

Pregones *de Ciencia*



Por una cultura
científica común
Revista multidisciplinaria
de ciencia y arte

Año 1 no. 5





Pregones de Ciencia

Por una cultura científica común / Revista multidisciplinaria de ciencia y arte

AÑO 1 NO. 5

Universidad Veracruzana

Editorial

Mesa Directiva

Rector

Dr. Martín Aguilar Sánchez

Secretaría Académica

Fundador-Director Honorífico

Dr. Juan Ortiz Escamilla

Secretaría de Desarrollo Institucional

Dra. Jaqueline del Carmen Jongitud Zamora

Dirección General de Tecnología de Información

Dra. María Dacia González Cruz

Director de la Editorial

Mtro. Agustín del Moral Tejeda

Director General de Investigaciones

y de Pregones de Ciencia

Dr. Roberto Zenteno Cuevas

Responsable editorial

Editora responsable

Mtra. Roxana Ivette Zermeño Rivas

Editora adjunta /correctora

Mtra. María Luz Pérez Lorenzo

Diseño editorial

Mtro. Fernando Piña Campos

Instituto de Artes Plásticas

Diseño de portada

Dr. José Manuel Morelos

Instituto de Artes Plásticas

Colaboración de Ilustraciones

Gerardo Vargas

Instituto de Artes Plásticas

Becaria

LF. Sara Marquina Flores

Pregones de Ciencia. Por una cultura científica común / Revista multidisciplinaria de ciencia y arte de la Universidad Veracruzana, **número 5, diciembre de 2024**, es una publicación trimestral editada y distribuida por la Universidad Veracruzana a través de la Dirección General de Investigaciones, Calle Dr. Luis Castelazo Ayala, Industrial Las Ánimas, C.P. 91193 Xalapa-Enríquez, Ver., México. Con certificado de reserva de derechos al Uso Exclusivo No. 04-2023-031517364200-102 del 7 de febrero de 2023, expedido por el Instituto Nacional del Derecho de Autor (Indautor). ISSN en trámite. Correo electrónico pregonesdeciencia@uv.mx y página web <https://pregonesdeciencia.uv.mx/index.php/pregones>. Director de la revista: Roberto Zenteno Cuevas. Editora responsable: Mtra. Roxana Zermeño Rivas. Las opiniones expresadas por los autores no reflejan necesariamente la postura de los editores. La originalidad de los contenidos queda bajo estricta responsabilidad del autor. Queda prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación, sin previa autorización de la Editorial de la Universidad Veracruzana. Su consulta es gratuita.

<https://doi.org/10.25009/pc.vi1>

Consejo Editorial

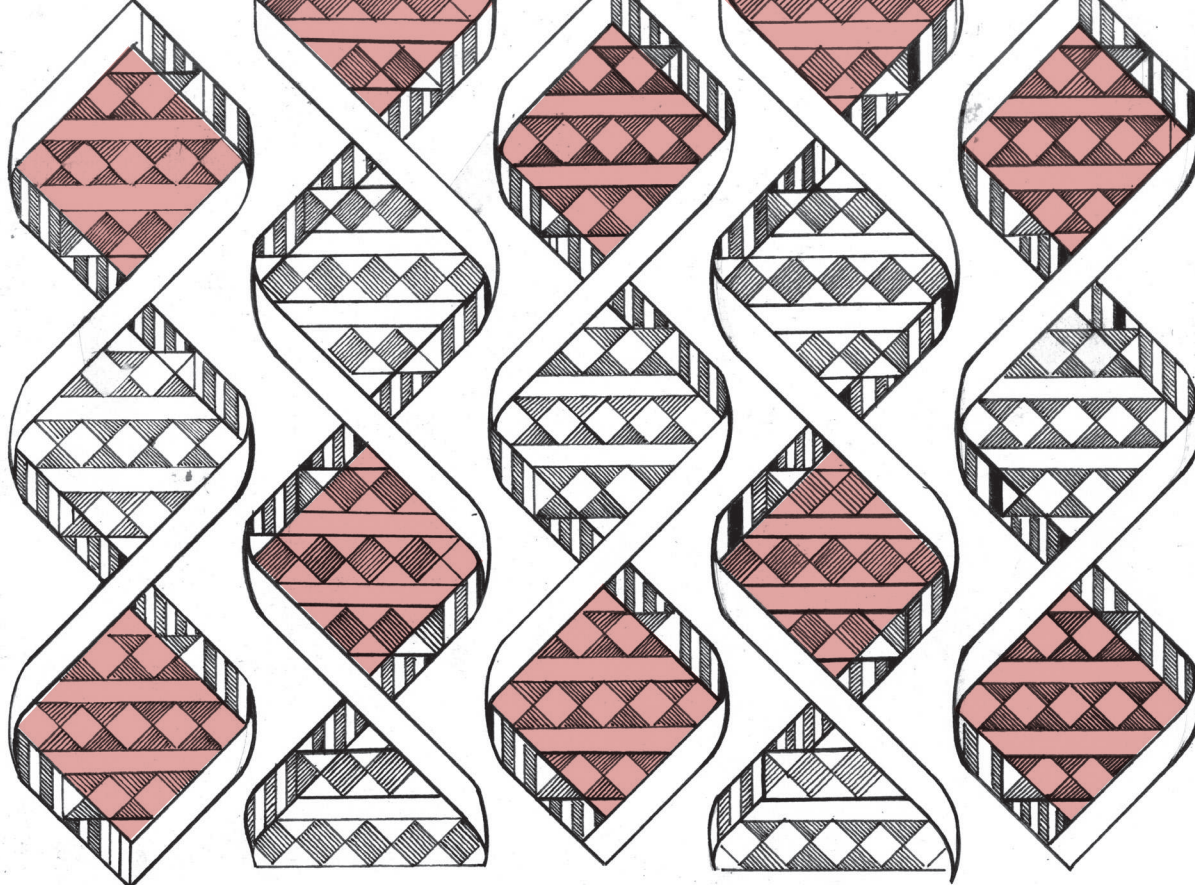
Mtra. Adriana Sandoval Comte
Dra. Ahtziri Eréndira Molina Roldán
Dr. Alexander Gorina Sánchez
Dr. Carlos Rodríguez Garcés
Dr. Enrique M. Luengo González
Dr. Jorge Manuel Escobar Ortiz
Lic. José Andrés Hernández Pérez
Ed. José Israel Carranza
Dra. Kathia Marcela Zaleta Rivera
Dr. Luciano Levin
Dr. Manuel Paulino Linares Herrera
Dra. María Clara Díez
Dra. María Cristina Ortiz León
Dra. Valeria Edelsztejn
Dr. Sergio Arturo Ávalos Magaña

Instituto de Ecología A. C. / México
Universidad Veracruzana / México
Universidad de Oriente / Cuba
University of Bío-Bío / Chile
Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente / México
Universidad Nacional de Colombia / Colombia
Becario Fondo Nacional para la Cultura y las Artes / México
Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente / México
Université de Tours / Francia
Universidad Nacional de Río Negro / Argentina
Universidad de La Habana / Cuba
Universidad de Buenos Aires / Argentina
Universidad Veracruzana / México
Instituto Tecnológico de Buenos Aires / Argentina
École Centrale de Travaux Publics / Francia

Comité Científico y Técnico

Dr. Ángel Rafael Trigos Landa
Dr. Francisco Díaz Fleischer
Dr. Jonathan Cueto Escobedo
Dr. Jorge Luis Arellanez Hernández
Dr. Arturo Guillaumín Tostado
Dr. Efrén Mezura Montes
Dr. Francisco Gabriel Hernández Zamora
Dr. Héctor H. Cerecedo Núñez
Dra. Carolina Barrientos Salcedo
Dra. Clara Luz Sampieri Ramírez
Dra. Lourdes Budar Jiménez
Dra. Marcela Quiroz Castellanos
Dra. Martha Lorena Avendaño Garrido
Dra. Minerva Hernández Lozano
Mtro. Williams Cornelio Cortéz Montané
Mtra. Azminda Román Nieto
Dra. Margarita Meza Manzanilla
Lic. Cynthia Maribel Palomino Alarcón

Centro de Investigación en Micología Aplicada
Instituto de Biotecnología y Ecología Aplicada
Instituto de Ciencias de la Salud
Instituto de Investigaciones Psicológicas
Instituto de Investigaciones y Estudios Superiores Económicos y Sociales
Instituto de Investigaciones en Inteligencia Artificial
Facultad de Matemáticas
Facultad de Física
Facultad de Bioanálisis
Instituto de Salud Pública
Facultad de Antropología
Instituto de Investigaciones en Inteligencia Artificial
Facultad de Matemáticas
Facultad de Química Farmacéutica Biológica
Dirección de Medios de Comunicación
Museo de Antropología de Xalapa
Instituto de Antropología
Editorial Universidad Veracruzana



Pregones de Ciencia



Por una cultura
científica común
Revista multidisciplinaria
de ciencia y arte
Año 1 no. 5

Sitio OJS: <https://pregonesdeciencia.uv.mx/>

Gaceta estudiantil: <https://www.uv.mx/pregonesdeciencia/>

Facebook: Pregones de Ciencia

Instagram: @Pregones de ciencia

Escribenos a: pregonesdeciencia@uv.mx

Teléfono: 2288 418900 Ext. 13114

Dirección: Luis Castelazo Ayala, Industrial Las Ánimas, C.P. 91193
Xalapa-Enríquez, Veracruz de Ignacio de la Llave, México.

Reserva de derechos de autor exclusivo al nombre

Indautor: 04-2023-031517364200-102

Certificado de licitud de título y contenido e ISSN: En trámite.

Estimados Lectores y lectoras

Esta publicación se encuentra actualmente en proceso de obtener el certificado de licitud de título y contenido ante la Secretaría Técnica de la Comisión Calificadora de Publicaciones y Revistas Ilustradas, la cual es dependiente de la Secretaría de Gobernación. Dicho proceso es importante para asegurar que esta publicación se adhiere a los requisitos legales y éticos que rigen los medios editoriales en México y es un paso necesario para la obtención del ISSN.

Los textos Publicados en esta revista son responsabilidad única de quien lo escribe y no reflejan, necesariamente, la postura de la Universidad Veracruzana ni de Pregones de Ciencia. Nuestro objetivo es la difusión del conocimiento científico y promover un debate crítico y constructivo.

Por esta razón, invitamos a leerlos con detenimiento, analizar con profundidad y expresar con respeto sus opiniones.

Presentación

LOS NÚMEROS, representaciones gráficas de cantidad a través de diferentes símbolos, nos causan curiosidad y asombro. Por ejemplo, el número cinco representa para algunas personas la existencia de armonía y equilibrio; en la astronomía, hay cinco posiciones únicas en el espacio en las que una pequeña masa puede orbitar en un patrón constante producido por la atracción gravitatoria de dos masas más grandes como el Sol y la Tierra (denominados puntos de Lagrange). En nuestra fisiología podemos contar cinco dedos en cada uno de nuestros pies y manos; además, cinco nuestros sentidos para percibir el ambiente y el mundo: olfato, gusto, vista, oído, y tacto. Son casi nuestros cinco sentidos los que se deleitan a la lectura del número cinco de esta revista, y digo cinco porque si no mordemos la pantalla de lectura, al menos sí nos imaginamos los sabores del tepache fermentado que sabemos ahora que es un abono; nos despierta la atención al revisar una buena berenjena sin hongos o enfermedades para cocinarnos una sopa; y nos hace ver que no solo es mejor el sabor de la pasta de dientes que el de la medicina, sino que es una necesidad para mantener nuestra salud bucal y prevenir enfermedades provocadas por los mismos fármacos.

Comprometidos con fortalecer una cultura científica común, pero además enlazando ciencia y arte, este número de *Pregones de la Ciencia* nos invita a reflexionar más sobre nuestra salud al cuidar nuestros alimentos identificando la presencia de hongos, sus micotoxinas y algunas otras enfermedades; nos invita a abrazar la biotecnología y a los microorganismos como parte de nuestra vida diaria, protagonizando procesos bioquímicos para elaborar el pan que nos comemos, la cerveza que ingerimos, incluso formando parte del océano produciendo más del 50% del oxígeno que en estos momentos, usted amable lector, respira por la nariz en donde tiene además su sentido del olfato.

Es una agradable experiencia la lectura de artículos escritos por el estudiantado, ya sea de esta Universidad Veracruzana o aquellos, aquellas, que vienen de visita a través de movilidades, o que han enviado sus contribuciones para dar a conocer sus trabajos recepcionales o proyectos semestrales. Es una excelente oportunidad para que ejerciten el placer de la escritura, y pongan a prueba su sentido del tacto ante las teclas de un procesador de textos, de ideas, de datos y pensamientos que eventualmente serán conocimiento compartido con la sociedad.

A través de este número podrá usted observar hermosas ilustraciones, representaciones artísticas de los diferentes temas, y relajar su lectura con un cuento sobre la relación entre las plantas y el ser humano. Diversas herramientas gráficas, literarias y de comunicación que nos permitirán arropar este número y aprender de diferentes temas al tiempo que miramos con atención los componentes artísticos en cada página. Le deseo una placentera lectura, ya sea durante su día o justo antes de dormir, para vivir mejor. Con mucho gusto la Universidad Veracruzana y la Dirección General de Investigaciones pone a su disposición este número cinco de *Pregones de Ciencia*, para lograr juntos una cultura científica y artística común.

Ibiza Martínez Serrano

Contenido

08 Micotoxinas en acción: que esconden los hongos en tu comida

Laura Fiorella Cadenillas Sueldo

18 Biotecnología y Microbios: Un Viaje al Corazón de la Innovación

Jorge Ricaño Rodríguez

32 Detectando enemigos: identificación de hongos y enfermedades en frutos de berenjena

Alejandro Salinas Castro

María de Guadalupe Matías Vera

38 Fermentos que huelen a tepache, pero son abono

Natalia Meztli Ochoa Manrique

Mario Alejandro Hernández Chontal

Gabriela Sánchez Viveros

Carlos Roberto Cerdán Cabrera

44 La ciencia detrás de la luz química

Samuel Rodríguez Ramos

50 Dormir bien para vivir mejor

León Felipe Beltrán Guerra

Inés Citlali López Ortega

**58 ¿Cómo los medicamentos pueden
afectar tu salud bucal?**

Viviana Arguello del Valle

66 ¡Guerra! Plantas vz humanos

Eduardo Hernández Hernández, María Esther
Díaz Martínez, Marycruz Álvarez Jiménez,
Guillermo Rodríguez Rivas, Jesús Dorantes López,
José Luis Landa Ochoa, Isabelle Barois Boullard,
Gabriela Sánchez Viveros.

**80 Myra Landau, el AIP de la UV en el
MUAC**

José Manuel Morelos Villegas



Micotoxinas

en acción: ¿qué esconden los hongos en tu comida?

Dra. Laura Fiorella Cadenillas Sueldo
Laboratorio de Química Agroindustrial(LCA)
Instituto Nacional Politécnico de Toulouse (INP-ENSIACET), Francia
laura.cadenillas.s@mail.com





¿Alguna vez te has preguntado qué son esas estructuras verdes algodonosas que crecen en la superficie de la naranja?

Se trata de hongos filamentosos y, en este artículo, te contaré un poco sobre ellos.

Los hongos filamentosos o mohos son organismos microscópicos formados por filamentos largos llamados *hifas*, cuya agrupación se denomina *micelio*. Estos crecen tanto en la superficie como en el interior de casi cualquier sustancia de origen vegetal o animal. Los hongos multicelulares, que se encuentran ampliamente distribuidos en ambientes húmedos, son responsables principalmente de la degradación de la materia orgánica.

Desde la antigüedad, el ser humano ha conocido los hongos presentes en los alimentos, utilizándolos para diversos fines, como el consumo directo, la mejora de productos alimenticios y, especialmente, con propósitos terapéuticos, como la producción de antibióticos. No obstante, el estudio de los hongos como agentes tóxicos no comenzó hasta la década de 1960, tras un episodio de intoxicación masiva que provocó la muerte de 100,000 pavos, lo que se atribuyó a una contaminación por hongos.

El interés por los hongos y las micotoxinas es importante, no solo desde el punto de vista científico, sino también económico. Estos organismos generan múltiples problemas a lo largo de toda la cadena de producción agrícola, tales como la reducción de los rendimientos de las cosechas, el deterioro de la salud y el rendimiento de los animales de granja, la pérdida de calidad de los alimentos, así como de características organolépticas y nutricionales, además de costos extras, asociados a la prevención o descontaminación de los productos y a pérdidas de productos afectados.



Algunas especies fúngicas son capaces de producir metabolitos secundarios tóxicos como parte de su crecimiento, conocidos como micotoxinas, cuya secreción ocurre bajo condiciones ecológicas favorables.



Y ahora, para empezar, debemos preguntarnos: ¿Qué son las micotoxinas?

Las micotoxinas son sustancias tóxicas producidas como metabolitos secundarios por hongos, capaces de causar efectos perjudiciales, tanto en humanos como en animales. Hasta la fecha, se han identificado más de 300 tipos de metabolitos fúngicos tóxicos. Sin embargo, las micotoxinas más relevantes y conocidas incluyen las aflatoxinas (AFB1, AFB2, AFG1, AFG2), deoxinivalenol (DON), zearalenona (ZEN), ocratoxina A (OTA) y las fumonisinas (FB1, FB2, FB3, entre otras). Estas micotoxinas son metabolitos altamente estables que suelen resistir los procesos de transformación de los alimentos, lo que permite su persistencia en los productos finales. Su estabilidad representa un desafío importante para la seguridad alimentaria, ya que llegan al consumidor a través de productos alimenticios contaminados, con potenciales riesgos para la salud humana y animal.

¿Qué riesgo representan las micotoxinas y en qué alimentos las encontramos?

¿Cuáles son los principales hongos toxigénicos y qué tipo de micotoxinas existen?

Las micotoxinas son producidas principalmente por cinco tipos de géneros de hongos: *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Claviceps* y *Alternaria*. Ahora bien, hay que tener en cuenta que no todos los hongos son productores de micotoxinas, por lo que un grano de maíz enmohecido no tiene por qué ser necesariamente tóxico. Del mismo modo, puede detectarse una micotoxina sin la presencia del hongo productor, ya que este puede ser inactivado por procesos químicos o por alteración de los factores ambientales mientras las micotoxinas permanecen en el sustrato.

Hasta el momento, se han identificado más de 200 tipos de micotoxinas. Sin embargo, las que se encuentran con mayor frecuencia, como contaminantes naturales en los alimentos para animales o humanos, son las siguientes: aflatoxinas (B1, B2, G1, G2 M1), ocratoxinas, zearalenona, tricotecenas (vomitoxina, T-2, nivalenol, DON), citrinina, patulina y fumosinas (B1 y B2).

El consumo de alimentos contaminados con micotoxinas representa un grave riesgo para la salud humana y animal. Se estima que más de cinco mil millones de personas están expuestas a las micotoxinas diariamente a través de su alimentación, lo lleva a graves problemas de salud, dados sus efectos cancerígenos, mutagénicos, hepatotóxicos, nefrotóxicos y genotóxicos. Entre las diferentes micotoxinas, la aflatoxina B1 (AFB1) es considerada la más peligrosa y ha sido clasificada como carcinógeno de Grupo I por la Agencia Internacional de Investigación sobre el Cáncer (IARC), demostrándose que es responsable de carcinoma hepatocelular en humanos, supresión del crecimiento, modulación del sistema inmune y malnutrición.



En la siguiente tabla se detallan las principales micotoxinas, los productos alimenticios comúnmente contaminados y sus efectos sobre la salud humana y animal. Actualmente, se estima que las micotoxinas contaminan alrededor del 25% de los cultivos cosechados cada año, causando grandes pérdidas económicas en los sectores agrícola e industrial. Estas toxinas se encuentran en diversos alimentos, siendo los cereales y frutos secos los más destacados. Además, dada la naturaleza termofílica de muchos de los hongos toxigénicos y de que su crecimiento se ve favorecido a temperaturas mayores de 27°C, las regiones tropicales parecen enfrentar una mayor densidad de contaminación que las regiones templadas.

Micotoxina	Género/ especie	Principales alimentos	Toxicología
Aflatoxina	<i>Aspergillus flavus</i> <i>A. parasiticus</i> <i>A. nomius</i>	Cereales; maíz; chiles, frutos secos; algodón	Hepatocarcinoma Modulador del sistema inmunológico Mutagénico Teratogénico Supresión del crecimiento
Fumonisin	<i>Fusarium verticillioides</i> <i>F. culmorum</i>	Cereales: maíz, arroz	Edema pulmonar porcino Tumor hepático Nefrotóxico Citotóxico Cáncer de esófago
Ocratoxina	<i>Aspergillus carbonarius</i> <i>A. niger</i> <i>Penicillium nordicum</i> <i>P. verrucosum</i>	Trigo, especias, uvas, café	Nefropatía porcina Genotoxicidad Inmunotoxicidad Embriotoxicidad Inhibidor de la síntesis de proteínas ARN y ADN
Patulina	<i>Penicillium carneum</i> <i>P. clavigerum</i>	Manzana, naranja, uva y productos relacionados	Nefrotoxicidad Inmunotoxicidad Fetotoxicidad
Tricotecenos	<i>Fusarium cephalosporium</i> <i>F. oxysporum</i>	Trigo, avena, maíz	Necrosis y lesión oral en pollos Pérdida de peso Vómitos Hemorragias diarreicas Retraso del crecimiento
Zearelanona	<i>Fusarium graminearum</i> <i>F. culmorum</i>	Cereales: trigo, maíz, avena, arroz, sorgo, cebada	Diarrea Vómitos Disminución del aumento de peso Infertilidad Genotóxicos

Tabla 1: Principales micotoxinas reportadas, alimentos contaminados y efecto sobre la salud humana y animal.



Ninguna parte del mundo puede considerarse libre de micotoxinas

Es fundamental comprender y controlar diferentes factores para prevenir y manejar la contaminación por micotoxinas en productos alimenticios.

¿Cuáles son las condiciones que favorecen su producción?

Las micotoxinas, al ser metabolitos secundarios, están fuertemente influenciadas por factores ambientales que juegan un papel crucial en su producción. Ciertos parámetros afectan, de manera significativa, tanto el crecimiento de especies toxigénicas, como la síntesis de micotoxinas.

Entre los principales parámetros, se encuentran:

Temperatura: la síntesis de micotoxinas es particularmente sensible a las variaciones de temperatura. *Aspergillus flavus* y *A. parasiticus*, organismos termofílicos, prosperan en temperaturas entre 25 y 30 °C mientras que su producción de toxinas se ve inhibida a temperaturas por debajo de los 10 °C y por encima de los 40 °C.

pH: el pH óptimo para el crecimiento de determinados hongos como *A. flavus* es cercano a 5, mientras que la síntesis de aflatoxinas alcanza su pico en un pH de 6. Se ha observado que valores de pH de 6 o inferiores fomentan la producción de aflatoxinas de tipo B, mientras que niveles de pH más altos favorecen la síntesis de aflatoxinas de tipo G.

Además, las micotoxinas mencionadas no se eliminan mediante el procesamiento de alimentos tales como la cocción, el horneado, el tostado o la pasteurización, ya que son estables por naturaleza.

Actividad del agua (aw): la disponibilidad de agua es otro factor crucial. Generalmente se requiere una actividad de agua de al menos 0.85 para producir toxinas, aunque estudios indican que niveles más altos de actividad del agua, por encima de 0.93, promueven una mayor producción de aflatoxinas.



Fuente de carbono: la fuente de carbohidratos influye significativamente en la producción de las micotoxinas, principalmente porque los azúcares promueven la síntesis de las unidades iniciadoras de poliquétidos, como la Acetil-CoA. Se sabe que azúcares simples, como la glucosa, fructosa y sacarosa, son esenciales para el crecimiento de *A. flavus* y *A. parasiticus* y, por lo tanto, cruciales para la producción de toxinas.

La contaminación por micotoxinas puede ocurrir en el campo, antes o durante la cosecha, al igual que durante el almacenamiento y procesamiento de los alimentos. Actualmente existen diversas medidas de prevención como las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) y las Buenas Prácticas de Almacenamiento (BPA) y de detoxificación que incluyen métodos físicos, químicos y biológicos.

Respecto a las prácticas preventivas, estas tienen como objetivo minimizar el crecimiento y proliferación de hongos toxigénicos, prevenir la contaminación posterior a la cosecha y garantizar la calidad y seguridad de los productos alimenticios.

Estas estrategias suelen incluir el uso de cultivos resistentes a insectos, buenas prácticas de labranza, deshierbe, uso adecuado de fertilizantes, riego y rotación de cultivos. Además, prácticas como el tratamiento del suelo con cal y estiércol, han demostrado ser efectivas para reducir los niveles de contaminación por micotoxinas.

