

Revista Semestral  
Año 2, Número 5  
Agosto de 2021

# **ALGUNOS PRINCIPIOS DE LA QUÍMICA VERDE**

## **APLICADA A UNA TÉCNICA DE EXTRACCIÓN DEL DNA**

Manuel Becerril González, América Nitxin Castañeda-Sortibrán, Alfredo César Herrera Hernández,  
Ángeles Adriana Reyes Álvarez, Mariela Rosales-Peña, Irma Sofía Salinas Hernández, Héctor Gilberto Vázquez-López

## Presentación

*Dr. Benjamín Barajas Sánchez*

3

## BIOLOGÍA

Algunos principios de la química verde aplicada a una técnica de extracción del DNA 5

*Manuel Becerril González • Eréndira Rosales Romero*

*Plantel Sur*

Manejo y cuidados del *Ambystoma mexicanum* en el acuario del CCH-Vallejo 20

*Mariela Rosales Peña*

*Exalumno: Ríos Vargas A. Donnet*

Conocimiento y uso del jengibre (*Zingiber officinale*) en el entorno familiar de los alumnos de bachillerato del CCH Sur 37

*Irma Sofía Salinas Hernández*

*Plantel Sur*

El ajo y los hongos, una relación fatal 58

*Alfredo César Herrera Hernández*

*Plantel Oriente*

## QUÍMICA

Evaluación del efecto conservador de aceites esenciales en cremas corporales 66

*Ángeles Adriana Reyes Álvarez*

*Alumnos participantes:*

*M. J. Domínguez-Cruz*

*X. Z. García-Bernal*

*V. García-Quero*

*O. Guadalupe-Martínez*

*Plantel Sur*

## GENÉTICA

El microbioma humano 74

*Conferencia impartida por Héctor Vázquez y América Castañeda*

*Facultad de Ciencias UNAM*

## METEOROLOGÍA

Efectos de la lluvia ácida en el geranio: *Pelargonium* 85

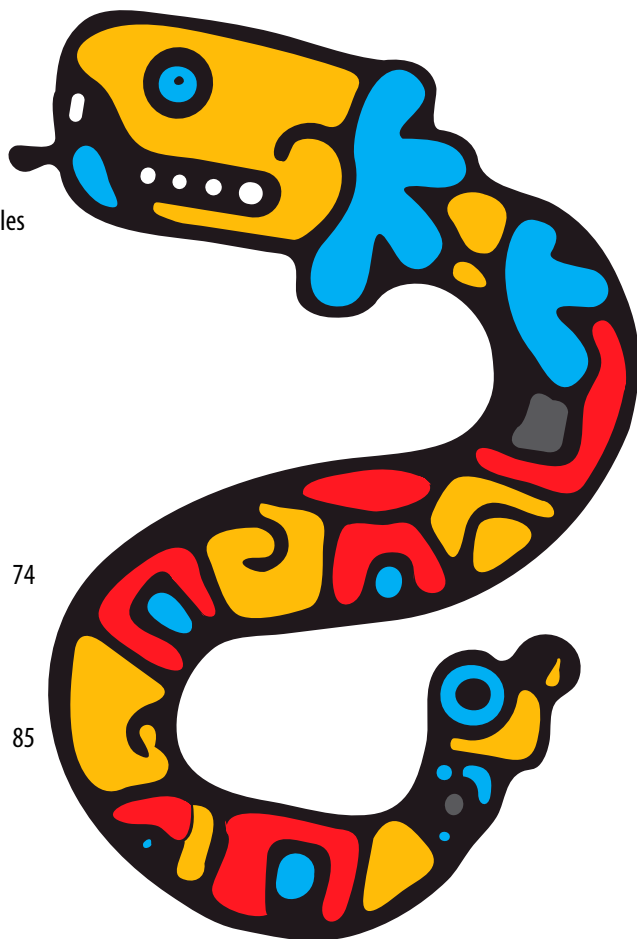
*Taurino Marroquín Cristóbal • Isabel Enríquez Barajas*

*Alumnos participantes:*

*Maryan Campos Chavarría*

*Santa Yesenia Salado Olivarez*

*Daniela Sayuri Calzada Mellado*





Uno de los objetivos de la revista *Consciencia* es la difusión de los trabajos e investigaciones que se realizan en el Sistema de Laboratorios para el Desarrollo y la Innovación (Siladin) que se encuentra en cada uno de los cinco planteles y a nivel central. Precisamente, en este quinto número de la revista se presenta la actividad didáctica experimental sobre extracción de DNA de fresa y manzana, utilizando seis de los 12 principios de la química verde. Dicha actividad de laboratorio también muestra los beneficios del uso de la microescala y el contexto Ciencia.

En este número también se presentan otras investigaciones que se desarrollan en Siladin, como aquellas que se han enfocado en extraer aceites como conservadores utilizando especias como clavo, cáscara de naranja, flores de crisantemo, hoja de apio, chile pasilla, cebolla, rábano, y hojas de menta; esto para utilizarlos en el desarrollo de cremas corporales. Además, se presentan textos en torno a las plantas medicinales, aquellas cuyo extracto es usado para el tratamiento de enfermedades en seres humanos: se trata de la herbolaria o fitoterapia que utiliza estas plantas medicinales con fines terapéuticos.

PRESENTACIÓN

Otro caso que se expone en las páginas de *Consciencia* es el del ajo, el cual es más que un condimento en los alimentos, pues ha sido objeto de estudio en muchas investigaciones que han confirmado sus múltiples beneficios: desde mejorar la salud general, hasta en el control de plagas de diversos cultivos. En este trabajo se explora una de las propiedades del ajo no tan conocidas: su potencial uso como anti-fúngico en tres medios diferentes. Hay que recordar que el plantel Vallejo cuenta con un acuario donde hay varias especies de agua dulce, entre ellos el ajolote, un anfibio de la especie *Ambystoma mexicanum*, que se encuentra en peligro de extinción en su hábitat natural. En este número hacemos una pequeña recopilación documental de esta especie, el manejo del ajolote desde la colecta de los huevos, hasta llegar a adultos para poder contribuir en su conservación debido a su importancia biológica, ecológica, cultural y medicinal.

Asimismo, damos cuenta de temas tan importantes como los conceptos básicos referentes al microbioma humano; la lluvia ácida y la contaminación atmosférica de tipo artificial, entre otros más. De esta forma, confío que la lectura de estos artículos divulgará el arduo e intenso trabajo académico que se realiza en el Siladin, en donde docentes y alumnos aprenden aprendiendo, misión primordial del CCH.

Dr. Benjamín Barajas Sánchez



BIOLOGÍA



# Algunos principios de la química verde

aplicada a una técnica de extracción del DNA

Autores

Manuel Becerril González


*manuel.becerril@cch.unam.mx*

Eréndira Rosales Romero

Plantel Sur

## Resumen

Se presenta una actividad didáctica experimental sobre extracción de DNA de fresa y manzana utilizando seis de los 12 principios de la química verde. Dicha actividad de laboratorio también muestra los beneficios del uso de la microescala y el contexto Ciencia, Tecnología, Sociedad y Cuidado del Ambiente (en adelante CTS-A). La experiencia ha sido desarrollada y adecuada a partir de diversos ensayos de laboratorio (modelo Kempa), sin embargo, se puede mejorar aún más para lograr que ésta presente una evaluación alta, y por tanto sea amable con el ambiente, además de reducir potenciales riesgos en la salud del personal que la realiza. Particularmente se generan menos residuos biológicos, se sustituyen reactivos y se disminuyen tiempos en la parte metodológica. Con base en lo anterior, se emitió una evaluación global cualitativa que dio como resultado un buen acercamiento verde. Finalmente, la actividad se puede adecuar para obtener mejores resultados, disminuir residuos y riesgos del trabajo experimental en el laboratorio.

 **Palabras Clave:** DNA, química verde, microescala, CTS-A.

## Introducción

La química verde y la microescala han sido propuestas de trabajo fundamentalmente

pensadas y desarrolladas para la industria, sin embargo, debido a las condiciones actuales del impacto negativo causado al ambiente, es imprescindible actuar en los diversos niveles educativos para coadyuvar en la generación de nuevas líneas de pensamiento; por ello, los principios de la química verde se deben fomentar en todas aquellas actividades de laboratorio que puedan y deban modificarse, nada de esto puede ser ajeno a la práctica docente en el área de las Ciencias Experimentales. Desde tiempo atrás, la microescala ha promovido un sistema de trabajo en donde economizar no está desligado de una práctica responsable y deseable, tanto por el aspecto del medio ambiente, como de la seguridad de las personas que intervienen en la actividad misma.

Por otro lado, la química verde se basa en la aplicación de un conjunto de principios que, cuando se utilizan en el diseño, el desarrollo y la implementación de productos y procesos químicos, permite a los científicos proteger y beneficiar a la economía, las personas y el planeta (Fragoso, 2020). Se trata de una ruta estratégica para ayudar a construir un futuro sostenible, al proponer la reducción del uso y la generación de sustancias peligrosas, utilizar materiales renovables y biodegradables que no persistan en el ambiente, utilizar catálisis y/o biocatálisis para mejorar la eficiencia y realizar reacciones a temperaturas bajas o ambientales, entre otros principios (Fragoso, 2020).

En el caso de los alumnos del bachillerato universitario del Colegio de Ciencias



Figura 1. Alumnos del CCH plantel Sur realizando la técnica de extracción y precipitación de DNA de fresa y manzana. Fotos: Autoría propia.

y Humanidades (CCH), estas prácticas deben estar orientadas a la reflexión hacia las actividades que realizamos de manera cotidiana y que pueden ser un punto de partida para la resolución de problemas en la parte social, económica y ambiental. Sobre estos aspectos, el contexto CTS-A ha cobrado mucha importancia entre aquellos académicos que buscan una mejoría en su práctica docente y que han trabajado desde hace algunos años en diversos aspectos de la formación científica básica e integral de los estudiantes.

Uno de los espacios académicos del CCH en donde tradicionalmente se llevan a cabo proyectos escolares, docentes y actividades experimentales, es el Sistema de Laboratorios para el Desarrollo y la Innovación (Siladin), además de que se promueven

diversas acciones para que los trabajos redunden en mejores estrategias de enseñanza-aprendizaje para los alumnos; por ello, se ha desarrollado una diversidad de trabajos significativamente importantes, mismos que deben socializarse con otros docentes.

En este sentido, la actividad de extracción y precipitación de DNA ha brindado resultados muy interesantes para los estudiantes; en tanto que para los profesores representa una oportunidad de adecuarla a las demandas actuales de la perspectiva de la química verde (Anastas y Warner, 1998) y otras líneas de trabajo que procuran el cuidado del ambiente, tales como la microescala y el contexto CTS-A.

Desde el descubrimiento y la descripción del DNA en 1953 (Watson y Crick,

1953) se generó una revolución científica que ha permeado los campos de la biología celular, molecular, la bioquímica, la medicina y la ingeniería genética, entre otras más. Sin duda alguna, se trata de una de las actividades que más han llamado la atención de los alumnos, misma que ha propiciado el trabajo colaborativo y crítico en los laboratorios del Siladin. La posibilidad de visualizar el DNA de manera fluorescente ha logrado interesar a los alumnos, y son ellos mismos quienes generan preguntas o desarrollan situaciones interesantes, logrando despertar su creatividad (Flores *et al.*, 2009), al mismo tiempo hay una mayor participación activa, promoviendo también la revaloración del trabajo en el laboratorio escolar (Figura 1).

Además de la técnica que se describe con el enfoque de la química verde, se

promueve que los estudiantes conciban al laboratorio como una herramienta sustancial para promover conocimientos significativos, que redunden en la adquisición de una cultura científica básica e integral.

## Metodología

La metodología originalmente fue obtenida de la actividad “La molécula de la vida en los alimentos, extracción y precipitación del ADN del chícharo” de las autoras Blanca Susana Cruz Ulloa, Beatriz Eugenia Elías López y Victoria Ortega Rangel del plantel Sur del CCH, para este trabajo se modificaron algunos pasos de la técnica de extracción y precipitación de DNA para aproximarse a los Principios de la Química Verde propuestos por Anastas y Warner (Tabla 1).

Tabla 1. Los Principios de la Química Verde (Tomados de Doria, 2009).

Principio	Objetivos
Prevención.	Es preferible evitar la producción de un residuo que reciclarlo, tratarlo o disponer de él una vez que se haya formado.
Economía Atómica.	Los métodos de síntesis deberán diseñarse de manera que se incorporen al máximo los reactivos en el producto final, minimizando la formación de subproductos, lo que favorece también al Principio 1.
Uso de metodologías que generen productos con toxicidad reducida.	Siempre que sea posible, los métodos de síntesis deberán diseñarse para utilizar y generar sustancias que tengan poca o ninguna toxicidad, tanto para el hombre como para el medio ambiente.
Generar productos eficaces, pero no tóxicos.	Los productos químicos deberán ser diseñados de manera que mantengan la eficacia a la vez que reduzcan su toxicidad.
Reducir el uso de sustancias auxiliares.	Se evitará, en lo posible, el uso de sustancias que no sean imprescindibles (solventes, reactivos para llevar a cabo separaciones, etc.).
Disminuir el consumo energético.	Los requerimientos energéticos serán catalogados por su impacto medioambiental y económico, reduciéndose todo lo posible.
Utilización de materias primas renovables.	Las materias primas han de ser preferiblemente renovables en vez de agotables, siempre que sea técnica y económicamente viables.



Evitar la derivatización innecesaria.	Se evitará en lo posible la formación de derivados (grupos de bloqueo, de protección/desprotección, modificación temporal de procesos físicos/químicos).
Potenciación de la catálisis.	Se emplearán catalizadores (lo más selectivos), reutilizables en lo posible, en lugar de reactivos estequiométricos.
Generar productos biodegradables.	Los productos químicos se diseñarán de tal manera que al finalizar su función no persistan en el medio ambiente, sino que se transformen en productos de degradación inocuos.
Desarrollar metodologías analíticas para la monitorización en tiempo real.	Las metodologías analíticas serán desarrolladas para permitir el monitoreo y control en tiempo real de los procesos, previo a la formación de productos secundarios.
Minimizar el potencial de accidentes químicos.	Se elegirán las sustancias empleadas en los procesos químicos de forma que se minimice el riesgo de accidentes químicos, incluidas las emanaciones, explosiones e incendios.

Tabla 2. Materiales de laboratorio y equipo para realizar la actividad de laboratorio extracción y precipitación de DNA de fresa y manzana.

Material y Equipo (cantidad)	Sustancias (cantidad)
Mortero con pistilo (1)	Etanol frío (18 mL)
Vaso de precipitados de 250 mL (3)	Cloruro de sodio (o sal de mesa) (4 g)
Vaso de precipitados de 50 mL (1)	Detergente líquido (60 mL)
Probeta de vidrio de 100 mL (1)	Agua destilada (720 mL)
Balanza de tres brazos (1)	Hielo
Agitador de vidrio (1)	Colorante DAPI (en disolución)
Baño maría de temperatura controlada (1)	
Termómetro (1)	
Soporte universal con arillo metálico (1)	
Embudo de vidrio de talle largo (1)	
Gradilla (1)	
Tubo de ensaye (2)	
Pipeta de 5 mL (1)	
Propipeta (1)	
Asa de siembra (bacteriológica) (1)	
Portaobjetos (1)	
Cubreobjetos (1)	
Tubo capilar (1)	
Papel filtro o de cafetera	
Microscopio de epifluorescencia	
Baño de hielo (cuba hidroneumática con agua y hielos)	
Material biológico (cantidad)	
Fresas frescas (25 g)	Manzana fresca (25 g)

En este caso la técnica requiere de materiales de laboratorio y equipo (Tabla 2).

### Procedimiento de la técnica a microescala

En este caso, se manejan cantidades de sustancias para seis equipos de cuatro alumnos cada uno. Se destaca que se empleó el modelo Kempa (Figura 2) para realizar las adecuaciones en cada uno de los pasos donde se realizó la intervención.

1. Preparar un baño de agua (corriente) y hielo, colocándolos en un recipiente (cuba hidroneumática) a una profundidad de 5 a 7 cm. Colocar 18 mL de etanol en un vaso de precipi-

tados de 50 mL en el baño de hielo.

2. Preparar la disolución de extracción de DNA, disolver 4 g de cloruro de sodio en 180 mL de agua destilada en un vaso de precipitados de 250 mL.
3. Pesar 25 g de fresas frescas, colocarlas en el mortero y realizar un puré, se puede agregar 30 mL de solución salina para ayudarse, una vez hecho esto vaciar en un vaso de precipitados el puré y se agrega 10 mL de detergente líquido y se mueve suavemente con el agitador de vidrio, se recomienda evitar que se forme espuma para no interferir con la observación.

