, suelo, calidad de suelo, indicadores físicos, indicadores químicos*

Introducción

El siglo XXI está marcado por la desigualdad social y la falta de bienestar en numerosos países y sectores de la población, problemas exacerbados por diversas crisis económicas, sociales, ambientales y de salud. Según Moreno (2022), el aumento en el precio de los alimentos desde 2007 ha empeorado los índices de hambre en diversas regiones del mundo. Este incremento se atribuye a la escasez de alimentos causada por el cambio climático, incluyendo fenómenos como sequías, aumento de temperaturas, huracanes, lluvias excesivas e inundaciones, que han provocado la pérdida de cosechas. La especulación financiera también ha dañado el mercado global de alimentos, generando pérdidas millonarias en cultivos básicos como los granos.

Estos eventos han vulnerado el derecho a la alimentación, dando lugar a la organización de comunidades en torno a formas alternativas de consumir alimentos saludables y accesibles. Se ha generado un debate sobre el derecho a la alimentación y la justicia y soberanía alimentarias. En la última década, la agricultura urbana ha resurgido con fuerza como una forma de mitigar el hambre y fomentar la cohesión comunitaria. A través de movimientos sociales, los actores locales han establecido redes de apoyo mutuo y han gestionado espacios para producir alimentos mediante prácticas agrícolas urbanas. Este resurgimiento de la agricultura urbana está vinculado con la capacidad de las comunidades para sobrevivir

y adaptarse en situaciones de crisis, ya sean económicas, bélicas, de salud, ambientales o, más recientemente, relacionadas con la resiliencia comunitaria (Moreno, 2022).

Metodología

Se realizó un muestreo y análisis de suelo para diagnosticar el estado nutrimental del área Huerto y Milpa “Mochitlán” el cual tiene dos variedades de maíz (*Zea mays*) y que incluye hortalizas como la calabaza (*Cucurbita sp.*), frijol (*Phaseolus vulgaris*) y algunos árboles frutales y se localiza en los 19.48593 de latitud Norte y 99.14165 de longitud Oeste con una superficie aproximada de 3,112 metros cuadrados y que se encuentra a espaldas del skatorama dentro de las instalaciones del CCH Plantel Vallejo en Av. 100 metros, Esq. Fortuna S/N en Magdalena de las Salinas, alcaldía Gustavo A. Madero 07760 entre los 19.48357 latitud Norte y los 99.14059 longitud Oeste, con la finalidad de hacer una recomendación sobre la cantidad y tipo de fertilizante o de algún mejorador que pueda ser aplicado en el terreno de cultivo.

Se organizaron dos equipos para el proyecto: el primero, compuesto por los alumnos Bustos Parrales Ángel Leonardo, Jiménez Martínez Guadalupe, Reyes González Frida Valentina y Santacruz Jiménez Bruno del grupo 419, quienes trabajaron con los parámetros físicos del suelo. El segundo equipo, integrado por las alumnas López Reséndiz, Joana Gabriela, Lugo Ramírez, Katia Graciela y Valdez de Jesús Ximena del grupo 807, que se enfocaron en los parámetros químicos del suelo.

Trabajo de campo

El 27 de septiembre de 2023, se llevó a cabo el muestreo en dos sitios del área: el primero en la zona de cultivo (ZC), ubicada entre las coordenadas 19.48579 de latitud Norte y

99.14149 de longitud Oeste, y el segundo en la zona sin cultivo (ZSC), en las coordenadas 19.48592 N y 99.1415 O. Se recolectaron cuatro muestras en cada sitio, a una profundidad de 0 a 30 centímetros, siguiendo las especificaciones de SEMARNAT (2002) y BPA (2020).

Adicionalmente, el 7 de octubre se tomó una muestra extra para el análisis de humedad, el cual se requería fresca. Cada muestra fue sometida a los análisis físicos y químicos correspondientes según lo establecido en la NOM-021-SEMARNAT-2002.

Primero se limpió la superficie del suelo para remover hierbas o residuos, con el cavador jardinero, se efectuaron cortes hasta la profundidad deseada (30 cm), después se tomaron muestras individuales con un mismo volumen de suelo (SEMARNAT, 2002; Vela, 2020).

Una vez obtenida la muestra de campo, durante el traslado de la muestra al laboratorio, fue necesario evitar el cambio de por la humedad exterior, O_2 , CO_2 , luz, calor y otros materiales que pudieran cambiar la naturaleza de la muestra por lo que se metió la muestra en una hielera (SEMARNAT, 2002; Vela, 2020).



■ **Figura 1.** Toma de muestra en el área de estudio “Huerto y Milpa Mochitlán” CCH Vallejo, UNAM. Fuente: Elizabeth Domínguez Lozano.

La preparación de las muestras de suelo, para posteriormente someterla a los procesos de análisis correspondientes fue de acuerdo a SEMARNAT (2002):

Trabajo de Laboratorio

Al recibir las muestras en el laboratorio, se procedió al registro detallado, incluyendo la identificación de campo y la lista de determinaciones necesarias con sus respectivos métodos. Posteriormente, se llevó a cabo un tratamiento sistemático de las muestras que involucró diversas etapas:



■ **Figura 2.** Registro detallado de las muestras e identificación de las determinaciones necesarias con sus respectivos métodos. Fuente: Elizabeth Domínguez Lozano .

Primero, se realizó el secado de las muestras al ambiente con el propósito de facilitar su manejo, mejorar la homogeneización y reducir cambios químicos indeseables. La muestra de suelo se extendió sobre una charola de plástico, a la sombra, a una temperatura no superior a 35°C y con una humedad relativa entre 35 y 70% (SEMARNAT, 2000; Vela, 2020).

Luego se procedió a la molienda, retirando previamente rocas y cualquier material orgánico visible mediante un crisol. Posteriormente, el

suelo molido se tamizó a través de una malla de acero inoxidable con aberturas de 2 mm de diámetro (SEMARNAT, 2000).

Una vez tamizado, se separó un 1kg de suelo para realizar las determinaciones químicas y físicas. La muestra fue homogeneizada utilizando las bolsas originales, girándola en todas direcciones para evitar sesgos en la selección de la submuestra destinada a las determinaciones analíticas (SEMARNAT, 2000).



▼ **Figura 3.** Secado de las muestras al ambiente. Fuente: Francisco Alejandro Saavedra González.

Después de la homogeneización, se extrajo la submuestra necesaria para cada determinación analítica, procediendo al pesado correspondiente. Finalmente, las muestras fueron almacenadas en frascos de plástico perfectamente cerrados con el fin de minimizar los cambios químicos, y fueron clasificadas de manera adecuada.

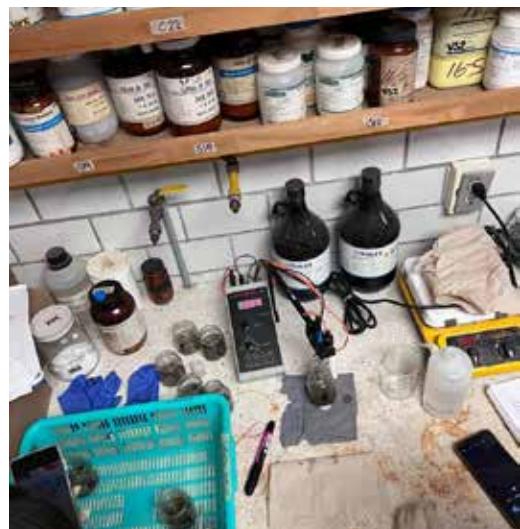
Las pruebas físicas comprendieron la determinación de la densidad aparente mediante el método de la probeta, la densidad real por medio del método del picnómetro, la determinación del contenido de humedad por combustión en alcohol, el color del suelo utilizando el método de la Tabla de Munsell y la determinación de la textura de suelo por el procedimiento del hidrómetro de Bouyoucos (SEMARNAT, 2000; Vela, 2020).

En cuanto a los análisis químicos del suelo, se llevaron a cabo las siguientes determinaciones: el pH y la conductividad eléctrica a través del



▼ **Figura 4.** Determinación del color del suelo utilizando el método de la Tabla de Munsell. Fuente: Elizabeth Domínguez Lozano.

método electrométrico, la materia orgánica del suelo se evaluó a través del contenido de carbono orgánico con el método Walkley y Black, la Capacidad de intercambio catiónico (CIC) y bases intercambiables (Ca^{2+} , Mg^{2+}) se realizaron empleando la técnica del acetato de amonio (SEMARNAT, 2000; Vela, 2020).



▼ **Figura 5.** Determinación de pH y C.E. a través del método electrométrico. Fuente: Elizabeth Domínguez Lozano

Las determinaciones físicas y químicas del suelo se llevaron a cabo los días 19 y 26 de octubre, 8, 16 y 23 de noviembre del 2023 en el SILADIN del CCH Vallejo, en estrecha colaboración con Laboratorio de Edafología y Absorción Atómica de la Universidad Autónoma Metropolitana-Unidad Xochimilco, bajo la dirección del Dr. Gilberto Vela Correa, quien funge como el responsable del laboratorio.

■ **Figura 6.** Determinación de la M.O. por medio del método Walkley y Black. Fuente: Francisco Alejandro Saavedra González.



■ **Figura 7.** Equipo de trabajo en el laboratorio de Edafología en la UAM- Xochimilco. Fuente: Francisco Alejandro Saavedra González.

Resultados

Tabla 1. Propiedades físicas del suelo del Huerto y Milpa “Mochitlán” en CCH Vallejo, UNAM.

Muestra	Densidad Aparente (g/cm ³)	Espacio poroso (%)	Humedad (%)	Textura			Clase textural
				% arcillas	% limos	% arenas	
1	0.899	33.92	20.63	45.8	0.0	54.2	Arcillo-arenosa
2	0.937	35.36	20.92	45.8	0.0	54.2	Arcillo-arenosa
3				43.1	0.0	56.9	Arcillo-arenosa
4				43.1	5.4	51.5	Arcillo-arenosa
5	0.934	35.25		43.1	0.0	56.9	Arcillo-arenosa
6	0.919	34.68		37.6	5.4	56.9	Arcillo-arenosa
7			8.46	43.1	0.0	56.9	Arcillo-arenosa
8			19.90	40.4	2.7	62.4	Arcillo-arenosa

Muestra 1 a 4: Zona sin cultivo (ZSC); **Muestra 5 a 8:** Zona con cultivo (ZC).

Tabla 2. Resultados de color del suelo del Huerto y Milpa “Mochitlán” en CCH Vallejo, UNAM.

Muestra	Color seco (Matiz, Croma y Value)	Interpretación	Color seco (Matiz, Croma y Value)	Interpretación
1	7.5 YR 3/1	Gris muy oscuro	2.5 YR 2/1	Negro rojizo
2	7.5 YR 5/1	Gris	2.5 YR 3/1	Gris oscuro rojizo
3	7.5 YR 4/1	Gris oscuro	2.5 Y 3/1	Gris oscuro rojizo
4	7.5 YR 4/1	Gris oscuro	2.5 Y 3/1	Gris muy oscuro
5	7.5 YR 4/1	Gris oscuro	2.5 Y 3/1	Gris muy oscuro
6	7.5 YR 5/1	Gris	2.5 Y 3/1	Gris muy oscuro
7	7.5 YR 3/1	Gris muy oscuro	2.5 Y 2/1	Negro
8	7.5 YR 4/1	Gris oscuro	2.5 Y 3/1	Gris muy oscuro

Muestra 1 a 4: Zona sin cultivo (ZSC); **Muestra 5 a 8:** Zona con cultivo (ZC).

Tabla 3. Propiedades químicas del suelo del Huerto y Milpa “Mochitlán” en CCH Vallejo, UNAM.

Muestra	pH	M.O. (%)	C.E. (dS/m)	CIC (Cmol ₊ /Kg)	Ca (%)	Mg (%)
1	8.16	11.79	8.1	25.1	33.06	21.58
2	8.29	3.45	4.6	26.2	30.60	21.04
3	8.51	11.50	2.9	27.3	30.05	17.21
4	8.23	7.19	8.4	24.6	28.69	15.03
5	8.28	5.18	4.8	28.4	28.42	15.57
6	8.40	7.48	3.7	20.8	28.69	18.03
7	8.08	8.91	5.9	21.9	23.50	16.67
8	8.43	5.75	4.1	20.8	24.59	19.95

Muestra 1 a 4: Zona sin cultivo (ZSC); **Muestra 5 a 8:** Zona con cultivo (ZC).

M.O. = Materia orgánica, **C.E.** = Conductividad eléctrica, **CIC** = Capacidad de intercambio catiónico

Análisis de resultados

Con relación a los indicadores físicos, la densidad aparente puede servir como un indicador de la compactación y de la restricción al crecimiento de las raíces (USDA, 1999). Los datos obtenidos revelan una densidad aparente relativamente baja en ambas zonas estudiadas, en la zona sin cultivo, la densidad promedio fue de 0.918 g/cm³, mientras que en la zona con cultivo fue ligeramente mayor, alcanzando 0.926 g/cm³; estos valores sugieren una ausencia significativa de compactación en el suelo y a un crecimiento radicular que no está restringido, a una densidad aparente más alta indicaría mayor compactación, lo que podría afectar la infiltración y retención del agua (Navarro, 2010). Es relevante mencionar que ambas zonas son de tipo orgánico, como señalan USDA (1999) y Vela (2020), quienes establecen un rango de densidad aparente ideal se encuentra entre 0.7 a 1.10 mg/m³ para este tipo de suelos.

En cuanto a la porosidad, se registró un promedio del 34.64% en la zona sin cultivo

y del 34.96% en la zona con cultivo. Estos valores indican una porosidad relativamente baja en el suelo, siendo considerada una buena porosidad total alrededor del 50%, según lo reportado por Jaramillo (2002).

La humedad del suelo es un factor crucial para el desarrollo de las plantas, ya que afecta directamente su rendimiento. La humedad encontrada en la zona de “Mochitlán” fue en promedio del 20.77% para la zona sin cultivo y del 28.36% para la zona con cultivo, lo que se considera bajo. Este déficit de humedad puede aumentar la susceptibilidad de los cultivos al ataque de insectos plaga y enfermedades, así como alterar procesos fisiológicos y disminuir el rendimiento (May-Lara *et al.*, 2011).

En cuanto al color del suelo, predominó el gris, lo que sugiere un estado inicial a intermedio de alteración del suelo. Este color se relaciona con niveles medios a bajos de materia orgánica y fertilidad variable (Castellanos, 2000; INTAGRI, 2017b).

Por último, con relación a la clase textural del suelo, se determinó que es arcillo-arenosa, que de acuerdo a Castellanos *et al.* (2000), estos

suelos suelen tener una alta fertilidad natural, pero requieren un manejo cuidadoso debido a su tendencia a compactarse fácilmente en condiciones húmedas. Sin embargo, cuando cuentan con buenos niveles de materia orgánica y se manejan adecuadamente, pueden ser extraordinariamente productivos y fértiles.

En cuanto a los análisis químicos del suelo, se obtuvieron los siguientes resultados: El promedio del pH del suelo de "Mochitlán" en ambas zonas fue de 8.29, lo que indica que el suelo en general se encuentra alcalino. Esto pudiera ser un indicativo que el suelo presenta niveles excesivos de sodio, y cuyo origen es el agua con que se riega el suelo, tal como menciona Castellanos (2000).

En este mismo sentido, al realizar la prueba de conductividad eléctrica, se obtuvieron los siguientes resultados, un promedio de 6 dS/m para la zona sin cultivo y 4.6 dS/m para la zona con cultivo. Lo que indica que el suelo es moderadamente salino y por ende el rendimiento de los cultivos se ve afectado. En el caso de los cultivos tolerantes, el impacto es menor, pero en los cultivos susceptibles el daño puede ser muy severo (Castellanos, 2000). La salinidad disminuye el crecimiento de los cultivos al ocasionar una disminución en la disponibilidad de agua, llegando a presentar síntomas similares a los provocados por una sequía. Además de que se aprecian en los cultivos un retraso en el crecimiento (Castellanos, 2000).

En cuanto a los resultados obtenidos de materia orgánica del suelo de "Mochitlán" del CCH Vallejo, el porcentaje promedio para la zona sin cultivo es de 8.48%, mientras que para la zona donde hay cultivo es de 6.83%, siendo las muestras 1 y 3 las más altas con un valor de 11.79 y 11.50% respectivamente, lo que nos indica que el porcentaje de materia orgánica para ambas zonas es un porcentaje medio, lo que afecta las propiedades físicas del suelo (Castellanos, 2000).



■ Campo de maíz. Foto: Alejandro Barrón. www.pexels.com

La CIC del suelo es una medida de la potencialidad del suelo para almacenar nutrientes (Castellanos, 2000), los promedios obtenidos fueron de 25.8 Cmolc/ kg para la zona sin cultivo y de 22.9 Cmolc/ kg para la zona con cultivo, lo que nos indica que el suelo tiene gran cantidad de arcillas y los principales minerales que se encuentran en el suelo son ilitas y cloritas (Castellanos, 2000). Lo que indica que el suelo contiene potasio no intercambiable, el cual se encuentra acumulado en el espacio interlaminar de las arcillas y que estará disponible para ser absorbido por las raíces de las plantas (INTAGRI, 2017a). Las arcillas tipo 2:1, como el caso de las ilitas, son las de mayor fijación de potasio en el suelo. Otros factores que aumentan la fijación de potasio en el suelo es cuando el contenido de humedad es bajo, es decir, conforme el suelo se seca aumentan las posibilidades de fijación de potasio (INTAGRI, 2017a).



El calcio y el magnesio forman parte de los llamados nutrientes secundarios, sin embargo, son tan esenciales como los macronutrientes, sólo que se les designa de esta manera debido a que son consumidos en menor proporción que los primeros (Castellanos, 2000). Los resultados obtenidos en la presente investigación son, para la zona sin cultivo, el calcio obtuvo un promedio de 30.6% y de magnesio 18.71%, mientras que en la zona con cultivo se obtuvo 26.3% y 17.55% respectivamente, lo que indica que el suelo se encuentra bajo en calcio y moderadamente alto en magnesio, de acuerdo a lo que reporta Castellanos (2000). En la producción de cultivos, la deficiencia de calcio (Ca^{2+}) provoca mal desarrollo radical, desarrollo anormal de las hojas y enrollamientos, deformación y falta de tamaño de frutos, pudrición apical o *blossom end rot*, depresión amarga o *bitter pit*, relajado de frutos, mala vida de anaquel y frutos aguados (INTAGRI, 2018b). En el caso del

magnesio, tiene varias funciones clave, entre las que destacan la fotofosforilación, la fijación de CO_2 , síntesis de proteínas, formación de clorofila, transporte del floema y fotooxidación en las hojas, por lo que su deficiencia provoca un pobre crecimiento y rendimiento, la clorosis internerval en las hojas, es el síntoma más común, con deficiencias extremas se puede producir necrosis en el tejido foliar (Cakmak y Yazici, s/f).

Conclusiones

En conclusión, los indicadores físicos evaluados ofrecen una perspectiva detallada sobre las condiciones del suelo. La baja densidad aparente sugiere una ausencia significativa de compactación, lo cual es beneficioso para la infiltración y retención del agua. Sin embargo, la porosidad relativamente baja indica la necesidad de mejorar la estructura del suelo para promover un mejor drenaje y aireación. La humedad del suelo, aunque baja en promedio, es un factor crítico que puede afectar el rendimiento de los cultivos y su susceptibilidad a plagas y enfermedades. El color predominante y la clase textural del suelo sugieren condiciones iniciales a intermedias de fertilidad y una capacidad productiva que puede ser aprovechada con un manejo adecuado. En conjunto, estos hallazgos subrayan la importancia de implementar prácticas de manejo del suelo que mejoren su estructura y contenido de humedad para promover el desarrollo sostenible de la agricultura en "Mochitlán".

Los análisis químicos del suelo revelan importantes características que impactan significativamente en la salud y productividad de los cultivos. La alcalinidad del suelo, posiblemente influenciada por altos niveles de sodio en el agua de riego, junto con la moderada salinidad, sugiere un entorno

desafiante para el crecimiento de las plantas. Además, la disminución en el contenido de materia orgánica afecta las propiedades físicas del suelo, mientras que la alta presencia de arcillas indica una capacidad de retención de nutrientes, aunque con potenciales limitaciones en la disponibilidad de potasio. La deficiencia de calcio y el exceso de magnesio destacan como preocupaciones adicionales que podrían afectar negativamente el desarrollo y rendimiento de los cultivos. En conjunto, estos resultados subrayan la importancia de implementar estrategias de manejo del suelo para mitigar los efectos adversos y promover un ambiente óptimo para la producción agrícola en "Mochitlán".

Recomendaciones para el cultivo de maíz de alto rendimiento y cultivos alternantes:

El maíz requiere temperaturas arriba de 10°C para germinar y de temperaturas diurnas altas después de la floración (27 a 32°C), pero noches frescas (20 a 25°C), alta materia orgánica (>3-4%), pH neutro tendiendo a ácido (6-7); (Cervantes, 2018).

La siembra de cultivos alternantes es una práctica para rendimientos consistentemente altos, ya que es útil para romper el daño de insectos y el ciclo de enfermedades. En las áreas donde se puede cultivar dos ciclos al año, la siembra de soya, alfalfa u otra leguminosa ayuda a incorporar N al suelo (Cervantes, 2018).

Otros cultivos o mezclas de cultivos pueden establecerse previos al maíz para incorporar como abonos verdes para incrementar materia orgánica y también como supresores de maleza (Cervantes, 2018).

Proteger la semilla durante la germinación y en los primeros días de desarrollo de la plántula es fundamental para una emergencia uniforme y un buen establecimiento del cultivo.

El tratamiento con productos biológicos potencializa el poder germinativo, mejora el vigor, evita daños de insectos, hongos y nematodos en algunos casos (Cervantes, 2018).

Aplicación de bioestimulantes (nutrientes vegetales) que ayudarán a: acelerar el desarrollo vegetativo, radicular y optimizar la actividad fotosintética, además de incrementar la materia orgánica en suelo y reducir el estrés.

Aplicación de biofertilizantes, que permitan el incremento de la diversidad biológica y metabólica del suelo, evitando que se establezcan relaciones nocivas entre los organismos del suelo y plantas.