Contenido de oxígeno/dióxido de carbono: las condiciones atmosféricas juegan un papel crucial en el crecimiento de hongos y la producción de metabolitos secundarios. Los hongos filamentosos son organismos estrictamente aerobios, lo que significa que requieren oxígeno para sobrevivir y desarrollarse. Dado que las micotoxinas se producen en condiciones aeróbicas, una disminución en el contenido de oxígeno y un aumento en el CO₂ pueden prevenir la síntesis de estas moléculas.

¿Cómo prevenir la contaminación de los cultivos por micotoxinas?



A continuación, se describen algunos ejemplos:

Rotación de cultivos

Esta es una estrategia crucial para mitigar el desarrollo de hongos patógenos. Los residuos de cultivos actúan como un hábitat ideal para los hongos, debido a los nutrientes que contienen. Si no se practica la rotación, los hongos desarrollados en estos residuos pueden transferirse al siguiente cultivo, aumentando el riesgo de contaminación. En el caso de la aflatoxina, es fundamental evitar la siembra de maíz en años consecutivos en el mismo lugar, a fin de reducir el riesgo de contaminación debido a la presencia de esclerocios en el suelo.

Selección de semillas

La elección de semillas sanas y sin daños, con una adecuada viabilidad, es crucial para asegurar la calidad de los cultivos y reducir la contaminación por hongos. El uso de material de siembra de alta calidad puede contribuir a la prevención de infecciones fúngicas desde el inicio del ciclo de cultivo.

Fecha de siembra

La fecha de siembra es una condición importante que puede afectar el rendimiento del cultivo. Se ha demostrado que una siembra temprana de cereales, como el maíz, en climas templados, puede proteger los cultivos contra el desarrollo de hongos patógenos.

Riego adecuado

La contaminación de los cereales y la acumulación de micotoxinas ocurren principalmente durante periodos de sequía. Un sistema de riego adecuado, que alivie el estrés de las plantas debido a la sequía, puede reducir la tasa de colonización por especies toxigénicas y, por lo tanto, la producción de micotoxinas.

Productos fitosanitarios

Una de las estrategias iniciales para enfrentar la contaminación de diversos cultivos por hongos toxigénicos y micotoxinas consiste en el uso de pesticidas, principalmente durante el desarrollo del cultivo antes de la cosecha. Actualmente, existen diferentes tipos de pesticidas utilizados con diversos fines, como fungicidas (para combatir los hongos) e insecticidas (para combatir insectos y limitar el desarrollo secundario de hongos que se aprovechan de las heridas causadas por los insectos en los granos), entre otros.



Buenas condiciones de almacenamiento

Diversas prácticas poscosecha, como la recolección del cultivo en el momento adecuado de madurez, junto con un proceso adecuado de secado, almacenamiento y transporte utilizando contenedores secos y limpios, son parámetros fundamentales para reducir la probabilidad de contaminación de los cultivos. Para limitar la contaminación de productos almacenados, como los cereales, es necesario mantener temperaturas moderadas, controlar los niveles de humedad (inferiores al 15%) y asegurar que la actividad del agua (aw) del grano se mantenga por debajo de 0.7. Además, es esencial evitar la rehumidificación, que suele ocurrir debido a una ventilación inadecuada en el área de almacenamiento, lo que provoca la condensación de agua sobre los alimentos.

**Pero...
¿sabías que
también existen
microorganismos
no toxigénicos
que pueden ser de
gran ayuda como
grandes aliados en
la agricultura?**

Métodos biológicos:

Una de las estrategias que permite sustituir el uso de productos químicos en los cultivos, especialmente los pesticidas, es la utilización de microorganismos o sus metabolitos para prevenir la síntesis de micotoxinas. Un ejemplo de esto es el uso de bacterias no patógenas que interfieren en el crecimiento de hongos toxigénicos. Asimismo, se ha demostrado que hongos no toxigénicos son efectivos en esta tarea. De hecho, estudios recientes han demostrado que cepas no toxigénicas de *Aspergillus flavus* y *A. parasiticus* son eficaces para reducir la contaminación por aflatoxinas cuando se inoculan en el suelo alrededor de cultivos en desarrollo como maíz, algodón y maní. Esta efectividad se debe a diversos factores, como la interacción competitiva entre las cepas no toxigénicas y las toxigénicas, así como la producción de ciertos compuestos orgánicos volátiles que inhiben el desarrollo de los hongos productores de toxinas.



En resumen, hemos aprendido que existen hongos filamentosos toxigénicos que son productores de micotoxinas, compuestos producidos como parte de su crecimiento y que pueden tener un impacto significativo en la salud humana y animal.

Pero... ¡no entremos en pánico!

Afortunadamente, a nivel mundial existen diversas regulaciones y medidas diseñadas para limitar la síntesis y/o la ingesta de compuestos tóxicos. Sin embargo, es fundamental que, en casa, estemos siempre atentos a la seguridad de nuestros alimentos.

Aquí algunas medidas que podemos tomar en cuenta para evitar el desarrollo de hongos filamentosos:

► **Almacenamiento adecuado:** mantén los alimentos bien sellados y en condiciones secas. Los productos como cereales, nueces y harinas deben guardarse en envases herméticos para evitar la humedad, ya que esta facilita el crecimiento de mohos.

► **Temperatura de refrigeración:** almacena alimentos perecederos en el refrigerador a una temperatura por debajo de los 5 °C. Evita sobrecargar el refrigerador para que el aire frío circule libremente y mantenga los alimentos frescos.

► **Rotación de alimentos:** sigue la regla de “primero en entrar, primero en salir” para consumir los alimentos más antiguos antes de los recién comprados y así evitar que se deterioren y desarrollen moho.

► **Lavado adecuado de frutas y verduras:** lava bien las frutas y verduras antes de su consumo para eliminar cualquier esporulación superficial de moho. Sécalas completamente antes de guardarlas en el refrigerador.

► **Revisar las fechas de caducidad:** verifica las fechas de vencimiento y descarta alimentos que hayan caducado o muestren signos de moho o deterioro

► **Evitar la contaminación cruzada:** mantén separados los alimentos crudos de los cocidos, especialmente en el refrigerador, para evitar que los microorganismos de otro producto contaminen a otros.

Adoptando estas prácticas simples, podemos reducir el riesgo de exposición a micotoxinas y mantener nuestros alimentos más seguros.



Finalmente recuerda:
si encuentras en
casa un alimento
contaminado con
algún moho, es **mejor**
desechar el producto
entero que cortar la
parte contaminada y
comer el resto

Referencias

- Awuchi, C. G., Ondari, E. N., Nwozo, S., Odongo, G. A., Eseoghene, I. J., Twinomuhwezi, H., Ogbonna, C. U., Upadhyay, A. K., Adeleye, A. O. & Okpala, C. O. R. (2022). Mycotoxins' Toxicological Mechanisms Involving Humans, Livestock and Their Associated Health Concerns: A Review. *Toxins (Basel)*, 14, 167. doi:10.3390/toxins14030167.
- El-Sayed, R. A., Jebur, A. B., Kang, W. & El-Deimerdash, F. M. (2022). An Overview on the Major Mycotoxins in Food Products: Characteristics, Toxicity, and Analysis. *Journal of Future Foods*, 2, 91-102. doi:10.1016/j.jfutfo.2022.03.002.
- Pandey, A., Samota, M., Kumar, A., Sanches Silva, A. & Dubey, N. (2023). Fungal Mycotoxins in Food Commodities: Present Status and Future Concerns. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 7. doi:10.3389/fsu-2023.1162595.

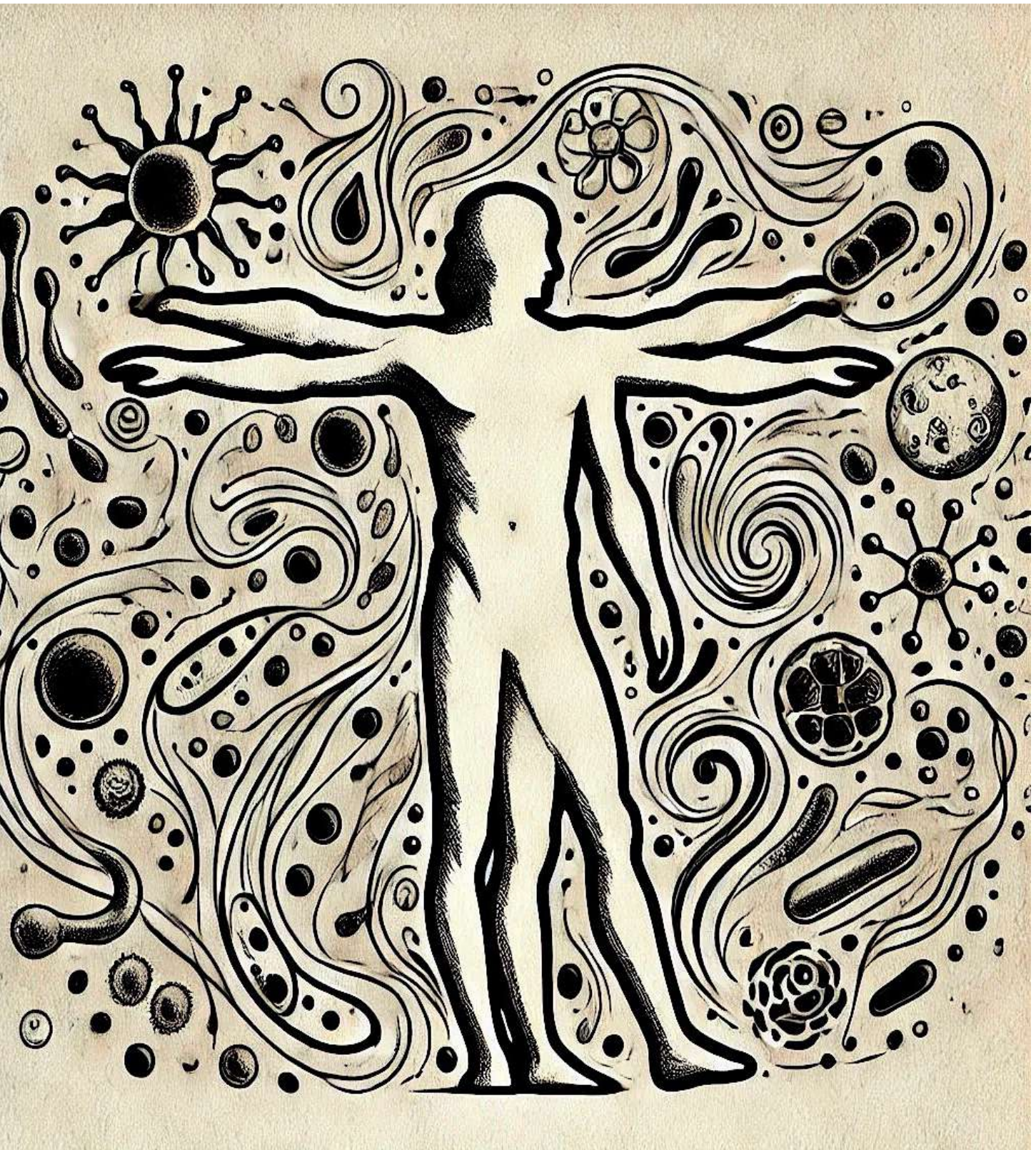


Figura 1. Representación artística de estilo renacentista del microbioma humano.
Figura de autoría propia elaborada con DALL-E 3



Biotecnología y Microbios: **Un Viaje al Corazón de la Innovación**

Dr. Jorge Ricaño Rodríguez
Centro de Ecoalfabetización y Diálogo de Saberes
Universidad Veracruzana
jricano@uv.mx

Los microbios y su papel esencial en la naturaleza

Hablar de microorganismos implica descubrir un universo invisible que sostiene la vida en el planeta Tierra. Estos diminutos organismos reciclan nutrientes, descomponen materia orgánica y regulan ciclos biogeoquímicos, funciones que son esenciales para la agricultura y el equilibrio ambiental. Por ejemplo, algunas bacterias del suelo fijan el nitrógeno atmosférico y solubilizan fósforo, permitiendo que las plantas utilicen estos elementos como fuente de nutrientes para llevar a cabo muchas de sus funciones metabólicas.

Si bien, los microbios suelen asociarse comúnmente con distintas enfermedades, la realidad es que la mayoría de los microorganismos son aliados indispensables en nuestra vida diaria. De hecho, en los océanos generan más del 50% del oxígeno que respiramos y absorben dióxido de carbono, contribuyendo al balance climático. Sin embargo, desafortunadamente la contaminación y la sobreexplotación de recursos amenazan estos procesos naturales, lo que tiene graves consecuencias ecológicas.

Es importante mencionar que los microbios han evolucionado para prosperar en ambientes extremos como desiertos helados o volcanes submarinos. Estas adaptaciones no solo revelan la resiliencia de la vida, sino que también ofrecen modelos para explorar la existencia de organismos en otros planetas. Por ello, estudiarlos y preservarlos resulta clave para proteger el entorno y aprovechar su potencial en diversas áreas.

En cuestiones de salud humana, en nuestro cuerpo el microbioma (diversidad microbiana) desempeña un papel fundamental en la digestión, el sistema inmunológico e incluso el estado de ánimo, entre muchos otros factores. Esta conexión subraya su importancia para nuestro bienestar, ya que diversas investigaciones recientes han vinculado desequilibrios en la microbiota con enfermedades como la diabetes, la obesidad y ciertos trastornos neurológicos.

Respecto a las interacciones de los microorganismos con las plantas, vale la pena mencionar,



por ejemplo, que los hongos micorrícicos forman simbiosis con las raíces de muchas especies vegetales, facilitándoles así acceso a nutrientes como fósforo y nitrógeno. En un contexto de cambio climático, estos microorganismos son una herramienta fundamental para mantener la fertilidad del suelo de manera sustentable.

Los microbios también relatan historias fascinantes sobre la evolución, ya que hace aproximadamente 2,400 millones de años, las cianobacterias comenzaron a liberar oxígeno molecular (O_2) a través de la fotosíntesis, lo que provocó un aumento significativo de este gas en la atmósfera. Este fenómeno, conocido como la “Gran Oxidación”, desencadenó un cambio trascendental en la historia de la Tierra: se transformó la atmósfera primitiva, creándose condiciones propicias para la evolución de organismos complejos. Sin la actividad de estas bacterias, la vida tal como la conocemos no habría sido posible.

Como resultado de esta evolución, cada microorganismo ha desarrollado habilidades únicas para adaptarse y sobrevivir en su entorno. Un ejemplo fascinante es su capacidad para establecer redes de comunicación, como la “percepción de quorum”, mediante la cual las bacterias coordinan reacciones metabólicas colectivas. Este nivel de organización refleja una complejidad notable, demostrando que incluso los seres más diminutos pueden colaborar para alcanzar logros sorprendentes.

Comprender y proteger comunidades microbianas puede abrir puertas a tratamientos innovadores, así como generar hábitos alimenticios más saludables

Por último, es fundamental resaltar que las actividades humanas, como la contaminación y el uso desmedido de antibióticos están alterando de manera significativa las comunidades microbianas. Entre las acciones más preocupantes se encuentran los derrames de petróleo, que eliminan microorganismos clave para la degradación de compuestos tóxicos, agravando los problemas ambientales. Por ello, preservar estas comunidades resulta esencial para mantener el equilibrio del planeta.



El microbioma humano y la biotecnología: su influencia en la salud y el bienestar

Es fundamental comprender que el microbioma humano es el conjunto de microorganismos que habitan en nuestro cuerpo, especialmente en el intestino. Estos microbios desempeñan roles esenciales en funciones como la digestión, el sistema inmunológico y la síntesis de vitaminas. Además, influyen en nuestro estado de ánimo y salud mental.

Debido a lo anterior, la biotecnología ha comenzado a aprovechar este conocimiento para desarrollar nuevas terapias médicas y tratamientos. Por ejemplo, se están creando probióticos personalizados que contienen bacterias benéficas para restablecer el equilibrio del microbioma en personas con deficiencias metabólicas. Esto puede ayudar a tratar enfermedades y síndromes del aparato digestivo.

La ingeniería genética permite modificar microorganismos del microbioma para producir sustancias terapéuticas. Por ejemplo, ciertas bacterias pueden ser diseñadas para liberar medicamentos directamente en áreas

específicas del cuerpo, aumentando la eficacia y reduciendo efectos secundarios.

El estudio del microbioma está revolucionando la medicina preventiva. Gracias a la secuenciación genética, es posible identificar desequilibrios microbianos que predisponen a enfermedades como la diabetes o la obesidad. Así, se pueden tomar medidas anticipadas para corregir estas condiciones mediante intervenciones dietéticas o probióticas.

En el campo de la inmunoterapia contra el cáncer, se ha descubierto que el microbioma influye en la respuesta a los tratamientos. Por lo anterior, la biotecnología investiga cómo modificar el microbioma para potenciar la eficacia de estas terapias, mejorando las tasas de éxito en pacientes oncológicos.

La relación entre el microbioma humano y la biotecnología abre un mundo de posibilidades para mejorar nuestra salud y bienestar. Al entender y manipular estos microorganismos, es posible desarrollar terapias más efectivas y personalizadas. El avance en este campo es esencial para el futuro de la medicina y la calidad de vida de las personas.

Desde hace más de un siglo, la biotecnología ha revolucionado el uso de microorganismos, convirtiéndolos en herramientas clave para abordar desafíos complejos de la vida cotidiana. Desde la producción de alimentos hasta la creación de medicamentos, técnicas como

El avance en este campo es esencial para el futuro de la medicina y la calidad de vida de las personas



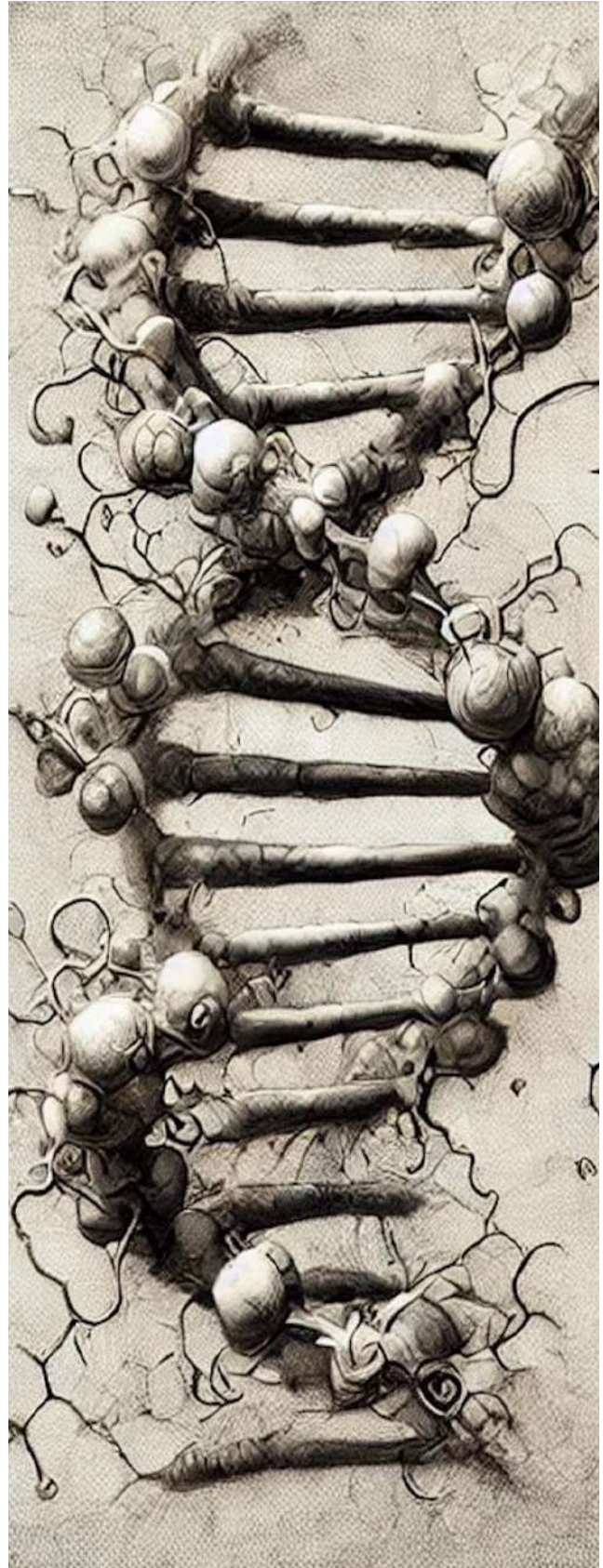
la ingeniería genética y la fermentación han perfeccionado procesos naturales para desarrollar soluciones innovadoras. Un ejemplo notable es la modificación de bacterias como *Escherichia coli* para producir insulina humana, un recurso esencial en el tratamiento de la diabetes que ha mejorado su calidad, accesibilidad y costo.

La fermentación, utilizada desde civilizaciones antiguas, se ha perfeccionado para fabricar alimentos como yogur o pan, así como bioplásticos y bioetanol, promoviendo la sostenibilidad ambiental. Asimismo, se emplea en procesos de biorremediación donde microorganismos metabolizan hidrocarburos para restaurar ecosistemas dañados por derrames de petróleo. Estos avances demuestran cómo la biotecnología alinea tecnología y naturaleza para resolver problemas ambientales.

La biotecnología microscópica; de lo Invisible a lo tangible

Por otro lado, herramientas revolucionarias como CRISPR-Cas9 han llevado las técnicas de edición genética a un nivel sin precedentes, permitiendo modificar microorganismos con una precisión única en su tipo. Gracias a estos avances, se han desarrollado bacterias capaces de producir antibióticos más efectivos o de atacar enfermedades específicas de manera dirigida. Además, la biotecnología ha transformado el desarrollo de vacunas y medicamentos innovadores.

Figura 2. Representación artística de estilo renacentista de la técnica de edición genética-molecular CRISPR-cas9. Figura de autoría propia elaborada con DALL-E 3.





Se han diseñado bacterias que pueden administrar tratamientos directamente en los tejidos dañados, abriendo posibilidades que podrían revolucionar la medicina personalizada.

La biotecnología ha revolucionado la producción de compuestos químicos esenciales, como la artemisinina, utilizada en el tratamiento de la malaria, y diversas enzimas industriales empleadas en detergentes, alimentos y textiles. Estas enzimas, obtenidas de microorganismos extremófilos, han sustituido químicos agresivos disminuyendo tanto los costos como el impacto ambiental. En el sector agrícola, bacterias como *Agrobacterium tumefaciens* han desempeñado un papel crucial en el desarrollo de cultivos resistentes a plagas y condiciones climáticas extremas, fortaleciendo la seguridad alimentaria en un contexto de cambio climático.

Además, microorganismos modificados genéticamente se usan como biosensores para detectar contaminantes o biomarcadores de enfermedades, ofreciendo soluciones accesibles y más económicas. Por otro lado, los probióticos personalizados, diseñados según el microbioma del paciente, están cambiando el tratamiento de afecciones como el síndrome del intestino irritable y algunas otras inflamaciones crónicas en seres humanos.

La biotecnología microbiana aborda problemas ancestrales de la vida cotidiana, y también impulsa innovaciones con un gran potencial transformador. Estos avances son el resultado de una colaboración inter y multidisciplinaria que integra campos como la biología molecular, bioinformática e ingeniería química, entre otros. Este enfoque asegura que tales herramientas continúen generando un impacto positivo tanto en la sociedad como en el ambiente.

En un contexto de crisis climática y sobreexplotación de recursos, los microorganismos emergen como aliados esenciales para alcanzar la sostenibilidad. De hecho, su diversidad y adaptabilidad los posicionan como soluciones clave en sectore-



Figura 3. Representación artística de estilo renacentista del proceso de biofertilización de una planta. Figura de autoría propia elaborada con DALL-E3



como la agricultura, la energía y la gestión de residuos. A través de la biotecnología, estos organismos facilitan el equilibrio entre el progreso humano y la conservación ambiental.

Los biofertilizantes basados en cepas microbianas mantienen la salud del suelo y fomentan prácticas agrícolas respetuosas con el entorno.

La revolución microbiológica silenciosa; un camino hacia un mundo más sustentable

En primer lugar, en la agricultura sustentable, bacterias como *Rhizobium* y algunos hongos micorrícicos mejoran la fertilidad del suelo, reduciendo así la dependencia de fertilizantes químicos que contaminan el agua y generan emisiones de gases de efecto invernadero.

En materia de energía, los microorganismos lideran la producción de biocombustibles como bioetanol y biogás. Algunas levaduras del género *Saccharomyces* transforman azúcares en etanol, mientras que bacterias metanogénicas convierten residuos orgánicos en metano, reduciendo la dependencia de combustibles fósiles y la acumulación de desechos en vertederos. Asimismo, distintas microalgas producen lípidos para biodiésel, ofreciendo una alternativa sustentable.

En relación con la gestión de residuos sólidos, bacterias como *Ideonella* sp. degradan polímeros como el PET, abriendo así camino a soluciones industriales frente a la contaminación por micro plásticos. La biorremediación se fundamenta en el aprovechamiento de microorganismos para limpiar ambientes contaminados, como suelos con metales pesados o áreas afectadas por derrames de petróleo, restaurando ecosistemas dañados.