1. Identificar el problema, tema, proceso para abordar...
2. Formular el problema. ← Reformular de nuevo
3. Planificar un experimento. ← Cambiar el diseño
4. Realizar el experimento. ← Cambiar el método
5. Apuntar datos y observaciones.
6. Interpretar datos y elaborar conclusiones.
7. Evaluar resultados y métodos.
8. Solucionar el problema.



Figura 2. Modelo Kempa para la solución de problemas en las prácticas de Laboratorio.




Figura 3. Puré con ambas muestras de tejidos (fresa y manzana). Fotos: Autoría propia.

4. Repetir el paso 3 con la manzana (Figura 3).
5. Verter la disolución de extracción de DNA (preparada en el paso 2) sobre el puré de cada muestra, de tal forma que se cubra el volumen total del puré (Figura 4).
6. Preparar el baño maría a 60°C, profundidad del agua 5 cm (Figura 5).
7. Colocar ambos vasos de precipitados con los purés de fresa y manzana y disolución de extracción de DNA en el baño de agua caliente. Anotar la hora de inicio.
8. Dejar que cada vaso de precipitados se incube en el baño de agua caliente por 8 minutos. Agitar la solución suavemente para distribuir el calor. Se recomienda que la temperatura no baje en ningún momento durante el periodo de incubación.
9. Después de transcurridos los 8 minutos, se transfieren los vasos con las muestras a un baño de hielo durante 2 minutos (Figura 6), agitar suavemente y dejar reposar.

ayudar para que haya una línea más →



 Figura 4. Muestras de puré con disolución de extracción de DNA. Foto: Autoría propia.


 Figura 5. Muestras de puré en incubación. Foto: Autoría propia.



Tabla 3. Resultados de los ensayos con diferentes tiempos de incubación con los tejidos de fresa y manzana.

Muestra biológica/ adecuaciones	Tiempo en minutos/ baño maría	Tiempo en minutos/baño de hielo	Cantidad de alcohol	Presencia de DNA
Fresa	5 y 10	4 y 7	3 mL	En ambos casos se precipitó
Manzana	5 y 10	4 y 7	3 mL	En ambos casos se precipitó

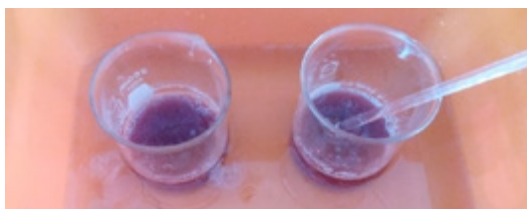


Figura 6. Vasos de precipitados con las muestras de fresa y manzana en baño de hielo. Foto: Autoría propia.



Figura 7. Muestras filtradas. Foto: Autoría propia.

### Filtración

- Mientras se enfría la mezcla de extracción se monta el dispositivo de filtración. Este consta de un embudo que se coloca sobre un arillo metálico fijo a un soporte universal, el talle del embudo debe quedar sobre el tubo de ensaye, con el papel filtro doblado y humedecido. Recibir por cada filtrado (fresa y manzana) en un tubo de ensaye (Figura 7 y Tabla 3).
- Los tubos de ensaye se dejan sin mover sobre una gradilla.

### Precipitación del DNA de fresa y manzana

- Lentamente, con ayuda de la pipeta deja escurrir por las paredes del tubo de ensaye 3 mL de etanol frío sobre cada filtrado.
- Dejar reposando los tubos de ensaye en la gradilla, sin moverlos, observar y registrar que sucede en la interfaz de cada uno, después de 1 o 2 minutos, se formará un precipitado blanco de aspecto lechoso (Figura 8), este es el DNA asociado a proteínas y RNA.

### Elaboración de preparaciones semipermanentes

- Con el asa de siembra se extrae parte de la muestra de DNA, se coloca sobre un portaobjetos y se agrega una microgota con el tubo capilar de colorante específico DAPI, posteriormente se coloca el cubreobjetos y se observa al microscopio de epifluorescencia (Figura 9). Primero observar al objetivo de 10X, y una vez enfocado cambiar a objetivo 40X, se puede tomar una fotografía con el teléfono celular o video para registra la fluorescencia específica del DNA en la muestra (Figura 10), recordar también que se puede ayu-

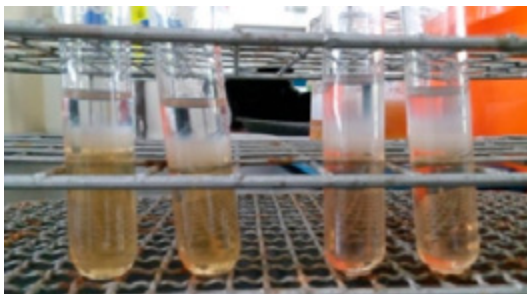


Figura 8. Tubos de ensaye con filtrado reposando en la gradilla. Foto: Autoría propia.



Figura 9. Preparación del microscopio de epifluorescencia con sus filtros. Foto: Autoría propia.

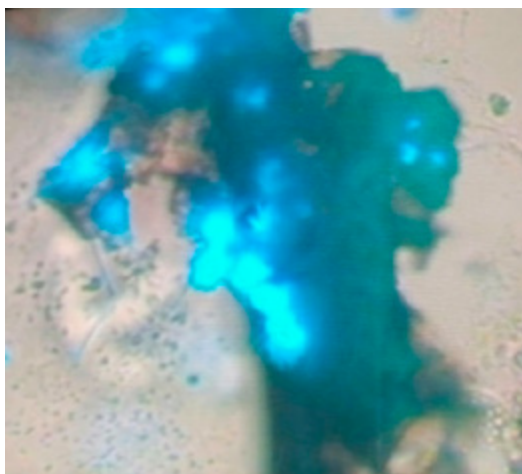


Figura 10. Fluorescencia del DNA vista a 10X en el monitor del microscopio. Foto: Autoría propia.

dar a la observación con el uso del monitor del microscopio o bien colocando una cámara videoflex con una pantalla.

## Resultados

Para las actividades que se desarrollan en el laboratorio, es necesario saber si la práctica es verde o cumple con algunas de sus características, para esto se realizó un diagrama de flujo en donde se identificaron los pictogramas (Figura 11) en donde se realizó una intervención en la técnica

de extracción; así como la escala de color de Likert (Tabla 4) en donde se realizaron adecuaciones para mejorar el procedimiento de acuerdo a los Principios de la Química Verde (Figura 12).





Figura 11. Pictogramas del Sistema Globalmente Armonizado (tomado de NOM-018-STPS-2015).

Tabla 4. Escala de color de Likert para el análisis y la evaluación de los Principios de la Química Verde (Tomada de Morales *et. al.*, 2011).

	10	Totalmente verde
	9	Gran acercamiento al verde
	8	Muy buen acercamiento al verde
	7	Buen acercamiento al verde
	6	Ligero acercamiento al verde
	5	Transición café al verde
	4	Ligeramente café
	3	Medianamente café
	2	Muy café
	1	Totalmente café

Cabe destacar que durante el trabajo de laboratorio, el modelo Kempa nos permitió corregir y evaluar cada uno de los pasos

para obtener los resultados deseados, tanto en la parte verde de la actividad, como en los resultados de la extracción y precipitación de DNA. En este sentido, también debemos mencionar que se realizaron pruebas con otros tejidos de frutos de la temporada como plátano, melón y durazno, sin embargo, los resultados no fueron positivos y sólo se trabajó con fresa y manzana. Una de las ventajas de la aplicación del modelo Kempa, es que previo al trabajo de laboratorio el profesor involucra, orienta y dirige a los alumnos, también permite la adecuación de la actividad de acuerdo a los intereses y objetivos y finalmente admite la mayor participación activa de los estudiantes.

La integración grupal en el laboratorio bajo este tipo de enfoque de enseñanza

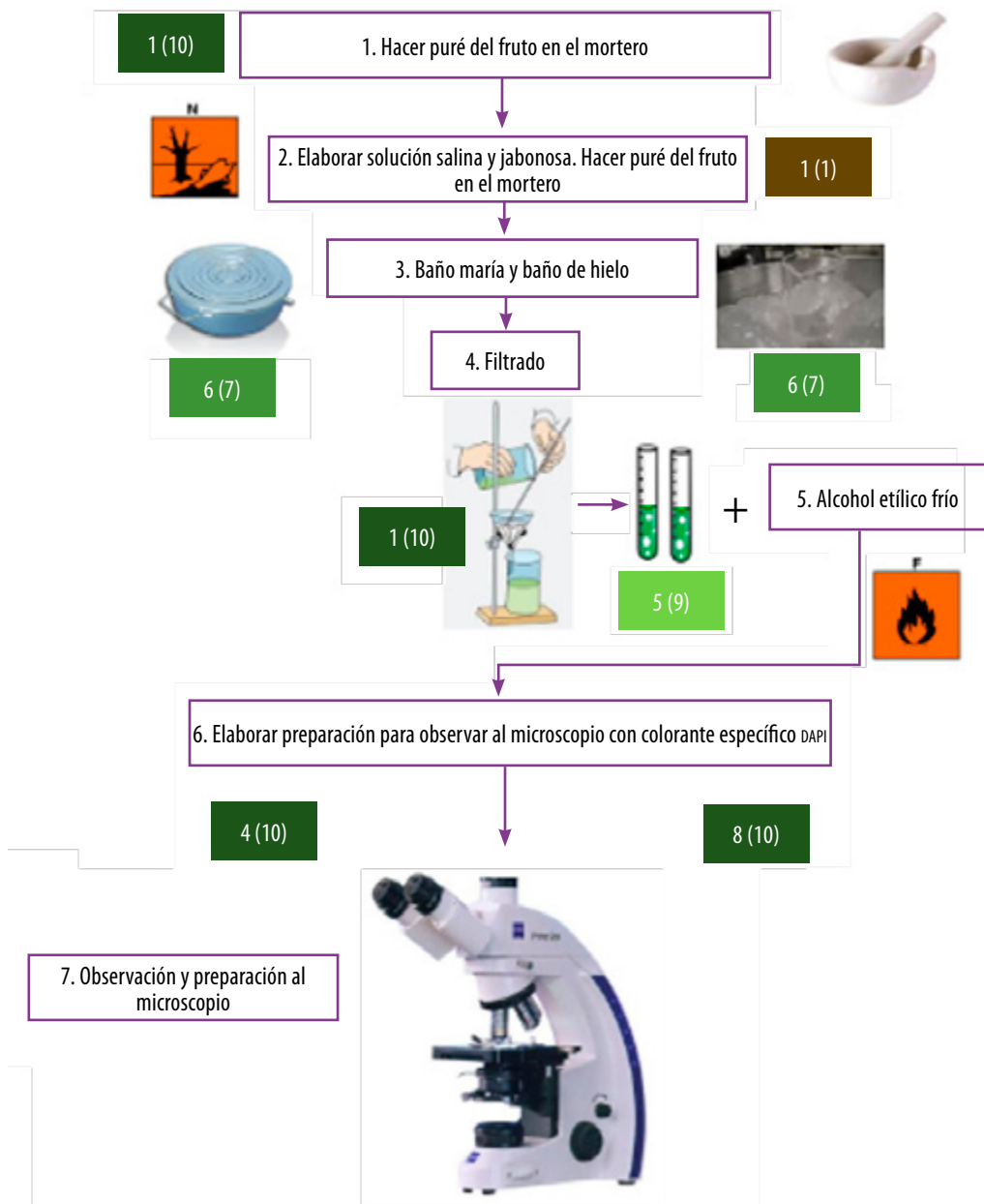


Figura 12. Diagrama de flujo de la actividad experimental utilizando la química verde.

Tabla 5. Valoración y descripción del diagrama ecológico de la actividad: extracción y precipitación de DNA de fresa y manzana.

Pasos del diagrama de flujo	Calificación	Justificación
Paso 1	1(10)	Se minimizaron la cantidad de residuos biológicos.
Paso 2	1(1)	Se minimizó la cantidad de detergente, se pasó de una disolución saturada a una concentrada, pero no se pudo sustituir.
Paso 3	6(7)	Se redujo el tiempo de uso del baño maría.
Paso 3	6(7)	Se disminuyó el tiempo de baño de hielo.
Paso 4	1(10)	Menor cantidad de residuos (filtrado) por tubo de ensaye. Menor muestra de tejido.
Paso 5	5(9)	Reducción de cantidad de alcohol etílico al mínimo.
Paso 6	4(10)	Sustitución de acetorceína (riesgo para la salud y cambio químico violento).
Paso 6	8(10)	Sustitución de naranja de acridina (probablemente mutagénico). Para los dos pasos (6) se sustituyó con DAPI en disolución (riesgo mínimo para la salud).

permite al estudiante discutir, razonar y comparar lo que se ha hecho en el trabajo práctico-experimental, teniendo así la posibilidad de vivir un proceso real de resolución de problemas (De Jong, 1998).

En la actividad, profesores y alumnos verificaron los siguientes principios de la química verde: minimizar la generación de residuos biológicos, la realización de experimentos con reactivos colorantes no tóxicos, reducir el uso de sustancias no esenciales, disminuir el consumo de energía (reducción de tiempos) y evitar derivados innecesarios; esto se describe en la Tabla 5.

Es importante considerar que la química verde basa sus principios en una evaluación cualitativa, es decir, una vez que se ha analizado cada principio la forma de reportarlo puede ser diversa, algunos utilizan gráficas comparativas de resultados, otros

realizan valoraciones de cambio de pH, índices de comparación, cuadros comparativos pre y post realización de la actividad, en tanto que la mayoría opta por generar una justificación del valor que otorga a cada una de las intervenciones en el experimento; éste último es nuestro caso, sobre todo porque en posteriores evaluaciones se pueden mejorar algunos principios.

#### Evaluación global de la actividad de laboratorio

Para realizar la evaluación cualitativa de la actividad se suman todas las evaluaciones entre paréntesis (categoría numérica) y se divide entre el número total de los principios, aun los que se repiten. Para este caso el resultado fue el siguiente:

$$\text{Acercamiento verde} = \frac{64}{8} = 8$$





Muy buen acercamiento verde

### **Análisis de resultados o discusión**

El trabajo de laboratorio se fue adecuando acorde con los pasos propuestos por el modelo Kempa, se debe considerar que los resultados pueden variar en función de cada una de las intervenciones que se realicen en el experimento, en este caso, se fueron seleccionando los mejores resultados para evidenciar la presencia de DNA en cada uno de los tejidos seleccionados.

La escala de color de Likert arrojó muy buen acercamiento verde (evaluación global de ocho) lo que indica que se seleccionaron los puntos adecuados en la metodología, pero como se ha mencionado con antelación, se pueden continuar realizando ensayos de laboratorio con diferentes tipos de muestras, además de adecuar tiempos de incubación; pese a ello, estamos seguros de que el experimento cuenta con las características deseadas para ser considerado como verde (más amigable con el ambiente).

De acorde con los principios verdes, en el paso 1 se minimizaron la generación de residuos biológicos, en este caso los tejidos (puré) de fresa y manzana fueron utilizados en su totalidad, y la cantidad mínima de los filtrados se pueden incorporar en forma de composta. También se disminuyó la cantidad de etanol, disolución salina, disolución jabonosa y colorante para la microscopía (DAPI).

En el paso 2, se minimizó la cantidad de detergente al pasar de una disolución saturada a una concentrada, sin embargo, aún no se ha podido sustituir por otro elemento que coadyuve al rompimiento de las membranas celulares.

Para el paso 3, se redujeron los tiempos de incubación en baño maría y baño de hielo, en el primer caso, debido al uso de un termo-baño con temperatura controlada, ya que esto permitió llegar directamente a los 60°C y no elevar la temperatura a 80°C y, posteriormente, mantenerla constante a los 60 grados centígrados como originalmente se indica.

En el paso 4, se redujo la cantidad de residuos nuevamente (filtrado) por tubo de ensaye, además que se redujo el número de tubo de ensayos comparado con la propuesta original de la técnica.

Para el paso 5, se redujo de 10 mL a sólo 3 mL de uso de etanol (queda pendiente realizar el ensayo con concentraciones menores al 70%).

En el paso 6, se probó la mayor adecuación al haber sustituido los colorantes naranja de acridina y la acetorceína, en el primer caso, debido a que según la National Fire Protection Association (NFPA, por sus siglas en inglés) de los Estados Unidos de América, presenta un código azul 2, es decir: riesgos para la salud/riesgosa, probablemente mutagénico, no incorporar al suelo o agua; en el caso de la segunda, al tratarse de la combinación (orceína sintética y ácido acético glacial) se consideró el mayor riesgo con un código azul 3, extremadamente riesgosa; rojo 2, riesgo de in-

endio/calentamiento moderado lo puede inflamar, y amarillo 2, reactividad/cambio químico violento, en este caso se utilizó el colorante específico (adenina y timina) DAPI (4',6-Diamidino-2-fenilindol diclorhidrato) para microscopía en disolución, ya que el Reglamento de la Comisión de la Unión Europea lo considera un reactivo no peligroso físicamente, sin riesgos para la salud ni el medio ambiente, sin pictograma de advertencia ni peligro, aunque se puede obtener en presentación en polvo, el riesgo por inhalación es menor, siempre y cuando (como cualquier sustancia) se maneje con prudencia y se laven las manos después de su manipulación; en algunos casos, laboratorios de Estados Unidos de América y Canadá en sus hojas de seguridad (Cayman Chemical, 2020) mencionan que puede causar una leve irritación en la piel o mucosas, por lo que le otorgan el código azul 1. Pese a lo anterior, no se compara con los riesgos de salud y ambientales con los otros dos reactivos-colorantes que menciona la técnica original.