Se debe de considerar el uso de Hongos Formadores de Micorrizas (como biofertilizante), los cuales ayudan a reducir los daños ocasionados por la erosión y a mantener la estructura mediante la producción de micelio y sustancias adherentes (Lozano et al., 2015). Además de mejorar la absorción de nutrientes, se ha demostrado que las micorrizas son capaces de aportar otros beneficios a las plantas como la mejora en su tolerancia a la sequía, resistencia a metales pesados, salinidad o incluso resistencia a ciertas enfermedades (García, 2017).

Aplicación de yodo agrícola de alta calidad que actúe como desinfectante, fungicida, bactericida, viricida y activador fisiológico.

Recomendaciones para mejorar el suelo del Huerto y Milpa "Mochitlán":

Se requiere de un constante monitoreo del agua del suelo, en el caso del suelo de "Mochitlán" se requiere de 4.0 a 6.2 cm agua/30 cm de profundidad del suelo, lo que ayudará a evitar la erosión del suelo, optimizar la producción y reducir el impacto ambiental (Castellanos, 2000).

Es importante tomar en cuenta las condiciones específicas del sitio para predecir



▼ Milpas. Foto: Todd Trapini. www.pexels.com

el riesgo que existe de salinizar un suelo al utilizar agua con alta concentración en sales, por lo que es fundamental realizar un análisis de agua del predio y repetirlo cada 3 o 4 años para ver si sufre cambios, las principales variables para clasificar la calidad del agua desde una perspectiva agrícola son: a) concentración de sales, b) presencia relativa de sodio, c) contenido de carbonatos y bicarbonatos, d) concentración de otros iones específicos como cloro y boro y e) presencia y concentración de Fe y Mn (Castellanos, 2000).

La estrategia de manejo para suelos alcalinos es la aplicación de calcio, utilizando yeso agrícola (Castellanos, 2000).

En el caso de suelos andosoles lo más recomendable es la adición de materia orgánica para inactivar el aluminio y la alta fijación de fósforo (Castellanos, 2000).

Aplicar un restaurador de suelos (desalinizante), que permita: el lavado de sales presentes en exceso, eliminar el sodio sustituyéndolo por calcio, aumentar la infiltración de agua de riego, liberar nutrientes que se encuentren bloqueados en el suelo, mejorar la permeabilidad del suelo y permitir una mejor germinación y rendimiento en numerosos cultivos.

Se requiere tener un control preciso sobre las fertilizaciones aplicadas en el suelo del huerto.

Agradecimientos

Al Dr. Gilberto Vela Correa, responsable del laboratorio de Edafología y Absorción Atómica de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco, por su generosa

colaboración y el apoyo brindado durante los análisis del suelo.

A todos los alumnos que apoyaron en el proyecto “Indicadores de calidad de suelo en el Huerto y Milpa ‘Mochitlán’ del CCH Vallejo, UNAM” por su valiosa colaboración en la realización de este trabajo:

- Bustos Parrales Ángel Leonardo
- Jiménez Martínez Guadalupe
- López Reséndiz Joana Gabriela
- Lugo Ramírez Katia Graciela
- Reyes González Frida Valentina
- Santacruz Jiménez Bruno
- Valdez de Jesús Ximena

A todo el personal del SILADIN Vallejo por su invaluable colaboración y apoyo en la realización de las actividades experimentales de nuestro proyecto. 



Bibliografía

- Buenas Prácticas Agropecuarias (BPA). (2020). *Recomendaciones para Muestreo de Suelos*, Red Buenas Prácticas Agropecuarias, Argentina.
- Cakmak, I. y Yazici, A. M. (s/f). *El Magnesio, un Nutriente Olvidado que Puede Salvar tu Cultivo*. Serie Nutrición Vegetal, Artículos Técnicos de INTAGRI. México. 8p. Recuperado de: <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/magnesio-nutriente-olvidado-salvar-cultivo>
- Castellanos, J.Z. (2000). *Manual de interpretación de Análisis de Suelos y Aguas*, INTAGRI. México, 186p.
- Castellanos, J.Z., Uvalle-Bueno, J.X. y Aguilar-Santelises, A. (2000). *Guía para la interpretación del análisis de suelos y Agua*, INTAGRI. México, 22p.
- Cervantes, M. J. E. (2018). Los componentes Tecnológicos Más Importantes en la Producción de Maíz de Alto Rendimiento. *Serie Cereales*, Núm. 43. Artículos Técnicos de INTAGRI. México, 5p. Recuperado de: https://www.intagri.com/public_files/Cereales/43%20Los%2010%20Componentes%20Tecnologicos%20en%20la%20Produccion%20de%20Maiz.pdf
- García, S. D. (2017). Micorrizas, los Biofertilizantes del Futuro que Vienen del Pasado. *Serie Nutrición Vegetal*, Núm. 90. Artículos Técnicos de INTAGRI. México. 5p. <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/micorrizas-biofertilizantes-del-futuro-que-vienen-del-pasado>
- INTAGRI. (2017a). Propiedades Físicas del Suelo y el Crecimiento de las Plantas. *Serie Suelos*, No. 29, Artículos Técnicos de INTAGRI. México. 5p. Recuperado de: <https://www.intagri.com/articulos/suelos/propiedades-fisicas-del-suelo-y-el-crecimiento-de-las-plantas>
- INTAGRI. (2017b). Fijación de Potasio en el Suelo. *Serie Suelos*, No. 31, Artículos Técnicos de INTAGRI. México. 3p. Recuperado de: <https://www.intagri.com/articulos/suelos/fijacion-de-potasio-en-el-suelo>
- Jaramillo, J.D.F. (2002). Introducción a la ciencia del suelo, Universidad Nacional de Colombia, 595 Pp. Recuperado de: <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/70085/70060838.2002.pdf?sequence>
- Lozano, S. J. D., Armbrecht, I. y Montoya, L. J. (2015). Hongos



▼ Campo de maíz. Foto: @flambo. www.pexels.com

- formadores de micorrizas arbosculares y su efecto sobre la estructura del suelo en fincas con manejos agroecológicos e intensivos. *Acta Agronómica*, 64(4): 289-295. Recuperado de: <http://www.scielo.org.co/pdf/acag/v64n4/v64n4a01.pdf>
- May-Lara, C., Pérez-Gutierrez, A., Ruiz-Sánchez, E., Ic-Caamal, A. y García-Ramírez, A. (2011). Efecto de niveles de humedad en el crecimiento y potencial hídrico de *Cápsicum chinense* Jacq. Y su relación con el desarrollo de *Bemisia tabaci* Genn. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 14: 1039-1045. Recuperado de: <https://www.scielo.org.mx/pdf/itsa/v14n3/v14n3a32.pdf>
 - Moreno, G. S. I. (2022). Entre lo comunitario y la escasez: La práctica de la agricultura urbana en la zona oriente del Valle de México. *Trace*, 81: 24-47. Recuperado de: <https://www.scielo.org.mx/pdf/trace/n81/2007-2392-trace-81-24.pdf>
 - Navarro, B. A. (2010). Indicadores físicos de un suelo bajo labranza de conservación y su relación con el rendimiento de tres cultivos [Tesis doctoral, Colegio de Postgraduados], Colposdigital. Recuperado de: <http://colposdigital.colpos.mx:8080/jspui/handle/10521/60>

- SEMARNAT. (2002). *Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000, que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos, estudio, muestreo y análisis*. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Publicado el 31 de diciembre de 2002 en el Diario Oficial de la Federación. Segunda Sección. México, 85p.
- USDA (1999). *Guía para la Evaluación de la Calidad y Salud del Suelo*, Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de Norteamérica (USDA). Recuperado de: <https://www.nrcs.usda.gov/sites/default/files/2022-10/Guía%20para%20la%20Evaluación%20de%20la%20Calidad%20y%20Salud%20del%20Suelo.pdf>
- Vela, C.G. (2020). *Manual de técnicas para el análisis de suelos*, Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco, Laboratorio de Edafología, México, 115Pp.

Fractales de metales

Autor:

Alfredo César Herrera Hernández
alfredochh@gmail.com
CCH Plantel Oriente

▼ Foto: [gettyimages.com](https://www.gettyimages.com)

Resumen

¿Qué tienen en común los rayos, el brócoli, las nubes y los alveolos pulmonares? La respuesta está en su geometría: Son fractales, caracterizados por su similitud e igualdad a sí mismos en todas sus direcciones y escalas posibles de observación.

En este proyecto investigamos la obtención de fractales con electroquímica, a partir de la electrodeposición de metales; también, analizamos el efecto de algunas variables en su obtención como la naturaleza del electrolito empleado, el grosor de los electrodos, la diferencia de potencial y el tiempo en que se desarrollaron.

Además de maravillarnos con las formas caprichosas obtenidas, nuestros resultados llegan a compararse con otro tipo de fractales y nos llevan a seguir investigando.

Palabras clave: *Fractales, metales, electrodeposición, electrodos, electrolitos.*

Introducción

La palabra “fractal” hace referencia a un objeto geométrico en el que una misma estructura, fragmentada o aparentemente irregular, se repite a diferentes escalas y tamaños. Dicha palabra se atribuye al matemático francés Benoit Mandelbrot quien, tras realizar una serie de observaciones de la naturaleza, concluyó que, por ejemplo, las nubes no son esferas, las montañas no son conos y los relámpagos no son líneas rectas, y ante la irregularidad en las formas, acuña el término “fractalidad”.

Las matrioskas, muñecas rusas de diferentes tamaños, dan una mejor idea de un fractal (Imagen 1). Al quitar una de esas muñecas, aparece otra, pero de menor escala, y al quitar esa, aparecerá otra todavía más pequeña. Si se pudiera tener un conjunto grande, infinito de muñecas que siguieran con ese patrón de ser

todas iguales, pero con una escala cada vez más pequeña, estaríamos dando origen a un fractal.



▼ **Imagen 1.** Las matrioskas rusas. Obtenido de: <https://pixabay.com/es/photos/matrioska-de-madera-la-cultura-1631194/>

Así, los fractales han servido como modelos para explicar la naturaleza y cuantificar la complejidad de una gran cantidad de patrones naturales. Hoy día, son usados en diversos campos, por ejemplo, en la cardiología son utilizados para estudiar la variabilidad de la dimensión fractal del árbol coronario izquierdo en pacientes con enfermedad arterial oclusiva severa, en la geología las técnicas de análisis fractal ayudan a entender las redes de fracturas de los macizos rocosos y las microestructuras de los minerales, solamente por mencionar algunas.

Por otra parte, la deposición electroquímica (o electrodeposición) es un tipo de electrólisis en donde se deposita un material sólido sobre un electrodo. El proceso está basado en la difusión de iones en una disolución cuando se aplica un campo eléctrico, y, por lo tanto, hay una reducción en la superficie de crecimiento, que también sirve de electrodo.

Si un sólido (el electrodo) se sumerge en una disolución electrolítica, se desarrollará una carga superficial. Entre el electrodo y la solución electrolítica hay una interfase en donde hay una transferencia de carga. Si la reacción provoca

que el material pierda o gane electrones se trata de una reacción de oxidación-reducción (o REDOX), lo que se representa como:



En donde M^{n+} es el ion metálico; ne^- representan los electrones y M es el metal.

Si la reacción anterior se lee de izquierda a derecha se trata de una reducción, en cambio, si se lee de derecha a izquierda, es una oxidación.

En una celda electrolítica (como la que se muestra en la Imagen 2), que es donde se lleva a cabo la electrólisis, el ánodo (el electrodo conectado al lado positivo de la fuente de poder) es donde se lleva a cabo el proceso de oxidación. En cambio, en el cátodo (el electrodo conectado al lado negativo de la fuente de poder) es donde se lleva a cabo la reacción de reducción y es donde se lleva a cabo la deposición.

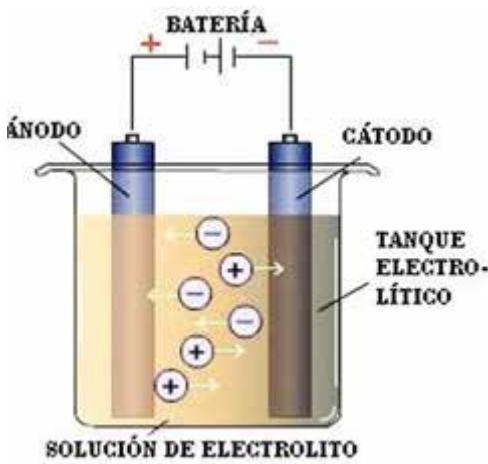


Imagen 2. Representación de una celda electrolítica. Obtenida de: <https://margaritezama.wixsite.com/margaritezama/copia-de-polimeros>

La electrodeposición tiene diversas aplicaciones industriales, por ejemplo, en la galvanización (en donde algunos metales se recubren de una delgada capa de otro metal, de mejor calidad y aspecto) y en el refinado de los metales.

En un estudio realizado en el año de 1991 se reportó la generación de agregados de fractales por electrodeposición de metales, empleando dos tipos de celdas:

a) Una celda circular, confinando una capa delgada de disolución acuosa de sulfato de zinc entre dos discos de vidrio de 15 cm de diámetro; un electrodo circular de cobre de 10 cm (que funciona como ánodo) y rodeó el líquido, el cátodo (y sitio de crecimiento) fue un alambre de cobre introducido verticalmente.

b) Una celda rectangular formada por dos electrodos de cobre paralelos separados por una distancia de 3.5 cm y colocados entre dos placas de vidrio. El espacio entre los electrodos se llenó con la disolución de sulfato de zinc.

Los resultados experimentales muestran cuatro formas predominantes: Fractales abiertos, fractales homogéneos, fractales dendríticos y fractales filiformes. Cada una de las formas anteriores fue dependiente de las concentraciones empleadas y de los voltajes suministrados.

En el trabajo anterior, quedan abiertas muchas preguntas, algunas de las cuales se retomaron en este proyecto experimental.

Metodología

En el desarrollo experimental de este proyecto empleamos los siguientes materiales:

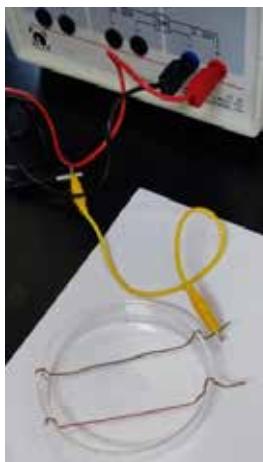
Para la obtención de fractales: Una fuente de poder, un par de cables banana-banana, un par de cables caimán-caimán, una caja Petri y un par de alambres de cobre.

Para las disoluciones: Agua destilada (como disolvente), una sal metálica (como soluto), espátula, vidrio de reloj, balanza digital, vaso de precipitados de 100 mL, embudo, matraz aforado, piseta.

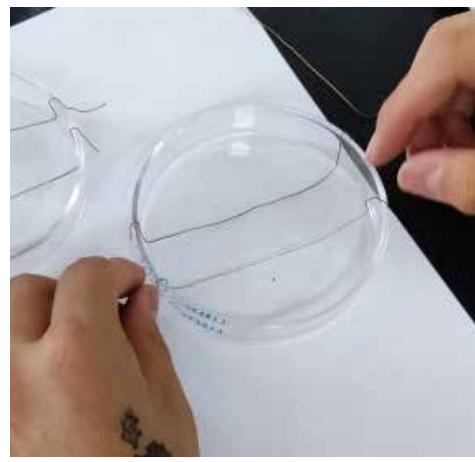
Las sales que empleamos fueron: Sulfato de zinc, $ZnSO_4$; sulfato de cobre (II), $CuSO_4$; cloruro de estaño (II), $SnCl_2$; nitrato de plata, $AgNO_3$;



▼ **Imagen 3.** Los alambres de cobre siendo lijados.



▼ **Imagen 4.** Colocación de los electrodos.



▼ **Imagen 5.** Conexión de los electrodos.
Fotos de autoría propia.

cloruro de manganeso (II), $MnCl_2$; cloruro de níquel (II), $NiCl_2$; cloruro de cobalto (II), $CoCl_2$ y cloruro de aluminio, $AlCl_3$.

Preparación de las disoluciones

Realizamos cálculos, como los siguientes, para preparar 50 mL de las disoluciones a una concentración del 3% m/V.

Por ejemplo, para la preparación de la disolución de $ZnSO_4$:

- $(3 \text{ g } ZnSO_4) (50 \text{ mL de disolución}) = 1.5 \text{ g de } ZnSO_4$
- $(100 \text{ mL de disolución})$

Eso quiere decir que pesamos 1.5 g de $ZnSO_4$ y los disolvemos en 40 mL de agua destilada, para después aforar a 50 mL.

Montaje del equipo

1) Los electrodos fueron alambres de cobre de 15 cm de largo aproximadamente, por lo que previamente fueron lijados para quitarles el recubrimiento.

2) Los electrodos se colocaron de forma paralela en las cajas Petri, teniendo en cuenta

que debía haber de 3 a 5 cm de separación entre ellos.

3) Se realizaron las conexiones entre los electrodos y la fuente de poder.

4) Se vertieron 20 mL de la disolución a la caja Petri, asegurándose de que ambos electrodos quedaran cubiertos del líquido en su totalidad.

5) Encendimos la fuente de poder, fijamos el voltaje (initialmente 5 V) y lo fuimos aumentando con el paso del tiempo hasta observar resultados.

Después de que se obtuvieron los fractales, se procedió a apagar la fuente de poder (y los fractales se desbarataron) por lo que tuvimos que filtrar los metales obtenidos para su recuperación.

Resultados

En las siguientes imágenes se muestran algunos de los resultados obtenidos.

Análisis de resultados

A partir de los resultados obtenidos, se realizó el siguiente análisis en función de cada metal:



<p>Fractales de zinc Reacción que se llevó a cabo: $\text{ZnSO}_4 \text{ (ac)} + \text{Cu (s)} \rightarrow \text{Zn (s)} + \text{CuSO}_4 \text{ (ac)}$ Electrolito: ZnSO_4 Electrodos: Alambres de cobre delgados Distancia entre los electrodos: 5 - 7 cm Corriente final: 15 V Tiempo: 1.45 h</p>	 <p>Imagen 6</p>
<p>Fractales de cobre Reacción que se llevó a cabo: $\text{CuSO}_4 \text{ (ac)} + \text{Cu (s)} \rightarrow \text{Cu (s)} + \text{CuSO}_4 \text{ (ac)}$ Electrolito: CuSO_4 Electrodos: Alambres de cobre delgados Distancia entre los electrodos: 5 - 7 cm Corriente final: 6 V Tiempo: 30 min</p>	 <p>Imagen 7</p>
<p>Fractales de manganeso Reacción que se llevó a cabo: $\text{MnCl}_2 \text{ (ac)} + \text{Cu (s)} \rightarrow \text{Mn (s)} + \text{CuCl}_2 \text{ (ac)}$ Electrolito: MnCl_2 Electrodos: Alambres de cobre delgados Distancia entre los electrodos: 4 cm Corriente final: 3 V Tiempo: 30 min</p>	 <p>Imagen 8</p>
<p>Fractales de estaño Reacción que se llevó a cabo: $\text{SnCl}_2 \text{ (ac)} + \text{Cu (s)} \rightarrow \text{Sn (s)} + \text{CuCl}_2 \text{ (ac)}$ Electrolito: SnCl_2 Electrodos: Alambres de cobre delgados Distancia entre los electrodos: 4 cm Corriente final: 5 V Tiempo: 15 min</p>	 <p>Imagen 9</p>
<p>Fractales de plata Reacción que se llevó a cabo: $\text{AgNO}_3 \text{ (ac)} + \text{Cu (s)} \rightarrow \text{Ag (s)} + \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \text{ (ac)}$ Electrolito: AgNO_3 Electrodos: Alambres de cobre gruesos Distancia entre los electrodos: 5 cm Corriente final: 14 V Tiempo: 30 min</p>	 <p>Imagen 10</p>

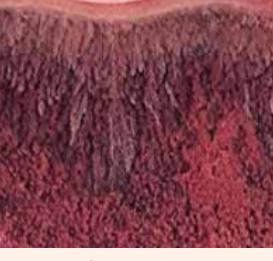
Electrodepositión de zinc: La forma de los fractales asemeja árboles enanos. El tiempo de crecimiento fue lento (más de una hora). El voltaje empleado fue de 15 V, a voltajes menores el crecimiento fue sumamente lento y a voltajes mayores se generó mucho desprendimiento de hidrógeno, que terminó por romper las estructuras.

Electrodepositión de cobre: Los fractales tienen forma coral. El tiempo de crecimiento fue rápido (menos de una hora). El voltaje empleado y el más adecuado fue de 6 V.

Electrodepositión de manganeso: La forma de los fractales fue de pequeñas agujas cristalinas de color amarillo. El tiempo de crecimiento fue rápido (menos de una hora). El voltaje más adecuado fue de 3 V.

Electrodepositión de estaño: La forma de los fractales es ramificada. El tiempo de crecimiento fue muy rápido (menos de media hora). El voltaje inicial fue de 2 V, pero las ramificaciones crecían muy lentamente, por lo que cambiamos a 5 V, llegando a unas bonitas formas y a mayor voltaje, se quebraron.

Electrodepositión de plata: La forma parece una enorme esponja de cristales. El tiempo de crecimiento fue rápido (menos de una hora). El voltaje empleado fue de 14 V, considerando que a voltajes mayores se formaba una capa gris oscura y homogénea.