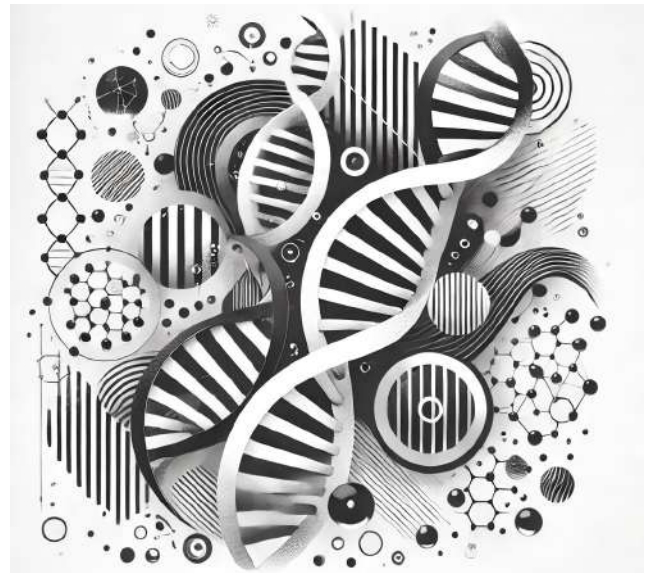


Figura de autoría propia elaborada con DALL-E 3

Los microorganismos también contribuyen a la gestión hídrica mediante tratamientos sustentables de aguas residuales. Por ejemplo, las bacterias desnitrificantes eliminan el exceso de nitrógeno, evitando problemas como la eutrofización, mientras que otros microbios remueven contaminantes orgánicos e inorgánicos de manera eficiente y económica.

Estas biotecnologías junto con los biorreactores, podrían integrarse a iniciativas globales para mitigar los efectos del calentamiento global. Por otro lado, los microbios son capaces de transformar residuos orgánicos en



biopolímeros para generar plásticos biodegradables, promoviendo así una economía circular y disminuyendo la dependencia de combustibles fósiles.

El papel de los microorganismos en la restauración de ecosistemas demuestra su potencial metabólico. Al respecto, desde derrames de petróleo hasta minas abandonadas, los microorganismos convierten paisajes devastados en ambientes saludables. Así, su potencial subraya la necesidad de proteger y estudiar estos diminutos aliados para un futuro más saludable y sustentable.

Nuevas fronteras de la biotecnología microbiana

El avance de la biotecnología microbiana está abriendo nuevas fronteras en campos científicos como la salud, la agricultura, la energía y hasta la exploración espacial. De hecho, en las próximas décadas, los microorganismos jugarán un papel central en la creación de tecnologías sustentables e innovadoras, transformando así nuestra relación con el mundo.

Hoy en día, uno de los desarrollos más prometedores es la biofabricación que utiliza bacterias y hongos para producir materiales como cuero, seda y madera, reduciendo el impacto ambiental y permitiendo la personalización de productos. Inclusive, en el reciente y fascinante mundo de la exploración espacial, los microbios podrían reciclar desechos y generar recursos esenciales como oxígeno y alimentos, además de extraer metales para bases autosuficientes fuera de la Tierra, aunque esto parezca algo simplemente imaginario.

En la lucha contra el cambio climático, bacterias fotosintéticas y microalgas capturan dióxido de carbono transformándolo en biomasa

En el ámbito de la medicina, los “microbios diseñados” prometen tratamientos más eficaces al liberar medicamentos dirigidos, reparar tejidos y combatir enfermedades como el cáncer.



Herramientas como CRISPR-Cas9 están facilitando la edición genética altamente precisa, con aplicaciones en la descomposición de micro contaminantes y la mejora en la producción de biocombustibles. Por otra parte, la bioinformática y la inteligencia artificial aceleran el descubrimiento de nuevas especies microbianas, clave para enfrentar la resistencia antimicrobiana.

En el sector de la agricultura, los microbiomas sintéticos personalizados en algún momento optimizarán cultivos reduciendo así la necesidad de fertilizantes químicos y pesticidas. Asimismo, en el ámbito ambiental, bacterias diseñadas actúan como sensores vivos para monitorear ecosistemas, mientras que tecnologías de captura de carbono transforman dióxido de carbono en compuestos reutilizables o materiales sustentables.

En el campo de las energías renovables, los microorganismos abren el camino hacia biocombustibles más eficientes y la producción sustentable de hidrógeno mediante bacterias fotosintéticas. Por otra parte, en ambientes extremos como desiertos o profundidades oceánicas, se están identificando microbios con propiedades únicas aplicables en industrias farmacéuticas y químicas.

El análisis del microbioma humano está revolucionando la medicina personalizada, permitiendo terapias basadas en la modulación microbiana para tratar enfermedades crónicas de forma más natural. Por último, se sabe que la biología sintética avanza hacia la creación de microorganismos completamente nuevos, capaces de fabricar alimentos, generar energía y purificar el agua.

En términos sociales, el futuro de la biotecnología microbiana cambiará gradualmente nuestra percepción de los microorganismos. De este modo, de simples causantes de enfermedades pasarán a ser vistos como aliados indispensables en la construcción de un mundo más sustentable, equitativo y resiliente.

Educación y concienciación sobre el mundo microbiano: acercando la microbiología a la sociedad

Es esencial reconocer que la microbiología es la ciencia que estudia los microorganismos, seres diminutos pero fundamentales para la vida en nuestro planeta. Sin embargo, muchas personas desconocen su importancia y el impacto que tienen en la salud, el ambiente, al igual que la industria.

Incluir contenidos de microbiología en los programas educativos desde temprana edad puede despertar el interés de los estudiantes por las ciencias. Al entender cómo los microbios influyen en procesos como la fermentación de alimentos, la producción de medicamentos y el equilibrio ecológico, los jóvenes pueden apreciar su relevancia y considerar cursar carreras científicas en el futuro.

Las actividades de divulgación científica también desempeñan un papel sumamente crucial. Museos interactivos, talleres y charlas públicas permiten a las personas aprender sobre microbiología de manera accesible y entretenida. Estas iniciativas ayudan a desmitificar conceptos erróneos, como la idea de que todos los microbios son dañinos, y promueven una comprensión más equilibrada.



Asimismo, los medios de comunicación y las redes sociales son herramientas poderosas para difundir información sobre el mundo microbiano. Documentales, podcasts y publicaciones en línea pueden llegar a audiencias amplias, fomentando el interés y la curiosidad. En dicho sentido, es importante que esta información sea precisa y esté respaldada por expertos en el tema para evitar la propagación de mitos o información incorrecta.

La educación y concienciación sobre el mundo microbiano son vitales para acercar la microbiología a la sociedad

Así, acercar la microbiología a la sociedad a través de la educación y la concienciación es fundamental para aprovechar al máximo el potencial de los microorganismos, ya que al comprender su importancia, se promueven prácticas que benefician la salud pública, protejan el ambiente y estimulan la innovación. Por tanto, invertir en iniciativas educativas y divulgativas es clave para construir un futuro más informado y sustentable.

Figura de autoría propia elaborada con DALL-E 3

La participación ciudadana en proyectos científicos, conocida como ciencia ciudadana, fortalece el vínculo entre la microbiología y la sociedad. Por ejemplo, programas donde voluntarios ayudan a recolectar muestras ambientales contribuyen a diversas investigaciones permitiendo a las personas experimentar el proceso científico de primera mano. Esto no solo educa, sino que también empodera a la comunidad.

Es fundamental impulsar políticas que aseguren un acceso global a estas herramientas, maximizando sus beneficios y reduciendo desigualdades



La desconfianza hacia la biotecnología, especialmente en el caso de los alimentos modificados, demanda un enfoque que priorice la transparencia, la educación y la participación activa de la comunidad.

Más allá del microscopio: ética y desafíos de la biotecnología microbiana

Si bien la biotecnología microbiana transforma sectores muy importantes como la salud, la agricultura y el ambiente, también plantea desafíos éticos y técnicos significativos. La manipulación de microorganismos por ejemplo, aun siendo prometedora, debe practicarse con mucha precaución ya que los organismos genéticamente modificados (OGM) pueden alterar ecosistemas de formas imprevisibles, lo que subraya la necesidad de regulaciones estrictas y pruebas exhaustivas antes de su uso ambiental.

El acceso equitativo representa otro desafío crucial, ya que muchas innovaciones biotecnológicas desarrolladas por empresas privadas permanecen inaccesibles para comunidades vulnerables. Por otro lado, existe el riesgo de un uso indebido de estas tecnologías como es el caso de la creación de armas biológicas y, aun cuando esto pueda parecer un escenario propio de la ciencia ficción, es necesario fortalecer acuerdos internacionales y establecer mecanismos de supervisión más estrictos.

Por otra parte, técnicamente garantizar la estabilidad y eficacia de microorganismos modificados en entornos variables, es un de-

saño crítico. Aunque estos funcionan bien en condiciones controladas, el comportamiento de los microbios en ambientes reales puede ser impredecible. Además, la aceptación pública continúa representando un desafío significativo.

Otro aspecto ético relevante es la privacidad genética. Las tecnologías de edición genética-molecular y biología sintética plantean preguntas sobre el uso y protección de datos genéticos sensibles, lo que requiere regulación para evitar abusos de cualquier índole. Además, la liberación de microorganismos modificados podría causar efectos ecológicos no deseados, como alterar cadenas alimenticias, subrayando la importancia de estudios ambientales previos.

El debate sobre la patentabilidad de microorganismos también es crítico, ya que las patentes pueden limitar el acceso a tecnologías clave, profundizando las desigualdades entre países ricos y en desarrollo. Por otro lado, los riesgos de desequilibrios ecológicos y la resistencia social a estas innovaciones, exacerbada por la desinformación, dificultan su implementación.

A pesar de estos desafíos, los beneficios de la biotecnología microbiana son innegables. Soluciones como la biorremediación, bio-

Podemos apoyar iniciativas que fomenten el uso sustentable de la biotecnología y la conservación de los microorganismos en sus hábitats naturales.



fertilización y producción de vacunas, son esenciales para enfrentar problemas globales como el cambio climático y la soberanía y seguridad alimentaria. Por consiguiente, es fundamental combinar innovación con responsabilidad ética, adoptando un enfoque que respete los límites naturales y garantice un impacto positivo para las generaciones futuras.

El poder invisible de los microorganismos; conclusiones y reflexiones

A lo largo de este recorrido, hemos explorado cómo los microorganismos aunque pequeños y muchas veces invisibles, tienen un impacto descomunal en la vida tal como la conocemos. Desde su papel esencial en la naturaleza hasta las innovaciones que la biotecnología ha logrado gracias a ellos, estos diminutos aliados están transformando nuestra manera de interactuar con el mundo. En efecto, hemos aprendido que los microbios no son simplemente diminutos organismos de laboratorio o responsables de enfermedades; por el contrario, son cómplices esenciales en nuestra lucha por un futuro más sustentable, equitativo y saludable.

En este texto, hemos destacado tres mensajes principales: en

primer lugar, los microorganismos son fundamentales para mantener el equilibrio de los ecosistemas y la vida en el planeta. En segundo lugar, las herramientas biotecnológicas basadas en microbios están liderando innovaciones en campos como la medicina, agricultura y energía, con soluciones que impactan de forma directa en la sostenibilidad. Por último, aunque prometedoras, estas tecnologías deben desarrollarse con cuidado, tomando en cuenta los desafíos éticos, ecológicos y sociales que plantean.



Figura de autoría propia elaborada
con DALL-E 3



Y bien, ahora es el momento de pasar a la reflexión y la acción ¿Qué podemos hacer con esta información? A los lectores de este documento se les invita a concientizarse sobre su propia relación con el ambiente y a promover prácticas que respeten la biodiversidad, incluso en sus formas más pequeñas.

Si este tema les pareció interesante, consideren profundizar en él mediante lecturas adicionales, cursos o incluso proyectos comunitarios que aborden problemas locales con soluciones biotecnológicas. Igualmente, si desean saber más sobre estos fascinantes avances científicos o explorar cómo podrían involucrarse en su desarrollo, no duden en buscar otros recursos bibliográficos o bien, ponerse en contacto con expertos en estas disciplinas. Juntos, podemos continuar descubriendo el inmenso potencial de los microorganismos y garantizar que su increíble poder se utilice para el beneficio de toda la humanidad.

Referencias

- Bar-Even, A., Noor, E., Lewis, N. E. & Milo, R. (2010). Design and analysis of synthetic carbon fixation pathways. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 107(19), 8889-8894. <https://doi.org/10.1073/pnas.0907176107>
- Cotton, C. A., Edlich-Muth, C. & Bar-Even, A. (2018). Reinforcing carbon fixation: CO₂ reduction replacing and supporting carboxylation. *Current Opinion in Biotechnology*, 49, 49-56. <https://doi.org/10.1016/j.copbio.2017.07.014>
- De Vos, W. M., Tilg, H., Van Hul, M. & Cani, P. D. (2022). Gut microbiome and health: Mechanistic insights. *Gut*, 71(5), 1020-1032. <https://doi.org/10.1136/gutjnl-2021-326789>
- Gleizer, S., Ben-Nissan, R., Bar-On, Y. M., Antonovsky, N., Noor, E., Zohar, Y., Jona, T., Krieger Carmi, D., Davidi, G., Bar-Even, S. & Milo, R. (2019). Conversion of *Escherichia coli* to generate all biomass carbon from CO₂. *Cell*, 179(6), 1255-1263. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2019.11.009>
- Schwander, T., Von Borzyskowski, L. S., Burgener, S., Cortina, N. S. & Erb, T. J. (2016). A synthetic pathway for the fixation of carbon dioxide in vitro. *Science*, 354(6314), 900-904. <https://doi.org/10.1126/science.aah5237>
- Sethi, L., Kumari, K. & Dey, N. (2021). Engineering of plants for efficient production of therapeutics. *Molecular Biotechnology*, 63, 1125-1137. <https://doi.org/10.1007/s12033-021-00381-0>
- Zhang, Y., Pribil, M., Palmgren, M. & Gao, C. (2020). A CRISPR way for accelerating improvement of food crops. *Nature Food*, 1, 200205. <https://doi.org/10.1038/s43016-020-0051-8>



Detectando enemigos:

identificación de hongos y enfermedades en frutos de berenjena

Dr. Alejandro Salinas Castro
Centro de Investigación de Micología Aplicada
Universidad Veracruzana
asalinas@uv.mx

María de Guadalupe Matías Vera
Estudiante de la Facultad de Química Farmacéutica Biológica,
región Xalapa
Universidad Veracruzana
zS20007602@estudiantes.uv.mx

Introducción

La berenjena silvestre, una planta perteneciente a la familia de las solanáceas, es conocida por su capacidad para defenderse de ataques de otros organismos gracias a la presencia de alcaloides en su composición. Sus compuestos químicos le confieren un sistema de defensa natural, lo que la convierte en una especie resistente en su entorno.

Además de sus propiedades defensivas, la berenjena silvestres destaca por su valor nutricional, lo cual la ha llevado a ganar popularidad en la industria de los suplementos nutraceuticos. Hoy en día, es común encontrarla en productos como bebidas, jaleas y mermeladas, dados sus beneficios para la salud.





En cuanto a su cultivo, si comparamos la berenjena con otros frutos, en realidad, esta presenta pocos problemas en relación con los hongos; sin embargo, no está exenta de ellos. Cabe mencionar que los patógenos suelen ser más frecuentes durante la época de lluvias, lo que significa que en condiciones secas la planta crecerá con mayor vigor y menos complicaciones.

Identificación de hongos Cuando la fruta no se ve bien

Para identificar la presencia de hongos en un fruto, es fundamental la observación. Este primer paso permite detectar los síntomas iniciales de una posible plaga, lo que habitualmente genera una inquietud que nos lleva a investigar más a fondo de manera científica. Una vez que se identifican signos de enfermedad en la fruta, se toma una muestra de la parte afectada y se coloca en una caja de Petri. Aquí, en un ambiente controlado y con la ayuda de una cámara húmeda, el hongo se mantiene en condiciones óptimas para su crecimiento.

A continuación, la muestra se transfiere a una caja de Petri con agar papa dextrosa, un medio de cultivo que favorece el desarrollo visible del hongo. Gracias a este proceso, su crecimiento se puede observar y estudiar con mayor claridad. Este método de cultivo es ideal para aislar e identificar el hongo conocido como *Alternaria*, responsable de diversas enfermedades en los frutos.

El género *Alternaria* comprende cientos de especies de hongos dematiáceos, pertenecientes a la familia *Pleosporaceae*. La mayoría

de estas especies son saprófitas, es decir, se alimentan de materia orgánica en descomposición y se caracterizan por su rápido crecimiento en diversos medios de cultivo.

Una de las principales peculiaridades de *Alternaria* es la producción de conidióforos simples y erectos, estructuras que, en sus extremos, forman cadenas de conidios simples o ramificadas. Los conidios, esporas asexuales, son liberados al aire y pueden ser desencadenantes de alergias en personas susceptibles.

El desarrollo de *Alternaria* está influenciado por varios factores físicos y químicos. Entre los físicos, se encuentran la humedad, la temperatura y la integridad del tejido vegetal, mientras que los principales factores químicos son el pH y la disponibilidad de oxígeno. Estas condiciones no solo favorecen el crecimiento del hongo, sino que también pueden dar lugar a la producción de micotoxinas, compuestos tóxicos que afectan a la salud.

**Las colonias
de *Alternaria*
son fácilmente
identificables
por su color
oscuro, borde gris
y aspecto velloso.**



Este hongo se reproduce asexualmente mediante la formación de conidióforos alargados y tabicados que transportan las esporas en sus extremos. La presencia de los conidios en el aire contribuye a la diseminación del hongo y a la aparición de alergias en seres humanos.

La observación: reconociendo enfermedades comunes en los frutos

La infección de los frutos puede comenzar en el campo, especialmente si estos presentan heridas, mismas que suelen ser provocadas por diversos factores. Habitualmente, las heridas se convierten en puntos de entrada para ciertos hongos como el *Alternaria spp.*, que encuentran en estas condiciones la oportunidad perfecta para colonizar el fruto.

El hongo *Alternaria spp.* prospera rápidamente en ambientes cálidos, con temperaturas que oscilan entre los 22 y 28 C°. Cuando esto ocurre, el fruto afectado queda cubierto por un moho de color gris-negruzco y en su interior se forma una podredumbre de tono gris.

La enfermedad causada por *Alternaria spp.* se desarrolla con mayor frecuencia durante la etapa de postcosecha, cuando los frutos son más vulnerables



Ilustración 1. Observación microscópica del cultivo (objetivo 100X). Fuente: elaboración propia.



Ilustración 2. Cultivo de *Alternaria spp.* en agar papa dextrosa. Observación macroscópica al séptimo día de incubación. Fuente: elaboración propia.



Entre las enfermedades que puede provocar dicho hongo destaca el tizón, una afección que se manifiesta con la aparición de manchas circulares de color marrón-negro en la superficie del fruto. Estas manchas, además de afectar la apariencia del fruto, comprometen su calidad y seguridad para el consumo.

El hongo *Alternaria* no es exclusivo de la berenjena silvestre. Es conocida su capacidad para afectar a una amplia variedad de frutos y cultivos, puesto que provoca la enfermedad del tizón en diversas especies. Entre los cultivos más comunes afectados por *Alternaria spp.* se encuentran:

1 El tomate: *Alternaria solani* es responsable del tizón temprano en los tomates, y se manifiesta a través de manchas oscuras y necrosis en las hojas y frutos.

2 El pimiento: de manera similar al tomate, *Alternaria spp.* puede provocar tizón en los pimientos, afectando tanto la parte aérea de la planta como los frutos.

3 La manzana: *Alternaria mali* causa tizón en las manzanas, presentándose con manchas oscuras en los frutos y lesiones en las hojas.

4 La pera: la enfermedad del tizón provocada por *Alternaria spp.* se manifiesta con manchas oscuras y lesiones en los frutos y hojas en las peras.

5 Los cítricos: *Alternaria citri* puede afectar frutos cítricos, como naranjas y limones, provocando manchas y podredumbre en los frutos.

6 La cebolla: *Alternaria porri* afecta a las cebollas, causando tizón en las hojas y podredumbre en los bulbos.

7 Las coles: *Alternaria brassicae* y *Alternaria cruciferarum* impactan en cultivos de col, brócoli y coliflor, generando tizón y manchas en las hojas.

8 El calabacín y otras cucurbitáceas: *Alternaria cucumerina* y otros miembros del género afectan estos cultivos, provocando tizón y manchas en frutos y hojas.

En resumen, la capacidad de *Alternaria* para causar tizón en una amplia gama de cultivos genera la necesidad de mantener una vigilancia constante en determinados cultivos y la implementación de prácticas de manejo adecuadas para prevenir y controlar esta enfermedad.



El tizón en berenjenas: la importancia de las pruebas de patogenicidad

Las pruebas de patogenicidad de *Alternaria* en berenjenas ofrecen valiosas aplicaciones, tanto prácticas como científicas:

1 Desarrollo de estrategias de manejo de enfermedades: estas pruebas ayudan a identificar las cepas de *Alternaria* que afectan a la berenjena silvestre, lo que facilita la creación de estrategias de control específicas, como la aplicación de fungicidas adecuados y el uso de prácticas de cultivo resistentes.

2 Selección de variedades resistentes: evaluar la patogenicidad de *Alternaria* permite determinar qué variedades de berenjena silvestre son más susceptibles o resistentes al hongo, información crucial para seleccionar y desarrollar cultivos con mayor resistencia a enfermedades.

3 Optimización de condiciones de cultivo: conociendo las condiciones óptimas para el desarrollo de *Alternaria*, los agricultores pueden ajustar prácticas culturales, como la gestión de la humedad y la temperatura, reduciendo así la incidencia del tizón en sus cultivos.

Reconocer el estado de los frutos puede marcar la diferencia en la calidad de los alimentos que consumimos y en la salud de nuestros cultivos

4 Prevención de pérdidas económicas: identificar y controlar eficazmente la patogenicidad de *Alternaria* ayuda a minimizar las pérdidas económicas asociadas con la reducción en la calidad y cantidad de la cosecha de berenjenas.

5 Investigación científica: estas pruebas aportan datos valiosos para la investigación en fitopatología, lo que permite mayor comprensión de las interacciones entre el hongo y la berenjena, así como de los mecanismos de enfermedad y resistencia.

En resumen, las pruebas de patogenicidad son esenciales para mejorar la gestión de enfermedades en los cultivos de berenjena, desarrollar variedades más resistentes y optimizar las prácticas agrícolas.



Conclusión

El aislamiento del hongo de los frutos de berenjena silvestre es un meticuloso proceso que se lleva a cabo en condiciones de laboratorio. Lo anterior ha permitido la identificación precisa del hongo *Alternaria* y ha sido fundamental para comprender las enfermedades que provoca.

A través de técnicas de aislamiento y análisis, se ha logrado desentrañar los mecanismos del hongo y su impacto en los frutos. Este avance no solo mejora nuestra capacidad para diagnosticar y gestionar enfermedades en berenjenas; también sienta las bases para estrategias más efectivas de control y prevención en el futuro.

Esperamos que este artículo haya brindado a cada lector las herramientas necesarias para identificar los síntomas de hongos y enfermedades en los frutos.

Referencias

- DSpace Book View. (n.d.). Dehesa.unex.es. Consultado el 7 de julio de 2024.
- Espinoza, H., Fhía, R. & Weller, S. (s. f.). Manejo integrado de plagas insectiles de berenjena (*Solanum melongena* L.). Consultado el 7 de Julio de 2024.
- Gómez Reconco, M. C. & Núñez Espinoza, C. J. (2019). Evaluación de fungicidas para el control de *Alternaria* spp. en tomate (*Solanum lycopersicum* L.) bajo condiciones de laboratorio. Tesis. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano.
- Macías Miranda, M. (2020). "Alternaria": alteraciones postcosecha en frutas. Tesis. Universidad de Extremadura.
- Object Object. (2019). Descripción agronómica del cultivo de tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav.). Core.ac.uk. oai:ojs.pkp.sfu.ca:article/806.
- Rivas, L. M. & Mühlhauser, M. (2014). *Alternaria* spp. *Revista Chilena de Infectología*, 31(5), 605-606.
- Wang, S. & Zhu, F. (2020). Tamarillo (*Solanum betaceum*): Chemical composition, biological properties, and product innovation. *Trends in Food Science & Technology*, 95, 45-58.