Existen otros pasos que pueden emplearse para reducir el consumo de energía, tal es el caso del uso de un solo microscopio de epifluorescencia (en lugar de seis auxiliares ópticos compuestos) que viene equipado con una cámara y un monitor, lo que permitirá a diversas personas observar en tiempo real las preparaciones semipermanentes con muestras de DNA; cabe mencionar que también en los laboratorios del Siladin se puede utilizar la cámara video-flex conectada a una pantalla.

## Conclusiones

Mediante las adecuaciones realizamos un buen acercamiento a los principios de la química verde, no obstante, sabemos que como con cualquier actividad experimental siempre existen riesgos y que éstos pueden aminorarse con la revisión continua del trabajo y los ensayos realizados en el aula-laboratorio.

Por otro lado, la microescala promueve el uso de la menor cantidad de material, equipo y sustancias, que comparada con otras técnicas de extracción de DNA que, con los mismos objetivos, no toman en cuenta. Hoy en día la generación de residuos de los laboratorios es un tema de interés, por un lado, por los riesgos a la salud de quienes los ejecutan, y por otro lado, por el impacto negativo que se genera al medio ambiente, ya sea porque son sustancias altamen-



te contaminantes o interfieren en los procesos naturales, generando cierto grado de toxicidad.

Los alumnos también comprenden el papel del ser humano en el contexto Ciencia, Tecnología, Sociedad y Cuidado del Ambiente al realizar una serie de modificaciones a las actividades de laboratorios y ser personas activas en la toma de decisiones, para resolver problemas que tienen que ver con la conservación de la naturaleza; además la integración grupal en el laboratorio bajo este tipo de enfoque de enseñanza permite a los estudiantes razonar y comparar lo que se ha hecho en el trabajo experimental, teniendo así la posibilidad de tener experiencias en la resolución de problemas reales. De esta manera, se benefician alumnos y profesores para evaluar colaborativamente las actividades de laboratorio y los métodos empleados en la enseñanza de las ciencias.

La química verde y el enfoque de la microescala son aspectos que deben permear nuestras actividades docentes en el laboratorio al momento de que nuestros alumnos atraviesen por esta etapa de formación, sólo así se logrará tener un impacto positivo en los estudiantes en la toma de decisiones informadas y sustentadas en el quehacer científico.

## Agradecimientos

A la profesora Carlota Francisca Navarro León y al profesor Jared Israel Bobadilla Montoya por compartir sus conoci-

mientos sobre química verde en las actividades experimentales; al personal académico del Siladin Sur; por brindarnos el apoyo y la confianza del trabajo en los laboratorios de Biología y Química, responsable José Marín González y jefas auxiliares Nohemí Claudia Saavedra Rojas y Ángeles Adriana Reyes Álvarez.

## Bibliografía

- Anastas, P. T. y Warner, J. C. (1998). *Green Chemistry. Theory and Practice*. Londres: Oxford University Press.
- De Jong, O. (1998). "Los experimentos que plantean problemas en las aulas de química: dilemas y soluciones". *Investigación Didáctica* 16(2): 305-314.
- Doria, S. M. C. (2009). "Química verde: un nuevo enfoque para el cuidado del medio ambiente". *Educación Química. De Aniversario: "Química Verde"/ (L)*: 412-420.
- Flores, J., Caballero, M. C. y Moreira, M. A. (2009). El laboratorio en la enseñanza de las ciencias: Una visión integral de este complejo ambiente de aprendizaje. *Revista de Investigación* 68 (33): 75-112.
- Fragoso, M. A. J. (2020). *Reacciones multicomponente mediante el recurso de la triboquímica; contribución a la química verde*. (Tesis de doctorado). Ciudad de México: Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán/ Universidad Nacional Autónoma de México.
- Kempa, R. (1986). *Assessment in science*. Inglaterra: Cambridge University Press.
- Morales, G. M. L., Martínez, J. O., Reyes-Sánchez, L. B., Hernández, O. M., Arroyo, R. G. A., Obaya, V. A. y Miranda, R. R. (2011). "¿Qué tan verde es un experimento?". *Educación Química*, 22(3): 240-248.
- Norma Oficial Mexicana 018. (2015). "Sistema Armonizado para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo". México: Secretaría del Trabajo y Previsión Social.
- Watson, J. D. y Crick, F. (1953). "Molecular structure of nucleic acids: A structure for Deoxyribose Nucleic Acid". *Nature*, 171 (4356): 737-738.



Manejo y cuidados del

# *Ambystoma mexicanum*

en el acuario del CCH-Vallejo

BIOLOGÍA



Autores  
Mariela Rosales Peña  
[skinkaju@gmail.com](mailto:skinkaju@gmail.com)

Exalumno: Rios Vargas A. Donnet

## Resumen


El plantel Vallejo del Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH) cuenta con un acuario donde hay varias especies de agua dulce, entre ellos el ajolote, un anfibio de la especie *Ambystoma mexicanum* que se encuentra en peligro de extinción en su hábitat natural: los canales de Xochimilco, se puede encontrar en cautiverio en varias instituciones como es el caso del plantel Vallejo.

En este sitio hacemos recopilación documental del ajolote y hablamos de nuestra experiencia en su manejo y cuidados, desde la colecta de los huevos, cuando eclosionan las larvas, la sobrevivencia de éstas, hasta que llegan a la adultez; todo esto para contribuir a su conservación, debido a su importancia biológica, ecológica, cultural y medicinal. La experiencia descrita resulta del trabajo realizado durante aproximadamente más de cuatro años de comisión, además de algún tiempo como jefatura, sin descuidar a los alumnos que fueron voluntarios, curriculares y de servicio comunitario.

De hecho, este artículo lo elaboro en colaboración con el exalumno Rios Vargas A. Donnet, ya que él también estuvo apoyando como voluntario en el acuario de Vallejo durante año y medio, enfocándose principalmente en los ajolotes.


Podemos destacar la importancia de continuar con esta labor docente y de difusión entre los diversos actores del Co-

legio, tanto profesores, como alumnos y directivos para así lograr la conservación del *Ambystoma mexicanum* a partir de su reproducción y el adecuado mantenimiento en cautiverio.

 **Palabras clave:** ajolote, *Ambystoma*, reproducción, larva, cautiverio, manejo, educación.

## Introducción



 Figura 1. *Herichthys carpintis* (Cíclido Texas) y *Labidochromis caeruleus* (Cíclido canario). Experimental utilizando la química verde. Autoría propia: Mariela Rosales Peña.

El plantel Vallejo del Colegio de Ciencias y Humanidades cuenta con un acuario de organismos de agua dulce, entre los que se encuentran peces como la carpa (*Cyprinus carpio*), pez japonés (*Carassius auratus*), tilapias (*Oreochromis niloticus*), cíclidos (*Herichthys carpintis*, *Labidochromis caeruleus*) (Figura 1), guppys (*Poecilia reticulata*), por mencionar algunos. También se encuentran anfibios como las ranas albi-

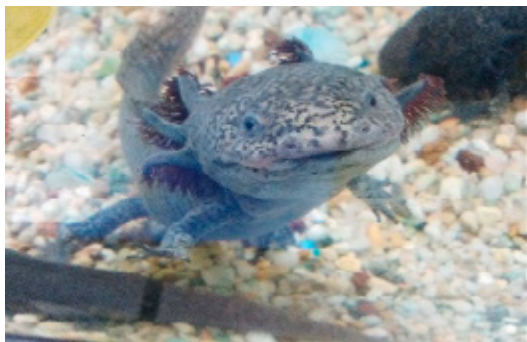


Figura 2. *Ambystoma mexicanum*. Autoría propia: Ríos Vargas A. Donnet.

nas (*Xenopus laevis*) y el ajolote mexicano (*Ambystoma mexicanum*) (Figura 2) en diversas variantes, como el leucista (Figura 3) y golden. Asimismo, encontramos reptiles como la tortuga de orejas rojas (*Trachemys scripta*) y tortugas casquito (*Kinosternon sp.*).

El *Ambystoma mexicanum* se encuentra en peligro de extinción, se trata de una salamandra (clase Amphibia, orden Urodela) perteneciente a la familia *Ambystomatidae* (del griego *stoma*: hocico, y *amblys*: agudo). Su nombre en náhuatl es *Axolotl*, que significa monstruo de agua; fue reportado como endémico para las zonas de Xochimilco, Chalco y Mixquic, y hoy día está restringido a los pequeños canales remanentes de la zona lacustre de Xochimilco y, en menor proporción, de Chalco-Tláhuac (Molina, 2010). También es catalogado como una especie neoténica, fenómeno biológico en el cual el animal no sufre metamorfosis, por lo general permanece y se reproduce en fase larvaria (Molina, 2010; tomado de

Zapata y Solís, 2013). Es de gran interés médico y biológico, ya que es capaz de regenerar sus extremidades, cola, mandíbula, piel, órganos, tejido cardíaco y neuronal (Conabio, 2011; tomado de Zapata y Solís, 2013) además de la importancia cultural en nuestra sociedad mexicana, ya que es un símbolo de nuestras raíces prehispánicas.

Entre los factores que amenazan esta especie y que lo ha llevado a ser catalogado En peligro de extinción por la Norma Oficial Mexicana 059 (NOM 059), se encuentran, principalmente, la introducción de especies exóticas en su hábitat natural (como la carpa, la tilapia y el lirio acuático), la contaminación del agua de los canales de Xochimilco con productos químicos (como detergentes y fertilizantes), además de ser usados como vertederos de aguas tratadas. Del mismo modo, asentamientos humanos cercanos a dichos canales, contaminación por basura y plásticos, turismo y perturbación del hábitat, extracción de los organismos en un inicio para consumo, y actualmente como ornato y medicinal (Zapata y Solís, 2013).



Figura 3. *Ambystoma mexicanum* y *A. mexicanum* variación Leucista. Autoría propia: Ríos Vargas A. Donnet.



 **Figura 4.** Alumnos del plantel Vallejo en acuario.  
Autoría propia: Mariela Rosales Peña.


Debido a la importancia de conservar a esta especie, en el plantel Vallejo se ha logrado su cuidado y reproducción en cautiverio, esto ha dado la oportunidad de ser aprovechado en el ámbito educativo para elaborar y mejorar estrategias de aprendizaje en los programas de estudio de Biología I-IV por parte de los profesores, y así facilitar la comprensión del alumnado en la materia, al trabajar con este ejemplar en el acuario (Figura 4). A la vez que se desarrolla un sentido humanitario al inculcar el cuidado y preservación de las especies, fomentando valores de respeto y empatía al laborar con los organismos vivos y los ecosistemas, logrando de este modo, que el aprendizaje sea significativo y con ello fomentar la importancia de realizar investigaciones escolares, ya que al realizar prácticas experimentales se puede llevar a cabo la interdisciplina y la multidisciplina para resolver problemas reales y se es innovador en la práctica docente.

## Distribución y hábitat

La familia Ambystomatidae está conformada por treinta especies y su distribución se circunscribe al continente americano, desde el sur de Alaska, el este de Canadá, gran parte de Estados Unidos y ocho estados de la república mexicana, hasta la meseta central (Molina, 2010). En México se distribuyen 17 especies de salamandras del género *Ambystoma* (Figura 5), de las cuales 16 son endémicas del país y una (*A. mavortium*) comparte distribución con Estados Unidos y Canadá. De las 17 especies mexicanas, 15 están en alguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-Semarnat-2010 (Semarnat, 2018).

El ajolote mexicano históricamente vivió en todo el complejo sistema lagunar que existía en el Valle de México a principios del siglo XVI, el cual abarcaba el lago de Texcoco, el lago de Xochimilco, el lago de Chalco y sus conexiones con el lago de Zumpango y el lago de Xaltocán. Actualmente, en vida libre solo se encuentra en el sistema de canales de Xochimilco en la



 **Figura 5.** *Ambystoma mexicanum* variación Leucista y de coloración gris. Autoría propia: Mariela Rosales Peña.

Ciudad de México. Su hábitat es acuático, vive en lagos, pozas y canales. Requiere condiciones particulares de turbidez, niveles de oxigenación disueltos en el agua y condiciones estables de las corrientes. La temperatura ideal del agua es fría, de 16 a 18°C y no debe de exceder los 20 a 22°

C. La vegetación que solía rodear en abundancia el hábitat del ajolote mexicano eran gramíneas y plantas herbáceas suculentas (plantas con tejidos que almacenan agua) de suelos salinos, alcalinos y mal drenados; así como algunos tipos de pastos (Conabio, 2011).

Tabla 1. Situación actual de los ajolotes. Elaborada a partir de la información de Programa de Acción para la Conservación de las especies *Ambystoma spp.* (Semarnat, 2018).

Figura 6. Ajolote del Altiplano. Fuente: <http://bdi.conabio.gob.mx/fotoweb/archives/5035-Ilustraciones/?q=Ambystoma%20lermaense>



**Nombre común:** Axolote del altiplano  
**Nombre científico:** (Dugés, 1888) *Ambystoma velasci*  
**Nombre en inglés:** Plateau Tiger Salamander  
**Distribución:** Michoacán, Estado de México, Puebla, Tlaxcala, Veracruz, Coahuila, Querétaro  
**Categoría de riesgo (NOM-059 SEMARNAT-2010) y UICN:** Protección especial (Pr) y Categoría de menor preocupación (LC)

Figura 7. Axolote tigre rayado. Fuente: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Western\\_Tiger\\_Salamanders\\_\(Ambystoma\\_mavortium\)\\_in\\_Lamar\\_Valley\\_\(ce971109-b871-438d-adb6-1e75eb2df547\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Western_Tiger_Salamanders_(Ambystoma_mavortium)_in_Lamar_Valley_(ce971109-b871-438d-adb6-1e75eb2df547).jpg)



**Nombre común:** Axolote tigre rayado  
**Nombre científico:** (Bair, 1850) *Ambystoma mavortium*  
**Nombre en inglés:** Barred Tiger Salamander  
**Distribución:** Canadá, Estados Unidos y México, Desierto Chihuahuense y el extremo sureste de Coahuila, Desierto Sonorense, Costa Norte del estado de Puerto Peñasco  
**Categoría de riesgo (NOM-059 SEMARNAT-2010) y UICN:** Fuera de la NOM y Categoría de menor preocupación (LC)

Figura 8. Axolote de Zempoala. Fuente: <http://bdi.conabio.gob.mx/fotoweb/archives/5035-Ilustraciones/Otros%20Archivos/Ilustraciones/MAPM0731%20Ambystoma%20altamirani.jpg.info#c=%2Ffotoweb%2Farchives%2F5035-Ilustraciones%2F%3Fq%3DAmbystoma%2520altamirani>



**Nombre común:** Ajolote de arroyo de montaña, Axolote de Zempoala  
**Nombre científico:** (Dugés, 1985) *Ambystoma altamirani*  
**Nombre en inglés:** Mountain Stream Siredon  
**Distribución:** Morelos, Estado de México y Ciudad de México  
**Categoría de riesgo (NOM-059 SEMARNAT-2010) y UICN:** Amenazado (A) y En peligro (En)

Figura 9. Axolote piel fina. Fuente: <https://www.naturalista.mx/photos/6342879>



**Nombre común:** Axolote piel fina  
**Nombre científico:** (Taylor, 1940) *Ambystoma bombypellum*  
**Nombre en inglés:** Delicateskin Salamander, Axolot  
**Distribución:** San Martín (Asunción, México) Estado de México  
**Categoría de riesgo (NOM-059 SEMARNAT-2010) y UICN:** Protección especial (Pr) y en Peligro crítico (Cr)



Figura 10. Axolote. Fuente: <http://bdi.conabio.gob.mx/fotoweb/archives/5035-Ilustraciones/?q=Ambystoma%20lermaense>



**Nombre común:** Axolote, Salamandra  
**Nombre científico:** (Webb, 2004) *Ambystoma silvense*  
**Nombre en inglés:** Durango Salamander  
**Distribución:** Sierra Madre Occidental de Durango  
**Categoría de riesgo (NOM-059 SEMARNAT-2010) y UICN:** Fuera de la NOM y categoría de datos insuficientes (DD)

Figura 11. Achoque de Michoacán. Fuente: <http://bdi.conabio.gob.mx/fotoweb/archives/5035-Ilustraciones/Otros%20Archivos/Ilustraciones/MAPM0727%20Ambystoma%20ordinarium.jpg.info>



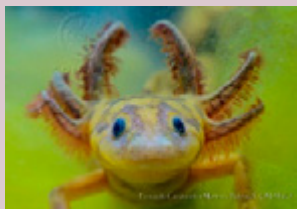
**Nombre común:** Achoque de Michoacán  
**Nombre científico:** (Taylor, 1940) *Ambystoma ordinarium*  
**Nombre en inglés:** Michoacan Stream Salamander  
**Distribución:** Noroeste del estado de Michoacán, Zitácuaro, Morelia, Tacámbaro  
**Categoría de riesgo (NOM-059 SEMARNAT-2010) y UICN:** En peligro de extinción (P) y en peligro crítico (Cr)

Figura 12. Achoque de Pátzcuaro. Autoría propia: Mariela Rosales Peña.