<p>Fractales de níquel</p> <p>Reacción que se llevó a cabo: $\text{NiCl}_2(\text{ac}) + \text{Cu}(\text{s}) \rightarrow \text{Ni}(\text{s}) + \text{CuCl}_2(\text{ac})$</p> <p>Electrolito: NiCl_2</p> <p>Electrodos: Alambres de cobre gruesos</p> <p>Distancia entre los electrodos: 4 cm</p> <p>Corriente final: 18 V</p> <p>Tiempo: 1.30 h</p>	 <p>Imagen 11</p>
<p>Fractales de cobalto</p> <p>Reacción que se llevó a cabo: $\text{CoCl}_2(\text{ac}) + \text{Cu}(\text{s}) \rightarrow \text{Co}(\text{s}) + \text{CuCl}_2(\text{ac})$</p> <p>Electrolito: CoCl_2</p> <p>Electrodos: Alambres de cobre delgados</p> <p>Distancia entre los electrodos: 4 cm</p> <p>Corriente final: 25 V</p> <p>Tiempo: 1.45 h</p>	 <p>Imagen 12</p>
<p>Fractales de aluminio</p> <p>Reacción que se llevó a cabo: $\text{AlCl}_3(\text{ac}) + \text{Cu} \rightarrow \text{Al}(\text{s}) + \text{CuCl}_2(\text{ac})$</p> <p>Electrolito: AlCl_3</p> <p>Electrodos: Alambres de cobre delgados</p> <p>Distancia entre los electrodos: 2 cm</p> <p>Corriente final: 10 V</p> <p>Tiempo: 1.50 h</p>	 <p>Imagen 13</p>

Electrodepositión de níquel: La forma de los fractales es rocosa. El tiempo de crecimiento fue lento (más de una hora). El voltaje empleado fue de 18 V, considerando que a voltajes menores el crecimiento fue sumamente lento y a voltajes mayores se generó desprendimiento de hidrógeno.

Electrodepositión de cobalto: La forma de los fractales asemeja estalactitas. El tiempo de crecimiento fue muy lento (más de una hora). El voltaje empleado fue de 20 V, considerando que a voltajes menores el crecimiento no se aprecia en una hora y a voltajes mayores se corre el riesgo de tener un accidente.

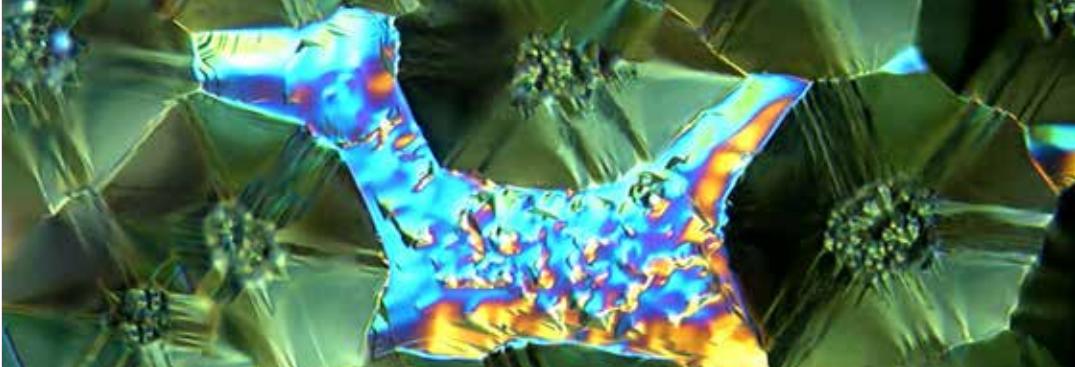
Electrodepositión de aluminio: La forma de los fractales solamente pudo ser observada através del microscopio estereoscópico, ya que a simple vista parecía una enorme esponja, pero baje el microscopio tenía forma de dendritas. El tiempo de crecimiento fue muy lento (más de una hora). El voltaje empleado fue de 10 V.

Una variable que no fue considerada como objeto de análisis, pero cuya modificación implicó cambios sustanciales en el tiempo de crecimiento de los fractales fue la distancia entre los electrodos. Observamos que, entre más cercanos estén los electrodos, más rápido crece el fractal, independientemente del voltaje empleado. Por ello optamos por colocar a los electrodos de forma paralela, a una distancia desde los 2 cm (para fractales con crecimiento muy lento, como el aluminio), hasta los 7 cm (para fractales de crecimiento rápido, como el cobre).

Conclusiones

A partir de este proyecto experimental concluimos que:

- Obtuvimos diferentes fractales, a través de reacciones REDOX, por electrodepositión de metales. Las variables fueron el grosor de los electrodos, el voltaje y la naturaleza de los electrolitos, en función del tiempo.
- Los diferentes grosores de electrodos de cobre (delgado, medio y grueso) no tienen influencia ni en la forma final de los fractales, ni en el tiempo en que se desarrollaron.



■ Monocristal de óxido de zinc tratado termoquímicamente en vapor de metal. Foto: Dra. Lynn Boatner, Hu Longmire. Obtenido de: www.nikonsmallworld.com.

- Es muy importante la diferencia de potencial que se aplica a la celda electrolítica. Por ejemplo, para el caso de la electrodeposición de zinc, el crecimiento fue lento a bajos voltajes y creímos que, si aumentábamos los valores, el crecimiento sería más rápido. Sin embargo, la cantidad de hidrógeno generado, como subproducto de la electrólisis del agua, fue tan grande que empezó a romper las estructuras que se formaban. El reto estuvo en encontrar valores adecuados de voltaje para el adecuado desarrollo de cada uno de los fractales.
- La naturaleza del electrolito influye en la forma, color y aspecto del electrodepósito de metal que se obtiene.
- Quedan abiertas muchas posibilidades para investigaciones futuras, por ejemplo, lo que sucedería al cambiar la naturaleza del electrodo, al modificar los aniones para un mismo catión metálico o al modificar el pH del electrolito, esto último para evitar que el metal reducido se oxide y se pueda observar mejor el metal.
- Las formas fractales obtenidas se reproducen a gran escala en la naturaleza, así, una hipótesis a gran escala podría ser que, si sabemos el patrón del fractal, tal vez podríamos modificar su desarrollo o implicaciones que su crecimiento tendría, por ejemplo, en las inundaciones de los ríos o en crecimientos celulares anómalos. Ojalá que los resultados de este proyecto contribuyan a este tipo de investigaciones no tan lejanas.

Agradecimientos

Este proyecto experimental no pudo haber sido posible sin la entusiasta participación de los alumnos Arturo Chávez Victoria, Luis Ángel García Cortez, Jessica Lizbeth Ortiz Hernández, Santiago Javier Téllez Pérez, Io Valentina Vergara Gómez, integrantes del Taller de Ciencias, que se desarrolló en el SILADIN del CCH Oriente.❷

Bibliografía

- Diccionario de la Real Academia Española. *Definición de fractal*.
- Nicolás, J. R. (2018). *Fractalidad: la morfología de lo amorf*. Revista Conciencia Estudiantil. 2 (1). 3-5.
- Patiño, J. (2019). *Crecimiento asimétrico de arreglos de nanoalambres por electrodeposición*. Tesis. Licenciatura en Ciencia de Materiales Sustentables. ENES-Morelia. UNAM.
- Ramírez, J. A. (2013). *Recuperación de arsénico elemental mediante electrodeposición de agua de rechazo originada en procesos de desionización capacitiva y ósmosis inversa*. Tesis. Maestría en Ingeniería. UNAM.
- Talanquer, V. e Irazoque, G. (1991). *Fractales*. Educación Química. 2 (3). 114-125.
- Talanquer, V. (1996). *Fractus, fracta, fractal. Fractales, de laberintos y espejos*. Colección la Ciencia para Todos. Fondo de Cultura Económica.



Foto: Mexclapique Cola Roja, *Xenotoca eiseni*.
Iván Montes de Oca/CONABIO.



Obtención de Quitosano desde exoesqueletos de camarón mediante desacetilación homogénea

Autora:

Ariana Andrea Nicio Cruz

ariana.nicio@cch.unam.mx

CCH Plantel Oriente

▼ *Palaemon Serratus*.

Foto: Enrique Dans.

Resumen

Los plásticos derivados del petróleo han cambiado y renovado el estilo de vida humano, siendo parte importante en el desarrollo y crecimiento de la industria química, pero a su vez, han sido una de las principales causas de contaminación ambiental. Por lo que se han hecho innumerables investigaciones con el objetivo de encontrar posibles sustitutos poliméricos que haga frente a la gran versatilidad de los polímeros derivados del petróleo. Una opción que está siendo investigada, es la producción de un polímero natural derivado de los residuos de crustáceos, conocido como quitosano, el cual ha demostrado tener cualidades atractivas como, alta resistencia al crecimiento microbiano y mayor velocidad de degradación, comparado con los polímeros sintéticos. Este artículo pretende dar cuenta de los resultados obtenidos de una investigación realizada con el trabajo de alumnos en el laboratorio SILADIN-LACE del CCH-Oriente, cuyo objetivo principal fue la obtención de quitosano en un proceso de extracción química por desacetalilación homogénea con recursos y materiales disponibles en un laboratorio de bachillerato. Con el objetivo de encontrar un camino de oportunidades que permitan la creación de materiales biodegradables y con propiedades similares a los plásticos derivados del petróleo.

Palabras clave: *Quitosano, CCH, SILADIN, camarón, plásticos*

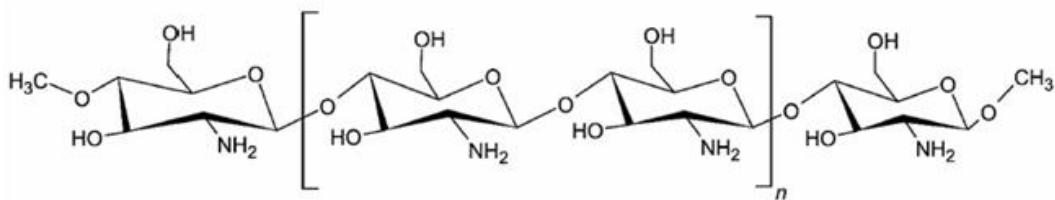
Introducción

La industria química ha sido un sector de desarrollo y producción importante debido a la producción de polímeros derivados

del petróleo que han cambiado y renovado el estilo de vida humano. Sin embargo, la contaminación por plásticos derivados del petróleo se ha convertido en uno de los retos medioambientales más preocupantes de nuestro tiempo y se cree que, si la tendencia actual de producción, uso y desecho continúa, en el 2050, los océanos contendrán más plástico que pescado por peso (ONU, 2022).

Dada la problemática actual, se han hecho numerosas investigaciones con el objetivo de encontrar polímeros biodegradables que puedan sustituir a los polímeros derivados del petróleo en sus diferentes aplicaciones. En este sentido, el quitosano, es un polímero biodegradable con aplicaciones versátiles que podría ser una opción frente a los plásticos derivados del petróleo.

El quitosano es un polímero catiónico lineal, insoluble en muchos solventes, biodegradable, no tóxico, de alto peso molecular, de fácil aplicación y ambientalmente amigable (ver Figura 1) (Parada, Crespín, Miranda, & Katíme, 2004). Es insoluble a pH neutro y básico debido a sus enlaces intra e intermoleculares formados por puentes de hidrógeno, cuya forma cristalina y grupos amino protonables ($-\text{NH}_3^+$), permiten que sea soluble en soluciones acuosas ácidas, debido a que se incrementa la polaridad y las repulsiones electrostáticas (Romero-Serrano & Pereira, 2020). El quitosano es renovable, no tóxico, con propiedades antimicrobianas y abundante, pues puede ser obtenido de la quitina, material procedente de los caparazones de crustáceos, moluscos y hongos. Por lo que, ofrece una alternativa para el aprovechamiento de desperdicios, por ejemplo, de la pesca y producción de especies de crustáceos que, a su vez, generan contaminación.



▼ **Figura 1.** Estructura química del Quitosano (Romero-Serrano & Pereira, 2020).

Actualmente, se reportan dos métodos básicos de extracción de quitosano, el químico y el biológico (Cuahuizo, 2016). Sin embargo, las condiciones específicas de la reacción dependerán de diversos factores, tales como el material de partida, el tratamiento previo y el grado de desacetilación del quitosano.

El método químico puede llevarse de dos maneras: desacetilación homogénea y heterogénea.

La desacetilación homogénea consiste en suspender a la quitina en soluciones álcali y posteriormente, realizar el proceso de desacetilación a temperatura ambiente durante periodos largos de tiempo y agitación constante, lo que favorece que la reacción se localice en determinados lugares de la cadena y el ataque a los grupos amida sea más uniforme. En el caso de la desacetilación heterogénea, la quitina es suspendida en solución alcalina caliente, usualmente NaOH, durante periodos cortos de tiempo y aislando el producto en cada etapa. Sin embargo, se ha demostrado que este último proceso favorece la polidispersión del grado de desacetilación en la cadena (García & Roca, 2008).

En el caso de la extracción biológica, se utiliza la enzima quitina desacetilasa, quien cataliza la conversión de Quitina a Quitosano por la desacetilación de los residuos N-acetyl-D-glucosamina. Aunque, este método tiene

la desventaja de que, la enzima no es muy efectiva en la desacetilación de Quitina insoluble, por lo que previamente es necesario un pretratamiento (García & Roca, 2008).

Por las características mencionadas, se pretendió realizar un proceso de extracción química por el método desacetilación homogénea en un proceso libre de energía eléctrica y utilizando los materiales disponibles en el laboratorio de LACE-SILADIN del Colegio de Ciencias y Humanidades Plantel Oriente, durante el ciclo escolar 2022-2023 en el marco de trabajo del Taller de Ciencias. Lo anterior, proporcionará materia prima que podrá ser utilizada en la producción de biopolímeros biodegradables.

Metodología

3.1 Materiales

- 33g de exosqueleto de camarón	- Papel filtro
- Vidrios de reloj	- Cajas petri
- Espátulas	- Embudo
- Botellas de vidrio ámbar	- Matraz aforado 100 mL
- Agitador de vidrio	- Propipetas
- Cristalizadores	- Pipeta graduada 10 mL

3.2 Reactivos

- HCl 1 y 1.5 M	CH ₃ COOH 4%
- NaOH 2 M	- NaOH 65%

3.3 Equipos

Balanza digital	Tamizador
Horno	Licuadora

El proceso de extracción de quitosano fue realizado mediante desacetilación homogénea conforme a lo reportado por Nicio, A. (2012) con algunas modificaciones acorde al trabajo y materiales disponibles en el laboratorio LACE-SILADIN del CCH-OTE. Este proceso básicamente consiste en tres etapas, la desmineralización, desproteinización y desacetilación. En la desmineralización ocurre la eliminación de la materia inorgánica en medio ácido diluido, en la desproteinización se busca realizar la extracción de proteínas en medio alcalino, y en la desacetilación ocurre la transición de quitina a quitosano (Parra, y otros, 2020).

La quitina, fue extraída a partir de exoesqueleto de camarón obtenido de un restaurante de mariscos. Los caparazones fueron separados de la carne, para posteriormente ser lavados con abundante agua, eliminando los residuos orgánicos que puedan estar presentes. Los exoesqueletos fueron colocados en un horno a $93 \pm 1^\circ\text{C}$ y secados durante una hora. Posteriormente, se retiró la cola, cabeza y patas y el residuo fue triturado en una licuadora. Una vez hecho esto, la molienda fue tamizada con una criba de tamaño de partícula menor a 250 μm .

Para llevar a cabo la desmineralización de los exoesqueletos se colocó en un frasco

ámbar 33 g de molienda de exoesqueletos en una solución de HCl de 1.5 M en una relación 1:15 sólido-líquido, a temperatura ambiente durante una semana con intervalos de agitación de 10 min al día. Este mismo proceso fue repetido por el Alumno 2, pero sustituyendo la concentración de HCl de 1.5 M por 1 M. Pasado ese lapso, se procedió a separar el exoesqueleto desmineralizado del HCl, mediante una filtración con embudo y se procedió a realizar el proceso de desproteinización con NaOH de 2 M, con lo cual la quitina desmineralizada se colocó nuevamente en un frasco ámbar con la disolución NaOH 2 M en una relación 1:15, dejándola reposar durante 10 días a temperatura ambiente con intervalos de agitación de 10 min al día. Posteriormente, se filtró nuevamente con embudo y se dejó secar a temperatura ambiente.

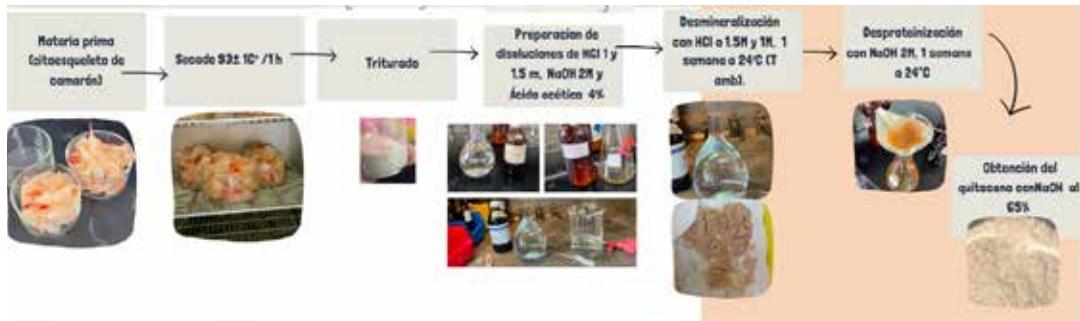
Para realizar el proceso de desacetilación homogénea, se colocó la quitina desmineralizada y desproteinizada en un frasco ámbar en una disolución de NaOH al 65% en una relación 1:15 sólido-líquido, donde reposó durante 1 semana con intervalos de agitación de 10 min al día. Finalmente, el quitosano obtenido fue separado de la disolución de

NaOH mediante filtración y se dejó secar una semana a temperatura ambiente. Es importante mencionar que, en cada paso se tomó el peso inicial y el peso final de las muestras (ver figura 2).

Dado que, a diferencia de la quitina, el quitosano es soluble en disoluciones orgánicas, se realizó la verificación de obtención de quitosano mediante una disolución de 5 mL de ácido acético al 4% v/v, con una muestra de 0.1 gramos de quitosano en agitación (Tolaimane, y otros, 2000).



La quitina, fue extraída a partir de exoesqueleto de camarón obtenido de un restaurante de mariscos



▼ **Figura 2.** Diagrama de flujo del proceso de obtención de quitosano (Nicio, 2012).

Resultados

Los resultados obtenidos se muestran en el cuadro 1 y 2. Estos fueron presentados en la muestra SILADIN Oriente del 4 de mayo del 2023 (ver figura 3).

Al final del proceso de extracción, se diluyó el quitosano obtenido en una disolución al 4% de ácido acético.

Cuadro 1. Rendimiento de extracción de quitina y quitosano obtenida por Alumno 1.

Aprovechamiento final: 12.4%

Fases de extracción	Cantidad inicial	Cantidad final	Rendimiento
Desmineralización (HCl 1.5M)	33 g	20.9 g	63.3%
Desproteinización (NaOH)	20.9 g	18.5 g	88.5%
Obtención de quitosano	18.5 g	4.1 g	22.2%

Cuadro 2. Rendimiento de extracción de quitina y quitosano obtenida por Alumno 2.

Aprovechamiento final: 13%

Fases de extracción	Cantidad inicial	Cantidad final	Rendimiento
Desmineralización (HCl 1M)	33 g	8 g	24%
Desproteinización (NaOH)	8 g	6.8 g	85%
Obtención de quitosano	6.8 g	4.3 g	63.2%



Análisis de resultados

Como se puede apreciar en los cuadros 1 y 2, se tuvo varias pérdidas de materia prima en cada paso de la extracción, encontrándose la mayor pérdida en la fase de desproteinización. Al final, ambos alumnos obtuvieron un rendimiento similar, entre 12 y 13%. Aunque, el mayor rendimiento se obtuvo en el proceso donde se ocupó HCl 1 M en la fase de desproteinización. Una observación importante es que, el tiempo de extracción fue mucho mayor al reportado por Nicio (2012), debido a que, en este caso, no se ocupó agitación magnética y se sustituyó por una agitación manual por intervalos en un tiempo de una semana, lo que reflejó un proceso de extracción más limpio y libre de energía eléctrica. Adicionalmente, todos los residuos ácidos y básicos obtenidos fueron neutralizados.

A pesar de que hubo grandes pérdidas, se sabe que, la cáscara de camarón tiene un alto porcentaje en proteínas y carbonato de calcio, y solo alrededor del 25-30% del total, es quitina. Así mismo, Castro y Vidal (2015), reportaron rendimientos de extracción de quitosano del 9.5%; por lo que las pérdidas obtenidas se encuentran dentro del intervalo esperado y el rendimiento de quitosano por arriba de lo reportado. Aunque, no se descartan pérdidas debidas a error del experimentador. Una recomendación adicional sería realizar la filtración en presencia de vacío para disminuir el tiempo y las pérdidas debidas a pasos intermedios. Aunque esto dependerá de la disponibilidad del recurso en el laboratorio.

Es importante mencionar que, para confirmar que el quitosano obtenido es de buena calidad, es necesario hacerle pruebas de calidad como el análisis estructural por IR (Infrarrojo) y RMN (Resonancia Magnética Nuclear).

Figura 3. Fotografías de la presentación de trabajos en la Muestra SILADIN del CCH-Oriente, el día 4 de mayo de 2023.



Al final del proceso de extracción, se logró realizar la identificación del quitosano mediante una disolución orgánica, lo cual verificó que se trataba de la estructura esperada, pues si aún fuera quitina, no se solubilizaría.

Conclusión

Se logró obtener el producto con un buen rendimiento a pesar de la falta de agitación constante (12.4 y 13%), lo que se demostró que la alternativa implementada sin uso de energía eléctrica tuvo una efectividad equiparable a la contraparte reportada en la literatura (9.5%) (Hernández, Aguilera, Flores, Viveros, & Ramos, 2009). Sin embargo, se planea disminuir el tiempo del proceso y aumentar la productividad de obtención de quitosano en futuras investigaciones.

Es necesario contribuir en la reducción del uso de plásticos para ayudar al problema ambiental, y aún es factible hacerlo, por lo que esta investigación da pie para mostrar alternativas que vislumbren opciones viables

en la producción de biopolímeros degradables con aplicaciones equiparables a los plásticos derivados del petróleo. La obtención del quitosano en un proceso limpio es una medida pequeña pero significativa para comenzar a generar cambios positivos y generar conciencia sobre la problemática ambiental.

El quitosano obtenido será utilizado para la formulación de biopelículas que puedan ser utilizadas en diferentes industrias como la alimentaria, farmacéutica y cosmética en futuras investigaciones del SILADIN del CCH Oriente.

Agradecimientos

Este trabajo no pudo ser realizado sin el compromiso y dedicación de los estudiantes Alexia Covarrubias Martínez, Carmen Carolina Romero Delgadillo, Ashley Jholett Rocha Ortíz y Fernando Betuel Colín González, que estuvieron, bajo mi supervisión, trabajando en el laboratorio SILADIN-LACE del CCH-Oriente. 