Fermentos que huelen a tepache, pero son abono

Natalia Meztli Ochoa Manrique
Estudiante de Maestría,
Facultad de Ciencias Agrícolas
Universidad Veracruzana
zS22024707@estudiantes.uv.mx

Dr. Mario Alejandro Hernández Chontal
Facultad de Ciencias Agrícolas
Universidad Veracruzana
mariohernandez@uv.mx

Dra. Gabriela Sánchez Viveros
Facultad de Ciencias Agrícolas
Universidad Veracruzana
gabsanchez@uv.mx

**Dr. Carlos Roberto Cerdán
Cabrera**
Facultad de Ciencias Agrícolas
Universidad Veracruzana
ccerdan@uv.mx



Así como ingerimos fermentos en la alimentación humana, también las plantas y el suelo “comen” fermentos, productos generados a partir de la degradación de desechos vegetales y animales, conocidos como bioles o fertilizantes fermentados, en el ámbito de la agricultura. En este artículo encontrarás información para comprender mejor la elaboración y utilización de estas sustancias y su beneficio para la agricultura.

Las bacterias y la fermentación

La digestión anaeróbica o fermentación es un proceso a través del cual las bacterias descomponen la materia orgánica, como el estiércol animal, los desechos orgánicos de la cocina o todas las ramas y hojas que resultan de las podas de las plantas. Las bacterias son organismos invisibles, pero muy importantes para la vida, capaces de realizar transformaciones en ausencia de oxígeno. Durante la fermentación, tiene lugar la conversión de los azúcares en vitaminas y minerales de fácil digestión. Además, este proceso reduce los compuestos tóxicos o difíciles de asimilar ¿cómo ocurre esto?

En el caso de las dietas en humanos, los productos fermentados, además de ser una rica fuente de nutrientes, contienen bacterias y levaduras benéficas que transforman la comida y facilitan la digestión de los alimentos. A estas bacterias se les conoce como *probióticos*. Lo mismo sucede al agregar bioles o fertilizantes fermentados en el suelo: se añade materia orgánica, nutrientes y organismos benéficos y, con ello, se potencializan los nutrientes de la materia orgánica disponible en el suelo para ser absorbidos por las plantas.

Para entender de forma práctica la fermentación, explicaremos cómo se crea el tepache, bebida muy conocida principalmente en México, su país de origen.

La ingesta de alimentos fermentados es clave para mantener una buena salud

Nuestros antepasados descubrieron la fermentación accidentalmente, al sumergir alimentos en agua durante varios días, meses o incluso años. Transcurrido el tiempo, consumían los fermentos, sin que estos perdieran los nutrientes, vitaminas y minerales. Dicha técnica les permitió almacenar alimentos y bebidas nutritivas por más tiempo, e incluso épocas, cuando la producción de alimentos se dificultaba debido a prolongados inviernos o largas sequías.

Durante la fermentación, es importante mantener los alimentos sumergidos en agua, en un ambiente oscuro y sin oxígeno. Para controlar estas condiciones, nuestros antepasados usaban vasijas de cerámica, recipientes que sellaban con arcilla o barro. Después implementaron el uso de barriles de roble, contenedores que eran más difíciles de romper y, además, proporcionaban cierto sabor a los fermentos; esta práctica se ha conservado hasta la fecha, por ejemplo, en el caso del tequila o de los vinos más caros. Las antiguas civilizaciones comenzaron a comprender mejor el proceso de fermentación por medio de



la observación. Aprendieron a controlarlo al mismo tiempo que crearon diferentes productos que se convirtieron en tradiciones culinarias como el pan, el vino y la cerveza, entre otros alimentos de importancia en su cultura.

El tepache se elabora al sumergir la cáscara de la piña en agua, con un poco de pulpa de la fruta, una fuente de azúcar (piloncillo o azúcar de mesa) y algunas especias aromáticas como canela; las cantidades e ingredientes pueden variar ligeramente, según el gusto de quien lo prepara y consume.

Estas civilizaciones preparaban bebidas fermentadas, por ejemplo, el tepache, una bebida bastante conocida hasta nuestros días, muy nutritiva y además refrescante.

Una vez elaborada la mezcla, se vierte en contenedores para buscar las condiciones que favorezcan la fermentación, ya que las bacterias se activan siempre y cuando se presenten condiciones adecuadas. Por lo general, estas requieren vivir bajo del agua, sin oxígeno y con una temperatura entre 25 a 30 °C. El líquido será el caldo nutritivo en el que se reproducirán y crecerán las diferentes bacterias, entre ellas, las de tipo lácticas, que son las responsables de la transformación de los azúcares en ácido láctico y dióxido de carbono. Las bacterias de los fermentos se desarrollarán gracias a los azúcares disponibles en el líquido; cuando el nivel de azúcares es óptimo, las bacterias vivirán y trabajarán mejor.

Sin embargo, cuando el azúcar se agota, se dan las condiciones para que crezca otro grupo de bacterias que transformará el ácido láctico en ácido acético, conocido como vinagre. Esta es la razón por la que no

siempre el tepache sabe igual, si se acaba el azúcar rápido, el producto se “avinagrará”. Cabe mencionar que en las dos etapas participan las bacterias, pero el resultado es diferente. Cada receta aporta las condiciones para que crezcan determinado tipo de bacterias, además influye el tiempo destinado para la fermentación.

Los primeros días de preparación, el tepache tiene sabor a piña con azúcar; conforme transcurren los días, el agua se va espesando, aparecen burbujas de gas y se aprecia un ligero sabor a alcohol. El tepache olvidado por algunas semanas más tendrá un marcado sabor a vinagre. De acuerdo con lo anterior, si estás comenzando a hacer fermentos, deberás escribir todas tus observaciones, ya que esto te ayudará a identificar las mejores condiciones para conseguir lo que buscas.

Al igual que el tepache se prepara como bebida nutritiva para los humanos, los bioles o fertilizantes fermentados se preparan para nutrir a las plantas. Para obtener bioles, se emplean los desechos animales y vegetales que se encuentran disponibles, además de otros elementos, según la receta que utilices (Imagen 1).

Los desechos de animales, utilizados para beneficio de la agricultura, son el estiércol de vaca, borrego, caballo u otros animales, al igual que el suero de leche, obtenido al procesar productos lácticos. Respecto a los desechos vegetales, se suelen utilizar los residuos de diferentes cultivos, o bien, los que se obtienen durante un proceso productivo; por ejemplo, las mazorcas o la cáscara del café al despulparlo. Además, se utilizan restos de las frutas y verduras. Siempre es importante picar o cortar los desechos vegetales para facilitar el azúcar a las bacterias que fermentarán la



Imagen 1. Desechos de la pulpa del café beneficiado (izquierda) y estiércol de borrego (derecha).

Fuente: imagen tomada por Mario A. Hernández Chontal.

materia orgánica, lo que también ayudará a calcular la proporción de materia vegetal añadida en los contenedores donde se llevará a cabo la fermentación.

Los contenedores que se utilizan para hacer los bioles se conocen como *biodigestores*, un tipo de recipientes donde se agrega la materia orgánica a fermentar, a la cual es necesario añadir agua. Este medio es el ideal para que se desarrollen las diversas bacterias que nos interesan, las que transformarán la materia orgánica en nutrientes disueltos en el fermento.

Si bien existen biodigestores a la venta, con suficiente capacidad para fermentar grandes cantidades de materia orgánica y almacenar los gases para ser usados como combustible, estos normalmente son muy caros. No obstante, existen alternativas muy económicas muy funcionales, por ejemplo, reutilizar materiales como botellas de PET, cubetas vacías de pintura o botes para almacenar agua, siempre que tengan una tapa para cerrar, de manera que impidan la entrada de oxígeno (Imagen 2). A estos contenedores se les hará una perforación para insertar una manguera, la cual se conectará a una botella de PET llena de agua y se sellarán las uniones con silicón; esto permitirá la salida de los gases, sin dar entrada al oxígeno, puesto que el agua servirá como un tapón. Una vez obtenido el biodigestor con el que se trabajará, es importante investigar y comprender diferentes recetas (disponibles en diversos medios) para elegir la que mejor se adapte a las necesidades de nuestras plantas en crecimiento.



Imagen 2. Biodigestor de tipo artesanal.
Fuente: imagen tomada por Mario A. Hernández Chontal.

Las recetas para elaborar los bioles son muy diferentes entre sí, algunas requieren ingredientes muy específicos, mientras que otras son relativamente sencillas. Sin embargo, en todos los casos, la mezcla necesita de una fase sólida, constituida por la materia orgánica y la fase líquida, conformada por agua. La composición de la mezcla se indicará en porcentajes (%), es decir, se indica la proporción en la cual se mezclarán los ingredientes para obtener las condiciones que se buscan durante la fermentación. Por ejemplo, si la receta dice que se empleará 44% de estiércol ovino y 56% de agua, solo habrá que rellenar el recipiente de acuerdo con estas proporciones (considera que la proporción de agua siempre debe ser mayor a 50%). En caso de que la receta contenga más ingredientes, se puede utilizar un recipiente que permita medir las proporciones. Por ejemplo, si la receta sugiere 14% de pasto, 30% de estiércol ovino y 56% de agua, la mezcla se hará de acuerdo con el contenido del recipiente que se usará como biodigestor.

Es muy importante considerar que, dentro del biodigestor, deberá quedar un espacio entre la mezcla y la tapa, ya que será el espacio donde se libere el gas metano.



Una vez lleno el biodigestor, se mezclan bien todos los ingredientes y se sellan. Por último, es importante revisar que la válvula libere aire y que sus uniones tengan suficiente silicón, que esté bien instalada; además, el extremo del bote deberá tener agua suficiente, ya que si hay fermentación en los biodigestores se observarán burbujas, durante sesenta o más días.

Conclusiones

Antes de decir adiós, si has decidido utilizar fermentos en forma de abono para alimentar a tus plantas, te recomendamos anotar la receta que hayas decidido utilizar, el tiempo de cosecha y el efecto de la mezcla en tus plantas. El tiempo de maduración de un fermento dependerá de la receta elegida, del clima, del tamaño del contenedor, etcétera. No te preocupes, si no tienes a mano todos los ingredientes para una receta compleja, incluso la receta más sencilla (44% de estiércol y 56% de agua) aporta al suelo bacterias benéficas que aportan diferentes nutrientes para las plantas: nitrógeno, fósforo, potasio, cobre, hierro, manganeso y zinc.

La fermentación o digestión anaeróbica es un proceso a través del cual las bacterias transforman la materia orgánica, como el estiércol animal o desechos de la huerta y/o cocina en ausencia de oxígeno. No hay desechos, solo recursos.

Referencias

- Linares Gabriel, A., López Collado, C. J., Tinoco Alfaro, C. A., Velasco Velasco, J. & López Romero, G. (2017). Aplicación de biol, fertilizante inorgánico y polímeros superabsorbentes en el crecimiento de heliconia (*Heliconia psittacorum* cv. Tropica). *Revista Chapingo. Serie horticultura*, 23(1), 35-48. <https://doi.org/10.5154/r.rchsh.2016.02.004>
- Rojas Espinoza, B. F., Hernández Chontal, M. A., Rodríguez Orozco, N. & Linares Gabriel, A. (2023). Concentración de nutrientes de dos formulaciones de fertilizantes fermentados (bioles) elaborados con insumos locales. *Terra Latinoamericana*, 41. <https://doi.org/10.28940/terra.v41i0.1658>



La ciencia detrás de la luz química

Samuel Rodríguez Ramos

Estudiante de la Facultad de Química Farmacéutica Biológica
Universidad Veracruzana
zs22015436@estudiantes.uv.mx

En algún momento de nuestra vida hemos sido espectadores de diferentes fenómenos nocturnos, como la luz que emiten las luciérnagas, los brillantes colores de las figuras de plástico que iluminan las cunas de bebé, o bien, las varitas que al romperse emiten luz verde, amarilla o roja, ejemplos que representan un fenómeno al que se conoce como *luminiscencia*.

La luminiscencia se produce cuando las moléculas logran captar energía que provoca una excitación; posteriormente, pierden dicha energía en forma de luz de diferentes colores, observable a simple vista.

Imagen 1. Ilustración de auroras boreales.
Imagen generada en Bing.com



La luminiscencia se divide en diferentes clases, dependiendo de la manera cómo las moléculas reciben el estímulo de energía y se excitan.

Un ejemplo de luminiscencia son las auroras boreales, un fenómeno espectacular que se ve en el cielo nocturno de ciertos países; este se presenta debido a que cuando el oxígeno se encuentra en un estado denominado atómico, los átomos son estimulados por partículas provenientes del sol, dando como resultado la emisión de luces de colores, principalmente, verdes y rojas.

Los tipos de luminiscencia son: *a) bioluminiscencia*, que ocurre principalmente en organismos vivos; *b) termoluminiscencia*, se produce por el calentamiento de una sustancia antes de que alcance su incandescencia; *c) triboluminiscencia*, es la emisión de luz causada por la ruptura de materia, lo que explica por qué durante un sismo se producen destellos de luz; *d) cátodoluminiscencia*, que resulta del choque de un conjunto de partículas subatómicas cargadas negativamente; *e) fotoluminiscencia*, generada por la captación de fotones (luz); *f) electroluminiscencia*, provocada como producto de un choque eléctrico, lo que justifica el funcionamiento de bombillas LED; y *g) quimioluminiscencia*, que se produce por la reacción entre dos o más sustancias químicas. En términos generales, todas las luminiscencias se deben a fenómenos químicos.

Así mismo, es importante mencionar que, si se considera el periodo en el que se emite luz después de la excitación, la fotoluminiscencia puede presentarse de dos formas: *a) fosforescencia*, cuando la emisión de luz permanece después de suprimir el origen de excitación y *b) fluorescencia*, si la emisión de luz es de corta duración. Las sustancias fos-

forescentes han sido usadas durante mucho tiempo en las carátulas de los relojes de manecillas, en las placas y apagadores de nuestras casas, al igual que en varios adornos que brillan durante la noche.

Debido a que estos fenómenos se relacionan directamente con las moléculas, presentes en diversos materiales, estas deben tener ciertas características en su estructura, particularmente sistemas de enlaces conjugados; es decir, en la molécula debe haber enlaces simples y dobles organizados de manera alternada, propiedad que le confiere la capacidad de absorber energía y, como consecuencia, emitir luz. En cualquier caso, el mecanismo de luminiscencia presenta tres fases principales: excitación de la molécula, absorción de la energía de excitación y liberación de energía en forma de luz de diferentes colores.

La porción de la molécula que es capaz de absorber energía se conoce comúnmente como *fluoróforo* y puede absorber energía como luz, que no siempre podemos ver, pero cuando la emite, generalmente la pierde en forma de luz que el ojo humano sí es capaz de percibir (Omachea & Villazón, 2017). Los fluoróforos se clasifican en *intrínsecos* y *extrínsecos*. Los primeros se dan manera natural, mientras que los extrínsecos se adicionan a otra sustancia para donar sus propiedades especiales. Usualmente, al usar fluoróforos extrínsecos, se opta por compuestos con moléculas en forma de anillo con enlaces conjugados.

Como se mencionó, la quimioluminiscencia es la producción de luz por la reacción entre dos o más sustancias. Por lo general, estas reacciones no liberan calor; en lugar de eso, la energía se libera en forma de luz. Muchos consideran a la bioluminiscencia como la quimioluminiscencia de los seres vivos, porque ambos procesos producen luz mediante



reacciones químicas. En la bioluminiscencia, criaturas vivas como algunas medusas, luciérnagas y ciertos hongos generan luz a través de reacciones químicas en sus cuerpos.

Dentro de los casos más interesantes de bioluminiscencia se encuentran los calamares, en específico el calamar luciérnaga, un molusco con la capacidad de emitir luz azul, lo cual es muy útil en las profundidades del océano. Su mecanismo se basa en la reacción de oxígeno, luciferina (una proteína) y una enzima conocida como *luciferasa*. Un ejemplo en que la ficción no se aleja de la realidad es la película *Buscando a Nemo*, cuando Dory y Marlin, al buscar por todo el océano, se encuentran un pez linterna.

Continuando con los grandes aportes de la bioluminiscencia, aunque parezca algo sacado de una película de ciencia ficción, actualmente es posible modificar genéticamente a animales y plantas y que estos se vuelvan bioluminiscentes, tal como ocurre con algunas plantas capaces de producir luz, con varias aplicaciones en agricultura, además de utilizarse para iluminar senderos.

La quimioluminiscencia tiene diversas aplicaciones: en la química forense, sirve para detectar sangre o restos de esta cuando han sido limpiados o no son visibles; en la geología, es útil para evaluar la “edad” de rocas y minerales; en la bioquímica, para estudiar reacciones celulares producidas por enfermedades; en la toxicología, tiene múltiples aplicaciones, por ejemplo, para desarrollar sensores útiles con el propósito de detectar moléculas tóxicas o contaminantes en una muestra.

Al hablar de reacciones quimioluminiscentes es muy común oír los términos *luminol* y *luciferina*, sin embargo, existen otras reacciones, aunque no tan conocidas como el

peróxido de oxalato, reacción responsable de hacer brillar a las barras luminosas que se usan en los centros nocturnos. Otro ejemplo es la reacción de la acridina, cuya aplicación es más compleja que la anterior, la cual consiste en usar un colorante fluorescente para teñir el ADN (ácido desoxirribonucleico) produciendo un color de luz verde, o bien, al teñir al ARN (ácido ribonucleico) presentándose una luz anaranjada.

Como se ha visto, las reacciones químicas y biológicas poseen una amplia gama de aplicaciones, con especial relevancia en los laboratorios clínicos. Entre otras ventajas de la quimioluminiscencia en ensayos clínicos se encuentran la gran sensibilidad y rapidez de detección. Comúnmente se aplican en inmunoensayos como marcaje de proteínas y análisis directos al ADN.

Adentrándonos en el área de la biología celular, la quimioluminiscencia juega un papel muy importante, al suministrar las herramientas esenciales para la detección y cuantificación de moléculas de vital importancia; algunos ejemplos son: aminoácidos, lípidos, proteínas y ácidos nucleicos. También es aplicable en procesos y técnicas más complejos como en la “microscopía de quimioluminiscencia”, centrada en la observación de partes de células y procesos de estas.

Por otra parte, es posible aplicar distintas técnicas de quimioluminiscencia para el diagnóstico médico. Una de las más relevantes es la técnica denominada “ensayo inmunoquimioluminiscente”; esta se utiliza para medir de manera precisa hormonas, marcadores tumorales u otras biomoléculas de importancia clínica. Por ejemplo, las pruebas ELISA son usadas para determinar infecciones y enfermedades virales.



Asimismo, también es posible observar los grandes beneficios de la quimioluminiscencia en radiología, en las llamadas “radiografías con contraste” para las cuales se suministran sustancias conocidas como “medios de contraste” que absorben rayos X y, con ello, es posible obtener una imagen de los vasos sanguíneos obstruidos o con poco flujo, información de gran utilidad para detectar cardiopatías.

Es relevante destacar que la quimioluminiscencia puede ser directa o indirecta. La primera es cuando la energía liberada por la reacción se transfiere a una molécula haciéndola brillar, como en la reacción del luminol, mientras que la indirecta se produce cuando la energía de reacción se pasa a una molécula intermedia y esta la transfiere a otra molécula, provocando que se excite y cuando esta última regresa a su estado normal emite luz. Existen varios ejemplos de esta, como la reacción entre agua oxigenada o una enzima presente en los rábanos.

Se sabe que el primer compuesto quimioluminiscente es la “lofina” y su síntesis fue realizada aproximadamente en los años 1800, un compuesto que emite una luz muy llamativa de color amarillo verdoso y esto se logra al reaccionar el hidróxido de potasio y el etanol. Este caso corresponde a una reacción quimioluminiscente en fase acuosa; sin embargo, es posible encontrar reacciones en fase gaseosa; un ejemplo es el uso de fósforo blanco, en el cual se genera un proceso conocido como oxidación que emite una luz amarilla pálida.

A pesar de que el descubrimiento de la lofina, fue hace muchos años, hoy en día es de gran utilidad. Este compuesto es usado principalmente para la detección de metales, ya que reacciona produciendo una luz en un conjunto de colores, además es posible usarla como indicador en un proceso conocido como titulación, término muy familiar para los químicos.

Se han mencionado innumerables aplicaciones de la quimioluminiscencia en distintas áreas de la ciencia, sin embargo, no del todas son beneficiosas, como es el caso de la comida que brilla en la oscuridad. Helados luminosos, llamativos para una gran mayoría, implican un proceso complejo. ¿Cómo se logra? La luz emitida no es más que la adición

de sustancias que reaccionan para permitir el fenómeno visual.

La importancia de la quimioluminiscencia se centra en la capacidad de analizar y usarla como prueba cuando sucede un crimen. Si bien esta aplicación es más compleja que simplemente

analizar huellas dactilares, por medio de ella es posible analizar componentes específicos de la sangre como la hemoglobina gracias a la “prueba de luminol”.

El luminol es una sustancia en forma de polvo que por sí sola no brilla; para ello, se deben presentar ciertas condiciones. Esta sustancia se mezcla con peróxido de hidrógeno (agua oxigenada), lo que genera una reacción quimioluminiscente que deriva en la producción de luz.

¿Cómo se produce la reacción entre luminol y la sangre?

Gracias a la estructura del luminol, ya que al ser mezclada con peróxido de hidrógeno

A lo largo de los años la quimioluminiscencia ha demostrado ser sumamente útil, como en el campo de ciencia forense.



Imagen 2. Prueba de luminol. Imagen tomada de: <https://acortar.link/GLtmwv>

(sustancia oxidante), da la oportunidad de formar uniones con una proteína de interés, presente en la sangre, que es la hemoglobina, produciendo así una luz de color azul que dura algunos segundos.

Los reportes de la literatura demuestran que la síntesis de luminol fue desarrollada por dos científicos apasionados por la química: Hirschmann y Meyer, quienes la desarrollaron entre los años de 1925 y 1930. Sin embargo, algunos años más tarde, un grupo de científicos quedaron sorprendidos por la luminiscencia de esta sustancia, pues era superior a la de otras sustancias conocidas en esa época. Fue hasta la década de los cuarenta cuando el luminol presentó un uso en la investigación forense.

Un aspecto importante es saber si la prueba de luminol puede ser evadida o alterada.

Para beneficio de la ley, la respuesta es no. Lo anterior se debe a que es una sustancia muy sensible, por lo que detecta hasta el más mínimo rastro de sangre; existen casos en los que los malhechores intentaron, de distintas maneras, limpiar la escena del crimen, sin haberlo logrado.

Alejándonos un poco del campo forense, el luminol es usado en experimentos escolares, ya que permite a los estudiantes visualizar de forma segura y controlada la reacción. Este proceso se lleva a cabo haciendo reaccionar una sustancia conocida como solución salina y luminol, reacción que recrea el característico color azul de la prueba presentada en la detección de sangre.



A lo largo de este artículo se abordaron temas fascinantes como la quimioluminiscencia, lo que explica por qué brillan las varitas luminosas, cómo es que las luciérnagas producen su luz, o bien, lo que hace posible que disfrutemos de helados luminosos. Este fenómeno posee aplicaciones que van desde el entretenimiento hasta grandes beneficios para la sociedad, tal es el caso del luminol, de gran importancia para investigaciones criminales. Considerando lo anterior, volvemos a preguntarnos ¿quedan por descubrir nuevas sustancias fluorescentes? no cabe duda de que, día con día, es posible descubrir nuevas sustancias con propiedades fluorescentes, con nuevas aplicaciones en diversos campos y sumamente fascinantes.

Referencias

- Gordillo Chueca, P. (2014). Comportamiento fotofísico de la dansilcadaverina Universidad Carlos III de Madrid. <https://hdl.handle.net/10016/22699>
- Omachea, O. & Villazón, A. (2027). Desarrollo de un microscopio de epifluorescencia de bajo costo. *Investigación y Desarrollo*, 17(5), 5-14. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_art-text&pid=S2518-44312017000100002



Dormir bien



para
vivir
mejor

Dr. León Felipe Beltrán Guerra
Instituto de Investigaciones Psicológicas
Universidad Veracruzana
lebeltran@uv.mx

Inés Citlali López Ortega
Estudiante de la Facultad de Medicina, región
Córdoba-Orizaba
Universidad Veracruzana
zS20007021@estudiantes.uv.mx



**Esto es
bienestar:
sentirte bien y
desenvolverte
de manera
satisfactoria
en la vida.**

A pocos años de la contingencia por covid-19, en nuestro día a día, es posible observar hábitos que se modificaron cuando nos encontrábamos en confinamiento social y que aún se mantienen, comportamientos que cambiaron nuestros estilos de vida y, con ello, las condiciones de salud y bienestar. Durante la pandemia modificamos nuestra forma de comer, de dormir, de trabajar, de comunicarnos, de convivir..., de manera que, para muchos, los estilos de vida no han vuelto a ser iguales.

La Organización Mundial de la Salud (OMS), describe los estilos de vida como los patrones de comportamiento que presentamos las personas, determinados por las características individuales y los factores sociales y culturales de nuestro alrededor; esto influye notablemente en nuestra salud.