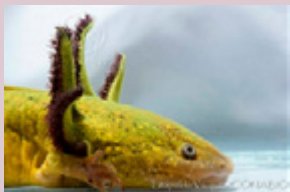
**Nombre común:** Achoque de Pátzcuaro, Achoque, Achojki  
**Nombre científico:** (Dugé, 1870) *Ambystoma dumerili*  
**Nombre en inglés:** Lake Patzcuaro Salamander  
**Distribución:** Laguna de Pátzcuaro Michoacán, México  
**Categoría de riesgo (NOM-059 SEMARNAT-2010) y UICN:** Protección especial (Pr) y en Peligro crítico (Cr)

Figura 13. Axolote de Alchichica. Fuente: <http://bdi.conabio.gob.mx/fotoweb/archives/5007-Anfibios/Animales/Vertebrados/Anfibios/FCMB001%20Ambystoma%20taylori.jpg.info#c=%2Ffotoweb%2Farchives%2F5007-Anfibios%2F%3Fq%3DAmbystoma%2520taylori>



**Nombre común:** Axolote de Alchichica  
**Nombre científico:** (Brandon et al, 1981) *Ambystoma taylori*  
**Nombre en inglés:** Taylor's Salamander  
**Distribución:** Laguna Alchichica en el Municipio de Tepehuayo, Puebla, México  
**Categoría de riesgo (NOM-059 SEMARNAT-2010) y UICN:** Protección especial (Pr) y categoría críticamente amenazada (Cr)

Figura 14. Axolote de Lerma. Fuente: <http://bdi.conabio.gob.mx/fotoweb/archives/5007-Anfibios/Animales/Vertebrados/Anfibios/LV0010%20Ambystoma%20lermaense.jpg.info>



**Nombre común:** Axolote de Lerma  
**Nombre científico:** (Taylor, 1940) *Ambystoma lermaense*  
**Nombre en inglés:** Lake Lerma Salamander  
**Distribución:** Lago Lerma, este de Toluca, Río Lerma, Lagunas de la Ciénega de Lerma, Estado de México  
**Categoría de riesgo (NOM-059 SEMARNAT-2010) y UICN:** Protección Especial (Pr) y En peligro (En)

Figura 15. Axolote tigre. Fuente: <https://colombia.inaturalist.org/photos/28094616>



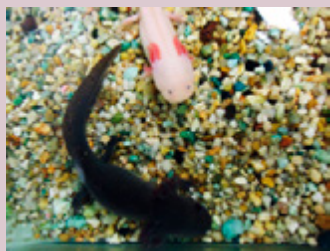
Nombre común: Axolote tigre  
Nombre científico: *Ambystoma tigrinum*  
Nombre en inglés: *Tiger Salamander*  
Distribución: Hidalgo, Puebla, Tlaxcala, Durango, Zacatecas, Chihuahua, San Luis Potosí, Michoacán y Estado de México  
Categoría de riesgo (NOM-059 SEMARNAT-2010) y UICN: Protección especial (Pr) y Categoría de menor preocupación (LC)

Figura 16. Axolote de arroyo de Michoacán. Fuente: <http://bdi.conabio.gob.mx/fotoweb/archives/5035-Ilustraciones/Otros%20Archivos/Ilustraciones/MAPM0725%20Ambystoma%20rivulare.jpg.info>



Nombre común: Axolote de arroyo de Michoacán, ajolote arroyero de Toluca  
Nombre científico: (Taylor, 1940) *Ambystoma rivulare*  
Nombre en inglés: *Stream Siredon*  
Distribución: Zonas montañosas del eje Neovolcánico en los estados de México, Michoacán y Guerrero  
Categoría de riesgo (NOM-059 SEMARNAT-2010) y UICN: Amenazado (A) y Categoría de datos deficientes (DD)

Figura 17. Axolote mexicanum. Autoría propia: Mariela Rosales Peña.



Nombre común: Axolote mexicanum  
Nombre científico: (Snow y Nodder, 1978) *Ambystoma mexicanum*  
Nombre en inglés: *Axolotl*  
Distribución: Estado de México (antes Texcoco, Zumpango y Chalco) y CDMX, Canales y Humedales de Xochimilco  
Categoría de riesgo (NOM-059 SEMARNAT-2010) y UICN: En peligro de extinción (P) y en peligro crítico (Cr)

Figura 18. Axolote cabeza chata. Fuente: <http://bdi.conabio.gob.mx/fotoweb/archives/5035-Ilustraciones/Otros%20Archivos/Ilustraciones/MAPM0728%20Ambystoma%20amblycephalum.jpg.info>



Nombre común: Axolote cabeza chata  
Nombre científico: (Taylor, 1940) *Ambystoma amblycephalum*  
Nombre en inglés: *Blunthead Salamander*  
Distribución: Morelia (Taciúaro), Michoacán, México  
Categoría de riesgo (NOM-059 SEMARNAT-2010) y UICN: Protección especial (Pr) y en peligro crítico (Cr)

Figura 19. Siredón de leora. Fuente: <http://bdi.conabio.gob.mx/fotoweb/archives/5007-Anfibios/Animales/Vertebrados/Anfibios/RACA%200019%20Ambystoma%20leorae.JPG.info>



Nombre común: Siredón de leora, Axolote de río frío  
Nombre científico: (Taylor, 1943) *Ambystoma leorae*  
Nombre en inglés: *Leora's Stream Salamander*  
Distribución: Puebla, México (Cuenca del Río Balsas) México, arroyos de la Sierra Nevada (Iztaccihuatl y Popocatepetl) y Monte Tláloc en el centro de México.  
Categoría de riesgo (NOM-059 SEMARNAT-2010) y UICN: Amenazado (A) y en peligro crítico (Cr)

Figura 20. Axolote rosado. Fuente: <http://bdi.conabio.gob.mx/fotoweb/archives/5035-Ilustraciones/Otros%20Archivos/Ilustraciones/MAPM0726%20Ambystoma%20rosaceum.jpg.info>



Nombre común: Axolote rosado, Axolote Tarahumara, Salamandra Tarahumara  
Nombre científico: (Tylor, 1941) *Ambystoma rosaceum*  
Nombre en inglés: *Tarahumara Salamander*  
Distribución: Sierra Madre Occidental Chihuahua, Durango, Jalisco, Nayarit, Sonora y Zacatecas  
Categoría de riesgo (NOM-059 SEMARNAT-2010) y UICN: Protección Especial (Pr) y categoría de menor preocupación (LC)

Figura 21. Axolote granulado. Fuente: <http://bdi.conabio.gob.mx/fotoweb/archives/5035-Ilustraciones/?q=Ambystoma%20lermaense>



Nombre común: Axolote granulado  
Nombre científico: (Taylor, 1944) *Ambystoma granulatum*  
Nombre en inglés: *Granular Salamander*  
Distribución: Toluca, Estado de México, Michoacán  
Categoría de riesgo (NOM-059 SEMARNAT-2010) y UICN: Protección especial (Pr) y en Peligro crítico (Cr)

Figura 22. Axolote de Andersoni. Autoría propia: Mariela Rosales Peña.



Nombre común: Axolote de Andersoni  
Nombre científico: (Krebs, Brandon, 1984) *Ambystoma andersoni*  
Nombre en inglés: *Anderson's Salamander*  
Distribución: Michoacán, México  
Categoría de riesgo (NOM-059 SEMARNAT-2010) y UICN: Protección especial (Pr) y en Peligro crítico (Cr)

Figura 23. Axolote de chapala. Fuente: <http://bdi.conabio.gob.mx/fotoweb/archives/5007-Anfibios/Animales/Vertebrados/Anfibios/RACA%200028%20Ambystoma%20flavipiperatum.JPG.info>



Nombre común: Axolote de chapala  
Nombre científico: (Dixón, 1963) *Ambystoma flavipiperatum*  
Nombre en inglés: *Yellow-peppered Salamander*  
Distribución: Arroyos y zonas aledañas de la sierra de Quila, Municipio, de Tecolotlán, Jalisco, Guadalajara  
Categoría de riesgo (NOM-059 SEMARNAT-2010) y UICN: Protección especial (Pr) y en peligro crítico (Cr)

## Características de *Ambystoma mexicanum*

Los achoques o ajolotes carecen de escamas, su piel es lisa, glandular y húmeda, carecen de uñas, poseen cuatro dedos en las extremidades delanteras y cinco dedos en las extremidades traseras. Su cuerpo es

robusto, corpulento, con surcos costales, cabeza ancha y cola aplanada lateralmente. Sus ojos no presentan párpados móviles, presentan branquias y pulmones. Su coloración es diversa, variando de marrón a pardo, negro a verde, manchados con amarillo (variación Golden, ver Figura 24), naranja, rosados y albinos (González *et al.*,

2020). En cautiverio viven hasta 30 años, mientras que en vida silvestre sólo tres, a veces hasta seis años (Conabio, 2011).

Muchas veces las personas confunden a los ajolotes con los renacuajos en la etapa larvaria (Figura 24b), pero estos últimos van a ser ranas, la diferencia es que los ajolotes se distinguen por tener cola, desa-

rollan sus patas y sus branquias las cuales son ramificadas, visibles y las ostentan ambos lados de la cabeza (Figura 24a); además suelen ser carnívoros y los renacuajos tienen un cuerpo oval y una cola comprimida, así como branquias no visibles y una alimentación fundamentalmente herbívora (Mena y Servín, 2014).



### Morfología externa del *Ambystoma mexicanum*



Figura 25. Autoría propia: Rios Vargas A.

## Reproducción

La especie *Ambystoma mexicanum* se reproduce en época de invierno en los meses fríos de octubre-febrero, alcanzan su madurez sexual al año o año y medio, no existe dimorfismo sexual lo que significa que difícilmente podemos diferenciar una hembra de un macho (Figura 26).

No obstante, aparecen sutiles características anatómicas, ya que los machos adultos muestran un marcado ensanchamiento de los labios de la cloaca, mientras que las hembras adultas pueden tener el cuerpo más robusto por el incremento en el tamaño de los ovarios y los oviductos o, en su defecto, por la presencia de huevecillos.

Su reproducción es sexual, llevan a cabo un previo cortejo, el macho deja sus espermátóforos en alguna superficie o sustrato, y posteriormente la hembra los recoge con su cloaca y los introduce en sus espermateca, donde posteriormente los espermatozoides se liberan para fecundar a los óvulos, de esta forma se lleva a cabo la fertilización interna (Molina, 2010).




 Figura 26. *Ambystoma mexicanum*. Autoría propia: Mariela Rosales Peña.

## Manejo y cuidado de *Ambystoma mexicanum*

### Características y condiciones generales:

El acuario cuenta con un ajolotario, el cual es un estanque de cristal de 180 x 120 x 31.5 cm de largo, ancho y alto, respectivamente, con un volumen aproximado de 680 litros de agua, con una capacidad máxima de 12 individuos adultos (Figura 27). Cuenta con filtro a base de piedras de tezontle de tamaño mediano a grande, así como piedras de río pequeñas, carbón activado y esponja, colocados por capas. Así mismo, el filtro tiene una caída en forma de cascada con la finalidad de no generar corrientes bruscas de agua para evitar estresar a los ajolotes, esto también permite que a través del flujo haya una buena oxigenación del sistema, además de ayudar a que permanezca en condiciones óptimas por más tiempo, evitando la formación de algas y favoreciendo el ciclo del nitrógeno. Trayendo como beneficio reducir el mantenimiento del ajolotario, haciendo menos recambios constantes de agua, los cuales se realizan aproximadamente cada 15 días en un 20% de su capacidad.



 Figura 27. Ajolotario. Autoría propia: Mariela Rosales Peña.

El estanque está decorado con piedras grandes de río que sirven de refugio y sostén a los ajolotes, también se pueden colocar plantas como amazonas o elodeas que cumplen este propósito, o para que las hembras depositen los huevos una vez que han sido fecundados (Figura 28).



Figura 28. Varios individuos de *Ambystoma Mexicanum* alimentándose de *tubifex* (lombriz de fango). Autoría propia: Mariela Rosales Peña.

### Puestas:

Cuando ha habido puestas de huevos el manejo que realizamos es el siguiente:

- Realizar observaciones en la época de reproducción, acudiendo al estanque para detectar si hay puesta de huevos, ya sea en las rocas o en las plantas.
  - Una vez detectada la puesta, se prepara un contenedor plástico de 10 o 20 L, con agua libre de cloro. Para ello, dejamos madurar agua en un tambo durante 48 horas con aireación, también está la opción de ocupar agua del mismo estanque y colocar una bomba pequeña de aire de acuerdo con la capacidad del recipiente.
  - Posteriormente, se debe retirar la puesta de huevos del estanque, ya
- que se corre el riesgo de que los ajolotes adultos se los coman. Para esto, se procede a realizar el manejo: primero hay que lavarse perfectamente las manos para evitar la contaminación de los huevos, se recomienda usar jabón biodegradable y enjuagar perfectamente, también pueden utilizarse guantes de látex. Una vez hecho esto, se procede a la colecta, la cual se debe hacer con mucho cuidado, se deben ir desprendiendo los huevos de los sustratos y colocarlos en el contenedor que se ambientó, de esta manera se facilita la observación e identificación de huevos sanos (Figura 28a), posibles enfermedades, infecciones o deformaciones (Figura 28b); se podrá detectar si el huevo ha sido contaminado con algún tipo de hongo (figuras 28c y 29), lo cual propiciaría que no se lleve a cabo el desarrollo embrionario, por lo que hay que retirarlos para que no se contaminen los demás.
- La etapa de huevo puede durar aproximadamente de 12 a 15 días y puede variar dependiendo de la temperatura, se desarrollan preferiblemente en ambientes de entre 15 a 18 °C. Los huevos que son viables se diferencian porque la coloración es homogénea y el vitelo es transparente, aunque no todos se desarrollarán por lo ya mencionado anteriormente, además de que se pueden contaminar por microorganismos patógenos o tal vez no estar fecundados.

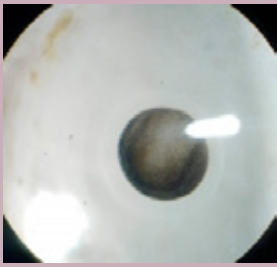


Figura 28a. Huevo de *A. mexicanum* en condiciones óptimas.

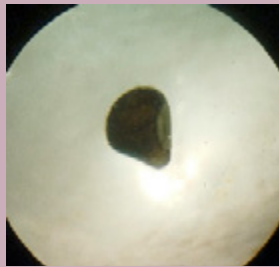


Figura 28b. Huevo de *A. mexicanum* deforme



Figura 28c. Huevo de *A. mexicanum* contaminado con hongo

Fuente: Propia Rios Vargas A. Donnet.

### Mantenimiento de los ejemplares:

- Las larvas que sí eclosionan se quedan en ese mismo contenedor (figuras 32a y 32b), las cuales presentan branquias que se ven durante el desarrollo embrionario, pero aún no tienen extremidades, es importante retirar del agua las membranas vitelinas que quedan, una vez que nacen los ajolotes, con una pipeta Pasteur de plástico; no se recomienda traspasar las larvas a otro contenedor, ya que en esta etapa son especialmente sensibles a cualquier factor externo. La mortandad en esta etapa es particularmente especial (Figura 31), ya que ha habido dos puestas que se han logrado, en una de ellas con aproximadamente 600 huevos, de los cuales eclosionaron la mayoría, sobrevivieron únicamente 460 individuos; en la segunda puesta fue de 200 huevos, eclosionaron también la mayoría y sobrevivieron 120 individuos. Hemos tenido otras puestas en las que no ha-

bido siquiera desarrollo embrionario

- El alimento vivo que se le da durante las primeras etapas de larva es pulga de agua (*Daphnia sp*) (Figura 32c). No se debe dar mucho alimento, pero sí procurar ofrecerles diario una porción pequeña, la cual se administra en función de qué tanto de la pulga sigue viva; para identificar esto se observa en el fondo del contenedor la pulga muerta, hay que tener mucho cuidado de retirarla a través de sifo-

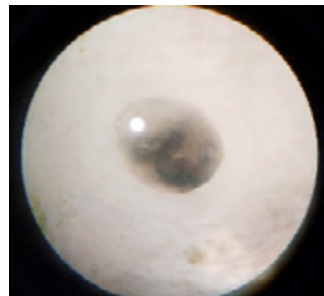



Figura 29. Huevo de *A. mexicanum* posiblemente contaminado con hongo. Autoría propia: Mariela Rosales Peña.