▼ Camarones. Foto: Tony Wu.
www.pexels.com

Bibliografía

- Castro, N., & Vidal, C. (2015). Obtención y caracterización de quitina y quitosano del emerita analoga a escala piloto. *Revista Científica Institucional*, 182-197.
- Cuahuizco, G. (2016). Obtención de quitosano por el método químico a partir del hongo Seta (*Pleurotus Ostreatus*) y su caracterización. *Tesis Profesional*. Puebla.
- García, T., & Roca, J. (2008). Industrialización de los crustáceos para la obtención de Quitosano en ungüento con efecto cicatrizante. *Industrial Data*, 24-32.
- Hernández, H., Águila, E., Flores, O., Viveros, E., & Ramos, E. (2009). Obtención y caracterización de quitosano a partir de exoesqueletos de camarón. *Superficies y Vacío*, 57-60.
- Ingeniería y Química Fácil. (2018). *¿Cómo transformar la cáscara de camarón en quitosano?* Obtenido de YouTube: <https://www.youtube.com/watch?v=9edDPcnM7as&list=LL&index=48>
- Nicio, A. (2012). Síntesis y caracterización de películas de quitosano-cítrico-HPMC. *Tesis Profesional*.
- ONU. (2022). *The Global Commitment 2022*. Ellen Macarthur Foundation.
- Parada, L., Crespín, G., Miranda, R., & Katíme, I. (2004). Caracterización de Quitosano por Viscosimetría Capilar y Valoración Potenciométrica. *Iberoamericana de Polímeros*, 1-16.
- Parra, I., Chávez, G., Luzardo, M., López, A., Montilla, L., Vera, A., . . . Delgado, N. (2020). Influencia de tratamientos químicos sobre el rendimiento y calidad del quitosano de exoesqueletos de cangrejos. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 100-106.
- Romero-Serrano, A., & Pereira, J. (2020). Estado del arte: Quitosano, un biomaterial versátil. El estado del arte de su obtención a sus múltiples aplicaciones. *Ingeniería UC*, 118-135.
- Shankar, D., & Rhim, J. (2018). Preparación de películas de quitosano antimicrobiano con nanopartículas de azufre incorporadas. *Hidrocoloides alimentarios*, 116-123.
- Tolaimane, A., Desbrieres, J., Rhazi, M., Alagui, A., Vincendon, M., & Vottero, P. (2000). On the influence of deacetylation process on the physicochemical characteristics of chitosan from squid chitin. *Polymer*, 41.



El qué, cómo y dónde de la elaboración de perfumes: Extracción de aceites esenciales

Autora:

Dafne Berenice Ortega Sánchez
dafne.ortegasanchez@cch.unam.mx
CCH Plantel Oriente

Estudiantes:

Hernández Juárez Aldo
Mariaca González Jessica
Soto Ruiz Sofía
Ramírez Carmona Isabella



Resumen

A lo largo de toda la historia, un buen olor ha caracterizado a la gente bien parecida. Incluso en la actualidad, muchas personas son recordadas con base en el aroma que tenían en vida. Es por lo que la industria del perfume resulta ser una de las más grandes en todo el mundo.

Desde una perspectiva química, será sencillo la elaboración de un perfume de manera artesanal. Donde se extraigan esencias y al mismo tiempo definir proporciones a cada una. Por ello, reconocer cuál es la manera más eficiente de hacer la extracción de esencias, la importancia de dejarlos asentar y posteriormente combinarlos bajo proporciones definidas. Permite reconocer el proceso físico y químico de la elaboración de perfumes.

Palabras clave: *Extracción, mezclas, métodos de separación, esencias, perfumes.*

Introducción

Desde olores frescos hasta olores dulces, la industria del perfume ha tenido una importancia gigantesca para el ser humano. Sin embargo, en la actualidad poco se habla del origen del perfume y mucho menos de la fabricación de estos. Por ello, el primer cuestionamiento es ¿de dónde viene un perfume?

El significado de la palabra perfume procede de *perfumun* (a través del humo, de su traducción del latín). Remontarse a los orígenes del perfume implica viajar hasta la Edad de Piedra, cuando la humanidad vivía en aldeas y poblados y descubrió una fórmula primitiva de perfume mediante la quema de resinas, inciensos y maderas aromáticas en los ritos religiosos. El aroma se quedaba impregnado en las personas y, cuando fueron conscientes de lo particular de este hecho, comenzó la andadura de lo que miles de años más tarde

sería el perfume moderno. (P.V., 2022) Por ello, hablar del perfume sería una larga, pero no aburrida historia.

Por otro lado, surge la pregunta ¿qué es un olor? Sí bien, estamos acostumbrados a los perfumes, en ningún momento nos hemos preguntado, desde una perspectiva científica, lo que es el olor.

El sentido del olfato es un receptor químico en donde las partículas aromáticas desprendidas de los cuerpos volátiles ingresan por el epitelio olfatorio ubicado en la nariz y son procesadas por el sistema olfativo, por lo que el olor es la sensación resultante provocada por estas partículas; tal como sucede con otros sentidos, varios factores psicológicos pueden desempeñar cierto papel en la percepción de estos. Millones de sustancias están disueltas en el aire dando origen a los olores que percibimos, la naturaleza está llena de aromas agradables y desagradables para uno de los sentidos químicos más poderosos, el olfato. A todos nos gustan tanto los olores de algunas flores, maderas y cítricos que los capturamos en las fragancias que usamos en la vida diaria, pero también nos disgustan los olores producidos por algunos microorganismos, por lo que siempre estamos a la búsqueda de nuevos productos capaces de neutralizarlos (Colorado y Rivera, 2014). Entonces, todo lo que nos rodea son olores y clasificarlos resulta complejo, además de difícil, pero ¿por qué? Y ¿de dónde vienen estos olores?

Una esencia aromática es un producto aromático que puede ser de origen natural o también sintético o artificial, que cumple una función estrictamente de aroma o perfume, de cualquier elemento. Las esencias se encuentran en los aceites esenciales que tienen cada una de las plantas, frutas o materia orgánica del mundo. Un aceite esencial es un compuesto de origen natural, no graso, volátil y poco denso, que tiene sustancias aromáticas o esencias de perfumes,

pero a su vez, contiene ciertos principios activos que se mantienen o conservan después de su procesamiento desde el producto original (Pro-air, 2023). Estos principios activos, son los responsables de los olores que nosotros percibimos, por ello es importante resaltar que los olores dependen de los compuestos químicos que tengan esos materiales. Y esto nos lleva a que será completamente diferente la extracción de una esencia a otra.

Dentro de las metodologías más famosas encontramos:

- Destilación simple es, sin duda, el proceso de extracción más fácil y barato, utilizado por las más prestigiosas marcas de perfume y de extracción de aceites esenciales. Convierte los aceites esenciales en vapor y después vuelve a condensarlos. (Lda, 2022)
- Destilación por arrastre de vapor, este proceso comienza con volver vapor el agua y cuando el vapor pasa a través de la materia orgánica que contiene aceites esenciales, libera las moléculas de aceites esenciales sin dañar o quemar estos delicados componentes. El destilado resultante contendrá una mezcla de vapor de agua y de aceites esenciales que vuelven a su forma líquida en el recipiente de condensación. (Lda, 2022)
- Macerado, en un recipiente se coloca la muestra y se añade un solvente sin olor para que este sea el conductor del aroma. Una vez colocado, se macera (tritura) hasta que la muestra queda totalmente triturada, al final se filtra y el líquido será la esencia recuperada. (Lda, 2022)

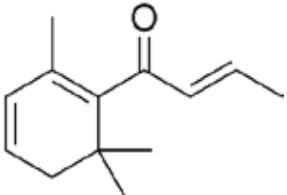
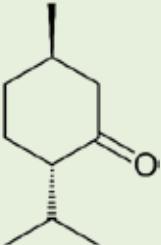
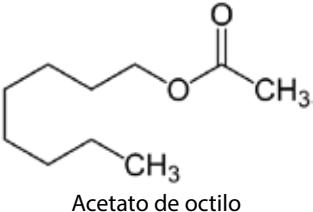
De esa forma, tendremos una gama amplia de aromas y metodologías para un solo perfume. Cabe mencionar que esta amplia gama no es solamente por variación de metodologías, implica y toma en cuenta la sensibilidad de los compuestos aromáticos a la temperatura.

Metodología

En un inicio se establecieron las esencias que se deseaban extraer, tales como: rosas, menta, naranja, canela, etc. Asimismo, se buscó la estructura química y estabilidad de cada una de esas esencias (Tabla 1).

Conociendo esa información, se estableció la metodología de extracción adecuada. (Tabla 1) Por cuestiones de material de laboratorio, solo fue posible elegir los siguientes tres métodos: macerado, arrastre de vapor y destilación simple.

Tabla 1. Ejemplo de características y extracción del aroma.

Aroma y materia prima	Estructura	Estabilidad	Método de extracción
Rosas, flores de rosas blancas	 Damascenona	Mayormente estable a altas temperaturas	Macerado y destilación simple
Menta, planta de menta	 Mentona	Se descompone a altas temperaturas	Macerado
Naranja, cáscara de naranja	 Acetato de octilo	Estable a altas temperaturas	Destilación por arrastre de vapor
Canela, ramas de canela	 Cinamaldehído	Estable a altas temperaturas	Destilación simple

Algo importante a mencionar es que, en todas las destilaciones por arrastre de vapor el disolvente utilizado fue agua. Así mismo, en el macerado el disolvente fue alcohol etílico desodorizado y especializado para perfumería. Esto con la finalidad, de que no hubiese una reacción alérgica o daño a la piel.

Para cada una de las destilaciones se armaron sistemas particulares (Ilustraciones 1 y 2), donde el tiempo de

extracción era de 40-50 minutos. Todas las cabezas y colas de recolección se desecharon con la finalidad de tener la esencia lo más pura posible.

Una vez extraídas las esencias, se guardaron bajo refrigeración en frascos ámbar desinfectados. Se dejaron asentar durante dos o tres semanas para poder ser utilizados. Una vez asentados, se realizaron los perfumes utilizando fijador y alcohol desodorizado, se dejan asentar de nuevo dos o tres semanas con la finalidad de que se concentraran los aromas debido a la evaporación constante y lenta del disolvente.

Resultados

Los resultados los abordaremos en tres partes, la primera estará enfocada a la extracción de los aceites, la segunda al almacenamiento de las esencias y la última a la formulación de los perfumes.

Dentro de la extracción de aceites se obtuvieron variedad de esencias, entre las cuáles fueron: Menta, Rosas, Fresa, Lavanda, Madera, Naranja, Limón y Canela. La cantidad de todas las esencias fue mínima, sin embargo, esta variaba y dependía mucho de la metodología a utilizar. (Tabla 2)

La forma de almacenamiento de las esencias fueron frascos ámbar desinfectados y en refrigeración, con la finalidad de evitar la contaminación o descomposición de las fragancias. Donde casi todas las esencias se asentaron de manera adecuada y no hubo contaminación.

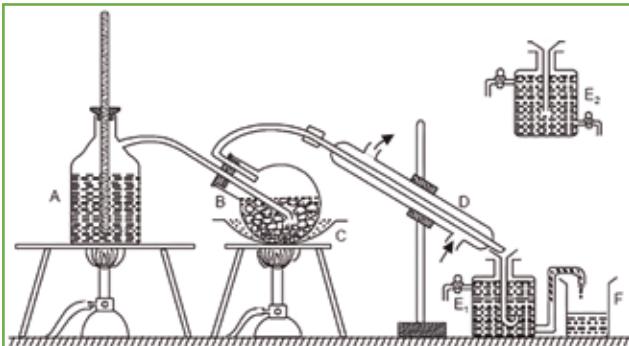


Fig 1. Diagrama del sistema Arrastre de Vapor. A. Fuente de vapor. B. Recipiente de muestras. C. Aislante. D. Condensador. E. Separador de sifón. F. Recipiente de producto. Fuente: <https://quimicafacil.net/técnicas-de-laboratorio/destilación-con-arrastre-con-vapor/>

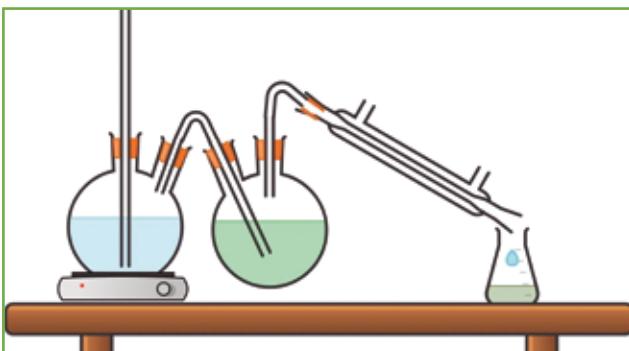


Fig 2. Diagrama del sistema destilación. Fuente: <https://www.ingenieriaquimicareviews.com/2020/05/destilacion-definicion.html>



▼ **Fig 3.** Macerado y filtrado de menta.

Tabla 2. Ejemplos de cantidad de materia en relación con esencia obtenida.

Esencia	Materia prima	Aceite obtenido
Lavanda	Flores y hojas, sin tallo, 450 g	15 mL
Rosas Destilación simple	Pétalos, sin tallo, 850 g	4.7 mL
Rosas Macerado	Pétalos, sin tallo, 850 g	12 mL
Canela	Corteza, tallos, 100 g	15 mL



▼ **Fig 4.** Destilación simple en rosas.

La formulación fue totalmente dependiente de la creatividad de cada uno de los estudiantes, pero cabe resaltar que los olores varían dependiendo de las proporciones y el tiempo de asentamiento. (Tabla 3)

Tabla 3. Ejemplo de fragancias compuestas.

Fragancia	Esencias usadas con su proporción	Proporción de alcohol desodorizado y fijador	Descripción del olor obtenido
1	Canela 1.2 mL Naranja 0.5 mL Lavanda 1 mL	Alcohol 3 mL Fijador 1 mL	Olor fuerte con notas ácidas y consistencia floral
2	Madera 1 mL Limón 2 mL Rosas (macerado) 1 mL	Alcohol 3 mL Fijador 1 mL	Olor ácido con notas florales y maderosas (como a árbol frutal)
3	Lavanda 2 mL Limón 1 mL Naranja 1 mL Rosas 3 mL Menta 0.5 mL	Alcohol 3 mL Fijador 1 mL	Olor fresco frutal y floral, destacando la naranja.

Análisis de resultados

En primera instancia, las extracciones resultaron efectivas. Ya que, mediante las metodologías elegidas (macerado, destilación simple y destilación por arrastre de vapor) para cada una de las esencias fue posible extraer los aceites esenciales. Algo importante de resaltar es que en la primera prueba y recién extraído el aceite, el olor distaba mucho del que se está acostumbrado comercialmente. Y es que, no consideramos la concentración del aroma, por ello cuando se comenzaba a oler la prueba, el olor resultaba abrumador y "pesado".

En relación con los olores, se realizó una prueba donde una misma esencia, en este caso rosas, se extrajera por tres métodos diferentes. Una vez dejado el tiempo de asentamiento, se notaba que el aroma era variable, llegando a ser muy distinto entre uno y otro. Se consideró que, el método de extracción influye en el aroma que se obtiene. Esto puede ser debido a que, no solo se extraiga el aceite esencial si no que sea posible extraer otros componentes que provocan que el

aroma cambie. Es posible también considerar una descomposición parcial o total del aroma. Sin embargo, este es un aceite esencial que resulta estable a diferentes temperaturas, por ello descartamos esa hipótesis.

Por último, en la elaboración de perfumes resultaba importante la proporción de cada una de sus esencias. Ya que, el primer olor que se obtuvo al inicio de la combinación resultaba agradable. Sin embargo, después de asentarse el olor cambiaba radicalmente al punto en que no había olor, debido a que ambos aromas competían entre sí. Algo también a resaltar es que, la cantidad de perfume que se podía obtener era mínima. En un inicio debido a que se extraía muy poca esencia y si se optaba por colocar más alcohol, aunque fuese desodorizado, se perdía el aroma.

Conclusiones

De forma general, se puede concluir que fue posible realizar perfumes a base de esencias extraídas. Sin embargo, las muestras de



▼Foto: www.pexels.com

perfume que se obtenían eran muy pequeñas, casi como un perfume de muestra. Por ello, consideramos que la relación materia prima-esencia, dista mucho de lo que se conoce. Ejemplo de ello fueron las rosas, aunque usamos la misma proporción en masa de la materia prima, la metodología influyó en la cantidad de esencia obtenida.

Por otro lado, determinar las esencias a extraer y la metodología adecuada fue un

punto primordial. Ya que, si no se conocían las características físicas y químicas de cada aroma, hubiera resultado en un ensayo de prueba y error para lograr la extracción. Y esto se visibilizaría cuando hiciéramos una prueba de extracción, prueba que resultaría negativa debido a que la esencia pudo descomponerse. Por ello, reconocer química y físicamente a las sustancias antes de trabajar con ellas es de suma importancia.❸

Bibliografía

- P.V., & P.V. (2022, 15 febrero). La historia del perfume, ¿sabes cuál es su verdadero origen? *ELMUNDO*. <https://www.elmundo.es/yodona/belleza/2022/02/15/620a18fa21efa0e92f8b45ac.html>
- Colorado, R. & Rivera, J. M. (2014) *La Química del Olor – Dirección de Comunicación de la Ciencia*. <https://www.uv.mx/cienciauv/blog/quimicadelolor/>
- Pro-air. (2023, 11 mayo). *¿Cuáles la diferencia entre aceite esencial y esencia aromática?* Ambientadores Pro-air. <https://pro-air.es/blog/esencia-aromatica#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20es%20una%20esencia%20arom%C3%A1tica,pueden%20llamar%20esencia%20de%20perfume.>
- Lda, I. C. (2022, 1 mayo). *Métodos de extracción*. Iberian Coppers. <https://www.copper-alembic.com/es/pagina/metodos-de-extraccion>
- Zarza, L. (2023, marzo). *¿Qué es la destilación y para qué sirve?* [https://www.agua.es/respuestas/que-es-destilacion-y-que-sirve#:~:text=Destilaci%C3%B3n%20por%20arrastre%20de%20vapor:%20permite%20la,baja%20temperatura%20\(siempre%20inferior%20a%20100%20C%2BAC\)](https://www.agua.es/respuestas/que-es-destilacion-y-que-sirve#:~:text=Destilaci%C3%B3n%20por%20arrastre%20de%20vapor:%20permite%20la,baja%20temperatura%20(siempre%20inferior%20a%20100%20C%2BAC))



Turbina de aire: un recurso para propiciar el uso de energías renovables

Autores:

Mireya Monroy Carreño

mireya.monroy@cch.unam.mx

CCH Plantel Vallejo

Patricia Monroy Carreño

CCH Plantel Vallejo

Resumen

El objetivo del presente proyecto fue el diseño de una turbina de aire con materiales caseros y económicos que generaran la potencia necesaria para alimentar luminarias de bajo consumo, y al mismo tiempo propiciar aprendizajes significativos en los alumnos para la asignatura de Física I. Para ello se hizo el análisis estadístico de las variables meteorológicas obtenidas de la estación meteorológica PEMBU del CCH Plantel Vallejo, con el objeto de identificar aquellos factores determinantes para la transformación de la energía eólica a energía mecánica, obteniendo así una turbina de aire con una potencia eléctrica de 3633.84 W/año, siendo una opción económica, sustentable y viable para cubrir las necesidades de iluminación artificial de un hogar.

Palabras clave: *Turbina de aire, Energía renovable, Potencia eléctrica, Luminaria*

Introducción

Actualmente, se discute la importancia de reformas políticas que mitiguen la sobreexplotación de recursos naturales y el cuidado del medio ambiente, dejando de lado la implementación de estrategias que conduzcan a la cultura y concientización de la importancia del uso racional de la energía. Por consiguiente, la escuela tiene un papel trascendental para propiciar en los jóvenes una educación en energías renovables (Quintana, Páez y Téllez, 2018).

Hasta la aparición de la máquina de vapor en el siglo XIX, la única energía de origen no animal para la realización de trabajo mecánico era la proveniente del agua o del viento, de ahí que la energía eólica ha sido desde la antigüedad aplicada a la navegación. Los molinos de viento fueron utilizados en Europa en la Edad Media,

comenzando a extenderse por Grecia, Italia y Francia (Mártil, 2021).

En México, las fuentes de generación de energía eléctrica están basadas en la quema de combustible que representan el 68 %, mientras que el 32 % provienen de energías renovables, de las cuales solo 4 % corresponde a energía eólica. Además, en el país existen más de 500 mil viviendas sin servicio eléctrico lo que representa un grave problema que afecta principalmente a zonas rurales e indígenas (CFE, 2018).

Ante este escenario, se ha promovido la exploración de alternativas energéticas renovables y sostenibles, principalmente la energía eólica, debido a su favorable relación costo-beneficio (Bañuelos y Ángeles, 2011), esto ha llevado al uso de turbinas eléctricas que transforman la energía mecánica en eléctrica. Por estas razones, uno de los objetivos de esta investigación fue diseñar una turbina de aire utilizando materiales domésticos y de uso común.

Objetivo general

Diseñar un prototipo de una turbina de aire empleando materiales reciclados y de uso común, que ayude a cubrir la demanda de energía eléctrica para la luminaria básica de un hogar.

Objetivos específicos

- Analizar la velocidad del viento basado en la estación PEMBU del año 2004 al 2019.
- Determinar los valores estadísticos para el diseño de la turbina de aire.
- Diseñar una turbina de aire casera para el uso de luminarias básica en un hogar.

Hipótesis

De acuerdo con las condiciones meteorológicas de la Ciudad de México se puede diseñar una



turbina de aire casera, capaz de generar la potencia eléctrica necesaria para la luminaria básica que se usa en el sector residencial.

Metodología

La investigación fue de tipo descriptivo, puesto que consistió en la caracterización de un fenómeno con el objeto de establecer su estructura y al mismo tiempo es una investigación de campo, debido a que se recolectaron los datos de la realidad. En la figura 1 se presentan los pasos que se efectuaron en el desarrollo de esta investigación.