En la actualidad, muchos comportamientos que forman parte de los estilos de vida se consideran normales (entendiendo la normalidad como lo que hace la mayoría); sin embargo, el hecho de ser “normal” no significa que sea favorable para nuestro bienestar. Según datos de la Organización Panamericana de la Salud (OPS), en los países de Latinoamérica y del Caribe, es posible identificar afectaciones en la salud mental que se presentaron durante la pandemia y que se han mantenido hasta hoy, como altos niveles de estrés, ansiedad y depresión; consumo de sustancias psicoactivas (alcohol, tabaco y drogas); dormir poco, entre otros.

La salud no es solo la ausencia de enfermedades, sino un estado de completo bienestar físico, mental y social. Pero, ¿qué significa realmente tener bienestar? Imagina despertar cada día sintiéndote lleno de energía, emocionalmente equilibrado y conectado con los demás, con un sentido claro de propósito y logro. Esto es bienestar: sentirte bien y desenvolverte de manera satisfactoria en la vida.



El bienestar también puede ser entendido como la valoración que las personas hacemos de cómo estamos y cómo nos sentimos en diferentes dimensiones: felicidad, satisfacción personal, satisfacción con la vida, relaciones sociales, sentido de vida. Cuando los niveles de bienestar son altos, las personas estamos en condiciones de cuidar nuestra salud física, mental y social (Beltrán, 2018).

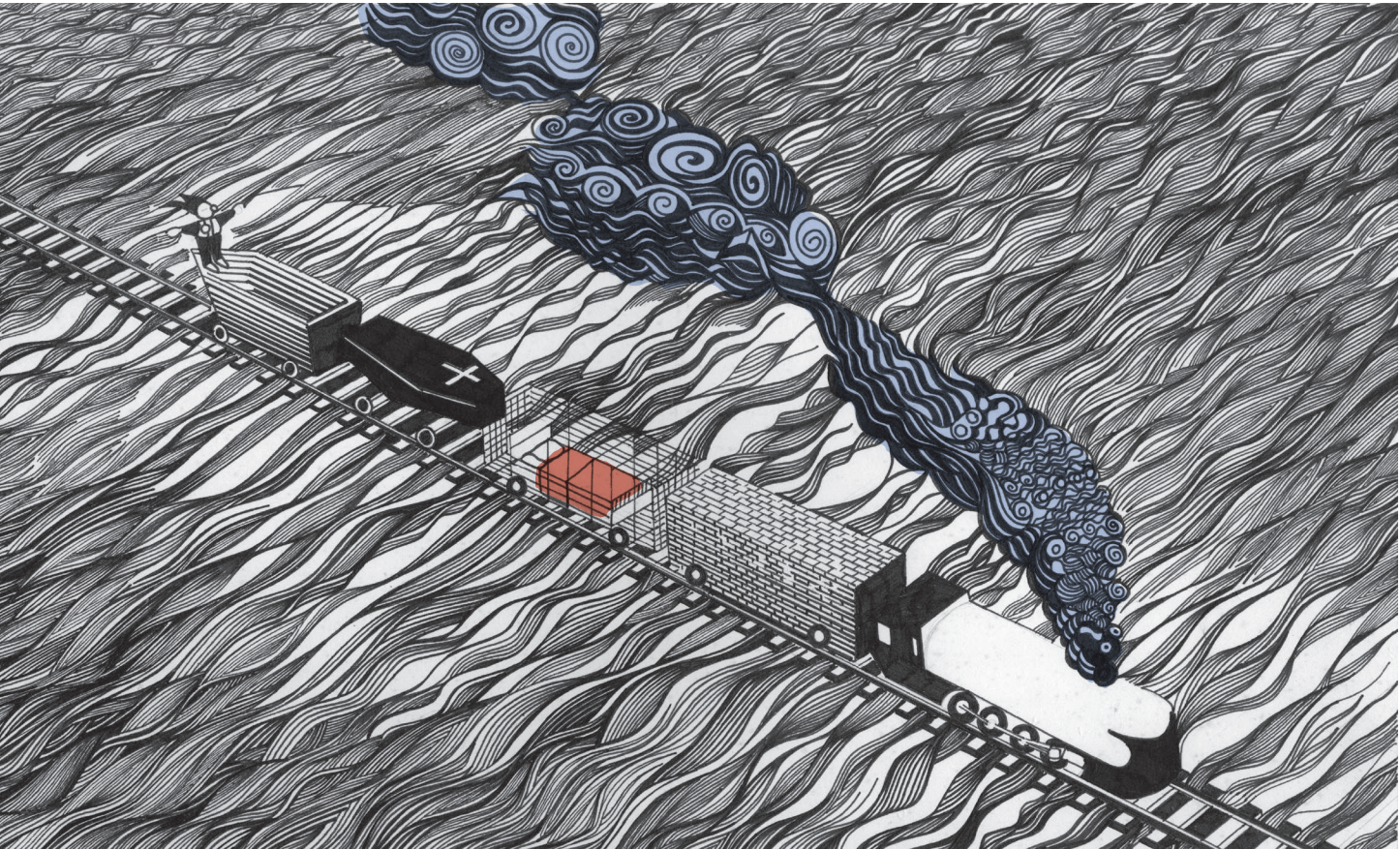
Cuidar nuestra salud se ha vuelto una prioridad para los organismos internacionales, para los gobiernos y para las personas; sin embargo, es importante destacar que dichos cuidados no deben hacerse solo cuando estamos enfermos, sino también cuando estamos sanos para, de esta manera, encontrarnos en condiciones de “protección” que ayudan a mantenernos en condiciones de salud y bienestar. La promoción de la salud y la prevención de enfermedades puede ser más efectiva y menos costosa para todos.

Un elemento muy importante para la salud y el bienestar, que influye de manera física, mental y social en nuestra salud es el sueño que, junto con la actividad física y el tiempo sedentario, es uno de los tres principales comportamientos que tenemos cada día. En lo que se refiere a los hábitos de sueño de los mexicanos, el Instituto Nacional de Salud Pública (INSP) reportó que, durante la pandemia, aumentaron las horas de sueño, pero la calidad disminuyó, lo que trajo consigo serias afectaciones a la salud (INSP, 2021).

Imagina a un niño que se despierta cada mañana con energía desbordante y una gran sonrisa, listo para conquistar el día con entusiasmo y alegría. Ahora, contrasta esto con otro niño que apenas logra mantener los ojos abiertos en clase, se irrita con facilidad y lucha por llevarse bien con sus compañeros. ¿Qué distingue a estos dos niños? La clave podría estar en algo tan sencillo y esencial como el sueño.

Uno de los principales modelos para entender el bienestar es PERMA (por sus siglas en inglés, que contienen cinco pilares fundamentales), creado por Martin Seligman en 2011, pionero en la psicología positiva:

- *Positive Emotions* (emociones positivas): sentir alegría, gratitud y otras emociones agradables. Estas emociones nos recargan y nos hacen sentir vivos.
- *Engagement* (compromiso): estar completamente inmerso en actividades que te apasionan, al punto de perder la noción del tiempo. Es cuando estás tan concentrado en algo que todo lo demás desaparece.
- *Relationships* (relaciones): conectar de manera genuina con otras personas. Las relaciones significativas nos proporcionan apoyo emocional y un sentido de pertenencia.
- *Meaning* (propósito): tener un propósito claro en la vida, sentir que tus acciones tienen sentido y que contribuyes a algo más grande que tú mismo.
- *Accomplishment* (logro): cuando se proponen y logran metas desafiantes que son posibles de alcanzar, bien sean diarias o a largo plazo.



Dormir bien marca la diferencia entre enfrentar el día con una sonrisa o con una lucha constante, ahora bien, el sueño cambia a lo largo de nuestra vida y es diferente para los niños, adultos y ancianos. La cantidad de horas de sueño que necesitamos depende de nuestra edad (Contreras, 2013):

- Recién nacidos: duermen entre 14 y 18 horas al día, ¡casi todo el tiempo!
- Bebés: necesitan entre 12 y 14 horas de sueño para crecer sanos.
- Niños en edad escolar: duermen entre 11 y 12 horas cada noche para estar llenos de energía.
- Adultos: en promedio duermen entre 7 y 8 horas por noche.

A medida que crecemos, necesitamos dormir menos. La diferencia de las horas de sueño que requiere un bebé y un adulto, puede ser de hasta de 16 horas

menos para el adulto, considerando que cuando llegamos a ancianos, dormimos aún menos. Así que, el sueño cambia mucho con la edad ¡y cada etapa de la vida tiene sus propias necesidades de descanso!

El sueño es de suma importancia para el desarrollo y la salud de los niños por varias razones clave:

- *Ayuda a su cerebro a desarrollarse:* mientras duermen, los niños liberan la hormona del crecimiento y refuerzan su memoria, ¡es como una actualización nocturna para su cerebro!
- *Mejora el aprendizaje y el comportamiento:* los niños que no duermen lo suficiente pueden tener más problemas de salud mental y de comportamiento, como estrés, ansiedad y agresividad. También les cuesta más tomar decisiones, resolver problemas y aprender.
- *Afecta la estructura del cerebro:* estudios muestran que los niños que duermen menos tienen un cerebro menos desarrollado en áreas clave para la atención, la memoria y el control de impulsos.



► **Previene problemas de salud:** no dormir lo suficiente puede causar irritabilidad, dificultad para concentrarse, hipertensión, obesidad, dolores de cabeza y depresión.

► **Fortalece el sistema inmunológico y mejora el rendimiento académico:** los niños que duermen bien tienen sistemas inmunológicos más fuertes y rinden mejor en la escuela. Además, tienen mejor comportamiento, memoria y salud mental.

¿Alguna vez has oído hablar de la “higiene del sueño”?



Figura 1. Importancia del sueño para el desarrollo y la salud.
Fuente: Inés Citlali López Ortega.

¡Es la clave para que los niños duerman plácidamente y tengan un sueño profundo y reparador! Imagina una rutina perfecta que garantiza un descanso de calidad. Para que el sueño sea completamente reparador, tanto los niños como los adultos necesitan dormir el tiempo suficiente y con buena calidad.

Los hábitos de sueño saludables son necesarios para un descanso reparador. Estos hábitos engloban todo, desde el ambiente en el que duermes hasta lo que haces antes de acostarte. Por ejemplo, una habita-

ción oscura, tranquila y con la temperatura perfecta puede ser tu santuario del sueño. Además, deberás establecer una rutina relajante, como disfrutar de un baño caliente; es muy importante preparar tu cuerpo y mente para lograr una noche de sueño profundo. Conocidas como medidas de *higiene del sueño*, estas prácticas son tu pasaporte hacia un descanso de calidad.

Es fundamental entender que el sueño es una conducta aprendida, lo que abre la puerta a la posibilidad de mejorar nuestra capacidad para dormir bien. Incluso si actualmente alguien enfrenta dificultades para conciliar el sueño, es completamente posible reaprender a dormir adecuadamente, al adoptar y mantener hábitos de sueño saludables. La transformación no ocurre de la noche a la mañana, pero con tiempo y consistencia, los nuevos hábitos pueden llevar a una mejora significativa en la calidad del sueño.

¡Rinde al máximo durmiendo en sintonía con tu reloj interno! Nuestro cuerpo sigue un reloj biológico de 24 horas, llamado ritmo circadiano. Si te acuestas y te levantas a la misma hora cada día, estableciendo un horario para dormir, ayudas a alinear tu reloj con el ciclo natural de luz y oscuridad. Este hábito hace que tu cuerpo se ajuste mejor al momento de dormir, facilitando que te duermas más rápido y disfrutes de un sueño más profundo y reparador, ¡la consistencia es la clave para despertar renovado y lleno de energía! Optar por una cena ligera y esperar una o dos horas antes de acostarse mejora tu descanso. No te vayas a la cama con hambre; un vaso de leche caliente (sin chocolate) o una infusión (sin cafeína) te ayudará a relajarte antes de dormir.



Evita las siestas prolongadas, limitándolas a no más de 20-30 minutos y nunca las tomes en la tarde-noche

¡Transforma tu espacio en un santuario del sueño!

Para asegurar un descanso verdaderamente reparador, es crucial *crear un ambiente* que promueva la calma y el relax. Mantén tu habitación a una temperatura agradable y libre de ruidos incómodos. Elige colores suaves y relajantes para el entorno y asegúrate de que tu cama sea extremadamente cómoda. Además, evita dormir en lugares desconocidos o poco familiares para preservar una rutina de sueño constante y revitalizante, ¡con estos ajustes, estarás en el camino hacia noches de sueño óptimas y revitalizantes!

Si es necesario, puedes crear un *ritual nocturno* que te ayude a relajarte y preparar tu cuerpo y mente para el descanso. Este ritual podría incluir actividades calmantes como escuchar música suave que te guste, cepillarte los dientes para una sensación de frescura y darte una ducha tibia que relaje tus músculos. También podrías practicar técnicas de respiración profunda o realizar una breve meditación.

El ejercicio físico es excelente para tu bienestar, pero realizarlo intensamente justo antes de acostarte puede activar tu cuerpo y elevar tus niveles de energía, dificultando que te relajes. Para garantizar un sueño reparador, programa tus entrenamientos con suficiente antelación, permitiendo que tu cuerpo se calme y se prepare para un descanso tranquilo, **¡aprovecha el poder del ejercicio, pero dale a tu cuerpo el tiempo que necesita para desacelerar antes de ir a la cama!**

Cuida tu descanso apagando la luz intensa antes de dormir. La luz brillante, especialmente la luz azul de pantallas de teléfonos y computadoras, puede sabotear

la producción de melatonina, la hormona que regula tu sueño. Para favorecer un descanso reparador, reduce el uso de dispositivos electrónicos por la noche y opta por luces suaves y tenues.

¡Prepárate para la noche con un ambiente tranquilo y oscuro, de manera que tu cuerpo se ajuste fácilmente a la hora de dormir!

No realices tareas que impliquen actividad mental en la cama como leer, ver televisión o usar el ordenador, clave para mantener buena higiene del sueño. La razón es que la cama debe asociarse principalmente con el descanso y el sueño. Realizar actividades estimulantes en este espacio confunde a tu cerebro, dificultando la transición a un estado de relajación y sueño.

Si estás tomando medicamentos, algunos pueden provocar insomnio o afectar tu descanso. Varios medicamentos para el trastorno por déficit de atención e hiperactividad (TDAH), como el Ritalin y el Adderall; antidepresivos, como el Effexor y el Cymbalta; antiinflamatorios, como la Prednisona; los que se utilizan habitualmente para controlar la presión arterial, como el Propranolol; los administrados para evitar los síntomas o crisis en los asmáticos, como el Salbutamol, pueden interferir con el sueño. Incluso ciertos antibióticos, como la Ciprofloxacina, en algunos pacientes, causan insomnio. Si notas que tienes problemas para dormir con tu medicación, habla con tu médico para ajustar el tratamiento o buscar alternativas.

El sueño es crucial para tu bienestar integral y tiene un impacto profundo en tu salud. No solo te ayuda a sentirte descansado, sino que también influye en tu energía, estado de ánimo y capacidad para enfrentar el día a día.



La pandemia de covid-19 ha puesto de manifiesto que, aunque muchos de nuestros nuevos hábitos se han vuelto parte de nuestra rutina diaria, no todos son beneficiosos para un buen descanso.

Es fácil caer en la trampa de aceptar como normales ciertas prácticas que pueden estar en contra de nuestra salud.

Cuidar de nuestra salud no debería ser una tarea que solo abordamos cuando estamos enfermos; al contrario: debe ser una prioridad constante. Incorporar hábitos saludables en nuestra vida diaria, tan sencillos como mantener una rutina de sueño, crear un ambiente propicio para el descanso y realizar actividades que promuevan nuestro bienestar, genera un impacto significativo en nuestra calidad de vida.

Sin duda, adoptar medidas proactivas para mejorar nuestra salud y bienestar nos ayuda a disfrutar de una vida más satisfactoria y equilibrada, así que dedica el tiempo suficiente para cuidar de ti mismo, invierte en tu salud y experimenta los beneficios de una vida más plena y saludable.

Figura 2. Buenos hábitos contra malos hábitos de la higiene del sueño.

Fuente: Inés Citlali López Ortega

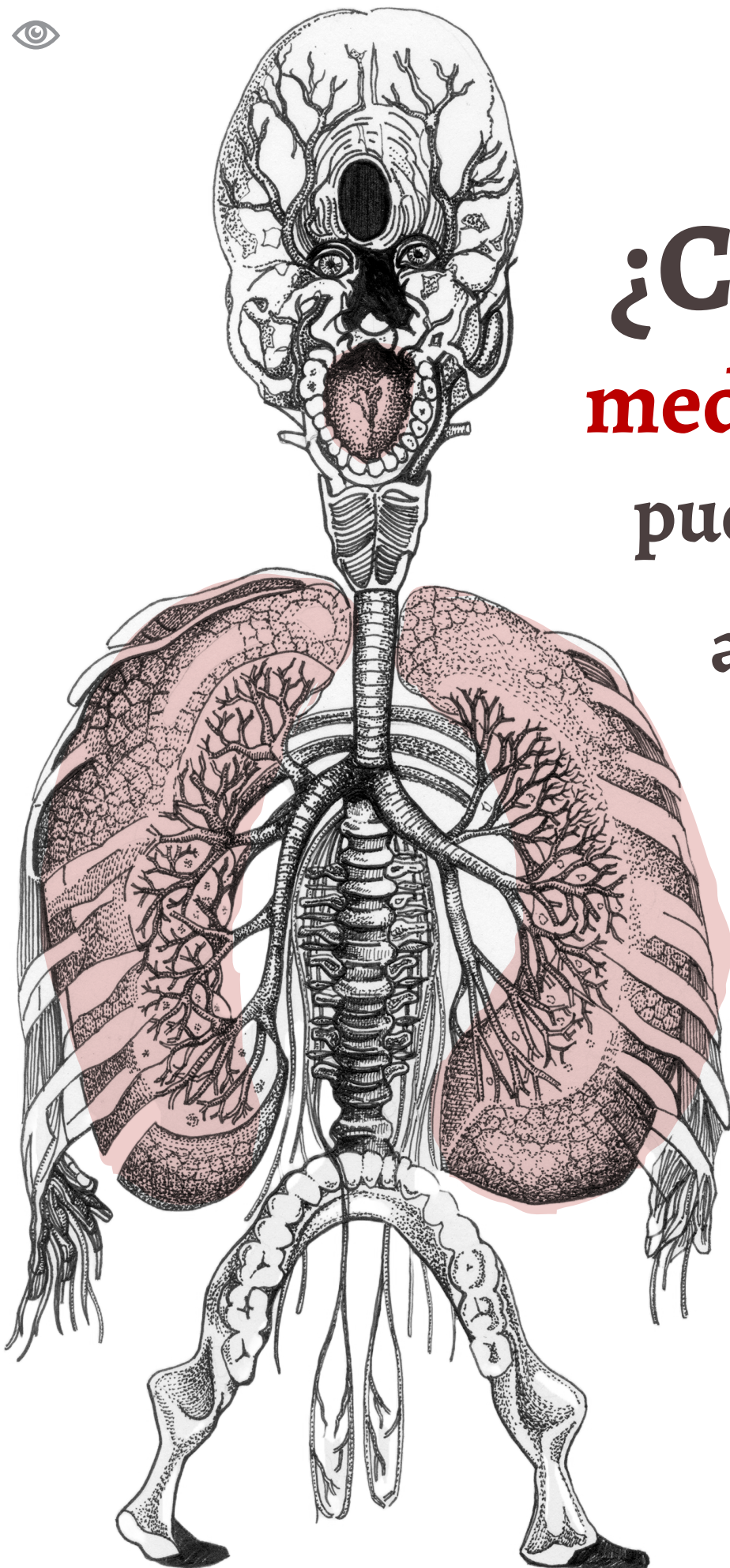




¡Tu bienestar es un tesoro precioso que merece atención y cuidado continuo!

Referencias

- Beltrán-Guerra, L. F. (2018). La Psicología Social en la medición del bienestar subjetivo para gestionar el desarrollo en las sociedades. En Rodríguez-Barraza, A. (coord.), *Psicología Social y Cultura*. Universidad Veracruzana Dirección Editorial.
- Contreras, A. (2013). Sueño a lo largo de la vida y sus implicancias en salud. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 24(3), 341-349. [https://doi.org/10.1016/S0716-8640\(13\)70171-8](https://doi.org/10.1016/S0716-8640(13)70171-8)
- Instituto Nacional de Salud Pública (2021). El sueño y su importancia para la salud. *Gaceta*, 16, 23-27. <https://gaceta.insp.mx/vol-16/>
- Organización Mundial de la Salud. (1998). Promoción de la salud. Glosario. https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/67246/WHO_HPR_HEP_98.1_spa.pdf;jsessionid=32BDD9C543E44508E31886E7E-2754B51?sequence=1
- Organización Panamericana de la Salud (2023). Una nueva agenda para la salud mental en las Américas. Informe de la Comisión de Alto Nivel sobre Salud Mental y COVID-19 de la Organización Panamericana de la Salud. <https://iris.paho.org/handle/10665.2/57504>
- Seligman, M. E. (2011). *Flourish: A visionary new understanding of happiness and well-being*. Free Press.



¿Cómo los medicamentos pueden afectar a tu **salud bucal?**

Viviana Arguello del Valle
Estudiante de la Facultad de Ciencias Químicas,
Universidad Veracruzana
zS20007665@estudiantes.uv.mx

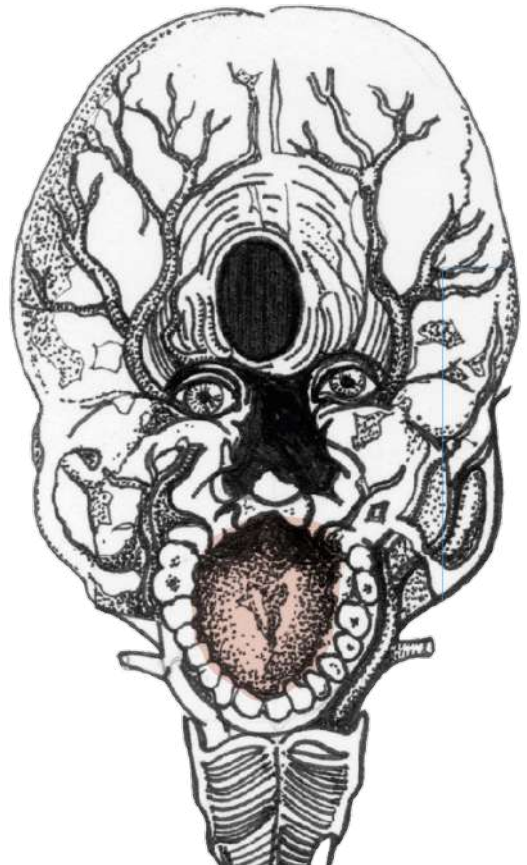


Introducción

La terapia farmacológica tiene un importante papel en el tratamiento, cuidado y prevención de enfermedades; por este motivo, es necesario realizar un constante monitoreo de los diversos efectos negativos o reacciones adversas que los medicamentos pudieran provocar en los pacientes; de ahí la importancia de verificar que el beneficio de su uso sea mayor que el riesgo.

El proceso de fabricación de un fármaco es sumamente largo antes de que salga a la venta, puesto que necesita pasar por distintas pruebas preclínicas y clínicas para garantizar al consumidor que su uso será seguro. Una vez aprobado, comienza su distribución y su disponibilidad en establecimientos comerciales y farmacias en donde podrá ser adquirido, incluso sin receta médica, lo que hace más difícil llevar un control del uso racional de los medicamentos, aumentando así el riesgo de que el paciente desarrolle reacciones adversas.

Los medicamentos provocan efectos tanto positivos como negativos en la salud dental. Es bien sabido que diferentes medicamentos son utilizados antes, durante y después de un procedimiento dental; sin embargo, una terapia farmacológica inadecuada puede afectar a la salud bucal. También se sabe que contar con una adecuada higiene dental contribuye a una mejor calidad de vida, debido a que procesos como la digestión y el habla inician en la boca.





¿De qué manera diferenciar fármaco, medicamento y principio activo?

Es muy sencillo confundir los conceptos de fármaco, medicamento y principio activo, pues fuera de área farmacológica, suelen ser usados como sinónimos.

Un fármaco o principio activo, también llamado API, es una sustancia biotecnológica natural, sintética o semisintética dirigida a un diagnóstico cura, mitigación, tratamiento o prevención de alguna enfermedad o dirigida a modificar la estructura o alguna función del cuerpo humano, de animales y plantas (Wermuth *et al.*, 2015).

Se define como medicamento a “toda sustancia o combinación de sustancias que se presente como poseedora de propiedades para el tratamiento o prevención de enfermedades en seres humanos o que pueda usarse en seres humanos o administrarse a seres humanos con el fin de restaurar, corregir o modificar las funciones fisiológicas ejerciendo una acción farmacológica, inmunológica o metabólica, o de establecer un diagnóstico” (Herrero, 2019).