**Tabla 2. Etapas de desarrollo embrionario de *Ambystoma mexicanum***



Imágenes: autoría propia, Mariela Rosales Peña.



 Figura 31. Mortandad en las primeras etapas de larva. Autoría propia: Mariela Rosales Peña.

neo con una manguera muy delgada (por ejemplo, las utilizadas para las bombas de aireación), ya que de no hacerlo, la calidad del agua disminuiría y podría acabar con nuestra población. Por esta misma razón, también se deben retirar las excretas, ya que se descomponen generando que haya una mayor proliferación de hongos y bacterias, pudiendo enfermar a los organismos, además de hacer pequeños recambios de agua tratada como anteriormente se describió, aproximadamente de un 20% cada 10 días. Nota: recordar siempre hacer el manejo con las manos perfectamente limpias.

- En el acuario del Siladin del plantel Vallejo del CCH hacemos filtros caseiros para los ajolotes en fase larvaria (aunque idealmente se usan filtros de cascada), conectamos la manguera de aire a costalitos de carbón activado con esponja. Conforme los



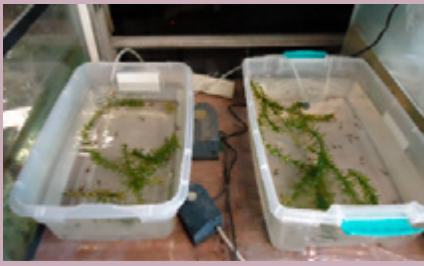


Figura 32a. Contenedores plásticos con larvas *A. mexicanum* que acaban de eclosionar.



Figura 32b. Larvas pequeñas *A. mexicanum*.



Figura 32c. Alimento vivo pulga de agua.

Autoría propia: Mariela Rosales Peña.

ajolotes van creciendo se puede variar su dieta con artemia, y una vez que miden aproximadamente 8 cm de largo podemos ofrecerles tubifex (Figura 34a), y como adultos (aproximadamente 15-25 cm de largo) se les puede suministrar, de manera individual (que es el método que más recomendamos), con unas pinzas de disección: grillos, lombriz de tierra, tenebrios (Figura 34b) y hasta pellets (croqueta de trucha), esto para llevar un control más estricto de la cantidad de alimento que ingieren y dar seguimiento a sus niveles de alimentación y comportamiento ante este. Del mismo modo se les puede dar charal (Figura 34c), pero primero hay que desparasitarlo y ponerlo en cuarentena.

- El filtro para los ejemplares desarrollados lo elaboramos con un recipiente de plástico (por ejemplo, de yogurt de un litro) con perforaciones de aproximadamente 2 cm de diámetro, en él introducimos una capa de esponja que envuelva el recipiente por

dentro; posteriormente, rellenamos con carbón activado, esponja y anillos de cerámica; finalmente conectamos la manguera de la bomba de aireación al filtro, lo sumergimos en el agua y echamos a andar el sistema (Figura 33).



Figura 33. Filtro casero con bomba de aire. Autoría propia: Mariela Rosales Peña.

- Conforme van creciendo los ajolotes es importante cambiarlos a contenedores plásticos más grandes (figuras 35a y 35b), y observar cuanta po-



Figura 34a. Tubifex. Autoría propia:



Figura 34b. Tenebrio. Autoría propia:



Figura 34c. Charales. Autoría propia:



Figura 35a. Larvas de *A. mexicanum* en contenedores plásticos grandes.

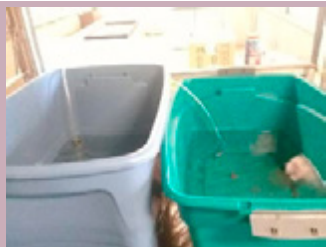


Figura 35b. Contenedores con su bomba de aireación.



Figura 35c. Adulto de *A. mexicanum* variación leucista.

Autoría propia: Mariela Rosales Peña.

blación se puede mantener en ellos, dependiendo del tamaño del ajolote. En el acuario del plantel utilizamos (por un par de años) contenedores de plástico con dimensiones de 30 x 40 x 10 cm, manteniendo dos ejemplares pequeños de aproximadamente 10 cm por recipiente, y para ejemplares adultos únicamente un individuo (Figura 35c).

## Conclusiones

Es una fortuna tener a esta especie en el acuario del CCH plantel Vallejo, hemos tenido puestas y se ha logrado la reproducción en cautiverio, tan es así que en años anteriores se donaron 460 ajolotes a laborato-

rios de la Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco (UAM-X), a su vez esta universidad nos donó dos parejas de reproductores. Con esto estamos en contacto con otras instituciones con el objetivo de conservar a esta especie por su importancia biológica, ecológica, médica y cultural.

Posteriormente hubo otra puesta, donde se lograron, aproximadamente, 120 ajolotes; no es tan fácil el cuidado y manejo de esta especie, muchas veces no hay desarrollo embrionario, hay mucha mortandad en las primeras etapas de larvas. Son muy delicados, la mortandad se debe a bacterias, hongos o protistas, esto por la mala calidad del agua, y también por parásitos (tanto internos como externos), de los cuales se contagian por el alimento vivo.

El trabajo e involucramiento de los alumnos en el acuario, y en especial en el manejo del ajolote mexicano, es de gran importancia, ya que al involucrarse, el alumno aprende sobre la importancia y cuidado de estos individuos, además de aplicar y reforzar los conocimientos aprendidos en las asignaturas de Biología I-IV, teniendo un acercamiento a dichos procesos biológicos, como lo son la reproducción, el manejo de poblaciones, las relaciones intra e inter-específicas, los niveles de organización, los ecosistemas, los componentes bióticos y abióticos, el concepto de especie, la identificación de especies, los sistemas biológicos, el medio ambiente, entre otros.

Asimismo, al involucrarse los profesores de ésta y otras asignaturas se pueden enriquecer los temarios, además de crear una conexión más cercana profesor-alumno e impactar a estos de forma positiva en

su vida y preparación académica. A largo plazo, continuar con el manejo y cuidado de las especies en el acuario –y en especial del ajolote mexicano– ha traído logros a gran escala, como lo es hacer intercambios y donaciones de ejemplares con otras entidades académicas, esto beneficia el incremento de la variabilidad genética en las poblaciones de ambas entidades evitando la endogamia, y aumentando el reservorio genético, lo cual traería beneficios, como una mayor tasa de reproducción y menor mortandad en los individuos, tanto en la fase larvaria como en la adulta.

Todas estas labores son cruciales para la preservación de la especie, fomentar el cuidado, el respeto y la cultura en la comunidad *cecehachera*, además de intereses biológicos y medicinales para la ciencia e investigación a niveles bachillerato, licenciatura y posteriores, por lo que seguir con



el acuario (y con esta labor de conservación del *Ambystoma mexicanum* en específico) es imprescindible, además de poder expandir este proyecto a otros planteles del CCH y Escuela Nacional Preparatoria.

## Agradecimientos

Al equipo de Siladin y sobre todo al M. en D. Roberto Escobar Saucedo, ya que siempre ha tenido un interés como biólogo y docente por mantener este espacio, debido a la importancia que conlleva conservar a las especies, así como en el aspecto educativo para los alumnos del bachillerato.

A mis padres, esposo, hijo y hermano, por su apoyo al principio de la pandemia (durante 6 meses) del Covid-19 y por su comprensión cuando todavía era responsable del acuario.

A la bióloga Rosa Eugenia Zárate Villanueva, amiga y profesora del plantel Vallejo, que siempre me apoyó, y por su interés en la investigación con los alumnos y la conservación de las especies.

A las compañeras que le darán continuidad al proyecto del acuario como responsable Nancy Barrios Mota y a la profesora voluntaria Diana Alejandra Cansino Martínez.

Profesores, amigos y alumnos que participaron como voluntarios, como servicio comunitario, alumnos de las clases curriculares, a los que han llevado a cabo las investigaciones escolares antes de la pandemia.

Al plantel Vallejo del CCH y a la UNAM, por brindar este espacio cultural y recreativo para fomentar y desarrollar la ciencia

y el aprendizaje, a la comunidad *cecehache-ra*, en pro de la vida.

Como exalumno, a los profesores y alumnos, que hacen todo esto posible, en especial al profesor Moisés Gómez Palacios, que fue un gran apoyo en mi estancia en el Siladin y gran amigo, y a la profesora y colaboradora de este artículo, que me abrió las puertas a un mundo maravilloso, a la profesora Mariela.

## Bibliografía

- Conabio. (2011). Fichas de especies prioritarias. Ajolote Mexicano (*Ambystoma mexicanum*). Ciudad de México: Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- García Aguilar, M. C., Luévano Esparza, J. y de la Cueva, H. (2017). "La fauna nativa de México en riesgo y la NOM-059: ¿Están todos los que son y son todos los que están?". *Acta Zoológica Mexicana*, vol. 33, núm. 2. Consultado el 24 de julio del 2021. Recuperado de: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S006517372017000200188](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S006517372017000200188)
- Mena González, H. y Servín Zamora, E. (2014). *Manual para el cuidado en cautiverio del Axolote de Xochimilco* (*Ambystoma mexicanum*). [pp. 1-34]. Ciudad de México: Instituto de Biología/UNAM. Consultado el 11 de abril del 2021. Recuperado de: [http://www.ibiologia.unam.mx/barra/publicaciones/manual\\_axolotes.pdf](http://www.ibiologia.unam.mx/barra/publicaciones/manual_axolotes.pdf)
- Molina Vázquez, A. (2010). "El ajolote de Xochimilco". *Red de Revistas-Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal. Ciencias*, núm. 98, abril-junio, pp. 54-59. Consultado el 8 de febrero del 2021. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/644/64415002006.pdf>
- Semarnat. (2018). *Programa de Acción para la Conservación de las Especies Ambystoma spp.* Ciudad de México: Semarnat-Conanp. Consultado el 2 de agosto del 2021. Recuperado de: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/444128/PACE\\_Ambystoma2.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/444128/PACE_Ambystoma2.pdf)
- Zapata Gutiérrez, M. C. y Solís Juárez, L. G. (2013). "Axolotl: el auténtico monstruo del lago de Xochimilco". *Kuxulkab´ Revista de Divulgación*, vol. XIX, núm. 36, pp. 41-46.

# Conocimiento y uso del jengibre

(*Zingiber officinale*) en el entorno familiar de los alumnos de bachillerato del cch Sur

BIOLOGÍA



Autora:  
Irma Sofía Salinas Hernández  
[lynxsalinas@yahoo.es](mailto:lynxsalinas@yahoo.es)  
Plantel Sur


## Resumen

La medicina tradicional considera que las plantas medicinales son aquellas cuyo extracto o distintas partes son usadas para el tratamiento de enfermedades de seres humanos. La herbolaria o fitoterapia se encarga de utilizar estas plantas medicinales con fines terapéuticos, como es el caso del jengibre (*Zingiber officinale*), el cual es una planta herbácea cuya parte más usada es su raíz, el rizoma. En la actualidad la sociedad sólo conoce algunos usos benéficos para la salud que posee dicho tubérculo, sin embargo, conforme van pasando las generaciones la información que se transmite de una a otra se va perdiendo en el camino.

Por ello, el objetivo de esta investigación es dar a conocer al público el uso del jengibre y el conocimiento que se posee sobre éste en el entorno familiar de los alumnos de Bachillerato que cursaron la asignatura de Biología en el semestre 2021-1, así como identificar cuáles son sus fuentes de información, las presentaciones que conocen y si saben en qué condiciones no se debe de ingerir el jengibre y su motivo. Para lo cual se realizó una encuesta que se aplicó a 192 personas clasificadas en tres categorías: abuelos, padres e hijos. Los resultados obtenidos muestran que los principales usos atribuidos al jengibre son el culinario, la pérdida de peso, antiinflamatorio, antitusivo y “medicinal”. La transmisión de información de generación en generación,

así como los medios de comunicación, son las principales fuentes de información; la presentación más conocida es en fresco, y respecto a las contraindicaciones, son desconocidas.

El conocimiento de abuelos y padres sobre el jengibre es muy similar, a diferencia de los hijos, esto debido a la experiencia acumulada; a la percepción que cada individuo tiene del ambiente donde se desarrolla y al rol que desempeña en su familia. A pesar de la permanencia e importancia de saberes por parte de padres y abuelos, dicha transmisión de conocimientos de tipo oral y vertical se va perdiendo con el tiempo, debido a la escasa comunicación entre las personas mayores y las nuevas generaciones y al desinterés de los jóvenes por este tipo de conocimiento.

 **Palabras clave:** jengibre, usos y funciones terapéuticas, fuentes de información, formas de presentación, contraindicaciones.

## Introducción

La medicina tradicional considera que las plantas medicinales son aquellas cuyo extracto o distintas partes son usadas para el tratamiento de enfermedades de seres humanos o animales. La herbolaria o fitoterapia se encarga de utilizar estas plantas medicinales con fines terapéuticos, ya sea para prevenir, curar o paliar enfermedades (Guzmán y Rivera, 2014, p. 8; Gallegos Zurita, 2017, p.2). Un ejemplo de planta medicinal es el jengibre, motivo de este estudio.

El jengibre o ki6n (*Zingiber officinale*) es una planta herb6cea del orden zingiberales al que pertenecen las familias de las mus6ceas como el pl6tano y de las zingiber6ceas, de las cuales se desprenden dos familias: la zingiboraideae, arom6tica, de las que derivan la c6rcuma y el jengibre, y la cos-toideae, no arom6tica (Navarro y Avell6n, 2015, p. 4). La clasificaci6n taxon6mica del jengibre se muestra en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Clasificaci6n Taxon6mica del jengibre	
Reino	Plantae
Phylum	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Orden	Zingiberales
Familia	Zingiberaceae
Genero	<i>Zingiber</i>
Especie	<i>Z. officinale</i>

El jengibre “es una hierba con tallo hojoso de 60-90 cm de altura con rizomas ramificados” (Del Valle *et al.* 2010, p. 217) que alcanza, seg6n INECOL (2020), 1,5 metros de altura, con hojas largas de 20 cm; las

flores est6n agrupadas en una inflorescencia que sale de la base de la planta; tiene distintos colores seg6n la variedad tratada; generalmente con flores de tres s6palos amarillentos y tres p6talos de color guinda con manchas claras (Figura 1). Presenta un tallo subterr6neo que es un rizoma horizontal y la parte m6s usada del jengibre; es decir, su ra6z (Criollo Jim6nez, 2012, p. 40).

Su aroma distintivo se debe a la presencia de un aceite esencial cuyo componente predominante es el zingibereno, principal causante de su caracter6stico olor (Spratt, 2016), mientras que el sabor picante lo adquiere de sus componentes llamados gingerol y shogaol presentes en la resina (Del Valle, p. 217). La uni6n del aceite esencial y la resina constituyen el compuesto denominado oleoresina (Acu6a y Torres, 2010, p.60, Zozoranga, 2014, p. 37).

Diversos autores han estudiado el jengibre reportando y coincidiendo que tiene diversos usos y funciones terap6uticas (Cuadro 2). En el Cuadro 3 se se6ala la definici6n de los t6rminos empleados para di-



<https://multimedia.elsevier.es/PublicationsMultimediaV1/item/multimedia/X1887836911933730:279v05n04-90093373fig1.jpg?idApp=UINPBA00004Nes/PublicationsMultimediaV1/item/multimedia/X1887836911933730:279v05n04-90093373fig1.jpg?idApp=UINPBA00004N>

[https://t2.ev.ltmcdn.com/es/posts/1/2/3/ubicacion\\_y\\_temperatura\\_para\\_cultivar\\_jengibre\\_en\\_casa\\_1321\\_3\\_600.jpg](https://t2.ev.ltmcdn.com/es/posts/1/2/3/ubicacion_y_temperatura_para_cultivar_jengibre_en_casa_1321_3_600.jpg)

<https://www.euroresidentes.com/estilo-de-vida/consejos-belleza-bienestar/wp-content/uploads/sites/2/2016/10/planta-de-jengibre.jpg>

Figura 1. Jengibre (*Zingiber officinale*).

chos usos y funciones terapéuticas.

El jengibre se encuentra disponible en varias presentaciones (Navarro y Avellán,

2015, p. 14; Platinetti *et al.*, 2016. p. 16; Leyva, 2020) por lo que es muy fácil incorporarlo a la rutina diaria (Cuadro 4).