Obtención de las variables meteorológicas

En este estudio los datos se obtuvieron de la estación meteorológica del Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH) plantel Vallejo, que pertenece al Programa de Estaciones Meteorológicas del Bachillerato Universitario (PEMBU) ubicado en el Eje Central Lázaro Cárdenas S/N, Colonia Magdalena de las Salinas, Delegación Gustavo A. Madero, CDMX; cuyas coordenadas son 19.2903 °N y 99.0825 °W con una altitud de 2,242 m.s.n.m. cuya información permitió determinar el valor de la temperatura media anual del período 2004 al 2019.

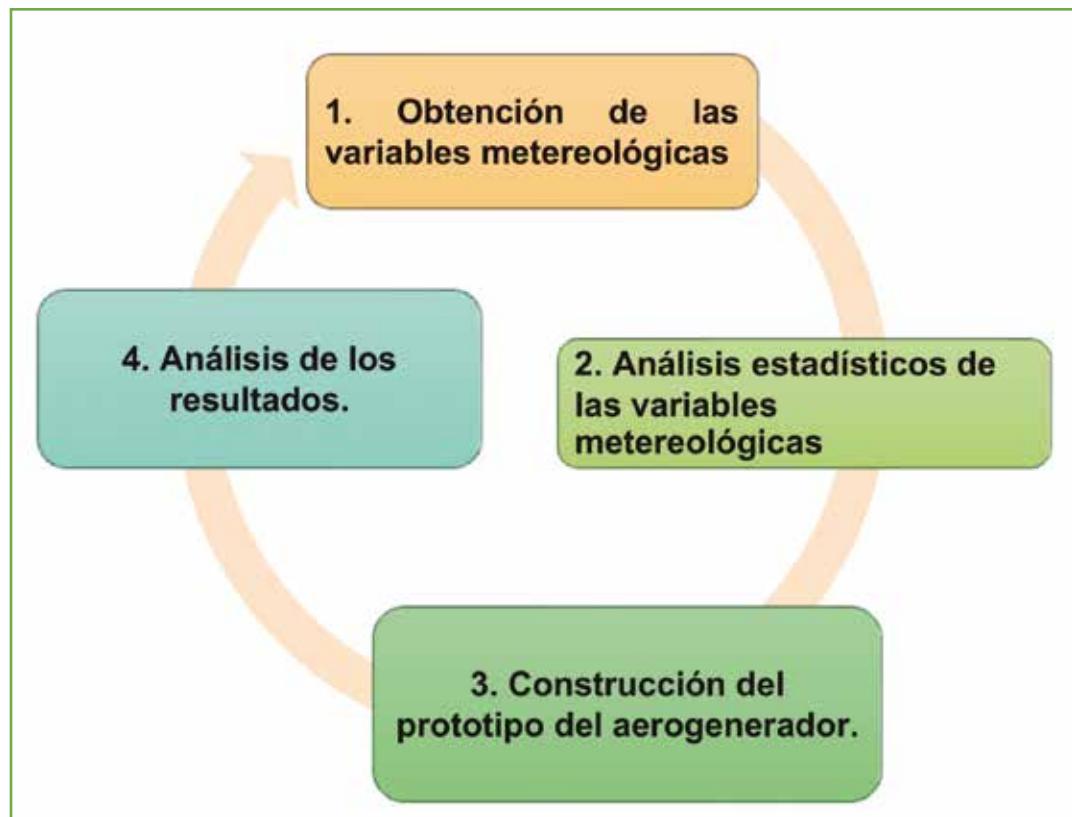


Figura 1. Procedimiento empleado en la investigación .

Análisis estadísticos de las variables meteorológicas

El análisis estadístico de las variables meteorológicas consistió en el cálculo de la desviación estándar, con ella se determinó los datos de la velocidad del viento medio, la densidad del aire y la potencia generada para una turbina de aire por mes y por año (Ecuación 1).

$$s = \sqrt{\frac{\sum(x-\bar{x})^2}{n-1}} \dots \text{Ecuación 1}$$

Donde:

S=Desviación estándar

N=Número de observaciones

\bar{x} = La media de la variable

x=Variable

Para conocer cuánta potencia se puede generar por el movimiento del viento, se tomó en cuenta la energía cinética ($1/2 mv^2$) y el flujo de aire a través de una superficie es ($\Phi = v \cdot A$) como se muestra en la ecuación 2 (Buganio, Bonoli, Edwards, y Gogni, 2012):

$$P = \frac{1}{2} \rho A v^3 \dots \text{Ecuación 2}$$

Donde:

P= potencia generada (W)

ρ = densidad del aire (kg/m^3)

A= área del aerogenerador (m^2)

v=velocidad media del viento (m/s)

La potencia efectiva (Ecuación 3) depende de las características de funcionamiento de la máquina, para ello se define como el porcentaje de potencia contenida en el viento incidente que es realmente capturada por la turbina (Mur, 2009).

$$P = \frac{1}{2} \rho A v^3 C_p \dots \text{Ecuación 3}$$

Donde:

P= potencia generada (W)

ρ = densidad del aire (kg/m^3)

A= área del aerogenerador (m^2)

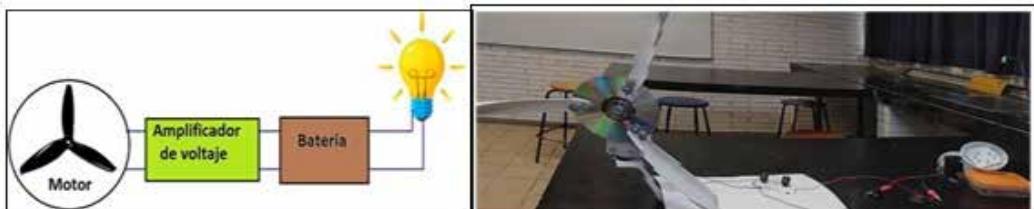
v=velocidad media del viento (m/s)

C_p =coeficiente de potencia de una turbina de aire.

Conviene subrayar que, la densidad del aire es una propiedad física fundamental que juega un papel crucial en los cálculos, por ello es necesario considerar que su valor depende de varios factores interrelacionados, como la presión, la temperatura y la humedad (Peña y Becerra, 2010). Otro punto importante que considerar es que, de acuerdo con las leyes de la física, no es posible extraer toda la potencia disponible del viento cuando pasa por la turbina eólica; en la práctica, se aprovecha solo un 59% de la potencia eólica disponible.

Construcción del prototipo del aerogenerador

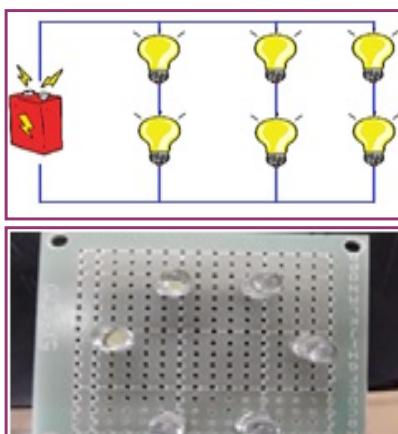
Basado en los resultados estadísticos se diseñó la turbina de aire utilizando los siguientes materiales: 40 cm de tubo PVC de 1", motor *brushless* de 12 V de CA, batería de 4 V a 8 AH, 2 capacitores de 2200 μ F a 25 V, 4 diodos rectificadores 1N4007, 4 m de alambre 30 WAG, una llantita auxiliar de bicicleta, una llanta de patineta, tablas, tornillos, tuercas, pijas, roldanas, roldanas de presión, 6 led de alta luminosidad de 2 - 2.4V a 20 mA, una placa fenólica perforada 5 cm x 5 cm y una base para foco. Para la construcción de la turbina de aire se realizó por etapas como alude la Figura 2.



▼ Fig 2. Conexión básica de la turbina de aire.

En este sentido los pasos para la construcción de la turbina de aire fue el siguiente:

1. En el diseño de las hélices se utilizó como material PVC, que se incorporó al motor de CA que se obtuvo de un disco duro de una computadora, así mismo se utilizaron los tornillos para poder fijar las hélices.
2. Se agregó el multiplicador de voltaje y rectificador para convertir la corriente alterna (CA) a corriente (CD) al generador, con el propósito de alimentar a la batería.
3. A la batería se le incorporó un diodo rectificador con el fin de que cuando el generador no esté funcionando la batería no le suministre energía al motor.
4. Se construyó un circuito eléctrico mixto con seis leds (Figura 3), cuya función es el de una lámpara de alta luminosidad y empleando una batería de 4 V para que alimente a la lámpara. Cabe mencionar que este circuito consume 5.76 W en 24 horas.



▼ Fig 3. Conexión de led para lámpara.

Resultados

En la Tabla 1 se concentra el análisis de las variables meteorológicas empleadas en el diseño, obteniendo que la velocidad media del viento por año es de 2.33 m/s, donde existe una variación dependiendo del mes siendo la velocidad media promedio mínima de 1.760 m/s para el mes de diciembre y máxima de 2.795 m/s para el mes de abril.

Tabla 1. Resultados del análisis de las variables meteorológicas

MES	Velocidad media (m/s)	Desviación estándar de la velocidad media	Densidad del aire (kg/m3)	Desviación estándar de la densidad del aire	Potencia generada (w)	Desviación estándar de la potencia generada
Enero	2.047	0.456	0.942	0.005	202.708	115.752
Febrero	2.235	0.644	0.935	0.004	276.390	158.256
Marzo	2.706	0.580	0.929	0.003	442.085	274.851
Abril	2.795	0.201	0.923	0.003	449.591	94.481
Mayo	2.681	0.255	0.920	0.005	393.369	95.989
Junio	2.587	0.469	0.924	0.003	383.729	143.677
Julio	2.328	0.503	0.929	0.002	309.452	162.407
Agosto	2.339	0.660	0.926	0.005	298.612	163.879
Septiembre	2.217	0.608	0.927	0.002	265.660	147.437
Octubre	2.256	0.496	0.930	0.004	265.606	135.111
Noviembre	1.924	0.381	0.938	0.003	197.766	71.362
Diciembre	1.760	0.524	0.939	0.004	148.874	89.399
Año	2.333	0.355	0.930	0.002	3633.842	101.721

En la tabla 2 se muestran los resultados obtenidos del cálculo de potencia efectiva y potencia media generada por la turbina de aire por día, con relación de cada mes, siendo de 4.96 W el mínimo y de 14.98 W el máximo.

Tabla 2. Potencia efectiva vs potencia consumida por la lámpara

Mes	Potencia (W) por día	Potencia (W) de lámpara 6 led	Potencia (W) restante por día
Enero	6.757	5.760	0.997
Febrero	9.213	5.760	3.453
Marzo	14.736	5.760	8.976
Abril	14.986	5.760	9.226
Mayo	13.112	5.760	7.352
Junio	12.791	5.760	7.031
Julio	10.315	5.760	4.555
Agosto	9.954	5.760	4.194
Septiembre	8.855	5.760	3.095
Octubre	8.854	5.760	3.094
Noviembre	6.592	5.760	0.832
Diciembre	4.962	5.760	-0.798

Análisis de resultados

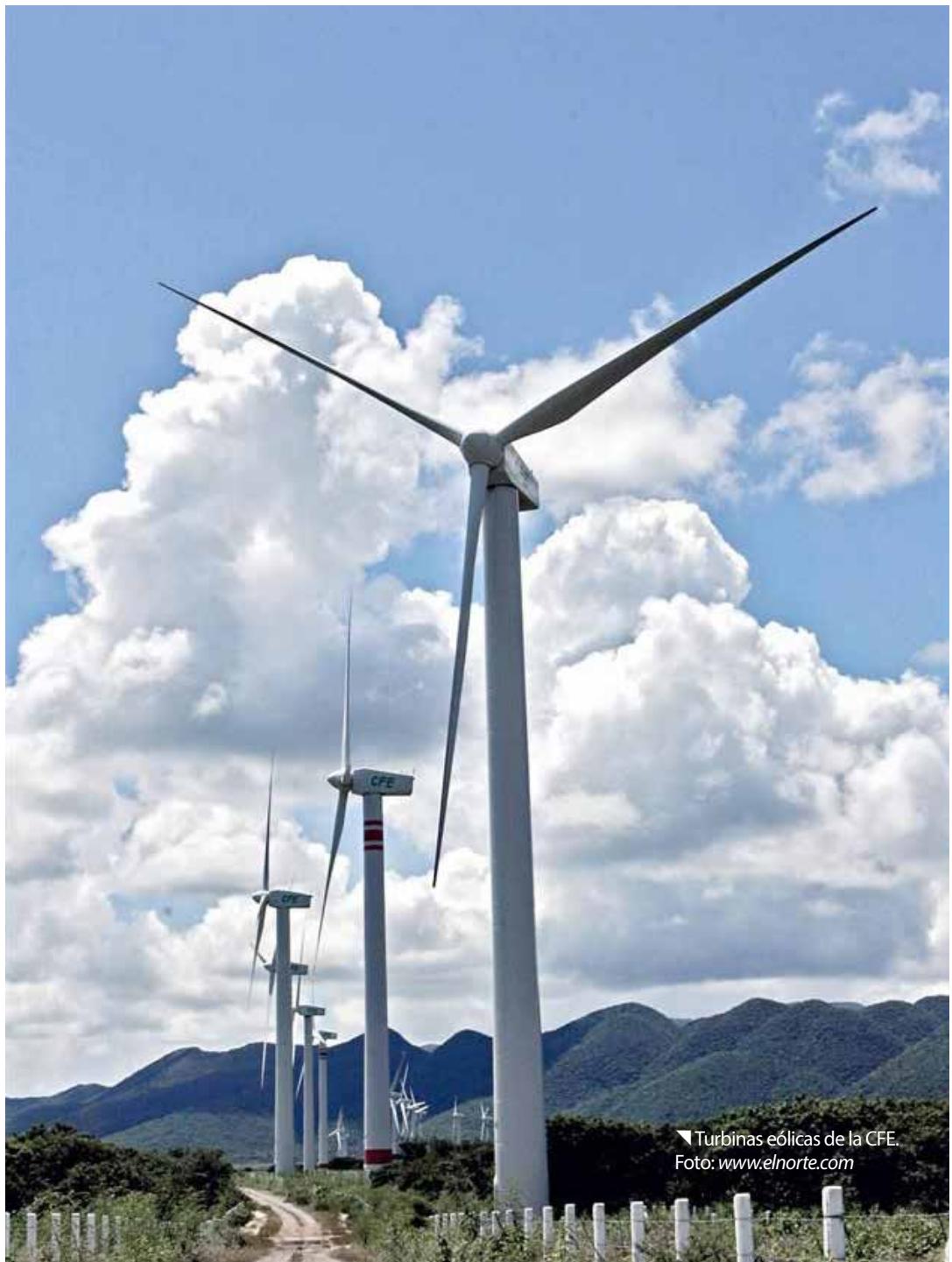
Los resultados obtenidos en el análisis estadístico de las variables meteorológicas ayudaron a determinar la potencia generada por la turbina de aire, la cual puede alimentar una lámpara de una potencia de 5.76 W durante 24 horas. En resumen, se puede deducir que la turbina de aire es una alternativa viable que usa materiales de fácil acceso. Además, si se considera que, en México la iluminación representa el 40 % de la energía consumida en el hogar y se estima que para el 2040, el consumo de energía en nuestros hogares a nivel mundial se incrementará un 57 % (Expok, 2015), se deduce que es necesario promover energías alternativas que permitan no solo la generación de la energía eléctrica sino la disminución del impacto de estas en el medio ambiente.

Conclusiones

De acuerdo con el análisis de las variables meteorológicas del 2009 al 2019 de la estación PEMBU del CCH Vallejo, se puede generar una potencia efectiva de 3633.842 W/año. Asimismo, se infiere que se puede tener encendida la luminaria durante 24 horas diarias a excepción del mes de diciembre. Finalmente, en una vivienda donde no se tiene un servicio eléctrico sería una buena solución que se vería reflejado en la disminución en el uso de velas, leña y diesel, al mismo tiempo esta es una alternativa viable para el sector doméstico ya que reduciría el gasto energético por luminaria. 

Bibliografía

- Bañuelos, F. y Ángeles, C. (2011). Incorporación de un modelo de generador eólico al análisis de flujos dinámicos de potencia. *Inginería, investigación y tecnología*, 12(3), 311-320.
- Buganio, R., Bonoli, M., Edwards, D. y Gogni, V. (2012). *Estimación de potencia anual generada por un generador eólico*. Seminario Nacional Tecnológica Nacional. Facultad Regional Mendoza - Instituto Regional de Estudios Sobre Energía.
- CFE. (2018). *Informe anual 2017*. México. <https://cutt.ly/gvpclf>
- Expok. (2015). *En México, la iluminación representa el 40% de la energía consumida en el hogar*. <https://www.expoknews.com/en-mexico-la-iluminacion-representa-el-40-de-la-energia-consumida-en-el-hogar/>
- Martíl, I. (2021). *Historia de la energía eólica: del origen a la II Guerra Mundial*. Recuperado de: <https://cutt.ly/4vpcswg>
- Mur, J. (2009). *Curso de energía eólica. Máster europeo en energías renovables y eficiencia energética*. Universidad de Zaragoza, Departamento de Ingeniería Eléctrica. <https://cutt.ly/0vpctRn>
- Peña, L. y Becerra, L. (2010). Impacto de la nueva fórmula de la densidad del aire CIPM-2007. *Simposio de Metrología 2010* (págs. 1-5). Querétaro: CENAM.
- Quintana, A., Páez, J. y Téllez, P. (2018). Actividades tecnológicas escolares: un recurso didáctico para promover una cultura de las energías renovables. *Pedagogía y Saberes*, (48), 43-57.



▼ Turbinas eólicas de la CFE.
Foto: www.elnorte.com



Determinación de la resistencia eléctrica equivalente para un arreglo de resistores en paralelo

Autores:

Yuri Posadas Velázquez

yuri.posadas@cch.unam.mx

CCH Plantel Oriente

▼ Foto: www.pexels.com

Tomás Nepomuceno Serrano

CCH Plantel Oriente

Resumen

En este artículo se propone un arreglo experimental para verificar el modelo matemático asociado a la resistencia equivalente en un arreglo de resistores en paralelo. Se mide el valor de la resistencia equivalente (R_e) del arreglo *versus* el número de resistores (n) colocados en éste. La propuesta se realiza con resistores con el mismo valor de resistencia eléctrica ($1\text{ k}\Omega$) y una tolerancia de 5 %. Se parte de la hipótesis siguiente: en una conexión en paralelo de resistores con el mismo valor de la resistencia eléctrica, la resistencia equivalente del arreglo es inversamente proporcional al número de resistores colocados. Se realizan dos análisis: para la curva de proporcionalidad inversa y para la recta resultante con un cambio de variable ($\frac{1}{n}$). En el primer caso, el coeficiente de correlación obtenido es y en el segundo A . Adicionalmente, el arreglo experimental puede utilizarse para estudiar la relación de proporcionalidad inversa entre dos variables, no necesariamente vinculado a un fenómeno eléctrico.

Palabras clave: *ley de Ohm, resistores, paralelo, proporcionalidad inversa.*

Introducción

La propuesta experimental apoya las temáticas: "Ley de Ohm" y "Circuitos con resistores: serie, paralelo y mixtos", además del aprendizaje: "Aplica la ley de Ohm", todos correspondientes a la segunda unidad de la asignatura de física II.

Además, también puede utilizarse para la temática: "Física: relación teoría-experimento" y el aprendizaje: "Establece la correlación entre las variables dependiente e independiente en el estudio de un fenómeno", establecidas en la primera unidad de la asignatura de física I.

Las mediciones presentadas fueron realizadas por un equipo de alumnos del grupo 439 A, en la asignatura de física II, del cuarto semestre del ciclo escolar 2022-2023.

Hipótesis

En la figura 1 se presenta un circuito conocido como divisor de corriente eléctrica. Los resistores R_1 y R_2 , se encuentran conectados en paralelo porque comparten sus dos terminales o puntos de conexión en común. El voltaje aplicado sobre los resistores es el mismo, por lo que $V = V_1 = V_2$.

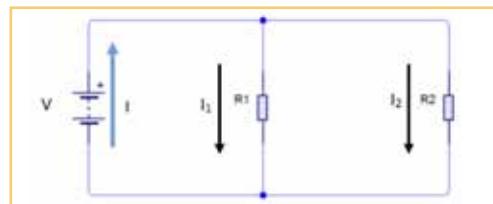


Fig 1. Circuito divisor de corriente eléctrica.

Ahora bien, la corriente eléctrica total sobre el circuito es igual a la suma de las corrientes eléctricas sobre los resistores R_1 y R_2 :

$$I = I_1 + I_2 \quad (1)$$

En virtud de la ley de Ohm ($V=RI$) la expresión (1) queda así:

$$\frac{1}{R_e} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \quad (2)$$

Al simplificar la ecuación (2), resulta:

$$\frac{V}{R_e} = \frac{V_1}{R_1} + \frac{V_2}{R_2} = \frac{V}{R_1} + \frac{V}{R_2} \quad (3)$$

R_e es la resistencia equivalente del arreglo de dos resistores, R_1 y R_2 , conectados en paralelo. Para n resistores conectados en paralelo, el resultado se puede generalizar a la siguiente expresión:

$$\frac{1}{R_e} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n} \quad (4)$$

Para un arreglo de n resistores del mismo valor ($R=R_1=R_2=\dots=R_n$) conectados en paralelo, el valor de la resistencia equivalente es:

$$R_e = \frac{R}{n} \quad (5)$$

La ecuación (5) es la hipótesis a comprobar por medio de la propuesta experimental que se presenta a continuación.

Metodología

Actualmente existen diferentes recursos para realizar experimentos reales o virtuales con circuitos eléctricos. Propuestas para experimentar con circuitos en paralelo las encontramos en libros o manuales [Ceciliano, L. & Barrera, S. (1996: 52-53), Kramer, C. & Zitzewitz, P. (1997: 209-214), Hewitt, P. (2004: 82), Hidalgo, M.A. & Medina, J. (2018: 211), Gutiérrez, C. & García, G. & Mata, R. (2019: 108-117)], páginas web [Facultad de Ingeniería UNAM (2017), FES Cuatlitán (2015), McAllister, 2017)], además de videos [MindDroix (2019), Cienciabit: Ciencia y Tecnología, 2015)] y otros recursos. A través de simuladores (*Phet*, *Proteus*, *Tina Ti*, *Ni Multisim*, entre otros), también es factible efectuar experimentos virtuales con circuitos con resistores en paralelo y de muchos otros tipos.