Los medicamentos, no sólo están formados por sustancias medicinales, a menudo van acompañados de otras que no tienen actividad terapéutica, pero sí un papel relevante, pues permiten que el medicamento tenga estabilidad y se conserve adecuadamente. Estas sustancias sin actividad terapéutica desempeñan un papel muy importante en la elaboración, y liberación de las sustancias medicinales y se denominan excipientes o aditivos (Pineda, 2020). Los excipientes en conjunto con el principio activo dan como resultado un medicamento (Figura 1).

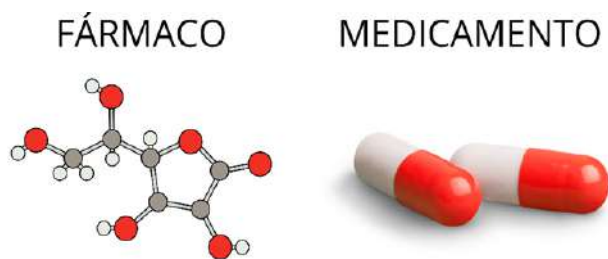


Figura 1. Diferencia entre fármaco y medicamento.

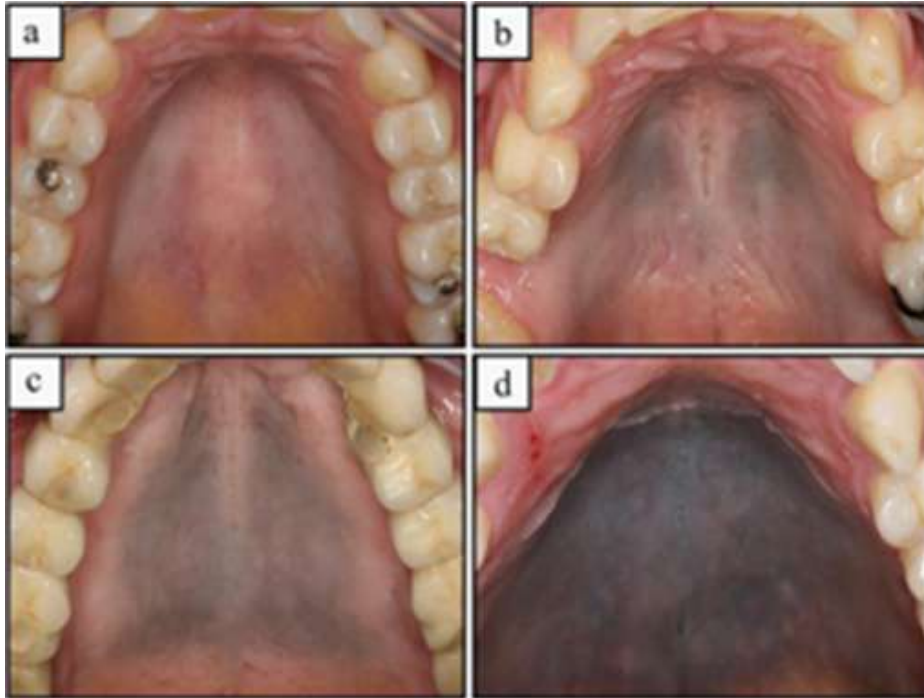
Fuente: elaboración propia

Reacciones adversas medicamentosas

Los eventos adversos (EA) inducidos por el consumo de medicamentos son más frecuentes de lo que se cree, de hecho, representan el grupo mayoritario de reacciones farmacológicas presentadas en pacientes hospitalizados. Es necesario distinguir entre una reacción adversa a medicamentos (RAM) y EA, pues las RAM forman parte de los EA. Según la Norma Oficial Mexicana NOM-220-SSA1-2016, Instalación y operación de la farmacovigilancia, un EA es “cualquier suceso médico indeseable que pueda presentarse en un sujeto de investigación durante la etapa de investigación clínica de un medicamento o vacuna, pero que no necesariamente guarda una relación causal con el mismo” y define a “la respuesta no deseada a un medicamento, en la cual la relación causal con este es, al menos, razonablemente atribuible” (Secretaría de Salud, 2016).

Retomando, un efecto adverso en un paciente puede estar o no relacionado con los medicamentos que a este se le administran o ingieren; por ejemplo, en un traumatismo, provocado por la caída de una persona con tratamiento antihipertensivo, en el caso de las RAM surge la sospecha de que el evento indeseable pueda ser causado por de un medicamento (hipoglucemia después de la administración de insulina) y siempre ocurre con la dosis estándar.

Zona de afección



Entre las zonas de afección más comunes se encuentran las glándulas salivales, la mucosa bucal, las encías y los dientes.

Figura 2. Progresión de la hiperpigmentación en el paladar asociada a Imatinib.
Fuente: Oliveira, 2019.

Distintas zonas de la cavidad oral pueden verse afectadas tras presentarse una RAM durante el periodo de un tratamiento farmacológico. Para contar con un panorama más amplio de los efectos que los fármacos pueden tener sobre la salud dental, es importante conocer cómo se clasifican las enfermedades dentales farmacoinducidas, de acuerdo con el lugar de afección.

Cada una de las partes mencionadas presenta diferentes afecciones; en las glándulas salivales, el uso extenso de ciertos tipos de medicamentos como antihipertensivos, antidepresivos o diuréticos, pueden provocar hiposalivación o xerostomía, mejor conocida como “boca seca”. Al verse afectada la producción y composición de saliva, esta no puede cumplir sus funciones de proteger y mantener el equilibrio de la

flora oral, convirtiéndose en un factor de riesgo para contraer caries.

En la boca, contamos con un tejido de protección de las estructuras dentales llamada mucosa bucal, este revestimiento puede presentar reacciones de hipersensibilidad llamada reacción liquenoide cutánea (LHR). Medicamentos antiinflamatorios (AINES) como el piroxicam y antidiabéticos como la glimepirida son asociados con la LHR oral. Por otro lado, diversos medicamentos como la ampicilina, el ibuprofeno o el propranolol se han asociado con enfermedades autoinmunes, caracterizadas por la aparición de ampollas y descamación de mucosas, a lo que se le conoce como pénfigo; la ruptura de las ampollas conlleva a la ulceración de amplias zonas de la mucosa, convirtiéndose en crónicas.

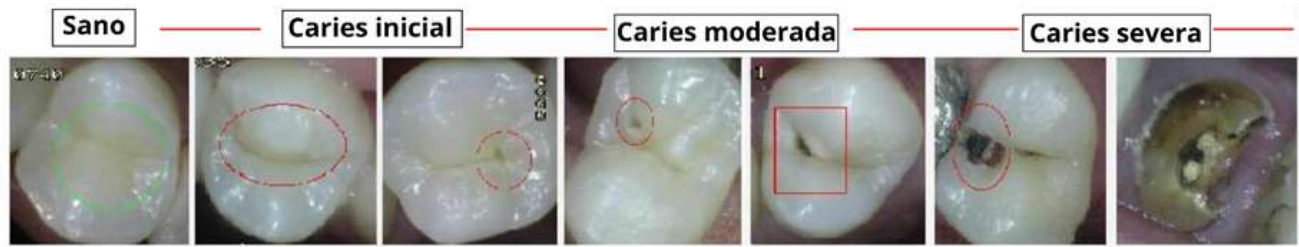


Figura 3. Evolución del desarrollo de la caries dental.

Fuente: Iruretagoyena, 2020.

Los colorantes de los medicamentos suelen ser una causa de RAM a nivel bucal; en estos casos, podemos diferenciar dos tipos de pigmentaciones: a) intrínseca, en donde la coloración sucede por la exposición a fármacos como el flúor y los antibióticos del grupo de las tetraciclinas durante la infancia, lo que provoca manchas en el interior del diente hasta ser irreversibles, motivo por el que no es recomendable el uso de las tetraciclinas en niños menores de 8 años y b) extrínsecas, manchas superficiales en los dientes que suelen ser eliminadas después del cepillado; en este caso, enjuagues con clorhexidina o formas orales líquidas que contengan hierro pueden ser la causa. El Imatinib es un medicamento que combate leucemias en pediátricos, asociado a la pigmentación a nivel mucosa (Figura 2).

Existen estudios que han demostrado que la hiperplasia gingival, que implica el crecimiento anormal y excesivo de las encías, es la RAM a nivel dental mayormente conocida. Entre los medicamentos que pueden causar esta patología se encuentran los anticonvulsivos, inmunosupresores para pacientes con trasplantes de órganos y los bloqueadores de canales de calcio como el amlodipino y el nifedipino, agentes antihipertensivos.

La inflamación por formación de la placa bacteriana, a causa de una inadecuada higiene bucal, también es un factor que se asocia a la hiperplasia gingival.

Asimismo, se ha observado que los pacientes que se encuentran inmunodeprimidos tienden a desarrollar infecciones generadas por distintos organismos; entre las más frecuentes se encuentra la candidiasis, infección fúngica que provoca el crecimiento de placas y pápulas blancas en la mucosa dental, de igual manera, pueden ser provocadas por el uso indiscriminado de antibióticos. El uso irresponsable e inapropiado de fármacos antirreumáticos, como el metotrexato, se ha asociado a la aparición de herpes zóster, infecciones fúngicas y tuberculosis.

Fármacos o medicamentos cariogénicos

La caries dental es una enfermedad que nos afecta en distintas etapas de nuestra vida, siendo más frecuente durante la infancia, aunque también se presenta durante la adultez.

Es importante resaltar que la caries dental es la enfermedad crónica más extendida en el mundo y ha sido relacionada con diversos factores que la pueden causar. Aun cuando los más comunes son la dieta y la higiene bucal, también el uso de ciertos medicamentos puede influir en su aparición y progresión.



Para que una caries se origine, debe de existir una interacción entre las bacterias presentes en el biofilm o placa bacteriana, la superficie del diente y la presencia de azúcares en la dieta. Cuando las bacterias digieren los azúcares, dan lugar a la producción de ácidos que disuelven el esmalte dental formando la caries, en cuyo inicio puede ser revertida, pero en casos avanzados forma una cavidad (Figura 3).

Entre los ingredientes de diversas formulaciones medicamentosas, especialmente en las líquidas como los jarabes para niños, se encuentran azúcares de tipo cariogénico, como la sacarosa, usada con el fin de mejorar el sabor y lograr mayor aceptación de los consumidores. Es frecuente este tipo de presentación de fármacos para combatir malestares como el dolor, las alergias o la tos principalmente en los niños y su ingesta recurrente puede ser una causa de prevalencia de caries a edad temprana.

Años atrás, se realizó un estudio sobre el desarrollo de caries dentales en niños en edad preescolar que ingerían jarabes con regularidad durante al menos 6 meses, lo que permitió observar que los niños que tomaban jarabes que contenían sacarosa tenían caries dentales significativamente más altas e inclusive gingivitis que los del grupo de niños control que no los ingerían.

Erosión dental

El pH es el valor utilizado para medir la alcalinidad o acidez de una determinada sustancia en una escala que va del 0 al 15. Un valor de pH 7 es neutro, un valor menor a 7 indica que la sustancia es ácida y un valor más allá de 7 se refiere a una sustancia alcalina (Peck *et al.*, 2014). Existen medicamentos que debido a sus componentes pueden causar una alteración en el pH salival; normalmente este pH oscila entre 6.8-7, es decir, tiene una tendencia alcalina.

En el diente, las caries pueden afectar y aparecer tanto en la raíz como en la superficie masticadora de los molares, al igual que en la superficie lisa del diente.



Otro caso que merece la pena destacar es cuando pacientes asmáticos utilizan inhaladores en polvo, cuyas partículas con el principio activo se quedan parcialmente en la cavidad oral y, debido a que algunos antiasmáticos tienen una naturaleza ácida, se reduce el pH de la boca, lo que puede favorecer el proceso de desmineralización del esmalte dental. Estos efectos, especialmente durante la terapia a largo plazo, son preocupantes, ya que aumenta el riesgo de erosión dental.

Cuando el equilibrio del pH resulta alterado, aumentan las posibilidades de desarrollar caries dental y erosión en el esmalte.

Por otro lado, muchos antibióticos también son de naturaleza ácida, lo que puede influir y afectar el pH de la cavidad oral cuando se administran por esta vía, siendo un ejemplo los jarabes que comúnmente son indicados a niños. Cuando el valor de pH cae demasiado en un rango ácido, este se vuelve óptimo para disolver la hidroxiapatita, el mineral de mayor constitución del esmalte dental, tal es el caso de las preparaciones antibióticas con ácido clavulánico. Es esencial ser consciente de todas las reacciones adversas, en particular en la edad temprana, pues los niños pueden ser más sensibles a los cambios de la salud oral, a razón de la inmadurez de su dentadura.

Conclusión

La educación sanitaria debería ser imprescindible para todos los individuos desde muy temprana edad, como forma de prevenir futuras enfermedades. En este contexto, el tema del uso y consumo de medicamentos es fundamental para garantizar que los pacientes y familiares comprendan cómo deben administrarlos y disminuir que se asocian, pues en el mercado farmacéutico existen grandes cantidades de medicamentos que, se ha comprobado, generan daño dental si se usan incorrectamente. Sin duda, el uso responsable de los medicamentos, bajo prescripción médica y vigilancia de profesionales de la salud, es de suma importancia para evitar daños dentales prevenibles y ocasionados por los mismos medicamentos. Aunado a lo anterior, la higiene dental también juega un papel importante para gozar de una salud dental óptima y proteger así tu sonrisa.



Referencias

- Herrero, S. (2019). La Farmacología del Cuidado: Una aproximación deductiva cuidadológica desde el paradigma de la salud y el modelo de Avedis ► Donabedian. *SciELO*, 13(4), 1348. http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1988-348X2019000400007&lng=es&tlng=es.
- Iruretagoyena, A. (2020). Gestión de Caries. *Salud Dental Para Todos*. <https://www.sdpt.net/ICDAS/ICCMS/manejoindividualdelesiones.htm>.
- Jokstad, A. (2019). The 2018 AAP/EFP classification of periodontal diseases, a focus on “risks” as a faux ami and language gone on holiday. *Clinical and Experimental Dental Research*, 5(5), 449-451. <https://doi.org/10.1002/cre2.257>.
- Norma Oficial Mexicana NOM-220-SSA1-2016 (s. f.). Instalación y operación de la farmacovigilancia. *Diario Oficial de la Federación*. https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5490830&fecha=19/07/2017.
- Ogawa, H., McKenna, G. & Kettratad-Pruksapong, M. (2022). Prevention of Oral Functional Decline. *International dental Journal*, 72(4S), S21-S26. <https://doi.org/10.1016/j.identj.2022.05.008>.
- Oliveira, S. (2019). Association of oral mucosa hyperpigmentation with imatinib mesylate use: a cross-sectional study and a systematic literature review. *Clinical Oral Investigations*, 23(12). <https://doi.org/10.1007/s00784-019-02886-0>.
- Peck, L., Davis, R. & Whitten, K. (2014). *Química*. Cengage Learning. <https://elibro.net/es/ereader/bibliotecauv/93299?page=750>.
- Pineda, E. (2020). ¿Qué son los excipientes? *Cedimcat. Info*. https://www.cedimcat.info/index.php?option=com_content&view=article&id=211:que-son-los-excipientes&catid=40&Itemid=472&lang=es
- Wermuth, C., Aldous, D., Raboisson, P. & Rognan D. (2015). *The Practice of Medicinal Chemistry*. Elsevier.
- Yuan, A. & Woo, S. (2020). Eventos adversos de medicamentos en la cavidad oral. *Clínicas dermatológicas*, 38(4), 523-533. <https://doi.org/10.1016/j.det.2020.05.012>.



¡GUERRA!

Plantas vs Humanos



Eduardo Hernández Hernández
Estudiante de Posgrado en Ciencias Agropecuarias,
Facultad de Ciencias Agrícolas
Universidad Veracruzana
hernandez23@ueh.edu.mx

Marycruz Álvarez Jiménez
Estudiante de Posgrado en Ciencias,
Red de Ecología Funcional
Instituto de Ecología A.C.
marycruz.alvarez@posgrado.
ecologia.edu.mx

Jesús Dorantes López
Estudiante de la Facultad de Ciencias Agrícolas
Universidad Veracruzana
jdorantes@uv.mx

Dra. Isabelle Barois Boullard
Red de Ecología
Instituto de Ecología A.C.
isabelle.barois@inecol.mx

María Esther Díaz Martínez
Estudiante de la Facultad de Ciencias Agrícolas
Universidad Veracruzana
mariadiaz@uv.mx

Guillermo Rodríguez Rivas
Estudiante de la Facultad de Ciencias Agrícolas
Universidad Veracruzana
guilrodriguez@uv.mx

José Luis Landa Ochoa
Estudiante de Posgrado en Ciencias Agropecuarias,
Facultad de Ciencias Agrícolas
Universidad Veracruzana
zS20022707@estudiantes.
uv.mx

Gabriela Sánchez Viveros
Estudiante de la Facultad de Ciencias Agrícolas
Universidad Veracruzana
gabsanchez@uv.mx



Desde tiempos inmemoriales, las plantas y los humanos coexistieron en una frágil tregua: los árboles, majestuosos guardianes de los bosques, como los pinos, las imponentes secuoyas y los robles, ofrecían sombra y frutos; las flores, con sus vibrantes colores y dulces aromas, como las rosas, los tulipanes y las margaritas, embellecían el mundo; y las hierbas, con sus propiedades curativas, aliviaban los males. Pero la ambición humana, insaciable y ciega, rompió este equilibrio. Deseosos de expandir sus dominios y explotar los recursos naturales sin límites, los humanos declararon la guerra a las plantas.

Esta es solo una de las incontables batallas que viven y enfrentan las plantas contra los humanos todos los días. En esta ocasión, nos centraremos en las orillas de un pequeño riachuelo, donde un grupo de plantas, desprevenidas y en reposo, se convertirán en el blanco de un ataque que marcará un antes y un después en su relación con los humanos. Prepárate para sumergirte en un mundo donde la naturaleza lucha por sobrevivir y donde la lealtad y la traición se entrelazan.



Eran las 2:00 horas, el fresco resplandor de la luna iluminaba nuestro campamento y las tropas de plantas estaban en reposo bajo el suave susurro del viento. Los nenúfares extendían sus hojas en un sereno lago mientras los helechos de agua se recogían delicadamente para el descanso. Era una noche como cualquier otra en el reino botánico. Las plantas se preparaban para descansar, después de absorber la luz del día en sus hojas, almacenando energía para las jornadas venideras.

Repentinamente, la tranquilidad se vio interrumpida alrededor de las 22:00 horas cuando una sombra oscura se extendió a lo largo del río. El agua, antes cristalina y transparente, se tornó en negro azabache, como una mancha de tinta que se expandía inevitablemente. Un hedor nauseabundo, una

mezcla de químicos y podredumbre, impregnó el aire. Las plantas, que habían vivido siglos en armonía con el río, se estremecieron ante aquella devastación. Sus hojas se curvaron hacia adentro, como si quisieran protegerse de la amenaza invisible mientras liberaban un mensaje de agonía en el aire.

No pasó mucho tiempo para que el capitán Lirio Azul, con sus pétalos de un azul intenso, confirmara los peores presagios. “Es veneno”, susurró, con su voz resonando como un lamento en la noche. Sus unidades de percepción química habían detectado una letal combinación de desechos fecales y detergentes. Las aguas, antes fuente de vida, se habían convertido en un arma mortal. Un escalofrío recorrió a Lirio Azul. Los humanos nuevamente; este fue un ataque sorpresivo.





“¡Tropa!”, exclamó el capitán sin recibir respuesta. Los soldados de la infantería vegetal, incluyendo valientes helechos y resistentes juncos —plantas de tallos largos y delgados que suelen crecer a orillas de los ríos—, yacían inmóviles en el agua contaminada. Sus hojas, antes vibrantes y llenas de vida, ahora estaban marchitas y de un color apagado. Una tenue neblina se alzaba entre los cuerpos vegetales, una señal de angustia que se extendía por todo el campamento. Los nenúfares, que antes flotaban con serenidad, ahora se agitaban violentamente, sus raíces se retorcían en un intento desesperado por escapar del agua tóxica.

Solo el teniente Hoja Brillante, un helecho de hojas largas y puntiagudas, respondió al llamado de Lirio Azul. Con su cuerpo ágil y su mente analítica, era el soldado perfecto para esta situación. Su frondosa copa, siempre erguida, contrastaba con la preocupación que reflejaban sus hojas en este momento. “Hoja Brillante, investiga inmediatamente el alcance de este problema”, ordenó el capitán. Sin decir una palabra y con un movimiento rápido y decidido, el helecho se sumergió en el agua turbia.

Liderando a un grupo de patrulleros espinosos, Hoja Brillante se adentró en el río contaminado. Los soldados acuáticos, con sus hojas curvadas por la preocupación, relataron todas las observaciones: las plantas cercanas estaban visiblemente afectadas, sus hojas marchitas y su color palidecido. Algunas incluso habían comenzado a desprender raíces y eran arrastrados por la corriente. Aun así, Hoja Brillante mantuvo la calma e informó a Lirio Azul.

Durante la noche, los capitanes y líderes del ejército botánico se reunieron en consejo de guerra bajo la sombra de un viejo pino que observaba desde las alturas. El capitán, con su sabiduría adquirida a lo largo de muchos ciclos solares, expresó su preocupación por la agresión y enfatizó la necesidad de una respuesta concertada. “Esta no es solo una amenaza

para nuestro campamento, sino para todo nuestro reino. Seleccionemos a un grupo de élite para limpiar las aguas”, afirmó. Sus pétalos se oscurecieron levemente, revelando la gravedad de la situación.

“Señor”, interrumpió el teniente Hoja Brillante rompiendo su silencio, “cualquier unidad que se exponga a esos contaminantes morirá, ¿estamos dispuestos a perder soldados en esta contienda?”.

“No, nadie morirá”, respondió; su voz resonó con una extraña calma, propia de alguien que posee el conocimiento y la fuerza para enfrentar tal amenaza.

Lirio Azul sintió la fría brisa pasando entre sus hojas, la noche estaba refrescando aún más y el cielo se tornaba siniestro. Sonrió con una ligera mueca, revelando una determinación férrea, una fuerza inquebrantable.

La noche seguía su curso y la pestilencia del agua contaminada era aún peor. El viento no lograba llevarse el olor inmundado de la putrefacción. En ese momento, la corriente arrastró a un par de plantas flotantes hacia el campamento, una más, otras más. Pronto, el riachuelo se llenó de pequeñas lechugas miniatura que seguían el liderazgo de una lechuga un poco más grande, el líder de escuadrón Lechu Go. Todas ellas verdes, todas ellas turgentes, todas ellas indiferentes a la pestilencia y la contaminación que amenazaba con diezmar al campamento militar. Estas extrañas plantas, conocidas como *Pistia stratiotes*, eran famosas por su capacidad para absorber toxinas y purificar el agua. Sus raíces, adaptadas para filtrar los nutrientes del agua, ahora se encargarían de limpiar la contaminación.

“Señor, ya llegaron”, informó Hoja Brillante a su superior. Rápidamente se corrió la noticia de la



introducción de un equipo de operaciones especiales. Las esperanzas se alzaron, y las raíces vibraron con expectación. Sin embargo, el capitán frunció el ceño. “Estas plantas son una incógnita”, advirtió. “Aunque se dice que son resistentes a cualquier sustancia venenosa, nunca antes las hemos utilizado en una situación así, ni sabemos si su lealtad realmente está con nosotros”. Lirio Azul miraba las hojas, las raíces, el porte, estas plantas estaban adaptadas para soportarlo todo, ¿de verdad entregarían el poder del riachuelo a estos extraños de tierras lejanas? El capitán sacudió sus hojas para liberarse de dudas; al final del día, sabía que no había otra opción. *Pistia stratiotes* era su última esperanza.

“¡Lirio!”, exclamó sonriente y despreocupadamente Lechu Go, a quien ni los tóxicos ni la pestilencia parecían importarle, “hiciste bien en llamarme. Veo que a tus tropas les vendría bien un poco de agua fresca”. Los miembros de *Pistia stratiotes* ya

se estaban posicionando en silencio y comenzando su labor sin demora. Sus raíces, como pequeñas redes de pesca, se sumergieron en las aguas contaminadas, absorbiendo las toxinas y liberando un tenue resplandor azul. Con cada ciclo solar, crecían y se multiplicaban, formando una alfombra viviente que cubría la superficie del agua. Durante varios ciclos solares, *Pistia* trabajó incansablemente, filtrando, purificando las aguas, creciendo y reproduciéndose para tener más números, más elementos para combatir la contaminación.

Sin embargo, la tarea no era fácil. El veneno era más fuerte de lo esperado, y muchos integrantes de *Pistia* sucumbieron a la intoxicación. Sus hojas se volvían amarillas y se degradaban lentamente, pero su sacrificio no fue en vano. Las otras plantas, conmovidas por su valor, comenzaron a ayudar de diversas

maneras. Los juncos más altos creaban corrientes de aire para acelerar la evaporación del agua contaminada, mientras que las algas y algunos microorganismos en las raíces acuáticas liberaban sustancias que estimulaban el crecimiento de las *Pistias*.