**Cuadro 2. Usos y funciones terapéuticas que tiene el jengibre de acuerdo con algunos de los autores consultados**

Autores consultados	Usos y funciones terapéuticas del jengibre
Acuña y Torres, 2010	Carminativo, antiulceroso, antiespasmódico, antitúscivo, expectorante y laxante, estimulante, rubefaciente y diaforético, antiinflamatorio, antioxidante y antiemético.
Del Valle et al., 2020	Carminativo, antiespasmódico, antitúscivo, antiemético, tónico y combate la dispepsia.
Inca, 2012	Antiemético, dispepsia, tónico, expectorante, antioxidante, antiinflamatorio, pérdida de peso.
IndEcol, 2020	Afrodisiaco, antiséptico, digestivo y estimulante; antifebril, antitúscivo, dispepsia, antiinflamatorio, anticancerígeno, en la industria cosmética.
Morales, 2007	Comida y farmacológico.
Platinelli et al., 2016	Comida, antiinflamatorio, antioxidante, anticancerígeno, dispepsia.
Zambrano, 2015	Industria de alimentos y bebidas, industria cosmética y perfumería, anticancerígeno, antioxidante, antiespasmódico y antiidiarrea.
Zozoronga, 2014	Antiespasmódico, calmante, tónico, diaforético, antiemético, aperitivo, antiséptico, antitúsculo, antitúscivo, expectorante, dispepsia.

**Cuadro 3. Definición de términos empleados para los usos y funciones terapéuticas que tiene el jengibre**

Uso y función del jengibre	Definición del término empleado para el uso y función terapéutica del jengibre
Antiemético	Sustancia y/o fármaco que impide o controla la emesis (vómito), la náusea y la cinetosis (mareo por movimiento producido por automóviles, aviones, trenes o por mar).
Antiinflamatorio	Sustancia y/o fármaco que reduce o combate los síntomas y los signos de la inflamación de una parte concreta del organismo. Esto suele conllevar una disminución de dolor asociado, produciendo también un efecto analgésico.
Antiagregante	Sustancia y/o fármaco que altera o modifica la coagulación de la sangre.
Antioxidante	Sustancia natural o fabricada por el hombre que puede prevenir o retrasar algunos tipos de daños a las células.
Antibacteriano	Sustancia y/o fármaco que combate bacterias.
Antitúscivo, antitúscivo	Sustancia y/o fármaco que alivia o calma la tos seca irritativa, no productiva.
Antipirético, antifebril, antitérmico, febrífugo	Sustancia y/o fármaco que disminuye la fiebre.
Antiespasmódico	Sustancia y/o fármaco que alivia o calma los espasmos o convulsiones.
Anticancerígeno	Sustancia y/o fármaco que combate el cáncer.
Hipocolesterolémico	Sustancia y/o fármaco que disminuyen la cantidad de colesterol.
Culinaria	Aquello vinculado a la cocina. Técnica especial de cocinar de una persona o un país.
Adelgazar	Reducir el peso de una persona.



Halitosis	Olor persistente y desagradable al exhalar el aliento que, por lo general, no es grave. Comúnmente es llamado mal aliento.
Afrodisiaco	Sustancia que incrementa el deseo sexual entre las personas.
Aromaterapia	Método curativo de algunas enfermedades que se fundamenta en los efectos producidos por los aromas en el organismo.

#### Cuadro 4. Presentaciones en las que está disponible el jengibre

##### Fresco

Fuente: <https://www.hospitalmtc.com/investigaciones/2018/10/29/jengibre-fresco-sheng-jiang>

Es el más utilizado, puede ser en forma de raíces jóvenes o maduras. Las primeras no requieren ser peladas. Puede utilizarse en trozos o para gratinar.



##### Seco

Fuente: <https://www.directoalpaladar.com/ingredientes-y-alimentos/como-cocinar-con-jengibre>

Es similar al jengibre fresco, pero antes de ser usado debe de remojarlo.



##### En polvo, macerado o triturado

Fuentes: a) <https://laalacnadelchef.co/productos/jengibre-en-polvo/>

Se fabrica a partir de las raíces africanas que no son tan finas como las asiáticas. Tiene un sabor diferente al fresco y se utiliza fundamentalmente para postres y recetas un poco picantes.



##### Esencia o aceite

Fuente: <https://ecocosas.com/salud-natural/aceite-de-jengibre/>

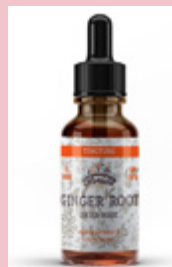
Destilación al vapor del rizoma desecado; es decir, secos, sin pelar y triturados. Líquido transparente, de color amarillo claro a amarillo oscuro y de olor especiado. El aceite esencial de jengibre conserva el aroma y el sabor original del producto, pero no mantiene la sustancia que le da pungencia o picor.



### Extracto o tintura

Fuente: <https://images-na.ssl-images-amazon.com/images/I/714Ea1BtG9L>

Consiste en el extracto etanólico obtenido de los rizomas frescos o secos, sin la eliminación el etanol.



### Cápsulas, pastillas y tabletas de jengibre

Jengibre en cápsulas. Fotografía: Irma Sofía Salinas Hernández.



### Jarabe

Fuente: [https://http2.mlstatic.com/D\\_NQ\\_NP\\_808786-M31912918111\\_082019-0.webp](https://http2.mlstatic.com/D_NQ_NP_808786-M31912918111_082019-0.webp)



### Infusión té

Fuentes: <https://www.lapastillita.org/wp-content/uploads/2018/04/3560f5c9066a4043aea4b100388b6630.jpg>

Puede ser de jengibre crudo o molido, o bien, el que ya venden en sobres empaquetados.



Si bien es cierto que el jengibre es un tubérculo que tiene varios usos y funciones terapéuticas, también lo es que si se excede su dosis de consumo puede causar efectos secundarios como irritación al estómago (haciendo que surjan gastritis y úlceras en varias ocasiones), gases, eructos, distensión abdominal, diarreas, vómito, irritación de boca y garganta y arritmias cardíacas (Botanical online, 2020; Del Villar y Melo, 2010; UNISIMA, 2019). Mannise (2019) menciona que el efecto secundario más frecuente se debe al aumento de la temperatura corporal, debido a la aceleración metabólica que este rizoma propicia.

Existen algunos casos donde el consumo del jengibre está contraindicado por la interacción con algunos medicamentos, por ello, es importante que las personas consulten con el médico si pueden consumirlo o no.

A pesar de los diversos usos y aplicaciones terapéuticas del jengibre, llama la atención que actualmente las personas, por lo general, solamente conocen que sirve para bajar de peso y que se utiliza para preparar platillos o como condimento. Lo anterior coincide con Zozoranga (2014, p. 14), quien menciona en su investigación que por falta de conocimiento la sociedad utiliza el jengibre solamente en la gastronomía, cuando también pudiera aprovecharlo en el área terapéutica, donde sus bondades son múltiples. Esto es posible que se relacione con la información proveniente de las redes sociales, revistas, radio y programas de televisión, que tienden a comunicar aquello que más le interesa a la sociedad y que ade-

más es popular y, en este caso, entre lo más popular están las recetas de cocina y bajar de peso; es entonces cuando el público en general dice: “si es para bajar de peso pues lo consumo, o bien, me lo bebo en té”, sin saber exactamente si es de consumo libre o si existen contraindicaciones para ingerirlo.

Pero, más allá de las redes sociales, son las personas de mayor edad (abuelos) quienes transmiten información de métodos curativos y culinarios que pueden prepararse con jengibre; el problema radica en que el conocimiento de su uso se va perdiendo con el transcurso de las generaciones.

Los objetivos de esta investigación de campo fueron describir el conocimiento y uso del jengibre (*Zingiber officinale*) en el entorno familiar de los alumnos de bachillerato que cursaron la asignatura de Biología en el semestre 2021-1; identificar las fuentes de información de los encuestados acerca de su uso; conocer las formas de consumo o presentación señaladas por los encuestados, e identificar si los encuestados conocen en qué condiciones no se debe ingerir jengibre y por qué.

Debido a que la mayoría de los alumnos se desenvuelven en un ambiente urbano donde el uso de la medicina alopática –también conocida como occidental o convencional– es más frecuente, aunado a la pérdida o disminución de la transmisión del conocimiento dado por abuelos y padres y al desinterés del uso de cualquier planta medicinal, es posible que los jóvenes (a diferencia de la mayoría de sus familiares directos) carezcan de este tipo de información.

Por ello, nos planteamos el siguiente problema: ¿los alumnos de bachillerato que cursaron la asignatura de Biología en el semestre 2021-1, así como sus abuelos y papás conocen los beneficios terapéuticos, las formas de presentación y las contraindicaciones que se tiene al consumir el jengibre?, ¿cuáles son sus fuentes de información?

## Metodología

Para lograr los objetivos planteados se llevó a cabo un estudio descriptivo de corte transversal. Se diseñó una encuesta piloto que se aplicó a 30 personas de entre 16 y 84 años, divididas en tres categorías por igual (alumnos, padres de los alumnos y abuelos de los alumnos). Los resultados

obtenidos permitieron afinar la encuesta definitiva que se proporcionó de manera voluntaria a una muestra de 192 personas: 64 alumnos de entre 16 y 19 años que cursaban tercer y quinto semestres, 64 papás de esos alumnos de entre 36 a 63 años, y 64 abuelos, también de esos alumnos, de entre 59 a 89 años. Esta clasificación se realizó en función de que los tres grupos resultaran balanceados y susceptibles de poseer experiencias diferenciales. Se les solicitó a los jóvenes compartir la encuesta sólo con uno de sus padres y con uno de sus abuelos, dándoles la libertad, dadas las circunstancias de la pandemia y por cuestiones personales, de que eligieran a quién ellos quisieran, razón por la cual la distribución de sexos no es homogénea.

El cuestionario se conformó por siete preguntas, una cerrada y seis abiertas (ver apartado de resultados). La encuesta se aplicó entre el 25 y el 31 de enero de 2021, no así la búsqueda de información cibergráfica que se inició en el mes de noviembre de 2020. Debido a que la mayoría de las preguntas presentaron respuestas múltiples, dichos resultados se agruparon por categorías establecidas por los autores con base en el Cuadro 3. Se creó una base de datos utilizando el programa Excel donde se procesaron los resultados de los cuestionarios, mostrándose en las tablas y gráficas de la siguiente sección las frecuencias absolutas calculadas.



## Resultados

La muestra estuvo conformada por 192 personas en total, divididas en tres categorías de 64 personas cada una. El 79.2% correspondiente a 152 encuestados pertenecieron al género femenino y 20.8%, es decir, 40 personas, al masculino.

De los 192 encuestados, solamente dos personas (un abuelo y un hijo) contestaron que no conocen el jengibre (Figura 2). 93 de los encuestados señalaron, de manera general, que el jengibre es una raíz, mientras que 44 especificaron que es un tubérculo, 28 que es una planta y 23 que es una planta curativa o medicinal (Figura 3).

En cuanto a los diversos usos que se le dan al jengibre las respuestas se concentraron en las categorías: culinario, para adelgazar, antitusivo, antiinflamatorio y medicinal o curativo, pocos son los encuestados que hicieron referencia a otros usos terapéuticos (Figura 4).

Las fuentes de donde los encuestados mencionaron que obtuvieron la informa-

ción que sabían de los usos antes indicados fueron: en primer lugar, la transmisión del conocimiento por parte de familiares, amigos y conocidos; seguido por los medios de comunicación electrónicos y digitales, como programas de televisión, la radio y el internet (donde se tiene acceso a YouTube, Tik Tok y distintas redes sociales); en tercer lugar los medios de comunicación impresos, tales como revistas de divulgación y científicas, respuesta que en los padres tuvo mayor frecuencia (Figura 5).

En la figura 6 se observa que la presentación más conocida es en fresco, seguida por en polvo, en té, en cápsulas y en aceite, estas dos últimas son las menos mencionadas.

La mayoría de los encuestados (128) desconoce las condiciones en que las personas no deben consumir el jengibre, 25 señalaron que cuando se padece de hipertensión, 14 cuando se padece de problemas cardiacos y 17 cuando son mujeres embarazadas. No obstante, estas mismas personas no supieron argumentar el por qué (Figura 7).

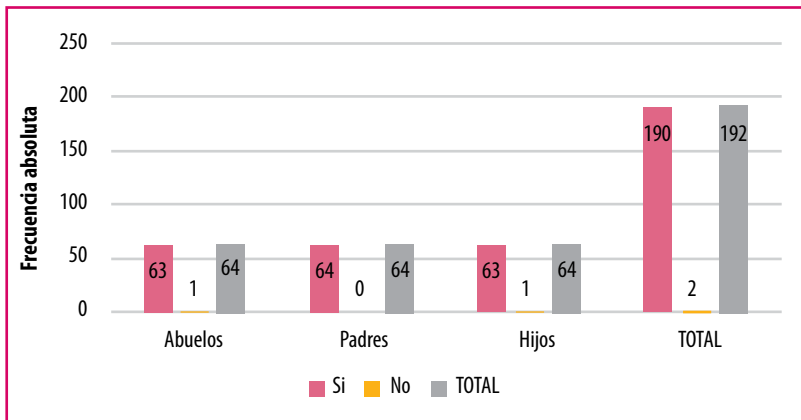


Figura 2. Número de encuestado que conocen el jengibre.

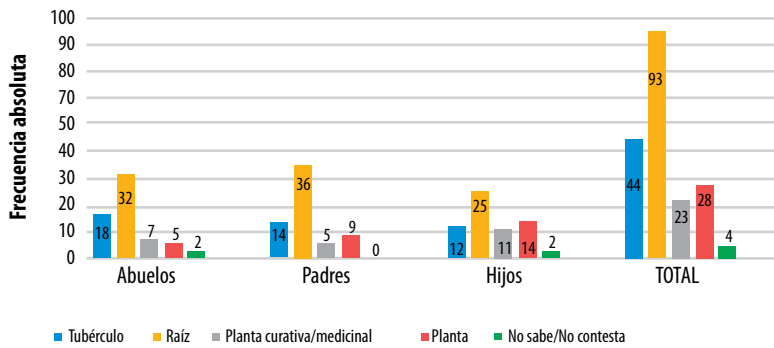


Figura 3. Número de encuestado que contestaron qué es el jengibre.

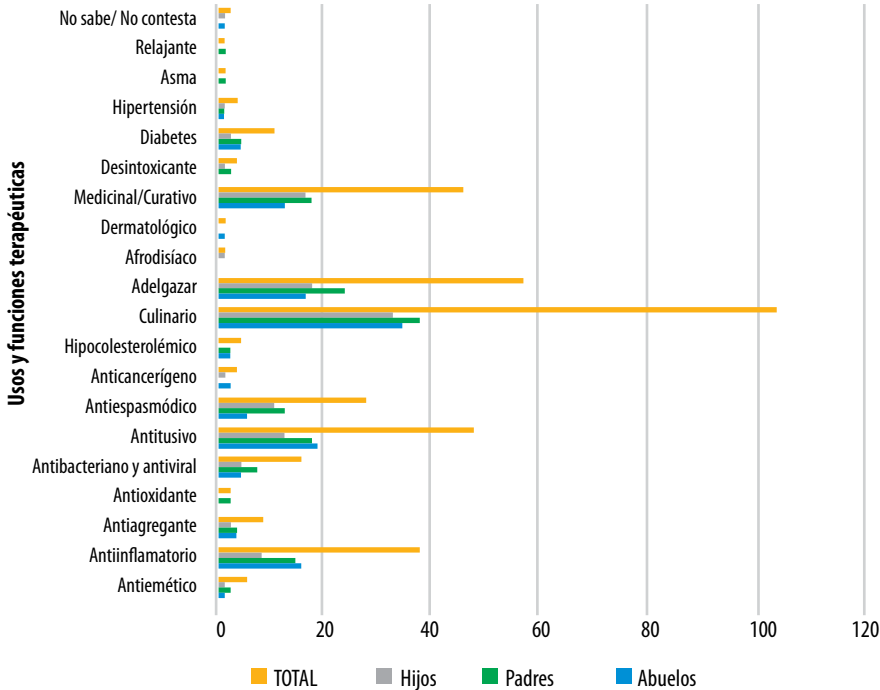


Figura 4. Usos y funciones terapéuticas del jengibre.