Sin embargo, prácticamente no hay propuestas experimentales en la literatura técnica o de divulgación para abordar el caso particular de una conexión en paralelo que se realiza con resistores con el mismo valor de la resistencia eléctrica.

Consideramos importante este punto porque, en el bachillerato universitario, pocas veces se estudian, de manera experimental, fenómenos relacionados con la electricidad en donde se pueda evidenciar la proporcionalidad inversa entre dos variables, como en la ecuación (5).

Adicionalmente, comprobar experimentalmente dicha relación de proporcionalidad

inversa, permite verificar la teoría relativa a las conexiones en paralelo, en el caso particular de que los resistores empleados tengan la misma resistencia eléctrica.

La propuesta experimental de este artículo permite verificar la relación de proporcionalidad inversa entre la resistencia equivalente y el número de resistores conectados.

Además, fomenta el desarrollo de habilidades experimentales para construir circuitos con resistores, realizar mediciones con el multímetro, interpretar datos y emplear herramientas de análisis, como "Excel", útiles en la construcción de modelos matemáticos.

Material y equipo a utilizar

Una tableta de experimentación electrónica (*protoboard*).

Un multímetro u óhmetro (preferentemente digital) de 3 ½ dígitos y precisión de $\pm 0.5 \Omega$, con sus respectivas puntas de conexión.

Diez resistores del mismo valor (por ejemplo, de 1 k Ω) de ¼ o ½ Watt y una tolerancia de 5 %.

Procedimiento

1. Mover el cursor del multímetro u óhmetro en la escala adecuada para medir resistencia eléctrica (por ejemplo, en la escala de kiloohms).

2. Insertar un resistor en dos ranuras diferentes del *protoboard* (figura 2) y medir el valor de la resistencia eléctrica colocando

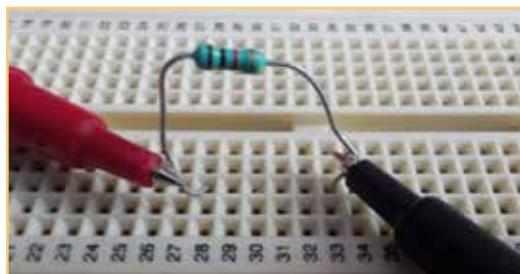


Fig 2. Conexión de un resistor en el *protoboard*.

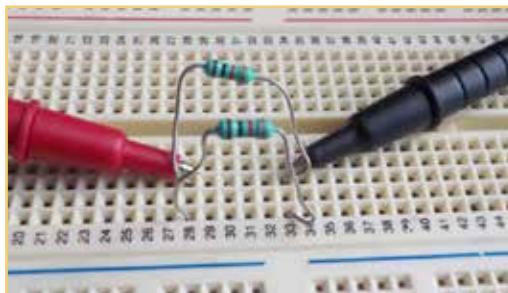


Fig 3. Conexión de dos resistores en paralelo.

cada punta del multímetro u óhmetro en la respectiva terminal del resistor.

3. Conectar otro resistor en paralelo con el del punto anterior (figura 3) y medir el valor de la resistencia eléctrica. Conectar más resistores en paralelo hasta completar diez (figura 4). Con cada nueva adición de resistores, medir la resistencia eléctrica. Agrupar las mediciones en una tabla y graficar el valor de la resistencia eléctrica (R) versus el número de resistores (n).

Resultados y análisis

En la tabla presentada a continuación se consignan las mediciones realizadas por los alumnos para el valor de la resistencia eléctrica en función del número de resistores colocados.

Tabla 1. Resistencia eléctrica versus número de resistores

Número de resistores (n)	Resistencia eléctrica equivalente R_e (kΩ) ± 0.0005 kΩ
1	0.995
2	0.502
3	0.333
4	0.251
5	0.201
6	0.168
7	0.145
8	0.130
9	0.113
10	0.102

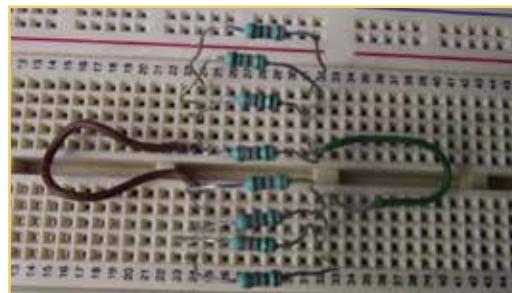


Fig 4. Diez resistores conectados en paralelo.

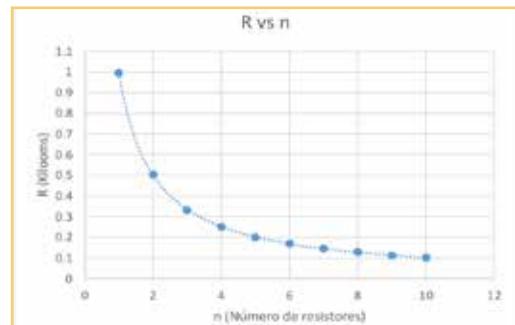


Fig 5. Resistencia eléctrica versus número de resistores.

En la gráfica (figura 5) se observa un comportamiento entre las variables y y x de proporcionalidad inversa. Si se utiliza la herramienta de "Excel", "Línea de tendencia" en el ajuste automático para la opción "potencial", resulta el siguiente modelo matemático para el ajuste de la curva de la figura 4 con su respectivo coeficiente de Pearson:

$$R_e = \frac{R}{n} \quad (6)$$

$$\sigma^2 = 0.9998$$

Dado que el valor de la resistencia eléctrica de los resistores utilizados es $R = (1 \pm 0.05)$ kΩ, la cifra obtenida (0.999 kΩ) para la constante de proporcionalidad se encuentra dentro del intervalo de , mientras que el coeficiente de Pearson indica que las variables involucradas en la hipótesis ($R_e = \frac{R}{n}$) tienen una alta correlación. Además, el exponente de $n(0.982)$ de la ecuación (6) sólo difiere en un porcentaje de 1.8 % con respecto al exponente esperado de $n(1)$ en el modelo matemático de la hipótesis.

Un análisis alternativo para comprobar la hipótesis puede realizarse con un cambio de variable para graficar la resistencia eléctrica (R) el valor del inverso del número de resistores ($\frac{1}{n}$). En la tabla II se consignan estos resultados. La gráfica resultante se muestra en la figura 6. Realizando la regresión lineal para esta gráfica, obtenemos el modelo matemático siguiente:

$$R_e = \frac{0.992 \text{ k}\Omega}{n} + 0.0035 \text{ k}\Omega$$

$$\sigma^2 = 0.9999$$

Tabla II. Resistencia eléctrica versus número de resistores

Inverso del número de resistores	Resistencia eléctrica equivalente R_e (kW) \pm 0.0005 kW
1	0.995
0.5	0.502
0.33	0.333
0.25	0.251
0.20	0.201
0.166	0.168
0.143	0.145
0.125	0.130
0.111	0.113
0.100	0.102

Dado que el valor de la resistencia eléctrica de los resistores utilizados es $R = (1 \pm 0.05) \text{ k}\Omega$, la cifra obtenida para la constante de proporcionalidad se encuentra dentro del intervalo de R , mientras que el coeficiente de Pearson ($\sigma^2 = 0.9999$) indica que las variables involucradas en la hipótesis ($R_e = \frac{R}{n}$) tienen una alta correlación. Además, el valor de la ordenada al origen ($0.0035 \text{ k}\Omega$) es, como máximo, el 3.4 % del valor medido de la resistencia equivalente ($0.102 \text{ k}\Omega$) para los diez resistores conectados en paralelo, por lo que no es significativo para los valores de R_e en la ecuación (7).

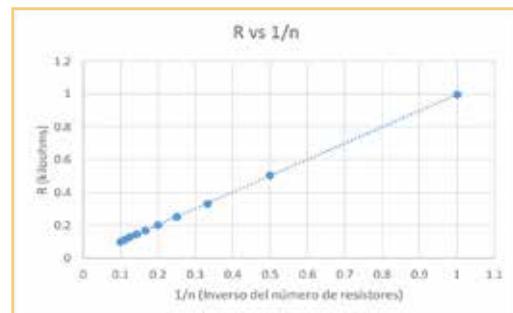


Fig 6. Resistencia eléctrica versus inverso del número de resistores.

De esta manera, la hipótesis queda demostrada tanto si se efectúa el análisis con la curva de proporcionalidad inversa, como con la linealización obtenida con el cambio de variable. Esta última opción es la más adecuada para el alumno de cuarto semestre del bachillerato universitario, debido a que la interpretación de las variables es más fácil por su conocimiento de los elementos (pendiente y ordenada al origen) asociados a la ecuación de la recta.

Conclusiones

La propuesta experimental presentada es fácil de implementar en cualquier laboratorio medianamente equipado, pues sólo precisa de un multímetro u óhmetro digital, un *protoboard* y una decena de resistores de bajo costo y fáciles de conseguir en cualquier tienda de electrónica.

A diferencia de las propuestas convencionales donde se efectúa un arreglo de resistores con diferentes valores de resistencia eléctrica, midiendo este último para compararlo con el valor predicho por la teoría [ecuación (4)], en el experimento presentado es factible obtener una relación de proporcionalidad entre dos variables: la resistencia eléctrica (R) y el número de resistores (n). Dicha relación se establece al emplear resistores con el mismo valor de la resistencia eléctrica.

Aquí radica otra cualidad de esta propuesta experimental, pues se presta a dos tipos de análisis. El primero para determinar, como ya se mencionó, una dependencia funcional entre dos variables. En este caso puede recurrirse al estudio de la curva obtenida y, realizando el ajuste correspondiente, encontrar el modelo matemático y comprobar si corresponde a una relación de proporcionalidad inversa. Dado que lo anterior requiere más conocimientos de estadística y de otras herramientas matemáticas, es preferible que este tipo de análisis lo efectúen alumnos que dominen estos conceptos.

En cuanto al segundo análisis, más asequible a alumnos de tercer y cuarto semestres del bachillerato universitario, el cambio en una de las variables (n) facilita la determinación del modelo matemático, pues se convierte en

una relación lineal, la cual es fácil de analizar por ellos, pues ya conocen los elementos de la recta (ordenada al origen y pendiente), además de cómo se calculan.

De esta manera, consideramos que la propuesta experimental presentada es una opción para abordar de manera diferente la temática correspondiente a los circuitos en paralelo. Sin olvidar que también puede emplearse para estudiar la correlación entre las variables dependiente e independiente (R_e y n), ya sea desde la perspectiva de un fenómeno donde las variables no tienen una relación de proporcionalidad directa ($R_e=R/n$), o bien, realizando un cambio de variable para analizarlo como una relación de proporcionalidad directa entre la resistencia equivalente (R_e) y el inverso del número de resistores ($1/n$). 

Referencias

- Cecilio, L. & Barrera, S. (1997). *Prácticas de Laboratorio de Física para Bachillerato*. México: Harla.
- Cienciabit: Ciencia y Tecnología. (2015, 2 de noviembre). *Conexión de Resistencias en Paralelo*. ELECTRÓNICA [Video]. YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=DSbn_jFNeNw
- Facultad de Ingeniería UNAM. (2017). *Manual de prácticas del Laboratorio de Electricidad y Magnetismo*. DIVISIÓN DE CIENCIAS BÁSICAS. http://dcb.fi-c.unam.mx/CoordinacionesAcademicas/FisicaQuimica/ElectricidadMagnetismo/EyM_2017-2_Pract08.pdf (Consultado el 6 de agosto de 2023)
- FES Cuautitlán. (2015). *Prácticas de laboratorio de análisis de circuitos*. [http://olimpia.cuautitlan2.unam.mx/pagina_ingenieria/electrica/prac/practicas/manual_ace_2015-II_IME_\(PLAN2012\).pdf](http://olimpia.cuautitlan2.unam.mx/pagina_ingenieria/electrica/prac/practicas/manual_ace_2015-II_IME_(PLAN2012).pdf). (Consultado el 8 de agosto de 2023)
- Gutiérrez, C. (2001). *Introducción a la metodología experimental*. México: Noriega-Limusa
- Gutiérrez, C. & García, G. & Mata, R. (2019). *Experimentos de Electricidad básica*. México: McGraw-Hill.
- Hewitt, P. (2004). *Física conceptual*. México: Pearson.
- Hidalgo, M.A. & Medina, J. (2018). *Laboratorio de Física*. España: Person-Prentice Hall.
- Kramer, C. & Zitzewitz, P. (1997). *Prácticas de Física*. México: Mc Graw-Hill.
- McAllister, W. (2017). *Resistores en paralelo*. <https://es.khanacademy.org/science/electrical-engineering/ee-circuit-analysis-topic/ee-resistor-circuits/a/ee-parallel-resistors>. (Consultado el 10 de agosto de 2023).
- MinDroix. (2019, 7 de marzo). *Círculo Paralelo/Comprobación de cálculos, Simulación y Mediciones en la Protoboard*. [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=J3jrFtyjPhI>
- Tippens, P. (2019). *Física. Conceptos y aplicaciones* (séptima edición). México: Mc Graw-Hill.





Efecto de diferentes longitudes de onda de la luz en los ciclos circadianos del vinagrillo rosado

Autores:

Severo Francisco Javier Trejo Benítez

javier.trejo@cch.unam.mx

CCH Plantel Sur

Ricardo Arturo Trejo De Hita

ricardo.trejo@cch.unam.mx

CCH Plantel Sur

▼Foto: *Oxalis articulata* Savigny.
Autor: Suso SM.

Resumen

Los ciclos circadianos son las variaciones cíclicas y repetitivas de las funciones endógenas e independientes de cambios en el ambiente que los rodea. En la investigación se estudió el efecto de diferentes longitudes de onda de la luz sobre los ciclos circadianos de los movimientos del sueño de la planta de Vinagrillo (*Oxalis articulata*). Para ello, se plantaron en macetas los diferentes lotes de plantas colocándolas a distintas longitudes de onda de la luz, envolviéndolas con celofán de colores transparente, azul y rojo, dependiendo de cada lote. Durante 90 días se observaron los comportamientos y horarios de vigilia y sueño de las plantas y se registraron los cambios morfológicos y fisiológicos durante su desarrollo. El trabajo fue realizado por alumnos en el invernadero del SILADIN del CCH Sur.

Los resultados mostraron que no se logró distinguir una alteración desigual en los ciclos circadianos de los movimientos del sueño de las plantas a diferentes longitudes de onda de la luz, durante el tiempo que duró el estudio. Sin embargo, sí se apreciaron diferencias en aspectos morfológicos y fisiológicos a las distintas condiciones evaluadas. En las plantas expuestas a la luz roja se tuvo un mayor crecimiento del tallo, así como en el largo y ancho de sus hojas. Por su parte, en la luz blanca se obtuvo el menor crecimiento de tallo y hojas.

El desfase de los ciclos circadianos entre las hojas y las flores que se observó en la investigación podría atribuirse a la diferencia en mecanismos que regulan la permeabilidad de la membrana de las células de las hojas y de las flores (procesos de turgencia y plasmólisis) al flujo de iones, controlados a su vez por numerosas proteínas, como las acuaporinas.

Palabras clave: ciclos circadianos, vinagrillo rosado, longitudes de onda, relojes biológicos y *Oxalis articulata*.

Introducción

Los ciclos circadianos

Los ciclos circadianos son las variaciones repetitivas de las funciones en los organismos. El comportamiento del organismo va presentando variaciones cíclicas a lo largo de las 24 horas del día, tienen un origen dentro del organismo (son endógenas) y son independientes a los cambios del ambiente como la alternancia entre luz y oscuridad o las variaciones de la temperatura en los distintos momentos de la jornada.

En 1799, Jacques d' Otois de Mairan intentó responder a la duda sobre si los cambios en el funcionamiento del organismo son debidos al estímulo externo o si son verdaderos ritmos circadianos dictados desde el interior. Para ello, estudió los movimientos de las hojas de la planta sensitiva *Mimosa pudica* a lo largo del día. Se preguntó si los movimientos se debían al efecto de la luz del sol, que inducía que las hojas se extendieran. Experimentó colocando un grupo de plantas en la oscuridad y otro grupo similar en la luz del sol. Observó que ambos grupos seguían abriendo y cerrando de manera rítmica las hojas, lo que sugería que su ciclo respondía a las señales endógenas.

En 1832, A.P. De Candolle realizó un experimento inverso, en lugar de estudiar los movimientos de las plantas en la luz y la oscuridad, él lo hizo manteniendo las plantas con iluminación continua. Las plantas continuaron presentando el ciclo de apertura y cierre de sus hojas, pero el ciclo se completó en 22 horas, con lo que quedó demostrado que era posible desviar el periodo del ritmo circadiano.

En otro experimento, Candolle colocó plantas en el interior de un gabinete, de modo que estuvieran en la oscuridad durante el

día y en la luz durante la noche. Después de algunos días en que las plantas no presentaron una ritmicidad evidente, estas reinicieron su alternancia entre actividad (despiertas) y reposo (dormidas), pero en lugar de ajustarse al ritmo nictámeral (noche – día) local, lo hicieron al patrón de luz – oscuridad en el que se encontraban dentro del gabinete. Con este experimento, quedó demostrado que el movimiento de las hojas no dependía del horario natural de la luz, pero estaban ligados a su presencia y ausencia en el gabinete. Se comprobó la existencia de un proceso endógeno generado por la planta que controlaba el ciclo de actividad y reposo.

En 1880, C. Darwin propuso el papel adaptativo que representan los movimientos de las hojas. Planteó que los cambios de posición de las hojas afectan la irradiación de su temperatura a través de la superficie expuesta, para protegerse del frío. En el día están abiertas, ofreciendo la máxima superficie de captación de luz. De noche con el cierre foliar evita la pérdida de calor al disminuir la superficie de radiación.

En 1916, R. Stöpel observó el movimiento de las plantas en períodos de 24 horas exactas, concluyendo que existió un factor X que era responsable de esta ritmicidad, ya que, si este fenómeno fuese generado en forma autónoma por cada planta, se esperaría cierto grado de variación individual.

En 1936, Bunning propuso por primera vez la hipótesis de que los organismos poseen un reloj biológico, mecanismo interno que permite medir el tiempo y cuya manifestación incluía los ritmos de floración y los movimientos de las hojas de las plantas.

A principios del siglo XX, se planteó la idea de que los organismos podían aprender a estimar

el paso del tiempo, también llamado “memoria del tiempo”. Este concepto fue evolucionando hasta llegar a la idea actual de que los seres vivos poseen relojes biológicos que marcan sus ritmos internos de sus funciones vitales.

Se realizaron investigaciones en seres humanos, manteniéndolos aislados en habitaciones subterráneas, en donde no tenían forma de saber la hora del día. Los resultados demostraron que fueron capaces de estimar el día y la noche con gran precisión durante cierto tiempo, pero después de un mes de aislamiento esta percepción se fue modificando poco a poco, con días mayores de 24 horas y en ocasiones hasta de 36 horas.

Desde el punto de vista de la biología, se ha planteado que los ciclos circadianos son una estrategia de adaptación para sobrevivir en un ambiente cíclico. Nuestro planeta presenta movimientos de rotación y de translación que determinan el paso del día, la noche y de las estaciones del año, debido a que el eje de rotación de la tierra está inclinado a unos 23.4° respecto a la órbita terrestre alrededor del Sol. Esto da lugar a las diferentes estaciones del año, ya que los hemisferios norte y sur reciben cantidades desiguales de luz solar a lo largo del año.

En México, se reciben 12 horas de luz en la primavera, que va usualmente del 20 de marzo al 20 de junio de cada año. En verano, que comúnmente sucede del 20 de junio al 20 de septiembre se reciben 13 horas de luz. En otoño, que contempla generalmente del 22 de septiembre al 20 de diciembre, inciden en el país 12 horas de luz. Y, por último, en invierno, que cotidianamente abarca del 21 de diciembre



Desde el punto de vista de la biología, se ha planteado que los ciclos circadianos son una estrategia de adaptación para sobrevivir en un ambiente cíclico.

al 20 de marzo, se reciben 11 horas de luz en el territorio nacional.

Los ciclos ambientales, con días más cortos y otros más largos, no solo tienen cambios en la exposición de la luz del Sol, sino también en variaciones en los ciclos de temperatura, humedad y presión atmosférica.

Colin Pittendrigh propuso que, desde el origen de la vida, el comportamiento cílico del entorno fue una presión que fue seleccionando a los sistemas vivos, los cuales incorporaron en sus genes información codificada como instrucciones para las funciones celulares, que les permitieron una ventaja adaptativa.

Así que, mediante la sincronización del tiempo biológico interno, medido por los relojes del organismo, con el tiempo geográfico externo, se permite que los seres vivos obtengan el máximo beneficio de los recursos ambientales con un mínimo costo en energía metabólica.

En los humanos, los relojes biológicos anteponen y adaptan la fisiología a diferentes

fases del día, controlan las pautas de sueño, la conducta alimenticia, la secreción de hormonas, la tensión arterial y la temperatura corporal (ver Figura 1).

Los trabajadores sujetos a turnos rotativos de trabajo, de 8 horas cambiantes cada 7 – 15 días, explican el estrés adaptativo continuo con consecuencias en su salud, rendimiento y disminución del estado de alerta; lo que ocasiona con frecuencia accidentes de trabajo.

Recientemente, además, se ha comprobado que hay una relación entre la alteración del reloj biológico y la mayor probabilidad de desarrollar cáncer de mama y otras enfermedades mortales.

Los aparatos electrónicos como pantallas de televisión, celulares, computadoras, tabletas, etc. provocan insomnio por el excesivo tiempo de exposición a la luz blanca brillante, lo que afecta los niveles de la hormona melatonina en el organismo, producida por la glándula pineal para inducir al sueño.