La calidad del agua mejoró gradualmente. La transparencia volvió y las aguas recuperaron su claridad. Las plantas acuáticas heridas comenzaron a sanar y los soldados de la infantería vegetal recobraron sus fuerzas. Fue un tiempo de alivio y gratitud y todos los seres vegetales sintieron una renovada esperanza.

Una gran fiesta se organizó a orillas del río recién purificado con plantas de todas las especies que celebraban el triunfo, ¡era una victoria sobre los humanos! Sin embargo, los pinos observaban y se mantenían al margen de toda la celebración. Algunos antiguos árboles entonaron canciones ancestrales, las flores más co-

**Por cada uno que caía,
cuatro Pistias más surgían,
impulsadas por la fuerza
vital de su líder y la
esperanza de un futuro
limpio.**

loridas desplegaron sus pétalos en un espectáculo de luz y color, y las hierbas aromáticas perfumaron el aire con sus fragancias. En el centro de la celebración, los ahora cientos de *Pistia stratiotes* fueron aclamadas como heroínas. Aunque Lechu Go, su líder, había sido pieza clave en la supervivencia de su gente y del campamento, no se le veía contento. Era extraño, su alegría se había perdido y sus hojas eran ahora pálidas, amarillentas, deterioradas. Comenzó a llover en el campamento, ¡el cielo se unía a la celebración! Fue entonces que Lechu Go fue condecorado con la Medalla a la Resiliencia Náutica. Lirio Azul se acercó y dirigió unas palabras a todas las plantas presentes. “Felicidades, *Pistia stratiotes*, por darnos una lección invaluable de adaptación a las aguas turbias y contaminadas por el enemigo. A pesar de las adversidades nos recuerda que, sin importar cuán graves sean las amenazas, po-



demostramos resurgir siempre triunfantes floreciendo con una belleza absoluta, eso nos hace quienes somos, eso nos hace plantas, esa es la fortaleza de nuestro reino vegetal". Ante las emotivas palabras, las plantas ovacionaban moviendo sus hojas con un gran sentido de aprobación.

La lluvia sonaba aún más fuerte como los más estruendosos aplausos, pero Lechu Go seguía impertérrito, indiferente, serio, muerto por dentro. Sus hojas, antes tan vibrantes y llenas de vida, ahora eran pálidas y marchitas. Lirio Azul, con la voz entrecortada por la confusión de la actitud del líder de *Pistia*, concluyó su discurso. "Lechu Go nos ha enseñado el verdadero significado de la valentía y el sacrificio desinteresado. Tu legado, amigo mío, vivirá por siempre en nuestros corazones". Pero a medida que los días pasaban, se hizo evidente que la condición de Lechu Go no era un simple accidente, él estaba... cambiando. El anciano Pino que seguía observando desde las alturas decidió romper su silencio, "Nada de esto importa, ríndanse ante los humanos, o sufrirán las consecuencias". Sus palabras no parecían ser más que un susurro, pero atravesaron a todas las plantas que estaban en la celebración dejándolas en silencio total. Un esca-



lofrío estremeció a las plantas desde las raíces hasta las hojas mientras esperaban que el pino siguiera su amenaza.

El porte de su ancho tronco, la corteza rugosa y ramas retorcidas indicaban las muchas historias que había atestiguado. Este pino era el último de la familia “Árbol Plus”. Antiguamente, eran un grupo de Pinos con las mejores características, se les reconocía por su fuste recto, pocas ramas laterales, fuertes, nunca enfermos, el tipo de árbol que todos quisieran tener cerca. Pero las cosas habían cambiado. Los humanos habían asesinado a muchos de sus ancestros y parientes cercanos, los sobrevivientes eran deformes, enanos y flacos, una sombra malformada del pasado.

De pie junto al sereno y renovado riachuelo, el anciano pino se dirigió al campamento y comenzó a relatar la trágica historia. Con su voz arrugada y temblorosa, dijo “La catástrofe que ocurrió antes volverá a ocurrir, ¿creen que los humanos se conformarán con envenenar las aguas? Ese quizá fue un accidente, un daño colateral de su existencia. No, los humanos son crueles, poderosos, prepárense para una masacre”. Las plantas pasaron del suspenso al terror, hablaban entre ellas llenas de dudas, las hojas que antes vibraban de alegría ahora lo hacían por miedo. “Recuerdo a los humanos usando máquinas en sus manos para despedazar los cuerpos inertes de jóvenes Árboles Plus”, el viejo tenía la mirada perdida en un momento de su historia. “Eran motores que sacudían, derribaban y despedazaban a todos los que tenían características sobresalientes. Nuestra única esperanza fue rendirnos, ofrecer un tributo y aliarnos con los humanos; sí, la única solución que tuvimos fue rendirnos y entregarnos a nuestros asesinos, así detuvimos la extinción de los Árboles Plus. Una pequeña *Pistia* se atrevió a preguntar, “¿Qué tipo... de tributo?”. Lentamente, el pino giró la mirada hacia la lechuguilla, respondió “La vida se compra con vida”.

El viejo pino miró de nuevo al campamento de plantas y sonrió con una mueca desfigurada, “¿Saben qué es lo que les pasará a continuación?”.

“¡Suficiente!”, interrumpió Lirio Azul, dejando escuchar únicamente la brisa remanente sobre el suelo húmedo del bosque, “Venerable anciano, hoy es un día de celebración, permitámonos saborear un momento de tranquilidad”. El anciano permaneció serio e inamovible, “los humanos ya vienen”, concluyó.

“No sabemos cómo fue que ocurrió”, escribía Lirio Azul en un memorándum mientras el riachuelo arrastraba cientos de fragmentos de hojas, tallos, raíces y clorofila, la sangre verde de las plantas, en el agua, “los humanos vinieron durante la madrugada, todo pasó demasiado rápido. Fue un sonido ensordecedor de algún tipo de máquina, tal como dijo ese anciano, que despedazó a nuestro equipo de operaciones especiales”. Un par de gotas de rocío se escurrían por sus hojas hacia su escrito. “Todo el grupo de *Pistia stratiotes* fue aniquilado, fueron rotos en pedazos, parecía un crimen con furia u odio, o quizá una mezcla de ambos, nos equivocamos al creer que habíamos triunfado sobre los humanos. Solamente Lechu Go quedó con vida, pero agoniza en las orillas del campamento, no podemos curarle y su situación cada vez es peor”. Eso era verdad, los colores del viejo y bonachón líder eran enfermizos, su buen humor se había perdido por completo, su ánimo ahora era sombrío y vengativo, su ira se contagiaba entre las plantas. “Además del planticidio de nuestro escuadrón especial, en esta ocasión, la tropa humana también dejó intoxicados los suelos”, Lirio Azul miró alrededor, desorientado, confundido, vio cómo las plantas terrestres, que hasta ahora habían estado a salvo, decaían, se marchitaban, ofrecían sus últimos frutos con la esperanza de que alguna semilla sobreviviera. “¿Qué hacer? Necesitamos ayuda”, pensó mientras sollozaba en silencio. “¿Ya lo ves? Joven planta”, el viejo pino volvía a tomar la palabra, “no hay victoria contra los humanos”.



“¡Tú qué sabes de victoria! ¿cuál es tu vínculo con ellos? ¿Cómo puedes tenerles la más mínima confianza cuando les llevaron al borde de la extinción y cometen este tipo de salvajismo?!”, Lirio Azul estaba desahogando su frustración contra el viejo Pino quien lo miró fijamente antes de contestar. “¿Confianza? No hay confianza, la alianza les resulta tan necesaria a ellos como es incómoda para nosotros”, el Pino empezó a recordar cómo él, junto con otros afortunados, fue salvado por un grupo de humanos radicales y llevado esta zona segura llamada el “Huerto Semillero”. Aún era semilla cuando eso ocurrió, pero la leyenda continúa hasta el día de hoy. Fue aquí donde encontraron refugio, lejos del alcance del enemigo. Los sobrevivientes de los Árboles Plus, aunque eran semillas, tenían la encomienda humana de continuar con el legado de la tribu al crecer y seguir produciendo descendencia con las características de los viejos Árboles Plus. Estas semillas permitirían que, en un futuro incierto, las características de árboles grandes, rectos y fértiles que alguna vez fueron el sello distintivo de la tribu siguieran existiendo en el mundo. “Nosotros hacemos entrega de nuestros hijos e hijas al enemigo, ellos seguirán teniendo semillas de calidad y, así, nosotros extendemos nuestras vidas por algunos años”. El silencio cayó nuevamente entre Lirio y el viejo Pino. Se miraban, pero no había palabras. La tensión era tal que podía cortarse con un cuchillo. “Esos contaminantes, esos... pesticidas que están afectando a las plantas terrestres, fueron liberados para que nadie más que ustedes, los Árboles Plus, crezcan”, espetó finalmente Lirio Azul. El anciano lo miraba sin mostrar emoción alguna, “Los árboles Plus sacrificamos a nuestros hijos, hijas e incluso nuestras propias vidas por los humanos, nadie hace un sacrificio mayor que nosotros por la supervivencia. Sin esta alianza, ya estaríamos extintos, no hay otra esperanza”, dijo el viejo Pino antes de volver a dormir en su sitio.



“Alianza, aliados”, seguía pensando el capitán, “¿podría acaso concertar una reunión con los humanos? De ninguna manera, no podría confiar en ellos, malditos bárbaros”. El paisaje que le rodeaba era deprimente, las plantas terrestres se veían más deterioradas ahora, pero una idea vino a la mente de Lirio Azul como un relámpago: los humanos no eran de fiar, pero en su reino quizá alguien podría ayudar, podía pedirse apoyo estratégico al reino Animal.



Con renovados ánimos, el capitán decidió liderar una misión diplomática para buscar una alianza estratégica que pudiera ser la salvación de las plantas terrestres. Lirio Azul se entrevistó con el General Lumbricus, líder del equipo “Héroes del suelo”, un grupo de lombrices de tierra que se comprometieron a airear y aflojar el suelo, permitiendo que las raíces respiraran y se extendieran más fácilmente. Además, traerían consigo alimentos nutritivos hasta las capas más profundas de la tierra y mejorarían la calidad de los suelos. “Su trabajo subterráneo nos proporcionará una base más sólida para resistir los embates del enemigo humano”, Lirio Azul respiró nuevamente con esperanza.

Pasaron apenas un par de horas cuando, al amanecer, los suelos empezaron a moverse. Las lombrices de tierra habían llegado a cumplir lo prometido y lo hicieron junto con sus Microorganismos Core, un equipo microscópico de aliados selectos, cuidadosamente elegidos por su capacidad para ofrecer productos únicos y esenciales, eran medicinales y también complementos alimenticios. Los Microorganismos Core, bacterias y hongos, trajeron elixires artesanales, las hormonas de crecimiento de la familia de las auxinas y otros que inyectaron nueva vida a las estructuras vegetales debilitadas. Los hongos formaron micorrizas con las raíces de las plantas y ayudaron a los árboles a alimentarse. Ahí podían verse las plantas terrestres, antes marchitas, recuperando sus colores y turgencia, su fuerza para levantarse de nuevo y seguir con su fotosíntesis. Después de todo, los Microorganismos eran los expertos en mejorar el rendimiento vegetal y proteger de las enfermedades que los humanos habían desatado. ¡Incluso el suelo recuperaba su salud y la contaminación se reducía! Con la ayuda de las lombrices, las tropas podrían luchar en condiciones

más justas. Evidentemente, las plantas compartieron recursos y estrategias con sus nuevos aliados, manteniendo una comunicación constante a través de la rizosfera, donde las raíces liberan secreciones, y construyendo una relación basada en la confianza. La unión hace la fuerza, las plantas terrestres, las lombrices y microorganismos ahora cerraban filas detrás de Lirio Azul. “Resiste y sobrevive, nosotras somos plantas y no iremos a ningún lado”, pensó el capitán. El sol brillaba, cuando se escuchó nuevamente una tropa humana en movimiento y, con ellos, el sonido de máquinas destructoras.

El bosque está en duelo. Ayer, el anciano Pino, con sus más de cien años a cuestas, fue sacrificado. Su majestuosa figura, que alguna vez dominó el horizonte,

El bosque está en duelo. Ayer, el anciano Pino, con sus más de cien años a cuestas, fue sacrificado.

yacía en el suelo. Sabidos del trato con los humanos, el campamento era consciente de que su sacrificio era inevitable, como lo es para todos los Árboles Plus en el huerto semillero. Un joven Pino miraba con tristeza cómo los humanos trozaban el cuerpo sin vida del anciano. Unas cuerdas por acá, la máquina ruidosa

por allá, no tardó mucho en ser fragmentado y transportado, dejando atrás de sí una marca de aserrín y hojas muertas. “Estamos seguros, estamos seguros, seguimos aquí”, se repetía una y otra vez el joven Pino tratando de tranquilizarse, “los humanos necesitan que crezcamos, estamos seguros”. La máquina de corte empezaba a resonar nuevamente en la lejanía y otro Pino empezaba a ser sacrificado. Pero esos gritos, los gritos de agonía eran de, ¡un Pino joven! ¿Qué estaba pasando?

Lirio Azul se enteraría posteriormente que una extraña enfermedad causada por un hongo llamado *Fusarium circinatum*, mejor conocido en el bajo mundo de las plagas como Cancro resinoso, amenazaba con destruir la débil alianza que había entre Pinos



y humanos. La enfermedad podría arrasarse con todos los pinos que quedaban de pie, haciendo que fueran inútiles para los humanos. A lo lejos, el inconfundible rugido de la sierra empezaba a sonar en el aire una vez más. Era una purga, la tala selectiva, una cacería silenciosa de los menos resistentes, un planticidio humano otra vez. Los pasos de quienes realizaban esta macabra tarea se acercaban. La ansiedad de los pinos que estaban alrededor del riachuelo podía sentirse vívidamente, su estrés se mezclaba con la tristeza y bajaba para estremecer el suelo. El joven Pino cerró sus ojos por un momento al sentir la fría mano enguantada de un humano mientras le inspeccionaba. Respiró profundo y se despidió de la vida que había conocido. “Nunca debimos confiar en ustedes, esto es una guerra y elegimos el bando equivocado”, pensó, “ahora lo pagaremos con nuestras vidas”.

Los días pasaban y, bajo el liderazgo de Lirio Azul, las pequeñas plantas terrestres se habían fortalecido, los suelos gozaban de salud de nuevo y, en las aguas, había ocurrido un milagro. Los fragmentos de *Pistia* habían dado origen a nuevos individuos, ¡la estrategia humana para deshacerse de *Pistia* resultó ayudar en la reproducción del grupo! *Pistia* había renacido de sus fragmentos, incluso Lechu Go estaba en el campo liderando a sus plantas nuevamente; su color seguía siendo amarillo, enfermizo, pero ahí podías verle. “¡*Pistia*!”, gritaba Lechu Go mientras la maleza acuática de sus soldados respondía con euforia, “¡escúchenme ahora, escuchen! Pocos de ustedes recuerdan esto, son muy jóvenes, pero han oído la historia, saben que la escoria humana trató de eliminarnos del riachuelo. ¡De este riachuelo! Del riachuelo que nosotras recuperamos, del que puri-

ficamos, ¡del que ellos mismos viven!”, la multitud de *Pistias* rugía ante las provocaciones. Lechu Go miró fijamente a Lirio Azul, “no pertenece a nadie más”.

El capitán Lirio Azul quedó estupefacto, el equipo de operaciones especiales *Pistia stratiotes*, había transformado las aguas purificadas en un arma, traicionaba al reino negando su acceso a los demás y sembrando la discordia entre las especies. Lechu Go continuaba, “¡Tropa! liberen semillas en el fondo del riachuelo, ¿Quieren despedazarnos? Que lo hagan. ¿Quieren arrojarnos fuera y dejarnos morir de desecación? ¡Que lo hagan! Volveremos a brotar, volveremos a ocupar el riachuelo, ¡No existe manera en que puedan con nosotras!”. La enorme multitud de *Pistias* enloquecía y comenzaba a liberar semillas hacia el fondo del riachuelo, esto era un caos y parecía no haber solución ni forma de combatir a miembros del propio reino.

“Lechu Go, ¿qué demonios? No pueden negar el uso del agua en el ecosistema, es imposible”, cuestionó Lirio Azul al líder *Pistia*. El color nauseabundo del transformado Lechu Go era un indicador de su cambio de corazón. Con mirada totalmente despectiva y un tono

burlón, respondió, “Cierto, pero no querrán beber de esta agua, pues quedará tan putrefacta como antes, nosotras nos encargaremos de ello y solo nosotras podemos tolerar esas condiciones”. El problema se agravaba, la calidad del agua disminuyó mucho, la vida en el campamento se volvió una preocupación más que todo por sobrevivir. Era momento de tomar una decisión dura. “Hoja Brillante”, el capitán Lirio, se dirigió a su compañero de guerra, “Lleva este mensaje al ejército enemigo, necesitamos de los humanos”.

Sin el conocimiento de *Pistia*, Lirio Azul, Hoja Brillante y el general Lumbricus se reunieron con los

**“¿Y qué lograron?
¡Solo fortalecernos!
Este riachuelo es
nuestro, el agua es
nuestra, pagamos
por ella con nuestra
clorofila y nuestros
cuerpos”**



líderes humanos, una familia que vivía en el Huerto Semillero dedicada al cultivo de Pino. Su hogar, río arriba, no tenía drenaje y hacía uso de una fosa séptica que infiltraba contaminantes hacia pequeños cuerpos de agua, tal como el riachuelo que defendía el puesto de avanzada a cargo de Lirio Azul. Fue una sorpresa para los humanos recibir un exhorto de paz, pues rara vez la naturaleza se comunica de forma tan directa. La mayoría de las veces, los mensajes de los ecosistemas son sutiles, obvios, pero sutiles. Esta era la oportunidad de poner palabras de por medio y llegar a un acuerdo común. Esta vez, los humanos escucharían. Lirio Azul comenzó, “Agradezco su presencia aquí, líderes humanos, debo admitir que esta no fue mi primera opción para resolver nuestros problemas, tampoco fue la segunda, pues nuestra historia ha sido caracterizada por la desconfianza y

la depredación. Pero hoy tenemos un problema común y creo que podemos resolverlo. *Pistia stratiotes* ha crecido más allá de nuestro control y ahora libera pestilencia en las aguas del santuario de Pinos, esto nos daña tanto a nosotros como a sus propios intereses de que los Pinos crezcan saludables”. Los humanos se miraron entre sí, “Ustedes trajeron esas plantas foráneas a este lugar”, replicó el líder, un hombre moreno, de carácter fuerte y con una piel quemada por el sol. “Cierto, y no lo lamentamos”, siguió Hoja Brillante, “*Pistia* tiene una importante función aquí en el ecosistema siempre que pueda ser controlada. Si me lo permiten, presentaremos nuestra propuesta”. Hoja Brillante explicó que un trato como el de los Pinos podría serle aplicado a *Pistia*, esto requería un aprovechamiento periódico para retirar suficientes lechugas del agua y producir con ellas abono natural para los Pinos. Así, los Pinos del Huerto crecerían saludables y felices con menor frecuencia de enfermedades; además, el crecimiento de *Pistia* haría inevitable que estas purificaran el agua, si permanecían siendo pocos elementos, no podrían pudrir las aguas. El general Lumbricus se arrastró hacia el frente para tomar la palabra, “Nosotras no estamos tomando partido, apoyaremos la iniciativa Lirio Azul, mejoraremos el suelo de Pinos y ayudaremos en los propósitos humanos tanto en el crecimiento de sus cultivos como en la descomposición de *Pistia* para la producción de abonos”. Todos en el grupo sonrieron ante tal mensaje de total altruismo.

Impulsados por sus propios intereses de producir Pino y, quizá, muy ligeramente por la culpa y la esperanza de redimirse, se unieron a las plantas lideradas por Lirio Azul que aún creían en la cooperación. Juntos, formaron una alianza y pusieron en acción el “Plan Resiliencia SocioEcológica” para enfrentar a las *Pistia stratiotes* rebeldes y restaurar el equilibrio en el reino vegetal.



Las batallas hoy en día continúan, pero al final, la unión y la determinación han prevalecido. Las *Pistia stratiotes* fueron controladas y su líder Lechu Go falleció poco después debido a la intoxicación; las lechuguillas que permanecen, ahora viven en aguas purificadas que son compartidas por todas las especies. La victoria, sin embargo, fue agri dulce. La traición había dejado cicatrices profundas en el reino vegetal. Las plantas habían aprendido una dura lección sobre el poder de la corrupción y la importancia de la humildad.

A pesar de todo, la esperanza persistió. Las plantas se reconstruyeron, más sabias y más fuertes que antes. Y aunque los desafíos continuaban, sabían que juntos podían superar cualquier obstáculo. La historia de Lechu Go sirvió como un recordatorio de que incluso los héroes pueden caer y de que la verdadera fuerza reside en la unidad, confianza y cooperación.

Los humanos, por un breve instante, admiraron la capacidad de la naturaleza para apoyarse de forma totalmente incondicional y también se sorprendieron por su potencial de volverse contra sí misma.

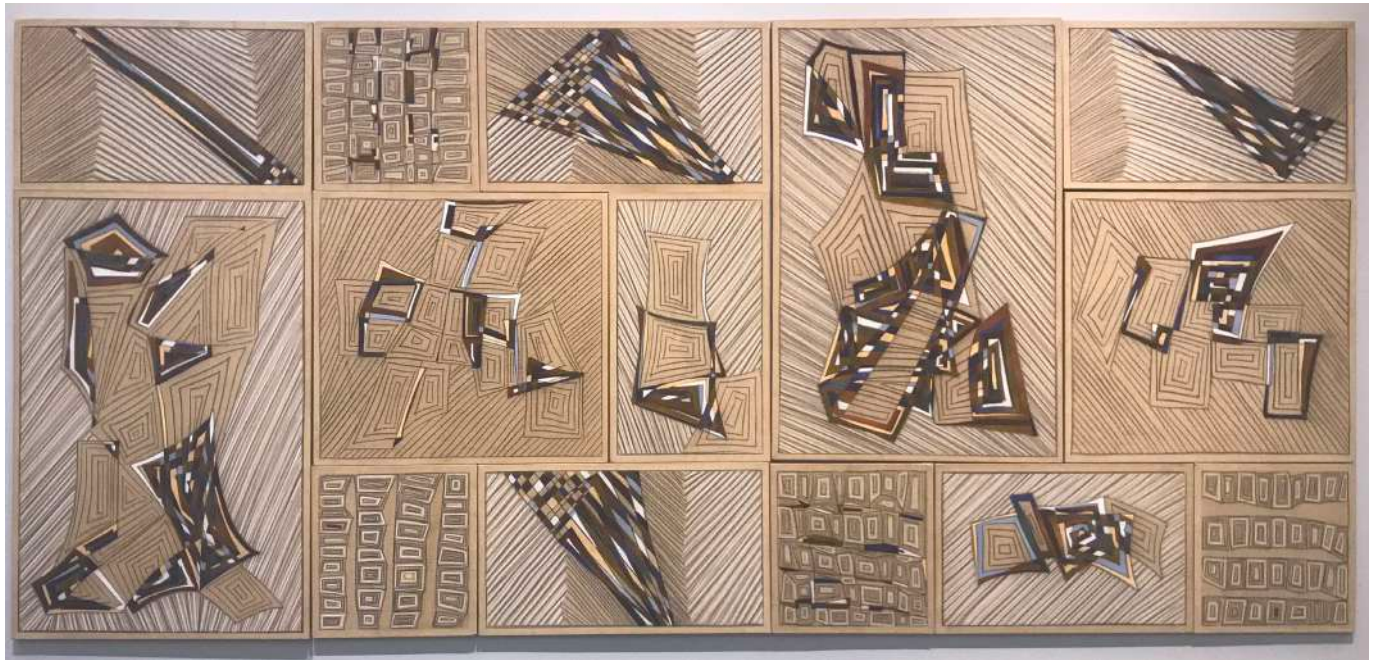






Referencias

- Ali, M., Aslam, A., Qadeer, A., Javied, S., Nisar, N., Hassan, N., Hussain, A., Ali, B., Iqbal, R., Chaudhary, T., Alwahibi, M. S. & Elshikh, M. S. (2024). Domestic wastewater treatment by *Pistia stratiotes* in constructed wetland. *Scientific Reports*, 14(1), 7553. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-57329-y>
- Cerano Paredes, J., Constante Garcia, V., Nava-Reyna, E., Muñoz-Villalobos, J. A. & Sánchez Cohen, I. (2021). Respuesta del crecimiento anual de *Pinus patula* (Schl. et Cham.) a variables climáticas. *Agrofaz Journal of Environmental and Agroecological Sciences*, 4, 93-102. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8325249>
- Hernández, E. (2019). Estandarización de la obtención y caracterización de un extracto acuoso de lombricomposta y su efecto en la germinación de *Hemileia vastatrix*. En *El extracto acuoso de lombricomposta: generalidades, caracterización y potencial alternativa para el control biológico de Hemileia vastatrix*. Instituto de Ecología A. C. <https://agritrop.cirad.fr/591518/1/23.%20El%20extracto%20acuoso%20de%20lombricomposta.%20Generalidades%20C%20caracterizaci%C3%B3n%20y%20potencial%20alternativa%20para%20el%20control%20biol%C3%B3gico%20de%20H.%20vastatrix.pdf>
- Lavelle, P., Spain, A., Blouin, M., Brown, G., Decaëns, T., Grimaldi, M., Jiménez, J. J., McKey, D., Mathieu, J., Velasquez, E. & Zangerlé, A. (2016). Ecosystem engineers in a self-organized soil: A review of concepts and future research questions. *Soil Science*, 181(3-4), 91-109. <https://doi.org/10.1097/SS.000000000000155>
- Medina Sauza, R. M., Álvarez-Jiménez, M., Delhal, A., Reverchon, F., Blouin, M., Guerrero Analco, J. A., Cerdán, C. R., Guevara, R., Villain, L. & Barois, I. (2019). Earthworms Building up Soil Microbiota, A Review. *Frontiers in Environmental Science*, 7, 1-20. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2019.00081>
- Medina Sauza, R. M., Solís García, I. A., Blouin, M., Villain, L., Guevara, R., Barois, I. & Reverchon, F. (2023). Microniches Harbor Distinct Bacterial Communities at the Soil-plant-earthworm Interface. *European Journal of Soil Biology*, 118, 103531. <https://doi.org/10.1016/j.ejsobi.2023.103531>
- Ortunio, C. M. S. & Guevara R. H. (2016). Aproximación teórica al constructo resiliencia. *Comunidad y Salud*, 14(2), 96-105. <https://www.redalyc.org/pdf/3757/375749517012.pdf>
- Puga Freitas, R., Abbad, S., Gigon, A., Garnier Zarli, E. & Blouin, M. (2012). Control of cultivable IAA-producing bacteria by the plant *Arabidopsis thaliana* and the earthworm *Aporrectodea caliginosa*. *Applied and Environmental Soil Science*, 2012, 1-4. <https://doi.org/10.1155/2012/307415>
- Rodríguez Rivas, G., Hernández Hernández, A., López Upton, J., Dorantes López, J. & Pérez Vásquez, F. X. (2024). Establecimiento de ensayos de progenie. En F. García Campusano, M. Gómez Cárdenas y N. M. Sánchez Vargas (eds.), *Mejoramiento genético de Pinus pseudostrobus: Avances, retos y perspectivas* (pp. 85-99). Conafor. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/940014/Mejoramiento_gen_tico_de_Pinus_pseudostrobus_avances__retos_y_perspectivas._compressed.pdf



Título: Ritmo pendiente de ubicación (Políptico)

Técnica: Pastel / lienzo crudo

200 x 400 cm / 1976

Myra Landau

el IAP de la UV en el MUAC

Dr. José Manuel Morelos
Instituto de Artes Plásticas
Universidad Veracruzana
mmorelos@uv.mx

El pasado 7 de septiembre, en el Museo Universitario de Arte Contemporáneo (MUAC) de la Universidad Autónoma de México (UNAM), se inauguró la exposición *Geometría sensible*, de Myra Landau, curada por Pilar García. Es una retrospectiva que abarca algo más de sesenta años y presenta 250 obras de la artista rumana, 48 de las cuales fueron prestadas por el Instituto de Artes Plásticas (IAP) de la Universidad Veracruzana, con sede en Xalapa, dirigido por quien suscribe estas palabras.