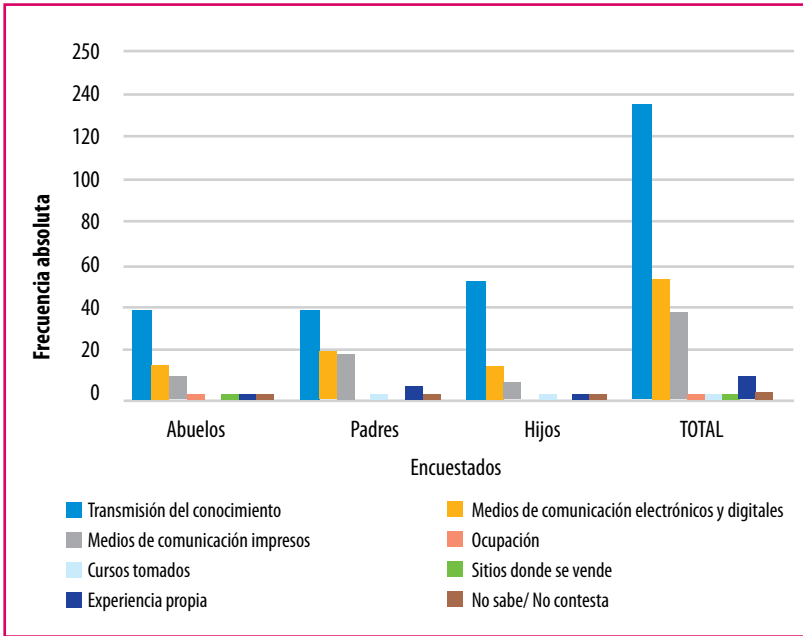


Figura 5. Fuentes de información de los usos del jengibre.

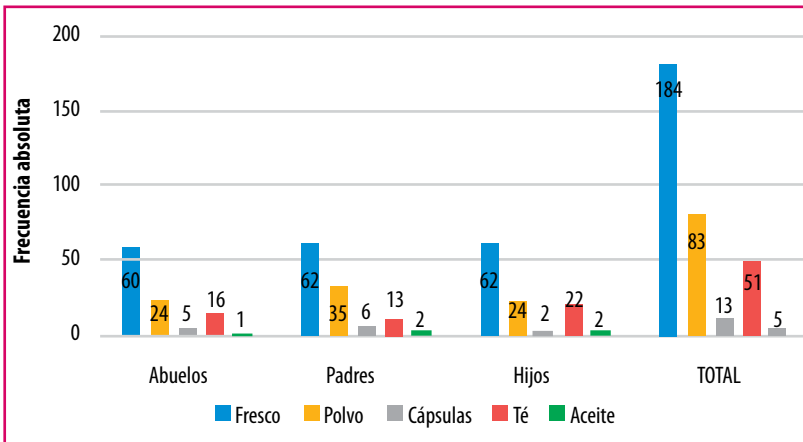


Figura 6. Presentaciones del jengibre.



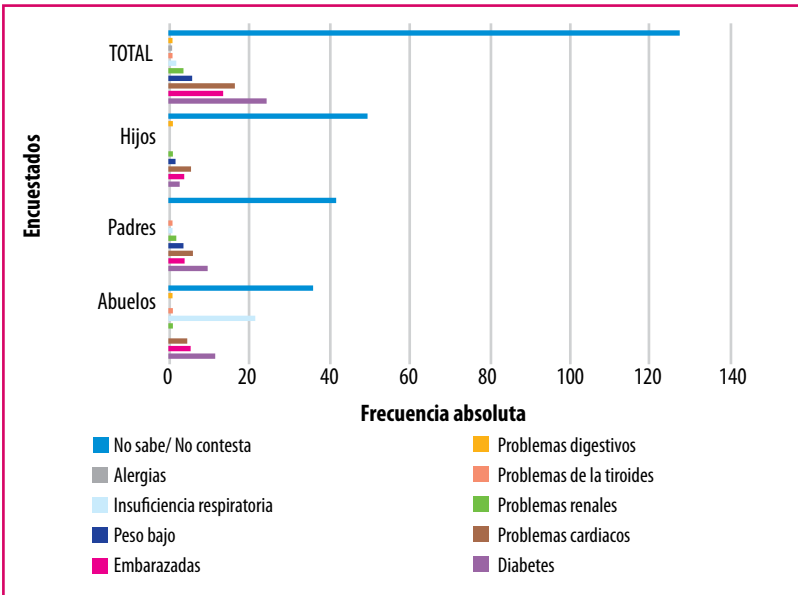


Figura 7. Condiciones en las que no se debe consumir jengibre.

## Análisis e interpretación de resultados

### 1. ¿Conoces el jengibre? y 2. ¿Qué es el jengibre?

Como se observa en las figuras 2 y 3 prácticamente todos los encuestados conocen el jengibre; 93 de los encuestados indicaron que es una raíz y 44 que es un tubérculo, y aunque ambas respuestas son correctas es preciso delimitar el significado de ambos conceptos que se relacionan entre sí. El jengibre tiene un rizoma (tallo subterráneo con varias yemas que crecen de forma horizontal) que presenta tuberosidades y ramificaciones (Siedentopp, 2008, p. 188); dicho en otras palabras, emite raíces y brotes herbáceos de sus nudos, y son precisamente esas tuberosidades o brotes los que dan lugar a los tubérculos. No obstante, las personas que no tienen una formación bio-

lógica o botánica o bien que no tienen contacto con personas conocedoras del tema, es normal que su respuesta se haya limitado a contestar que es una raíz.

La costumbre de recurrir a remedios naturales herbolarios en patologías, que no representan mayor problema data de centurias atrás (Rodríguez, 2012, p. 66), quizá esta sea la razón por la cual 23 de los 192 encuestados contestaron que el jengibre es una planta con propiedades curativas y/o medicinales.

### 3. ¿Para qué se utiliza el jengibre?

De acuerdo con los resultados obtenidos, se aprecia de manera general que no hay mucha diferencia de conocimientos sobre el uso del jengibre entre abuelos y padres. Con base en Arias Toledo (2009, p. 390):



la distribución del conocimiento [en cuanto a plantas medicinales y su uso] no es homogénea (...) existen grupos poblacionales que conocen un mayor número y variedad de especies útiles [y con ello, sus usos] porque la percepción que cada individuo tiene del ambiente depende de su cultura y del estatus o rol del individuo en esta.

No así en los hijos, cuyo conocimiento es más escaso. Estos resultados coinciden con los de Ruiz *et al.* (2018, p. 31), quienes mencionan que “las personas de mayor edad conocen significativamente más que los más jóvenes”, y con el de Arias Toledo (2009, p. 398), quien señala que “la edad juega un papel importante en el conocimiento de los recursos naturales, asociándola al menor conocimiento por parte de los jóvenes”, lo cual se debe seguramente a la experiencia adquirida y acumulada por parte de las personas con mayor edad.

En algunos casos, tal y como manifiestan Montaña y Moreno (2019, p.11), los



jóvenes le dan “más importancia a la medicina occidental, usando la medicina tradicional como una opción, siempre y cuando sea recomendada (...) por un adulto”. Concluyen que “la comunidad estudiantil que ellos estudiaron carece de conocimientos ancestrales en cuanto a medicinal tradicional, debido al desinterés de la misma”, siendo sus resultados muy similares a los aquí presentados.

Coincidimos con Ortiz *et al.* (2017), quienes mencionan que:

En medio de un entorno completamente urbanizado como es la Ciudad de México [donde se desenvuelven los jóvenes encuestados] es difícil creer que en la actualidad se sigan utilizando plantas medicinales [como el jengibre] para curar dolencias o malestares. Afortunadamente, aún existen personas que cuentan con tal conocimiento, y que, además, siguen promoviendo su uso y transmitiendo su saber [como lo son los abuelos y algunos padres]. (Ortiz *et al.*, 2017, p. 23).

De entre los usos del jengibre destaca la gran diversidad mencionada por los encuestados, la cual es apoyada por la literatura científica. Sin embargo, tal y como se aprecia en la Figura 4 predominaron cinco categorías: antiinflamatorio, medicinal/curativo, antitusivo, pérdida de peso y culinario; siendo estas dos últimas las que se esperaba que respondieran con mayor frecuencia, debido a la influencia que han generado en los últimos años los medios de comunicación en el aspecto social, donde el uso del jengibre para adelgazar se ha difundido y su conocimiento se ha vuelto popular entre la población; de tal manera que,

por lo general, la persona llega a pensar que su consumo frecuente la hará disminuir rápidamente de peso, como si fuera mágico.

El uso culinario (galletas, sushi, condimento) lo atribuimos a que es el uso más evidente para las tres categorías estudiadas, ya que muchos contestaron que se usaba como condimento para darle sabor a ensaladas y a diferentes platillos, como el mole rojo; como ingrediente del sushi (que en los últimos años ha tenido gran auge en la población) y de la repostería (especialmente en las galletas, respuesta que se atribuye a que la encuesta se aplicó un mes después de celebrar la Navidad, y algo típico de esta fiesta son las galletas de jengibre). De tal manera que lo que está a la vista de la persona y/o forma parte de su entorno es lo que percibe y, por lo tanto, lo que recuerda.

Llama la atención que la tercera categoría con mayor número de respuestas es el uso del jengibre con fines medicinales o curativos, siendo para los abuelos en específico, el quinto uso. Es notorio que la cantidad de encuestados correspondientes a las categorías padres e hijos que contestaron esto, desconocen los múltiples usos que provee este tubérculo; esto puede deberse debido a que, por una parte, estas dos poblaciones estudiadas dependan menos del ambiente que les rodea y por ello su falta de conocimiento (Arias Toledo, 2009, p. 398); por otra, a que el jengibre al ser una planta comercializada a escala global, no forme parte de la tradición local del alumno; aunado a que este mismo autor argumenta que “las personas de mayor edad

son las que poseen mayor cantidad de información etnobiológica”, lo que explica las respuestas obtenidas (p. 390).

Los usos antiinflamatorio y antitussivo son de los más recurrentes por parte de los abuelos, quizá porque alivia las enfermedades más comunes, que a través de los años continuarán prevaleciendo. Así, los abuelos transmiten sus conocimientos de generación en generación ya que son remedios eficientes que cumplen la misión de curar.

Todos los usos del jengibre señalados por los encuestados coinciden con la bibliografía revisada, aunque muy pocas personas le dan un uso terapéutico más allá de culinario, para adelgazar, antitussivo y antiinflamatorio; quizá sea porque los mismos encuestados lo consumieron en algún momento por recomendación de un familiar; para aliviar sus dolencias y, al funcionarles, esta experiencia personal la registraron en su memoria.

Con base en Montaño y Moreno (2019): cuando las plantas son usadas de manera correcta, proveen alternativas para prevenir y tratar numerosas situaciones de salud de forma efectiva y segura. Existen plantas medicinales que pueden ayudarnos a [...] optimizar y mejorar diversas funciones de nuestro organismo aún en el caso de personas que al parecer gozan de buena salud. (Montaño y Moreno, 2019, p. 25).

Esto se reflejó en nuestros resultados debido a que en las tres categorías estudiadas se señaló este uso, siendo el séptimo, en cuanto a frecuencia. Los encuestados, especialmente los padres, afirmaron que utilizaban el jengibre para reforzar su sistema

inmunológico y, con ello, evitar o reducir la probabilidad de contagio por el actual virus SARS-CoV-2, o bien, ayudar a eliminarlo; ya que este tubérculo “al ser rico en nutrientes como el potasio, niacina, fósforo y vitamina C (...) también ayuda a fortalecer el sistema inmunológico para combatir los virus y bacterias que pueden invadir nuestro cuerpo y afectar a nuestra salud” (Mocktails para fortalecer tu sistema inmune, 2021).

#### 4. ¿Cómo sabes de estos usos del jengibre?

Los resultados obtenidos son muy similares a los de Guzmán y Rivera (2014), quienes encontraron que las fuentes para obtener información sobre fitofármacos también son la literatura científica; la recomendación de familiares y amigos; el internet u otros medios de comunicación; revistas y publicidad, y por experiencia propia.

Tal y como se aprecia en la Figura 5 la forma en la que los encuestados saben de los usos del jengibre antes mencionados se debe, en primer lugar, a la transmisión del conocimiento a través de los familiares y amigos, resultados que concuerdan con los obtenidos por Acosta *et al.* (2015), Mosquera *et al.* (2015), Ortiz *et al.* (2017) y Traversa (2020).

En nuestra investigación las madres y las abuelas tuvieron un lugar predominante en la transmisión de dichos conocimientos, seguramente porque “en su rol de cuidar y criar ejerce una actividad preventiva y curativa permanente sobre sus hijos” (Arias Toledo, 2009, p. 399); además de cumplir

un papel relevante en el aprendizaje de los mismos, lo que refleja, de acuerdo con Acosta *et al.* (2015, p. 96), que el conocimiento etnobotánico se transmite por mecanismos de transmisión [oral y] vertical (de padres a hijos) reflejando la importancia que tiene la familia y la permanencia de este saber por parte de padres y abuelos.

Sin embargo, existen numerosos factores que pueden contribuir a la pérdida del conocimiento de generación a generación, entre las que destacan una tendencia a la pérdida del conocimiento por parte de las personas de la tercera edad acerca del uso de las plantas útiles, aun cuando todavía tengan un lugar destacado en su memoria; a la escasa comunicación entre estas personas mayores y las nuevas generaciones, y al desinterés que presentan dichas generaciones por este tipo de conocimiento (Arias Toledo, 2009; Mosquera *et al.*, 2015; Ortiz *et al.*, 2017).

Las plantas medicinales, como el jengibre, han sido a menudo presentadas y expuestas por los medios de comunicación como recursos terapéuticos alternativos (Gallegos Zurita, 2017, p. 26). Al tener un gran alcance para la población en general, es normal que muchos de los encuestados hayan señalado que conocen los usos del jengibre por la televisión, la radio y el internet (redes sociales como Facebook, YouTube y TikTok), medios de comunicación electrónicos y digitales. El internet, señala Traversa (2020, p. 384), “constituye una fuente de información muy consultada por diversos pobladores urbanos, que orienta los productos a consumir, a la vez que es

una vía de difusión del conocimiento botánico local, rápida y en múltiples direcciones”. Montaña y Moreno (2019, p. 11) mencionan que los jóvenes son absorbidos con el uso frecuente de las nuevas tecnologías o redes sociales, lo que ha ocasionado que la mayoría de los jóvenes no se interesen por la medicina tradicional con las plantas medicinales.

Los medios de comunicación impresos, tales como artículos de divulgación y científicos fueron también nombrados por los encuestados en tercera posición, lo cual coincide con Guzmán y Rivera (2014, p. 24), quienes en su trabajo refieren que las personas se auxilian de algún medio –ya sean libros o artículos– para obtener conocimientos sobre este tipo de medicina alternativa.

La cuarta respuesta con mayor número de frecuencia correspondió a la de experiencia propia. En ocasiones el conocimiento de los usos de las plantas medicinales, menciona Gallegos Zurita (2016, p. 329), es adquirido mediante observaciones empíricas, contacto con el medio y, sobre todo, la experiencia que han tenido [las personas] con las plantas dentro del entorno familiar; así que dicha respuesta es viable.

##### 5. ¿Qué presentaciones del jengibre conoces?

Con base en la Figura 6 la presentación más conocida del jengibre es en fresco, lo cual era de esperarse, pues así es como se aprecia en los diferentes lugares donde se adquiere (supermercados, mercados, recauderías y puestos de jugos)

y en las diferentes fuentes de información consultadas. Además, recordemos que, de acuerdo con los encuestados, el principal uso del jengibre es el culinario y al ser un ingrediente su compra y venta es, por lo general, en fresco.

La segunda categoría con mayor número de respuestas fue en polvo, llamada también macerado o trituración, resultado que concuerda con Ortiz *et al.* (2017, p. 24), en cuyo estudio la trituración ocupó la segunda forma de preparación más señalada.

A diferencia de diversos estudios (Alberti, 2006; Domínguez *et al.*, 2015; Puchol Enguídanos, 2017; Ortiz *et al.*, 2017; Ruiz *et al.*, 2018) donde la infusión o el “té” es la forma de preparación más común, en nuestra investigación fue la tercera; si bien es cierto que la forma más usual de administrar cualquier planta medicinal es en infusión, por ser la forma más sencilla, recomendada (Ruiz *et al.*, 2018, p. 32) y aceptada en la medicina herbolaria (Domínguez *et al.*, 2015, p. 50), también es cierto que la parte del jengibre que se usa es el tu-



bérculo y no la flor o la hoja, a diferencia de múltiples plantas medicinales en las que, según Orantes *et al.* (2018), se emplean estas estructuras de la planta hasta en un 72% como la forma de preparación más popular, que es, precisamente, a manera de té.

**6. ¿En qué condiciones las personas no deben consumir jengibre o sobrepasar su dosis?, y 7. En caso de haber contestado la pregunta anterior, ¿sabes por qué?**

En esta pregunta, tal y como se observa en la Figura 7, más de la mitad de los encuestados desconocen en qué condiciones no se debe consumir jengibre o sobrepasar su dosis. En la investigación realizada por Ruíz y Pardo (2015, p. 63) 74 de 75 estudiantes de la Licenciatura en Biología desconocen los riesgos del mal uso de las plantas medicinales, por ejemplo, interacciones con medicamentos. Estos resultados presentan la misma tendencia que los nuestros, y si estudiantes de una licenciatura afín a las plantas medicinales no tienen conocimiento de esto, menos las personas encuestadas en este trabajo y más cuando se trata del jengibre en específico.