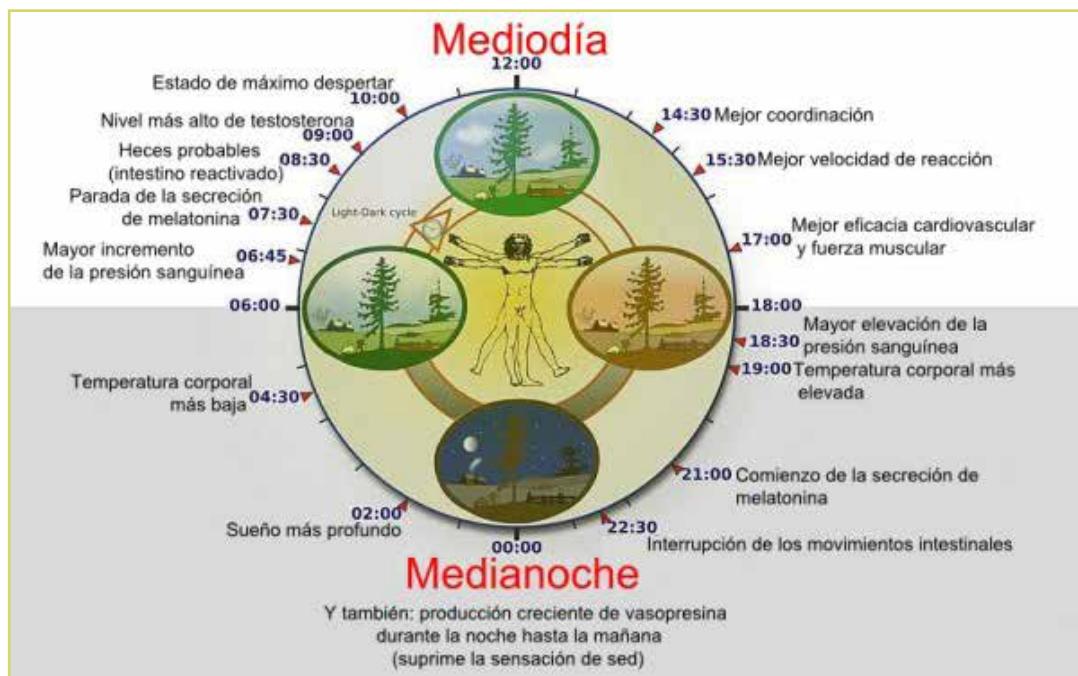


Fig 1. Los relojes biológicos controlan las actividades del día. Fuente: Obtenido de *La Prensa*, 2017.



Fig 2. Proteínas, protagonistas del reloj biológico. Obtenido de *La Prensa*, 2017.

En los viajes aéreos, que cruzan el océano Atlántico o el Pacífico en pocas horas, y como consecuencia del cambio súbito del ciclo circadiano con el día y la noche, los viajeros experimentan desajustes en su horario de sueño, trastornos digestivos y del estado de ánimo. Estos efectos les duran unos pocos días, tiempo que se requiere para sincronizar el nuevo horario de iluminación en el destino del viaje.

A las plantas también les afecta la luz artificial, debido a que tienen sensores llamados fitocromos encargados de controlar distintos procesos biológicos que se realizan en ambientes nocturnos. La alteración de estos ambientes, trae como consecuencias la pérdida de hojas, fructificación prematura, menor ciclo de vida y reducción de calidad.

En 1970, Seymour Benzer y Ronald Konopka produjeron mutaciones en un solo gen de la mosca de la fruta, ocasionándoles alteraciones en su ciclo de actividad y reposo normal de 24 horas, lo que resultó en ciclos más cortos o más largos. Con ello, se comprobó que los ciclos circadianos no solo dependen de factores externos, sino que habían logrado demostrar que estos se encuentran ocultos en las células

de los organismos. Observaron que la proteína PER, codificada por el gen *per* (periodo), se acumulaba durante la noche y se degradaba durante el día. De este modo, los niveles de la proteína PER oscilaban en 24 horas, en sincronía con el ritmo circadiano.

En 1994, M.W. Young descubrió un segundo gen (*timeless*) que codifica la proteína TIM. Demostró que cuando la proteína TIM se unía a la proteína PER, las dos proteínas podían entrar al núcleo celular y ahí bloqueaban la actividad del gen PER, con lo que se cerraba el ciclo de autorregulación negativa.

Cuando el gen PER se halla activo se produce ARNm, que se transporta al citoplasma y sirve como molde para producir la proteína PER.

Young, identificó otro gen, que codifica la proteína DBT, la cual retrasaba la acumulación de la proteína PER. Ello proporcionaba la información de cómo se ajustaba una oscilación para que coincidiera con un ciclo de 24 horas.

Para los organismos, el ciclo luz-oscuridad, como la mosca de la fruta u otros, es la señal primaria ambiental que sincroniza o reajusta el reloj circadiano a un periodo de 24 horas. El proceso del reloj biológico se puede resumir de la siguiente forma: cuando una mosca, por ejemplo, se expone a la luz, los complejos moleculares de la unión de las proteínas PER/TIM comienzan a separarse en las células de su cerebro. Estos complejos PER/TIM forman parte de un circuito de retroalimentación que controla la actividad de los genes *per* y *tim* que contienen las instrucciones para sintetizar las proteínas PER y TIM. Una vez en el citoplasma de las células, los ARNm de PER y TIM se fijan a los ribosomas, donde sintetizan las proteínas PER y

TIM que, uniéndose entre sí, forman nuevos complejos PER/TIM en el crepúsculo.

Durante la noche, los nuevos complejos PER/TIM acumulados en el citoplasma ingresan al núcleo donde bloquean la producción de PER y TIM. Cuando al día siguiente aparece la luz, los complejos PER/TIM se separan y recomienza el ciclo (ver Figura 2 y Figura 3).

Por estos descubrimientos sobre los mecanismos moleculares que controlan el ritmo circadiano, J.C. Hall, M. Rosbash y M.W. Young, fueron galardonados con el premio Nobel de Medicina (fisiología) 2017.

Ciclos circadianos de los movimientos del sueño en plantas

La regulación circadiana de los relojes biológicos consiste en varios genes que se controlan unos a otros en una especie de sistema auto reguladorio, conocido como circuito de retroalimentación negativa.

Por ejemplo, durante el día, el gen "a" se enciende a través de un proceso que depende

de la luz roja (660 nm), que produce la proteína "A" (Pfr). Por la noche, con luz de rojo lejano (730 nm), la proteína "A" (Pfr) activa al gen "b", resultando en la producción de la proteína "B" (Pr). Esta proteína reprime la expresión del gen "a", lo que significa que los niveles de proteína "B" (Pr) descienden, permitiendo al gen "a" ser expresado nuevamente con la producción de proteína A (Pfr) (ver Figura 2 y Figura 3)

Lo anterior resulta en un ciclo donde la proteína A (Pfr) se produce en el momento opuesto a la proteína B (Pr). Si cada uno de estos pasos regulatorios tarda 12 horas, el resultado es un ritmo de 24 horas que puede mantenerse por si mismo en condiciones constantes.

Aunque las plantas no tienen ojos, utilizan un "ojo" fitocrómico (fotorreceptor), para detectar cambios en la proporción de la radiación: roja 660 nm y la del rojo lejano 730 nm. El fitocromo consta de una proteína unida a un fotorreceptor que absorbe luz. Se piensa que tal absorción induce un cambio en la forma del componente proteico.

El pigmento fitocrómico tiene dos formas de proteínas: Pr y Pfr. La radiación roja 660 nm del día, convierte la Pr en Pfr, mientras que la radiación rojo lejano 730 nm de la noche, convierte la Pfr en Pr. La proteína Pfr es menos estable, de modo que se revierte de manera lenta a proteína Pr en la oscuridad.

La Pfr induce o inhibe reacciones fisiológicas, como la floración o los movimientos del sueño.

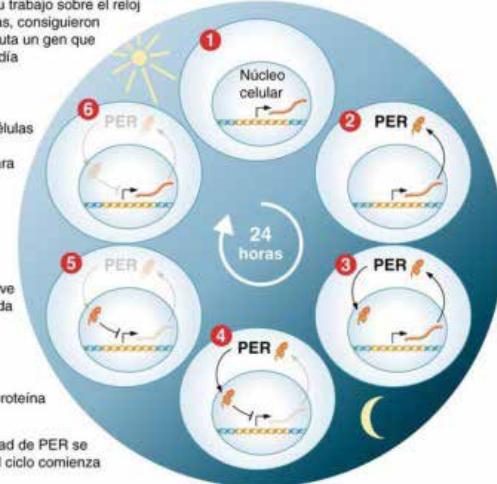
Por un lado, una señal química que incrementa la permeabilidad de la membrana de las células de las plantas a determinados iones resulta en una pérdida de turgencia, mediante la salida

Funcionamiento del reloj biológico

Tres investigadores estadounidenses ganaron el Premio Nobel de Medicina por su trabajo sobre el reloj biológico. Entre otras cosas, consiguieron aislar en la mosca de la fruta un gen que determina el ritmo noche-día (ritmo circadiano).

Así funciona ese rítmico

- 1 En el núcleo de las células se lee el gen clave, que contiene instrucciones para una proteína.
- 2 Las instrucciones salen del núcleo y sirven para la producción de la proteína PER.
- 3 La proteína PER vuelve al núcleo celular con ayuda de otras proteínas.
- 4 Con ello se blocca la lectura del gen.
- 5 La producción de la proteína PER disminuye.
- 6 Cuando cae la cantidad de PER se vuelve a activar el gen. El ciclo comienza desde el principio.



Fuente: Comité Nobel

dpa-27321

Fig 3. Funcionamiento del reloj biológico. Obtenido de *La Prensa*, 2017.

de los iones de sodio y potasio junto con el agua por medio de la osmosis y las células se plasmolisan, cerrando los pétalos de la flor y orientando verticalmente las hojas (dormir). Pero, por otro lado, si hay señales que permiten la entrada de iones y agua a las células, estas se turgen y las flores se abren y las hojas se orienten de forma horizontal (despiertas). Las células especializadas (células motoras), situadas en el córtex dorsal y ventral de los engrosamientos de las bases de los peciolos, regulan estos movimientos.

En presencia de luz, la posición horizontal de las hojas y las flores abiertas (despiertas), las células motoras ventrales están turgentes por el

flujo de agua y iones en su interior, dando una presión osmótica. Las células motoras dorsales del córtex están plasmolizadas y flácidas por la salida del agua y los iones.

En la oscuridad, con la posición vertical de las hojas y las flores cerradas (dormidas), las células motoras ventrales están flácidas y las dorsales turgentes por la salida y entrada de agua y de iones. Los flujos de agua y los iones de sodio Na^+ y potasio K^+ suceden por la activación de las bombas de protones en la membrana, utilizando la energía del ATP y originando los movimientos circadianos del sueño de las plantas (ver Figura 4).

La planta de Vinagrillo (*Oxalis articulata*)

Es una hierba perenne de 15 – 20 centímetros de altura, con raíz reservante en bulbos, con hojas partidas en 3 lóbulos en forma de corazón, algo aterciopeladas, de color verde mate.

Las flores acampanadas con 5 pétalos soldados en la base de 1.5 cm de largo, de color rosa intenso, con vetas púrpuras en la base.

Los tallos floríferos sin hojas, rematados en inflorescencias umbeliformes de numerosas flores. (ver Fotografía 1)

Florece en primavera, verano y otoño, se desarrolla en suelos con un Ph neutro a ácido, bien drenados.

Es originaria del sur de América (Brasil, Paraguay)

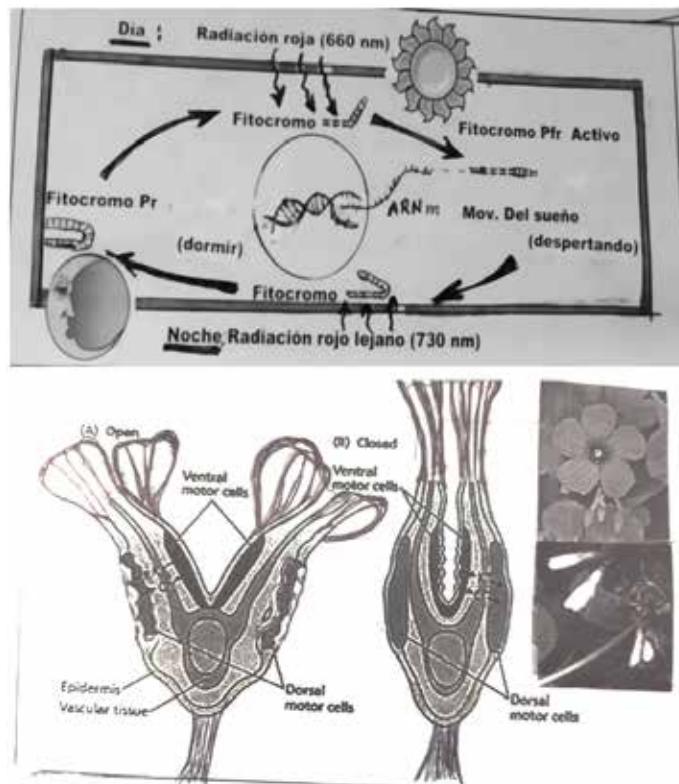


Fig 4. Movimientos del sueño en plantas. Elaboración propia.

Tabla 1. Clasificación de la planta de vinagrillo (*Oxalis articulata*), (Savigny 1798).

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Geriales
Familia	Oxalidaceae
Genero	Oxalis
Especie	Articulata

La luz, sus longitudes de onda y su relación con los ciclos circadianos de las plantas

La luz blanca está constituida por varios colores diferentes, que si se pasa a través de un prisma se separan. El espectro visible va desde la luz violeta con longitudes de onda más cortos de 380 nm. La luz azul, con una longitud de onda de 450-500 nm, tiene una energía de 260 kJ/mol. La luz roja, con longitudes de onda más largas de 780 nm, tiene una energía de 176 kJ/mol.



▼ **Fotografía 1.** La planta de vinagrillo (*Oxalis articulata*). Autoría propia.

La energía de un haz de luz, compuesta por pequeños paquetes de energía denominados cuantos de luz o fotones, es inversamente proporcional a la longitud de onda: a menor longitud de onda mayor energía del fotón y a mayor longitud de onda de la radiación excitadora, menor será la energía.

Por su lado, el número de fotoelectrones producidos está en relación directa con la intensidad de la luz de los rayos luminosos.

Las longitudes de onda luminosas más importantes para las plantas superiores, por sus principales pigmentos de clorofila a y b, son las ondas de colores azul y rojos.

Es importante recordar que los ciclos circadianos de las plantas tienen una frecuencia de 24 horas y cumplen con 3 requisitos: la persistencia autónoma por medio de controles endógenos, la persistencia y ajuste ante cambios de temperatura y la capacidad de sincronización a las condiciones externas.

Los ciclos endógenos se encuentran “arrastrados” por las condiciones ambientales, por lo que es difícil separar la influencia de los factores externos de los internos

Los relojes biológicos utilizan la información del ambiente que rodea la planta para actualizar su propio funcionamiento.

En condiciones naturales, mantener un proceso biológico con un periodo de 24 horas necesita de estímulos externos que ajusten la actividad del reloj. Estos son los ciclos naturales de luz/oscuridad y/o los cambios en la temperatura exterior.

Los ritmos circadianos pueden alterar o desviar su fase momentáneamente debido a los cambios de bajas temperaturas (-10°C) o días nublados, pero una vez estabilizada la condición ambiental, no se observa

efecto alguno sobre la periodicidad de los ritmos circadianos.

Si bien la necesidad de esta cualidad de los relojes endógenos resulta evidente ya tendría poca utilidad un reloj que midiera distintos períodos, dependiendo de la temperatura exterior.

Objetivos

Evaluar el efecto de las distintas longitudes de onda de la luz en los ciclos circadianos o relojes biológicos de la planta de Vinagrillo (*Oxalis articulata*).

Determinar cuál(es) de las longitudes de onda de la luz, representadas por sus colores característicos (luz blanca, azul o roja) provoca alteraciones notables en los ciclos circadianos, bajo las condiciones de los experimentos.

Observar si las diferentes longitudes de onda de la luz provocan alteraciones en aspectos morfológicos y fisiológicos.

Problema de la investigación

¿Las diferentes longitudes de onda de la luz afectan los períodos de los relojes biológicos



■ **Fotografía 2.** Las plantas de los diferentes lotes se envolvieron con celofán para evaluar el efecto de los distintos colores de la luz. Autoría propia.

de los ciclos circadianos de los movimientos del sueño en las plantas?

Hipótesis

Si las distintas longitudes de onda de la luz tienen diferente energía, entonces tendrán efectos desiguales en los relojes biológicos de los ciclos circadianos de los movimientos del sueño.

Metodología

Se plantaron los rizoides de las plantas en las macetas, para su desarrollo y crecimiento durante un mes.

Se experimentó colocando lotes de plantas con diferentes longitudes de onda de la luz: blanca, azul y roja durante 90 días, en períodos de día/noche. Para ello, se utilizó papel celofán de estos colores para envolver cada maceta de las plantas y que así estuvieran expuestas a la longitud de onda de luz correspondiente (ver Fotografía 2).

Se hicieron riegos de 250 mL de agua por semana, se utilizó la misma cantidad de tierra negra y número de semillas o plantas; así como el tamaño de la maceta fue igual para todos los lotes (variables constantes, V.C.). La variable independiente manipulada (V.I.M.) fue el color de la luz que recibían las plantas, con su longitud de onda correspondiente.

Durante el estudio se realizaron observaciones y registros de las variables dependientes (V.D.) como lo fueron los ciclos circadianos de los diferentes lotes de plantas (se determinaron los horarios de extensión y retramiento de las hojas y pétalos, es decir, de los movimientos de vigilia y sueño) y los aspectos morfológicos y fisiológicos, como el crecimiento o

tamaño del tallo y las hojas, el color de la planta, los períodos de floración, etc.

A continuación, en la Tabla 2 se observa el cuadro de control de variables utilizado en la investigación.

Tabla 2. Cuadro de control de variables utilizado en la investigación

Variables	Lote testigo	Lote exp. 1	Lote exp. 2	Tipo de variable
Plantas o semillas	3	3	3	V.C.
Luz (longitud de onda en nm)	Blanca (380 – 750)	Azul (450 – 500)	Roja (660 – 750)	V.I.M.
Tierra negra (g)	500	500	500	V.C.
Agua (mL)	250	250	250	V.C.
Tiempo (meses)	3 - 6	3 - 6	3 - 6	V.C.

Las actividades de riego, observación y registro del crecimiento y desarrollo de las plantas de Vinagrillo a diferentes longitudes de onda de la luz, fueron realizadas por los alumnos del CCH Sur en el invernadero del SILADIN durante el ciclo escolar que recién concluyó (ver Fotografía 3).

Resultados (Observaciones)

Los ciclos circadianos de los movimientos del sueño en las plantas de vinagrillo rosado están muy desfasados entre las hojas y las flores en la misma planta.

Las hojas se extienden horizontalmente (despiertan) en forma homogénea en las estaciones de otoño-invierno,

como a las 6:30 de la mañana. Las hojas se retraen y se orientan verticalmente alrededor a las 7:00 pm.

Las flores abren sus pétalos (despiertan) en forma heterogénea mucho más tarde, de las 10:30 a 11:30 de la mañana. Las flores cierran sus pétalos (se duermen), de las 5:00 a 6:00 pm.

En la investigación del efecto de diferentes longitudes de onda de la luz, en el periodo del ciclo circadiano, no se logra distinguir una alteración desigual en los ciclos circadianos de los movimientos del sueño en los distintos lotes de plantas, puestas en estas condiciones durante los 90 días.

A pesar de lo anterior, sí se lograron apreciar diferencias en aspectos morfológicos y fisiológicos, como los siguientes (ver Fotografía 4):

- En las macetas expuestas en la luz roja, se tuvo un mayor crecimiento, aproximadamente de 25 cm en promedio, con sus hojas de 1.5 cm de largo por 2.5 cm de ancho.
- En las macetas bajo luz azul, se presentó un crecimiento de 20 cm en promedio, con hojas más grandes de 2 cm de largo y 3 cm de ancho.
- Las macetas bajo luz blanca, fueron las de menor crecimiento, con 15 cm en promedio, con hojas más chicas de 1 cm de largo por 2 cm de ancho.



Fotografía 3. Riego y registro de observaciones por los alumnos del CCH Sur en el SILADIN.



▼ **Fotografía 4.** Diferencias morfológicas y fisiológicas de las plantas a las longitudes de onda de la luz evaluadas. Elaboración propia.

- Las floraciones se presentaron en primavera, verano y otoño.

Los ciclos circadianos pueden alterar momentáneamente su fase debido a cambios de temperaturas bajas o días muy nublados, pero una vez estabilizadas las condiciones normales ambientales, los ritmos circadianos continúan su ciclo.

Análisis de resultados o discusión

Con fines comparativos, en los mamíferos, los ciclos circadianos tienen una estructura jerárquica, como sigue: en el hipotálamo hay un reloj central, un centro principal de regulación de los ritmos circadianos, que recibe información lumínica, para saber la hora del día y dar la información al resto del cerebro y de los órganos del cuerpo.

En las plantas, por su parte, los relojes circadianos funcionan de la siguiente manera: la energía luminosa del exterior es percibida por fotorreceptores como los fitocromos (PHY) para la luz roja y criptocromos (CRY) para la luz azul, esta información es transmitida al oscilador central que es el encargado de medir la longitud del periodo de los diversos procesos, como el tiempo de floración, movimiento de las plantas o el control de los procesos de la expresión génica,

como la fosforilación de proteínas y los niveles de calcio de todas las vías de transmisión de señales, que parten desde el oscilador central del reloj biológico que participan en el control de varios procesos bioquímicos.

Cabe señalar que aún no se conoce en detalle este mecanismo que resulta clave en la biología celular, así como en la fisiología y reproducción de las plantas. El reloj circadiano de las plantas abarca una red de unos 20 genes y

sus respectivas proteínas. Es algo tan complejo que es difícil entender todas las conexiones y hacer predicciones sobre su funcionamiento. Por citar un ejemplo, las acuaporinas, proteínas estructurales de la membrana que forman poros en esta, tienen entre sus funciones, el control del transporte del agua entre las células en respuesta a cambios osmóticos, por su difusión facilitada que tienen, transporta rápido y en grandes cantidades de agua.