Nacida en Bucarest, Rumania, Landau (1926-2018) huyó de la persecución nazi a los catorce años y vivió en París, Coímbra y Lisboa antes de trasladarse a Río de Janeiro, Brasil y, de allí, en la década de los sesenta, a México, donde coincidió con uno de los momentos más emblemáticos de la Generación de la Ruptura (1952-1965), teniendo contacto con algunos de los artistas que después se identificaron así, como Vicente Rojo, Manuel Felguérez, Vlady y Brian Nissen.

En esos años, las expresiones típicas de la llamada “Escuela Mexicana de Pintura” eran desplazadas en favor de la abstracción, la lírica y la geométrica. En 1976, el Museo de Arte Moderno realizó la exposición *El Geometrismo Mexicano*, que incluyó obras de algo más de veinte artistas, entre los que había una sola mujer: Helen Escobedo. Entre Goeritz, Mérida, Rojo, Gerzso, Sakai, Moyao y otros, Landau no fue considerada, a pesar de que su trabajo se caracterizaba por el uso de formas geométricas, unas veces de contornos duros o nítidos (*hard edge*) y otras suavizados. El atinado título de la exposición que nos ocupa, *Geometría sensible*, evoca un poco la naturaleza de su trabajo: una combinación de emoción y razón, de lirismo y abstracción; en cierto modo, gestual. A esta peculiaridad hay que agregar el empleo del pastel sobre lienzo crudo, una relación inusual entre soporte y medio, pues el propio de este es el papel o alguna clase de cartón.

La exclusión, la omisión de la artista, su –digámoslo– invisibilización, es un fenómeno generalizado de larga historia que, por fortuna y para justicia de las autoras o creadoras mujeres, es abatido día con día, a través, por ejemplo, de muestras como esta, que ha requerido una investigación exhaustiva, el acopio de su producción y la intención de redescubrirla y posicionar sus aportes en el ámbito de las artes y la cultura local, nacional y universal.

Myra Landau llegó a Xalapa –sobra hablar de su tradición artística y cultural– durante el rectorado de Roberto Bravo Garzón, quien en su momento invitó a Carlos Jurado a ponerse al frente del IAP, donde para fortalecer la entidad se crearon nuevos espacios de trabajo, a los que se incorporó la artista. Ella tenía ya una obra consolidada, pero sin duda la riqueza natural de la región y su relación con distintos creadores e intelectuales resi-



Título: Ritmo desubicado(Políptico)

Técnica: Pastel / lienzo crudo

185 x 360 cm / 1976



dentes en la ciudad, expandieron su mirada y sus recursos.

En el IAP, que conserva parte de su obra, su vasta producción como investigadora integró lo matérico y lo gestual, sus “caligrafías rítmicas”, sus texturas y su interés por lo orgánico, todo lo cual se cimentaba en la abstracción, con materiales como pastel, acrílico y metales.

Desde 1987 no se había exhibido la obra de esta artista en México, de modo que al IAP le pareció importante responder positivamente a la solicitud del MUAC en torno al préstamo de 48 obras cuyas del acervo artístico de la UV, distribuidas y en resguardo en las cinco regiones universitarias. Las piezas, debido al paso del tiempo y a diversas condiciones ambientales, habían sufrido un deterioro significativo, por lo que era necesaria una intervención urgente y especializada para estabilizarlas, restaurarlas y favorecer su preservación a largo plazo. En colaboración con la UNAM a través de la coordinación del MUAC, un equipo de expertos en restauración de tres talleres de Ciudad de México llevó a cabo los trabajos correspondientes.

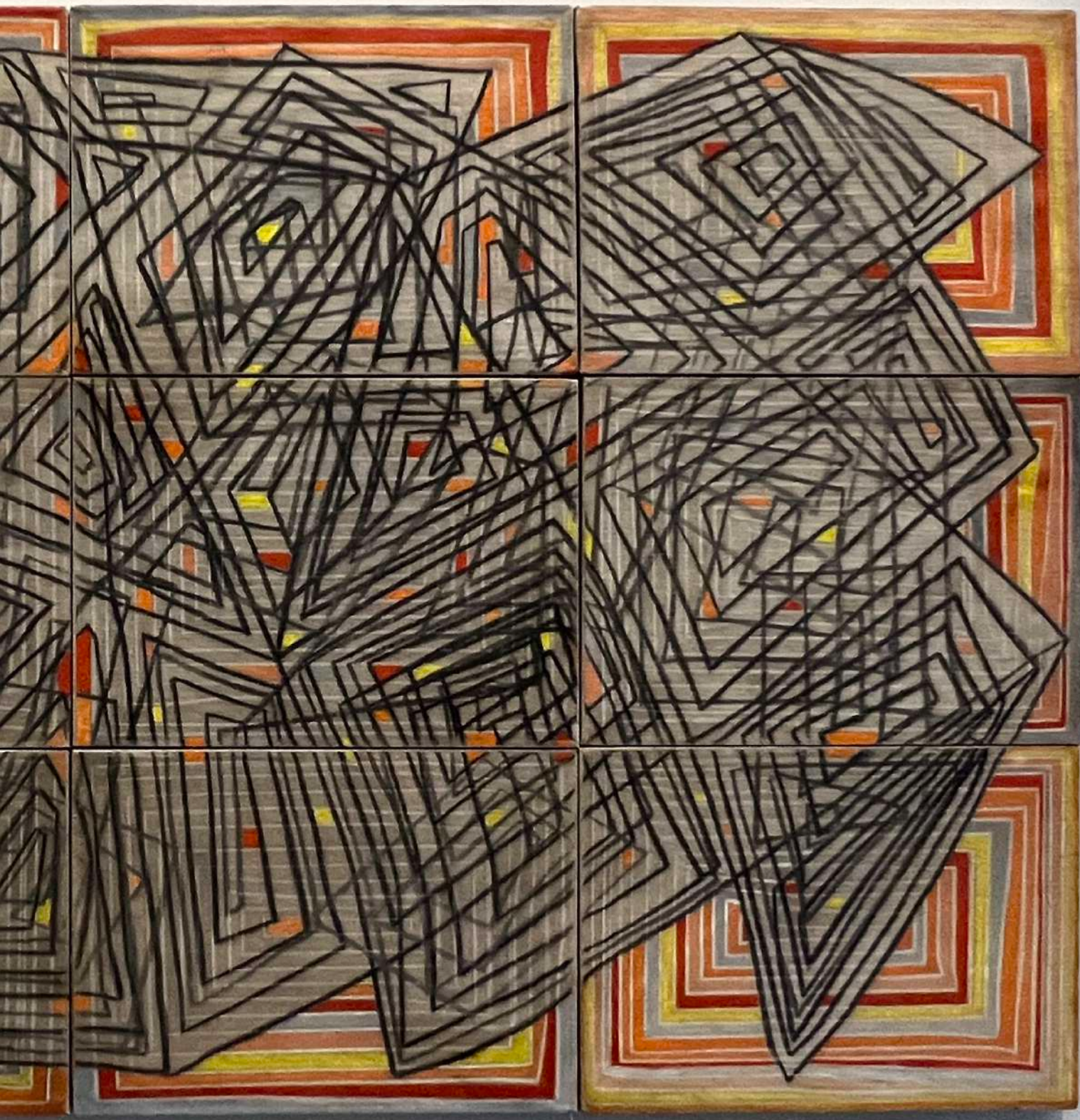
Así, la exposición a la que nos referimos forma parte de los proyectos de vinculación del IAP y el MUAC, con el apoyo de la Dirección General del Área Académica de Artes y en concordancia con el Convenio Marco entre la Universidad Veracruzana y la Máxima Casa de Estudios. Acciones como esta expresan la importancia que la UV confiere al rescate y la dignificación de su patrimonio artístico tangible.

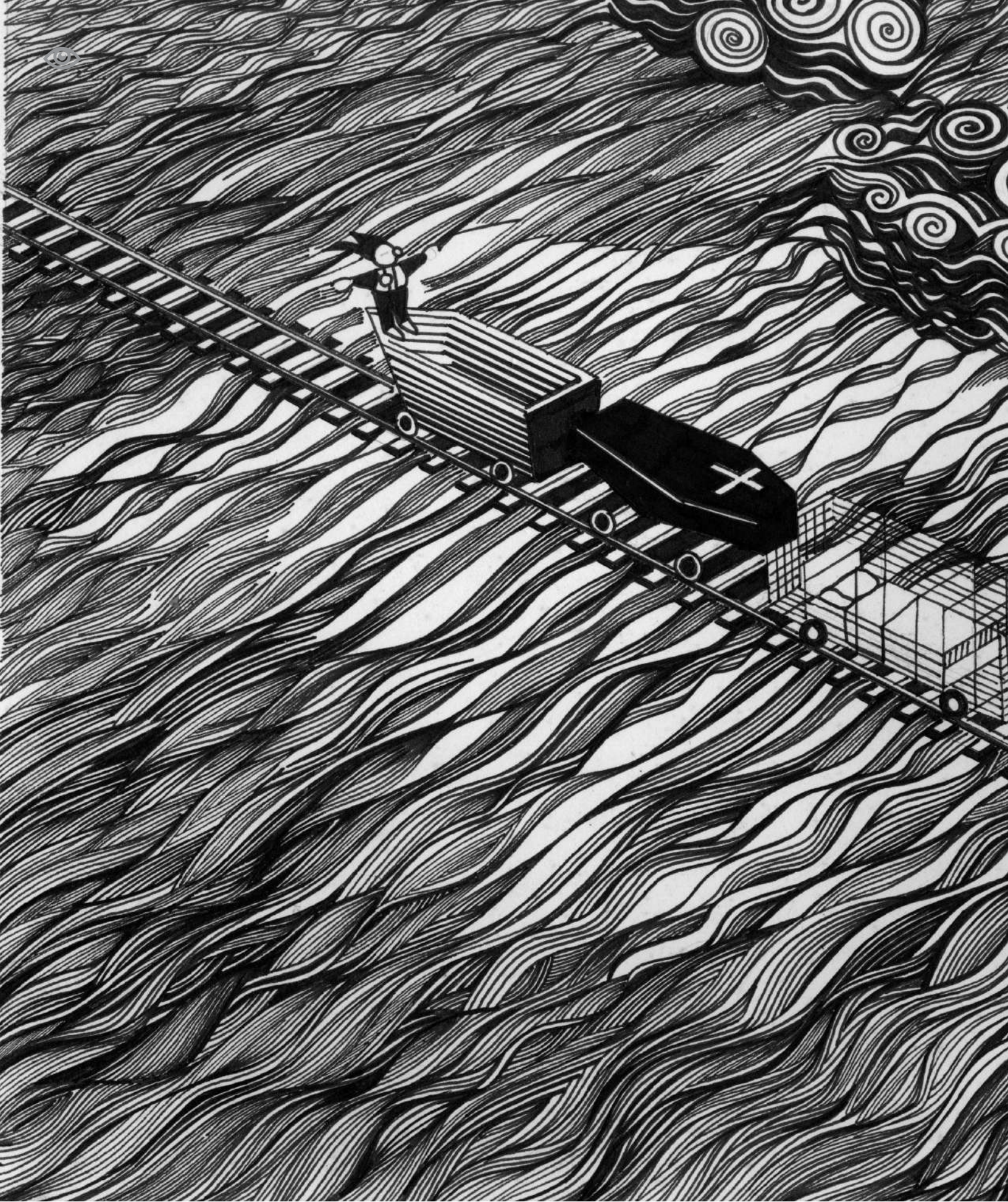
Título: Ritmo súper enredado (Políptico)

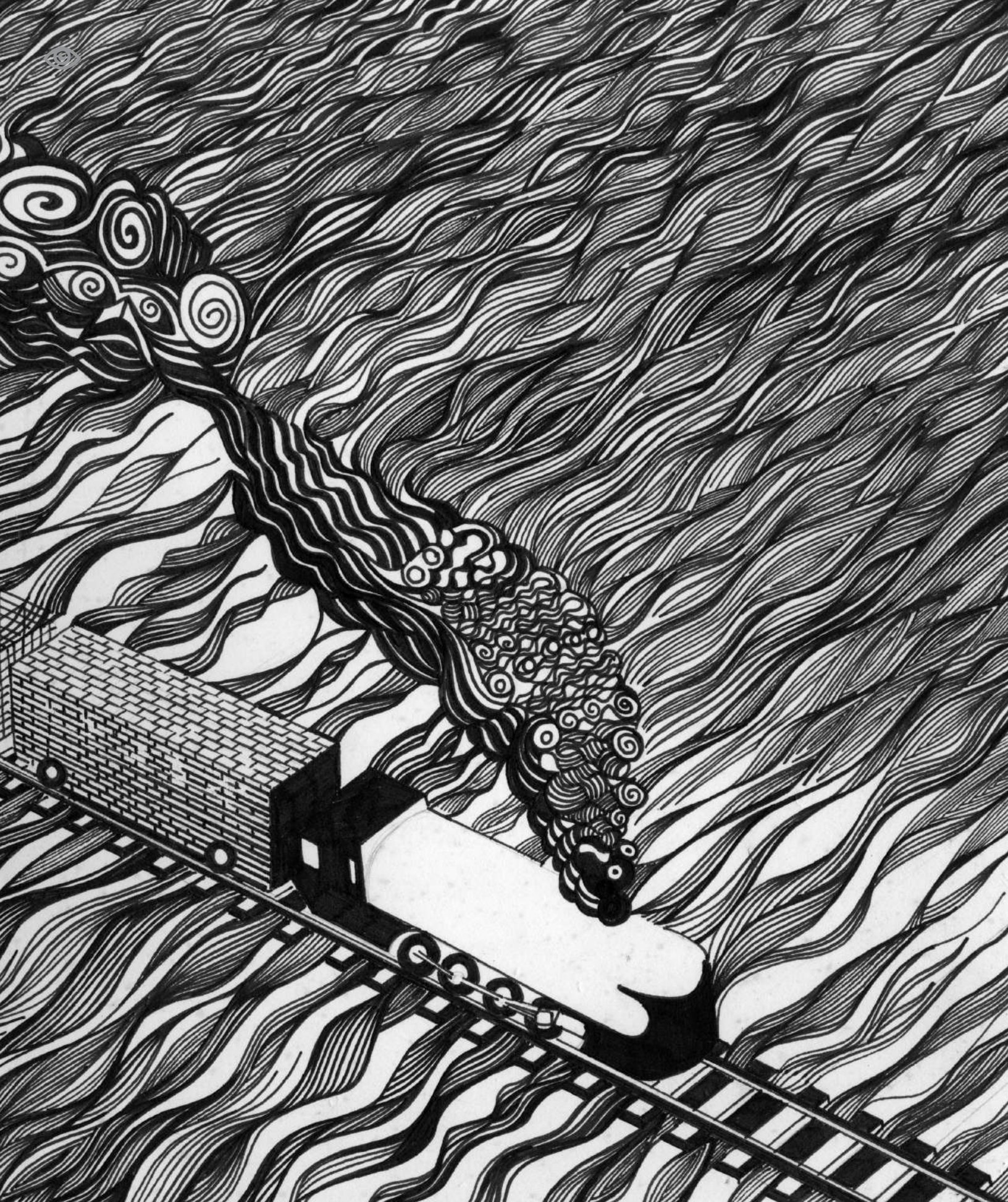
Técnica: Pastel / lienzo crudo

121 x 166 cm / 1975











Directorio de colaboradores

Presentación

Dra. Ibiza Martínez Serrano
Facultad de Biología
Universidad Veracruzana
ibimartinez@uv.mx

Artículos de investigadores:

1. Micotoxinas en acción: ¿Qué esconden los hongos en tu comida?

Dra. Laura Fiorella Cadenillas Sueldo
Laboratorio de Química Agroindustrial (LCA)
Instituto Nacional Politécnico de Toulouse (INP-
ENSIACET), Francia
laura.cadenillas.s@mail.com

2. Biotecnología y Microbios: Un Viaje al Corazón de la Innovación

Dr. Jorge Ricaño Rodríguez
Centro de Ecoalfabetización y Diálogo de Saberes
Universidad Veracruzana
jricano@uv.mx

Artículos estudiantiles

3. Detectando enemigos identificación de hongos y enfermedades en frutos de berenjena

Dr. Alejandro Salinas Castro
Centro de Investigación de Micología Aplicada
Universidad Veracruzana
asalinas@uv.mx

María de Guadalupe Matías Vera
Estudiante de la Facultad de Química Farmacéutica
Biológica, región Xalapa
Universidad Veracruzana
zS20007602@estudiantes.uv.mx

4. Fermentos que huelen a tepache, pero son abono

Natalia Meztli Ochoa Manrique
Estudiante de Maestría, Facultad de Ciencias Agrícolas
Universidad Veracruzana
zS22024707@estudiantes.uv.mx

Dr. Mario Alejandro Hernández Chontal
Facultad de Ciencias Agrícolas
Universidad Veracruzana
mariohernandez@uv.mx

Dra. Gabriela Sánchez Viveros
Facultad de Ciencias Agrícolas
Universidad Veracruzana
gabsanchez@uv.mx

Dr. Carlos Roberto Cerdán Cabrera
Facultad de Ciencias Agrícolas
Universidad Veracruzana
ccerdan@uv.mx



5. La ciencia detrás de la luz química

Samuel Rodríguez Ramos
Estudiante de la Facultad de Química Farmacéutica
Biológica
Universidad Veracruzana
zs22015436@estudiantes.uv.mx

6. Dormir bien para vivir mejor

Dr. León Felipe Beltrán Guerra
Instituto de Investigaciones Psicológicas
Universidad Veracruzana
lebeltran@uv.mx

Inés Citlali López Ortega
Estudiante de la Facultad de Medicina, región Córdoba-
Orizaba
Universidad Veracruzana
zs20007021@estudiantes.uv.mx

7. ¿Cómo los medicamentos pueden afectar a tu salud bucal?

Viviana Arguello del Valle
Estudiante de la Facultad de Ciencias Químicas,
Universidad Veracruzana
zs20007665@estudiantes.uv.mx

Manuscrito

8. ¡Guerra!, Plantas vs Humanos

Eduardo Hernández Hernández
Estudiante de Posgrado en Ciencias Agropecuarias,
Facultad de Ciencias Agrícolas
Universidad Veracruzana
hernandez23@ueh.edu.mx

María Esther Díaz Martínez
Estudiante de la Facultad de Ciencias Agrícolas
Universidad Veracruzana
mariadiaz@uv.mx

Marycruz Álvarez Jiménez
Estudiante de Posgrado en Ciencias,
Red de Ecología Funcional
Instituto de Ecología A. C.
marycruz.alvarez@posgrado.ecologia.edu.mx

Guillermo Rodríguez Rivas
Estudiante de la Facultad de Ciencias Agrícolas
Universidad Veracruzana
guilrodriguez@uv.mx

Jesús Dorantes López
Estudiante de la Facultad de Ciencias Agrícolas
Universidad Veracruzana
jdorantes@uv.mx

José Luis Landa Ochoa
Estudiante de Posgrado en Ciencias Agropecuarias,
Facultad de Ciencias Agrícolas
Universidad Veracruzana
zS20022707@estudiantes.uv.mx

Dra. Isabelle Barois Boullard
Red de Ecología Funcional
Instituto de Ecología A. C.
isabelle.barois@inecol.mx

Gabriela Sánchez Viveros
Estudiante de la Facultad de Ciencias Agrícolas
Universidad Veracruzana
gabsanchez@uv.mx

Nota

9. Myra Landau el IAP de la UV en el MUAC

Dr. José Manuel Morelos
Instituto de Artes Plásticas
Universidad Veracruzana
mmorelos@uv.mx

En portada: *La fuente*, firmada por R. Mutt, presentada en 1917 en la Sociedad de Artistas Independientes por Marcel Duchamp, probablemente la obra más emblemática del siglo XX, intervenida por la ecuación más conocida de la historia, evidentemente de Albert Einstein. Una metonimia.



Pregones de Ciencia. Por una cultura científica común / *Revista multidisciplinaria de ciencia y arte*, año 1 núm. 5, una publicación trimestral octubre-diciembre de 2024, editada por la Dirección General de Investigaciones, Universidad Veracruzana. Es distribuida por la Coordinación de Gestión y Divulgación de la Investigación de la misma Dirección General, en acceso abierto, totalmente gratuito y sin publicidad. Esta revista utiliza fuentes opentype y adobe fonts con licencia a nombre de la Universidad Veracruzana. Las imágenes, ilustraciones y otros elementos gráficos son propiedad de sus respectivos autores o fuentes, y se utilizan con fines académicos y divulgativos. Todos los derechos y responsabilidades de los contenidos de esta revista pertenecen a las y los autores. Esta revista se adhiere a los principios éticos y de calidad de la Asociación de Revistas Científicas de México (ARCEM) y del Comité de Ética de Publicaciones (COPE). Los artículos enviados a esta revista se someten a un proceso de evaluación por pares doble ciego, lo que garantiza el anonimato y la imparcialidad de los evaluadores. Esta revista se financia con recursos propios de la Universidad Veracruzana. Para más información visita nuestra página <https://pregonesdeciencia.uv.mx/> Escríbenos a pregonesdeciencia@uv.mx, teléfono: 228 8418900, ext. 13114. Dirección: Dr. Luis Castelazo Ayala, Industrial Las Ánimas, C.P. 91193 Xalapa de Enríquez, Veracruz de Ignacio de la Llave, México. Esta revista se terminó de editar y publicar en diciembre de 2024.



Universidad Veracruzana