En investigaciones sobre el efecto de las longitudes de onda de la luz en las plantas, se ha encontrado que la luz azul favorece el crecimiento y la coloración de las hojas, haciéndolas más oscuras. La luz roja regula los procesos de floración, promueve la germinación de las semillas y crecimiento de las plantas. En la luz blanca, las plantas presentan tallos y hojas más pequeñas y el color es más claro.

El gran desfase de los ciclos circadianos entre las hojas y las flores que se observó durante esta investigación tal vez se deba a diferencias en los mecanismos que incrementan la permeabilidad de la membrana de las células de las hojas y las de los pétalos de las flores, a los iones de sodio, potasio y al agua, que producen turgencia cuando estos entran y plasmólisis (flácidas) cuando salen, por medio de la osmosis.

Así el diferente estado hídrico de la plasmólisis o la turgencia en las hojas y los pétalos de las flores que están muy desfasadas, tal vez se podrían explicar por medio de la acción de algunas de estas diversas y numerosas acuaporinas, con funciones distintas.

El mecanismo de medición del tiempo implica cambios rítmicos en la membrana celular, ya sea en los componentes proteínicos, en los fosfolípidos, o en ambos. Así, la conversión del citocromo podría reajustar el reloj, produciendo cambios en la estructura o en la permeabilidad de la membrana. Para que los ritmos circadianos tengan un valor adaptativo es necesario que los relojes que los generan puedan ajustarse a las condiciones cíclicas del ambiente, es decir a los cambios debidos al día y la noche.

A este proceso de ajuste se le llama sincronización, los relojes se pueden ajustar a los cambios en la longitud del día, debido al paso de las estaciones del año, en verano con

13 horas de luz, adelantan sus movimientos de despertar y en invierno con 11 horas de luz, lo retrasan.

Conclusiones

Las diferentes longitudes de onda de la luz (blanca, roja y azul) sí afectaron el crecimiento, la floración y la coloración de las plantas.

Las plantas de Vinagrillo empleadas en esta investigación, que se expusieron a diferentes longitudes de onda de luz durante 90 días, no cambiaron sus ciclos circadianos durante la duración de este estudio.

Las diferencias entre los ritmos biológicos de las hojas y las flores podría deberse a mecanismos celulares que regulan la permeabilidad de las membranas, con el consecuente flujo de iones como sodio, potasio y agua. También se podría relacionar con la producción de diferentes proteínas acuaporinas que realizan diferentes funciones en la membrana celular.❶

Bibliografía

- Aréchiga, H. (1984) *Los ritmos biológicos, Ciencia y Desarrollo* No. 54. Año IX. México CONACyT.
- Aguilar, R. R. (2012) *Los relojes del cuerpo*, México, UNAM.
- Capel, J., Lozano, R., Martínez – Zapater, J.M. y Jarillo, J.A. (2002), *Ritmo y relojes circadianos de las plantas*. Ecosistemas 2003/1.
- CCH Gaceta (2022 – 2023) *Cuadernillo de orientaciones de proyectos e informes de apoyo a la docencia*. México. UNAM.
- Curtis, H., Barnes, N. S., Schnek, A. Flores, G. (2006) *Invitación a la Biología*, México, Ed. Medica Panamericana.
- DuHne, B.M. Los premios Nobel 2017, Fisiología o Medicina, ¿CómoVes? año 20. No. 229, México, UNAM.
- La Prensa, (7 de octubre de 2017), *Así funciona el reloj biológico*, obtenido en línea el 5 de marzo de 2024 de https://www.laprensa.hn/mundo/funcionamiento-relo_biológico-animales-humanos-días_laborables-KWLP1114842#image-1
- Gruant, A., Delgado, J. M., Escobar, C., Aguilar, R.R. (2002) *Los relojes que gobiernan la vida*. México, Fondo de Cultura Económica, CONACYT.
- Jiménez, L. F. (2006) *Conocimientos Fundamentales de Biología*, Vol. I México, PEARSON – UNAM.
- Ramos, C. M. (1990) Los relojes internos que nos gobiernan, Conozca Más Año 3. No. 5. México Editorial América.
- Roblero, A. R. (2012) *Los relojes del cuerpo*. Dirección General de Divulgación de la Ciencia. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Ruiz, M. (2020) ¿Cómo aprendemos? Una aproximación científica al aprendizaje y la enseñanza, España, Ed. Graó.
- Plata, R. L. J. (2018) *Terapia de luz ¿por tus oídos? ¿CómoVes? Año 20. No. 230*. México, UNAM.
- Trejo, B. T. (2018) *El tic tac del cerebro, ¿CómoVes? Año 20 No. 231*. México, UNAM.
- Trejo, B. S. F. J. (2014) *Biología III. La metodología científica como estrategia didáctica*. México, CCH UNAM.
- Trejo, B.S. F. J., Trejo, D. H. R. A. (2016) *Paquete didáctico de la metodología científica para la enseñanza – aprendizaje de las ciencias*. Genética y Biología molecular. CCH SUR UNAM.

Síntesis curriculares

Mireya Monroy Carreño

mireya.monroy@cch.unam.mx

Plantel Vallejo

Doctora en Ingeniería de Sistemas por el Instituto Politécnico Nacional. Profesora adscrita al Colegio de Ciencias y Humanidades plantel Vallejo, impartiendo clases en las materias de Física I-IV. Ha participado en congresos y ha publicado en revistas indexadas referentes a temas de la enseñanza de las ciencias, ha diseñado cursos y talleres de formación docente en relación con tópicos del área de la enseñanza de las ciencias experimentales y el uso de las TIC.

Manuel Becerril González

manuel.becerril@cch.unam.mx

Plantel Sur

Estudió la carrera de Biología y la Maestría en Ciencias Biológicas (Biología Ambiental) por la Facultad de Ciencias de la UNAM, se ha desempeñado como profesor de biología en instituciones públicas y privadas; ha colaborado en proyectos de investigación en el Instituto Nacional de Antropología e Historia así como en los Institutos de Ecología y de Biología de la UNAM; desde hace 20 años se desempeña como profesor del CCH Plantel Sur donde ha realizado más de 95 cursos de actualización en el área docente, además de 16 cursos de especialización en ecología, conservación y ornitología en universidades de Colombia, Brasil y Estados Unidos; ha ocupado el cargo de Secretario General de la Sociedad Mexicana de Ornitología, A.C.; participó en proyectos de investigación en el Jardín Botánico de Missouri, la Fundación Nacional de Ciencias y el Departamento de Pesca y Vida Salvaje de Virginia, Estados Unidos;

ha dictado 28 conferencias en universidades estatales y museos con diversos tópicos de ornitología y ecología; en el año 2023 recibió el reconocimiento a la labor académica de los profesores de asignatura del CCH; cuenta con seis manuales publicados para el CCH Sur y 20 publicaciones en revistas científicas y de difusión.

Yuri Posadas Velázquez

yuri.posadas@cch.unam.mx

Plantel Oriente

Físico egresado de la Facultad de Ciencias de la UNAM. Docente del CCH Oriente desde el año 1997. Profesor de Carrera desde el año 2001. Actualmente es Profesor Titular "C" para las asignaturas de Física I a IV. Ha publicado once libros de física para el nivel bachillerato, además de varios artículos académicos y de divulgación científica en diferentes revistas. Ha sido Consejero Interno y Consejero Académico del Área de Ciencias Experimentales

Guadalupe Mendiola Ruiz

gmendiola@yahoo.com.mx

Plantel Naucalpan

Bióloga de Carrera, De la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del IPN. Con 47 años de labor académica y administrativa en la UNAM: 25 años en la Facultad de Ciencias, UNAM impartiendo la Asignatura de Evolución a los alumnos de la carrera de Biología de séptimo y octavo semestre. 30 años en el Plante Naucalpan del CCH Impartiendo las asignaturas de Biología I a IV, y a cargo de la Secretaría de Servicios Estudiantiles de 2000 a 2008, en la Secretaría Técnica de SILADIN de 2012 a 2014, y en la Secretaría de Servicios Estudiantiles del Plantel de 2014 a 2018, de

agosto de 2018 como Jefa de Departamento de SILADIN Central y a partir del 1 de enero de 2019 como Secretaria de Apoyo al Aprendizaje en la dirección General del CCH. Actualmente atiende 30 horas de grupos definitivos de Biología I a IV. Directora de la Revista CONSCiencia del SILADIN del CCH, con 6 números del Plantel Naucalpan y 7 números en el CCH.

Tomás Nepomuceno Serrano

Plantel Oriente

Ingeniero Químico egresado de la U.N.A.M. Profesor Definitivo "B" en las asignaturas de Química I-IV, con una antigüedad de 29 años. Ha cursado varios Diplomados. Tiene más de 70 cursos de formación docente y ha impartido más de 30 cursos para profesores. Ha participado como organizador de eventos académicos, tanto locales como centrales. Ha ocupado distintos cargos académico-administrativos en el Plantel Oriente, como Secretario Técnico de Siladin y Secretario General.

Gustavo García Jaramillo

gustavo.garcia@cch.unam.mx

Plantel Naucalpan

Biólogo por la Universidad Nacional Autónoma de México en 2017 mediante la elaboración de tesis: Etnobotánica de las especies de Cucurbita en el Valle de Tehuacán-Cuicatlán. Tesis que fue apoyada por la CONABIO y a cargo de los Dres. Rafael Lira, Luis Eguiarte y Salvador Montes. Es profesor de asignatura de Biología en el Colegio de Ciencias y Humanidades del plantel Naucalpan; y es coordinador del programa de Jóvenes hacia la Investigación en Ciencias Naturales y Matemáticas adjunta a la Dirección General de Divulgación de la Ciencia (DGDC) y al Sistema de Laboratorios para el Desarrollo y la Innovación (SILADIN).

Chalico Marcial María Patricia

mariapatricia.chalico@cch.unam.mx

Plantel Naucalpan

Es bióloga por la Facultad de Estudios Superiores (FES) Iztacala; es Maestra en Docencia para la Educación Media Superior (MADEMS) en biología, también por la FES Iztacala. Es profesor de asignatura Interino del Colegio de Ciencias y Humanidades Plantel Naucalpan donde imparte las materias de Biología I a IV, con una antigüedad de 9 años. Es participante voluntario en el grupos de trabajo: Formación de profesores en actividades experimentales de 2014 a 2024; ha realizado diferentes investigaciones con cultivos hidropónicos y orgánicos bajo condiciones de invernadero entre las que destacan: el cultivo de fresa, jitomate, papa, un huerto escolar y actualmente participa en un proyecto de preservación de orquídeas.

Diana Monroy Pulido

modianii23@yahoo.com.mx

Plantel Naucalpan

Licenciada en Biología y Maestra en Docencia para la Educación Media Superior (MADEMS Biología), por la Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Profesora Asociado C de Tiempo completo interina en el Colegio de Ciencias y Humanidades plantel Naucalpan, impartiendo las asignaturas de Biología I a IV, con una antigüedad 12 años. Coordinadora del Seminario de Formación de Profesores de Ciencias Experimentales Naucalpan, en donde se desarrollan proyectos sobre cultivos orgánicos e hidropónicos. Ha impartido cursos sobre los programas de Biología I a IV y cursos relacionados con las técnicas autosustentables para cultivos, micropropagación de orquídeas y elaboración del reporte de investigación científica en el CCH Naucalpan.

Mariela Rosales Peña

mariela.rosales@cch.unam.com.mx

CCH – Plantel Vallejo

Egresada UAM-X. Actualmente lleva 13 años

laborando como docente en el CCH, plantel Vallejo (Agosto 2010- Junio 2023), como profesora de asignatura A interino, en el área de experimentales impartiendo las clases de Biología I, II, III, y IV, donde ha tomado varios cursos, talleres, diplomados y en seminarios, algunos institucionales como el EDA, así como también en proyectos INFOCAB y PAPIME, colaboró en el proyecto del Mariposario Xochiquetzal y comisionada en el mismo durante aproximadamente 6 años. Participó 2 años en el proyecto INFOCAB Mariposario Xochiquetzal PB201313. Comisionada en el Acuario del Plantel Vallejo, durante 4 años atendiendo alumnos de Prepa Sí, voluntarios, grupos curriculares para proyectos escolares y atendiendo grupos de biología. Actualmente terminó los créditos de la maestría MADEMS.

Ricardo Arturo Trejo De Hita

ricardo.trejo@cch.unam.mx

Plantel Naucalpan

Ingeniero químico (Mención Honorífica) por la Facultad de Química CU-UNAM; Maestro en Ingeniería (Ambiental) por la Facultad de Ingeniería CU-UNAM; acreditación de diplomados en matemáticas y enseñanza con TIC. Elaboración de paquetes didácticos sobre metodología científica; responsable y participante en proyectos INFOCAB y PAPIME para desarrollo de materiales educativos con TIC. Colaborador en proyectos, estudios e investigaciones en UNAM, SEMARNAT, entre otros. Docente en la Facultad de Química y CCH Sur UNAM. Profesor Asociado "C" de Tiempo Completo, con antigüedad de 12 años. Publicación de artículos y más de 20 conferencias sobre la metodología científica.

Severo Francisco Javier Trejo Benítez

trejo.fj@gmail.com

Plantel Sur

Biólogo y Maestro en Ciencias por la Facultad

de Ciencias CU-UNAM. Profesor de Biología III - IV, del Colegio de Ciencias y Humanidades Plantel Sur. Diplomado en docencia por la misma facultad. Obtuvo la Medalla Gabino Barreda (maestría) y Catedra Dr. Carlos Graef Fernández. Investigador del Instituto de Salubridad y Enfermedades Tropicales y en el Colegio de Posgraduados de la Universidad de Chapingo. Ha publicado 25 libros y manuales, profesor por 21 años en Facultad de Ciencias y 52 en CCH Sur UNAM. Dirigió 5 tesis profesionales y fue jurado en 47 exámenes profesionales (Biología). Expositor de 60 conferencias, Miembro del comité editorial del CCH UNAM. Profesor Titular "C" con PRIDE nivel C.

Claudia Olivera Tlahuel

claudia.oliveratlahuel@cch.unam.mx

Plantel Sur

Bióloga de la Facultad de Ciencias, así como maestra y doctora por el Posgrado de la Facultad de Ciencias, UNAM. Su línea de investigación es en el área de evolución, biología del desarrollo y placentación en vertebrados. Hace un año es jefa CREA en el SILADIN plantel sur y es fundadora del Acuario CCH SUR.

Alfredo César Herrera Hernández

alfredochh@gmail.com

Plantel Oriente

Químico Farmacéutico Biólogo con Maestría en Docencia para la Educación Media Superior en Química. Profesor de asignatura definitivo "B", con una antigüedad docente de 16 años en el plantel Oriente, donde imparte las materias de Química I-IV; tuvo el reconocimiento a la labor académica de los profesores de asignatura del CCH, 2022; ha cursado diplomados y cursos de formación docente e impartido cursos de actualización docente; ha presentado ponencias y charlas de divulgación

de la ciencia; coautor de guías de estudio; participación en el Taller de Ciencias, llevado a cabo en el SILADIN del plantel Oriente.

Frida Monserrat Hosanna Paredes Ruiz

frida.paredesruiz@cch.oriente.unam.mx

Plantel Oriente

Maestra en Biotecnología, con conocimientos en alimentos funcionales, aplicado al estudio de antioxidantes. En la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa. Con licenciatura en Química de Alimentos en la Universidad Nacional Autónoma México, Facultad de Química. Y formación como Auditor Interno ISO 22000:2005 por HMR Consultores, con Diplomado de "Gestión de Calidad ISO 9001: 2008". La trayectoria profesional ha sido en la industria de colorantes alimentarios, gestionando el sistema de calidad para la certificación ISO 22000. Profesor interina de Asignatura Química I a IV, en CCH Plantel Oriente.

Dafne Berenice Ortega Sanchez

dafne.ortegasanchez@cch.unam.mx

Plantel Oriente

Maestra en Docencia para la educación media superior en química, MASEMS (UNAM) con mención honorífica. Licenciatura en Química (UNAM). Profesora de química I y IV en el CCH Plantel Oriente (dos años de experiencia). jurado en actividades académicas. organizador de eventos académicos. impartidora de ponencias.

Carlos Miguel Crespo Ortiz

Ingeniero Químico Industrial (IPN) y Maestro en Docencia en Química (MADEMS-UNAM). Profesor de carrera en el CCH-Vallejo con 15 años de experiencia, ha diseñado y participado en cursos y materiales didácticos. Es coautor del MOOC "La química en la producción de alimentos y medicamentos" en Coursera, con

más de seis mil participantes. Ha asesorado proyectos de investigación ganadores en la Feria de Ciencias de la UNAM y es ponente en temas educativos, innovación y del Desarrollo Sostenible.

Elizabeth Domínguez Lozano

CCH - Plantel Vallejo

Bióloga, egresada de la Universidad Autónoma Metropolitana- Unidad Xochimilco, profesora de Asignatura A interino, en el área de Ciencias Experimentales en el CCH Vallejo, UNAM, impartiendo clases de Biología I a IV. También es profesora en el Colegio de Bachilleres impartiendo las asignaturas de Biología y Ecología. Es asesora de proyectos de investigación con alumnos del Siladin, ha sido participante como asesora en el concurso universitario de Feria de las Ciencias obteniendo el tercer lugar. Actualmente forma parte del Seminario para la Formación de Profesores en Actividades Sustentables "Mochitlán".

Francisco Alejandro Saavedra González

francisco.saavedragonczalez@cch.unam.mx

CCH - Plantel Vallejo

Biólogo egresado de la UAM-Xochimilco y Maestro en Docencia para la Educación Media Superior (Biología). Es profesor de Asignatura "A" interino en el área de Ciencias Experimentales del CCH Vallejo, donde imparte las asignaturas de Biología I a IV. También es profesor de Biología y Ecología en el Colegio de Bachilleres. Es asesor de proyectos de investigación con alumnos del Siladin y ha obtenido mención honorífica en el concurso universitario Feria de las Ciencias. Actualmente es coordinador del Seminario para la Formación de Profesores en Actividades Sustentables "Mochitlán".

Políticas del Consejo Editorial de la Revista *Consciencia del Siladin*, Sistema de Laboratorios de Desarrollo e Innovación, del Colegio de Ciencias y Humanidades, Plantel Naucalpan

1.- La *Revista Consciencia del Siladin* es una publicación plural e interdisciplinaria, que pertenece al Colegio de Ciencias y Humanidades Plantel Naucalpan. El objetivo es divulgar los avances y resultados de las investigaciones de laboratorio o de campo, así como experiencias didácticas en las ciencias experimentales. El público al que se dirige esta revista comprende principalmente a los profesores y alumnos del bachillerato universitario, además de aquellos interesados en conocer los estudios de iniciación a las ciencias experimentales, a nivel bachillerato.

2.- Las colaboraciones pueden ser:

- Investigaciones experimentales y/o de campo: Artículos académicos que muestren los avances o resultados de investigaciones inéditas.
- Experiencias didácticas. Artículos académicos que muestren los resultados significativos de experiencias didácticas aplicadas a los aprendizajes de las Ciencias Experimentales.

3.- Las colaboraciones deberán tener una redacción clara, rigor metodológico y calidad académica.

4.- Los artículos deberán incluir la siguiente información:

- Nombre del autor o autores (sin abreviaturas)
- Correo electrónico del autor principal
- Institución en la que colabora cada uno
- Semblanza curricular breve de cada uno o del autor principal (no más de 5 líneas)

5.- Las colaboraciones deberán ser inéditas, no estar sometida a dictamen de manera simultánea en otros medios; por lo que, en caso de aprobarse el texto para su publicación, el autor cederá automáticamente los derechos patrimoniales sobre su trabajo y autorizará de esta manera su difusión impresa y electrónica.

6.- La publicación del artículo dependerá de los dictámenes confidenciales realizados por especialistas anónimos (pares académicos) y se dará a conocer el resultado a los autores en un plazo no mayor a 6 meses.

7.- Para mayor información sobre los lineamientos acerca de la redacción del artículo, entrega o envío, dirigirse a la Secretaría Técnica del Siladin, 2º piso, en el Colegio de Ciencias y Humanidades Plantel Naucalpan o bien al correo electrónico:

gmendiolar@yahoo.com.mx

El artículo deberá tener rigor metodológico, calidad académica, con una redacción clara. Una extensión de entre 6 y 8 cuartillas, incluidas imágenes, cuadros o gráficas, escritas en fuente Arial 12, a espacio sencillo.

Título

Corto e informativo, expresado en un máximo de 15 palabras, que describan el contenido del artículo en forma clara y concisa.

Autores

¿Anotar a los autores según el orden de importancia de su contribución material y significativa a la investigación, Institución en la que colabora cada uno y correo electrónico del autor principal.

Resumen

Estructurado, que identifique de forma rápida y exacta el contenido básico del artículo, indicar los objetivos de la investigación, los procedimientos básicos, los resultados y las conclusiones. Enlistar 5 palabras clave como máximo.

Introducción

Contendrá los antecedentes principales. Deberá explicar los objetivos y el problema de la investigación.

Metodología

Deberá presentarse de manera sencilla, clara y precisa, describirá los procedimientos para que puedan ser reproducidos por otros investigadores. Dará referencia y explicará brevemente los métodos nuevos o modificados manifestando las razones por las cuales se usaron.

Resultados

Deberán limitarse a los datos obtenidos y presentarse en una secuencia lógica, de forma clara los datos o resultados del estudio realizado.

Análisis de resultados o discusión

Es la interpretación de los resultados, relaciona las observaciones con otros estudios, sus limitaciones y las implicaciones.

Conclusiones

Exponer en forma clara, concisa y lógica el aporte que el autor hace, respondiendo a los objetivos de la investigación planteada en la introducción.

Agradecimientos

Opcional. Sólo los estrictamente necesarios.

Bibliografía

Presentar, en orden alfabético, las fuentes utilizadas para la redacción del artículo, independientemente de su soporte (bibliografía, hemerografía o ciberografía). Utilizar el formato APA.

Figuras

Podrá incluir, a lo largo del texto y de manera organizada, las fotografías, esquemas, gráficos, diagramas o tablas. 

Atentamente:

**Consejo Editorial de la Revista
*Consciencia del Siladin***

Febrero, 2025.



Trabajo realizado con el apoyo de la Iniciativa
UNAM-DGAPA-INFOCAB PB201423