Estos mismos autores argumentan que esto “puede estar relacionado con la idea generalizada de que las plantas medicinales son inofensivas por ser naturales, aunque existen numerosas evidencias de que su mal uso puede conllevar interacciones con medicamentos e incluso con intoxicaciones” (Ruíz y Pardo, 2015).

Pocos fueron los encuestados que contestaron esta pregunta atribuyendo a que cuando uno padece hipertensión o diabe-

tes y en el caso de mujeres embarazadas, no se debe consumir, aunque no supieron fundamentar el por qué. Sus respuestas se limitaban a responder según la causa, es decir, señalaron que las personas que padecen hipertensión no lo deben tomar porque les aumentará la presión.

La bibliografía científica señala que cuando se padece de diabetes y se toma medicamento para su control (insulina, tolbutamida, gliburida y metformina, entre otros) se aumenta el riesgo de hipoglucemia en el paciente (Del Villar y Melo, 2010; Inca, 2012, p. 8; UNISIMA, 2019) pues entre las propiedades del jengibre está la de aumentar los niveles de insulina y disminuir los niveles de azúcar, por lo que podría existir una sobrerreacción con el tratamiento médico, por lo que hay que revisar y ajustar las cantidades (Psicología y mente, 2021).

En el caso de las personas con hipertensión deben evitar el consumo del jengibre, especialmente cuando están medicadas. La raíz de jengibre tiene un efecto similar al de las personas que padecen diabetes y si se combinan puede haber riesgos cardíacos (UNISIMA, 2019). La hipertensión es una alteración provocada por la entrada de calcio al corazón y a los vasos sanguíneos porque al entrar este mineral se incrementa la velocidad con la que la sangre viaja, provocando un aumento en la presión arterial. El jengibre, al igual que los medicamentos que controlan la presión arterial, tiene la propiedad de bloquear los canales de calcio para que no entren al torrente sanguíneo, esto altera la tensión arterial disminuyéndola.

Se sugiere no consumir el jengibre junto con medicamentos anticoagulantes (como la warfarina) debido a que se reduce la coagulación de la sangre y, por ende, se aumenta el riesgo de hemorragias y de hematomas (Del Villar y Melo, 2010; Inca, 2012, p. 8; Salgado, 2011, p. 171; UNISIMA, 2019).

El consumo de alimentos termogénicos (aquellos que tienen la capacidad de aumentar la temperatura corporal, acelerar el metabolismo e incrementar la ingesta de calorías) como el jengibre, no se recomienda para las personas con hipertiroidismo, ya que el metabolismo es de por sí muy elevado y se aumenta el riesgo de pérdida de masa muscular (UNISIMA, 2019).

Las personas que padecen coleditiasis (presencia de uno o varios cálculos en la vesícula biliar) no deben ingerir el jengibre, debido a que por su efecto colágeno/colerético puede producir cólicos biliares (Salgado, 2011, p. 171).

Aunque el consumo de jengibre es seguro para la mayoría de la gente, en el caso de las mujeres embarazadas es objeto de controversia. Aunque tiene una función antiemética, una de sus contraindicaciones es su efecto anticoagulante. Algunos expertos sostienen que puede afectar las hormonas sexuales del feto e inducir abortos; otros sugieren que el riesgo de malformaciones en recién nacidos de mujeres que consumieron jengibre no fue mayor de lo normal (Inca, 2012, p.8; UNISIMA, 2019), y otros más han comprobado que en la lactancia y en dosis terapéuticas de 1g/24h no han aparecido daños ni en la madre ni en el

niño (Salgado, 2011, p. 171). No hay datos sobre su posible toxicidad a través de la lactancia y si bien no está contraindicado, en algunos casos ha sido causante de somnolencia, por lo que se recomienda precaución (Inca, 2012, p. 8; Mannise, 2019; Salgado, 2011, p. 171). Debido a estas razones es por lo que no hay una postura definitiva respecto a su uso en la gestación y en la lactancia.

## Conclusiones

Dentro de la herbolaria, en este documento, se resalta el jengibre por su gran variedad de usos que tiene en el área de la medicina y en lo culinario. Sus propiedades ayudan a combatir una gama de enfermedades. La investigación realizada abre el panorama sobre la importancia que tienen las redes sociales y la interacción de las personas entre sí, ya que, por lo general, la gente desconoce o no le presta la atención debida, como es el caso de las diversas presentaciones en las que se encuentra disponible el jengibre, así como las contraindicaciones en su consumo, las cuales pueden generar efectos secundarios. Las personas mayores de edad –que son las que tienen un mayor conocimiento de los usos del jengibre y de otras plantas– son las que por lo general transmiten la información de generación en generación y más cuando se encuentra un familiar o conocido con algún padecimiento de salud o en consejos culinarios.

La mayoría de los usos a los que hacen alusión los encuestados, en general, son el culinario, para bajar de peso y el “medicinal

o curativo". De forma no homogénea se señalaron otros, como el antiinflamatorio, antitensivo y antiespasmódico. Estos últimos usos son el resultado de una transmisión del conocimiento oral y vertical, herencia cultural de generaciones atrás.

El conocimiento de abuelos y padres sobre el jengibre es muy similar, a diferencia de los hijos, esto debido a la experiencia acumulada, a la percepción que cada individuo tiene del ambiente donde se desarrolla y al rol que desempeña en su familia. En los abuelos esta experiencia acumulada y su conocimiento empírico son los responsables de que conozcan ciertos usos que tiene el jengibre, mientras que, en los padres, principalmente, los medios de comunicación masivos son una fuente de información a la que recurren en este tipo de temas, donde el uso de la tecnología cada día se empodera más. A pesar de la permanencia e importancia de saberes por parte de padres y abuelos, dicha transmisión de conocimientos de tipo oral y vertical se va perdiendo con el tiempo, debido a la escasa comunicación entre las personas mayores y las nuevas generaciones y al desinterés de los jóvenes por este tipo de conocimiento.

## Agradecimientos



El artículo presentado es producto del trabajo realizado con el que se participó en el XXIX Concurso Universitario Feria de las Ciencias, la Tecnología y la Innovación en el área

de Biología en la Modalidad Investigación de Campo que se realizó en abril de 2021. Agradezco a los alumnos que cursaron la materia y a sus familiares que participaron con entusiasmo contestando la encuesta, especialmente a Nazli Wendy Murillo Solís por su participación y entusiasmo.

## Bibliografía

- Acosta, M. E., Vignale, N. D. y Ladio, A. H. (2015). "¿Qué saben sobre plantas empleadas en medicina tradicional los niños de una escuela primaria de S. S. de Jujuy, Argentina?". *Gaia Scientia. Edição Especial Etnobiología Na Argentina*, 9(3): 90-104. Recuperado de: <https://periodicos.ufpb.br/ojs2/index.php/gaia/article/view/29149>
- Acuña, O. y Torres, A. (2010). "Aprovechamiento de las propiedades funcionales del jengibre (*Zingiber officinale*) en la elaboración de condimento en polvo, infusión filtrante y aromatizante para quema directa". *Revista Politécnica*, 29(1): 60-69. Recuperado de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/4343/1/RP-No.29%288%29.pdf>
- Alberti-Manzanares, P. (2006). "Los aportes de las mujeres rurales al conocimiento de plantas medicinales en México". *Análisis de género. Agricultura, sociedad y desarrollo*, 3(2), 139-153. Recuperado de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S187054722006000200003&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S187054722006000200003&lng=es&tlng=es)
- Arias Toledo, B. (2009). Diversidad de usos, prácticas de recolección y diferencias según género y edad en el uso de plantas medicinales en Córdoba, Argentina. *Boletín y Latinoamericano del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*, 8 (5): 389-401. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=85611977005>
- Botanical online. (2020). "Toxicidad del jengibre". Recuperado de: <https://www.botanical-online.com/plantas-medicinales/jengibre-zingiber-toxicidad>
- Criollo Jiménez, M. E. (2012). *Efecto antiinflamatorio de Zingiber officinale roscoe (jengibre) sobre los tejidos blandos en estudiantes de octavo, noveno y décimo año de educación básica del Colegio Fiscomisional "La Dolorosa" que presentan gingivitis, en el periodo junio-diciembre 2011*. Tesis de Licenciatura. Ecuador: Universidad Nacional de Loja. Recuperado de: <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/>

bitstream/123456789/20058/1/TESIS%20Martha%20Criollo%20Jim%c3%a8nez-ilovepdf-compressed%20%284%29.pdf

- De las Mercedes Rodríguez, L. (2012). "De enfermedades y remedios: la transmisión oral del uso doméstico de plantas con fines medicinales en Campeche, México". *Apuntes* 25 (1): 62-71. Recuperado de: <http://www.scielo.org.co/pdf/apun/v25n1/v25n1a06.pdf>
- Del Valle Pérez, L., Socarrás Ferrer, B., Macías Abraham, C., Marsán Suárez, V., Sánchez Segura, M., Lam Díaz, R. y Merlín Linares, J. (2010). "Efecto *in vitro* de una solución de *Zingiber officinale* Rosc. (jengibre) sobre la respuesta de linfocitos humanos de donantes sanos y enfermos con inmunodeficiencia celular". *Revista Cubana de Hematología, Inmunología y Hemoterapia* 26(1)216-222. Recuperado de: <http://scielo.sld.cu/pdf/hih/v26n3/hih05310.pdf>
- Del Villar Ruíz de la Torre, J. A. y Melo Herráiz, E. (2010). *Guía de plantas medicinales del Magreb Establecimiento de una conexión intercultural*. Cuadernos de la Fundación Dr. Antonio Esteve núm. 18. Recuperado de: <https://esteve.org/wp-content/uploads/2018/01/13421.pdf>
- Domínguez Barradas, C., Cruz-Morales, G. E., González Gándara, C. (2015). "Plantas de uso medicinal de la Reserva Ecológica "Sierra de Otontepec", municipio de Chontla, Veracruz, México". *Ciencia UAT* 9(2): 41-52. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/4419/441942933004.pdf>
- Gallegos Zurita, M. (2016). "Las plantas medicinales: principal alternativa para el cuidado de la salud, en la población rural de Babahoyo, Ecuador". *Anales de la Facultad de Medicina*, 77(4): 327-332. Recuperado de: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=5102555832016000400002](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=5102555832016000400002)
- Gallegos Zurita, M. E. (2017). *Las plantas medicinales: usos y efectos en el estado de salud de la población rural de Babahoyo-Ecuador-2015*. Tesis de Doctorado. Lima: Universidad Nacional Mayor De San Marcos. Recuperado de: [https://docs.bvsalud.org/biblioref/2018/03/880037/las-plantas-medicinales-usos-y-efectos-en-el-estado-de-salud-de\\_iHP5e7s.pdf](https://docs.bvsalud.org/biblioref/2018/03/880037/las-plantas-medicinales-usos-y-efectos-en-el-estado-de-salud-de_iHP5e7s.pdf)
- Guzmán Méndez, J. C. y Rivera Jarquín, M. A. (2014). *Conocimientos, actitudes y prácticas del uso de fitofármacos por usuarios del Instituto de Estudios Superiores de Medicina Oriental (IESMO), Managua, en el mes de noviembre del año 2013*. Monografía para optar al título de Licenciatura en Química Farmacéutica. Managua: Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua. Recuperado de: <https://docs.bvsalud.org/biblioref/2018/01/877492/conocimientos-actitudes-y-practicas-del.pdf>
- Inca Torres, A. R. (2012). *Elaboración de un fitofármaco semisólido de acción adelgazante con diferentes dosis a base de alcachofa (Cynara cardunculus var scolymus), jengibre (Zingiber officinale) y cáscara de naranja (Citrus sinensis) administrado a personas para comparar su eficacia*. Tesis de licenciatura. Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Recuperado de: <http://dspace.espace.edu.ec/bitstream/123456789/2466/1/56T00362.pdf>
- INECOL. (2020). "Jengibre (*Zingiber officinale*)". Instituto de Ecología-Co-nacyt. Recuperado de: <https://www.inecol.mx/inecol/index.php/esc-menu-item-25/planta-del-mes/37-planta-del-mes/499-jengibre-zingiber-officinale>
- Leyva, L. F. (2020). "Jengibre, descubre sus propiedades y beneficios". *Tubérculos.org*. Recuperado de: <https://www.tuberculos.org/jengibre/>
- Mannise, Raúl. (2019). "Jengibre, propiedades, cultivo y cómo adelgazar. Plantas Medicinales". *ECOCOSAS*. Recuperado de: <https://ecocosas.com/plantas-medicinales/jengibre/?cn-reloaded=1>
- "Mocktails para fortalecer tu sistema inmune". (8 de enero, 2021). *El Universal*. Recuperado de: <https://www.eluniversal.com.mx/menu/bebidas-con-jengibre-para-fortalecer-tu-sistema-inmune>
- Montaño Blandón, G. I. y Moreno Quiñones, W. (2019). *La medicina tradicional como estrategia pedagógica y el uso de plantas medicinales para fomentar y promover conocimientos tradicionales en los estudiantes del grado 8 de la Institución Educativa Integrada de Uribe-Uribe Chilvi*. Tesis de Licenciatura. Tumaco: Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD). Recuperado de: <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/26343/gimonta%c3%b1ob.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Morales, A. (2007). "El cultivo del jengibre". Ministerio de agricultura y ganadería República de Costa Rica. Consultado el 27 de febrero de 2020. Recuperado de: [http://www.mag.go.cr/biblioteca\\_virtual\\_ciencia/manual-jengibre-pz.pdf](http://www.mag.go.cr/biblioteca_virtual_ciencia/manual-jengibre-pz.pdf)
- Mosquera Mena, R. A., Santamaría Polo, T. y López Almansa, J. C. (2015). "Sistemas de transmisión del conocimiento etnobotánico de plantas silvestres comestibles en Turbo, Antioquia, Colombia". *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 6(1): 133-143. Recuperado de: [https://www.researchgate.net/publication/316002880\\_Sistemas](https://www.researchgate.net/publication/316002880_Sistemas)



- de transmision del conocimiento etnobotanico de plantas silvestres comestibles en Turbo Antioquia Colombia
- Navarro Castro, E. y Avellán Zambrano, B. (2015). *Desarrollo y Promoción de una conserva artesanal a base de Jengibre* (*Zingiber officinale*). Tesis de Licenciatura. Ecuador: Universidad de Guayaquil. Recuperado de: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/reduq/12328/1/Tesis%2058.pdf>
- Orantes García, C., Moreno Moreno, R. A., Caballero Roque, A. y Farrera Sarmiento, O. (2018). "Plantas utilizadas en la medicina tradicional de comunidades campesinas e indígenas de la Selva Zoque, Chiapas, México". *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*, 17 (5): 503-521. Recuperado de: [https://www.blacpma.usach.cl/sites/blacpma/files/articulo\\_6\\_-\\_1478\\_-\\_503\\_-\\_521.pdf](https://www.blacpma.usach.cl/sites/blacpma/files/articulo_6_-_1478_-_503_-_521.pdf)
- Ortiz Palacio, L., Cervantes Gutiérrez, V. y Chimal Hernández, A. (2017). *Plantas Medicinales de San Francisco Tlaltenco, Tláhuac, Ciudad de México*. Ciudad de México: UAM-Xochimilco. Recuperado de: <https://www.sepi.cdmx.gob.mx/storage/app/media/plantas%20medicinales%20tlaltenco%20electronico%20protegido.pdf>
- Platinetti, L. A., Porcal Ruíz, M. N. y Sánchez, R. M. (2016). Galletas a Base de Harina de Trigo Enriquecidas con Extracto de Jengibre rico en Polifenoles. Trabajo de Investigación Escuela de Nutrición. Argentina. Recuperado de: <https://rdu.unc.edu.ar/bitstream/handle/11086/4614/Informe%20FINAL%20Tesis%20Jengibre.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Psicología y mente. (2021). "Las 4 contraindicaciones del jengibre: cuándo no hay que usarlo. Psicología y mente. Recuperado de: <https://psicologiymente.com/salud/contraindicaciones-jengibre>
- Puchol Enguidanos, S. V. (2017). *Estudio descriptivo sobre la utilización de plantas medicinales tradicionales y autóctonas de la Comunidad Valenciana con propiedades ansiolíticas y antidepresivas*. Tesis de Doctorado. España: Universidad CEU Cardenal Herrera. Recuperado de: [https://repositorioinstitucional.ceu.es/bitstream/10637/8629/1/Estudio%20descriptivo%20sobre%20la%20utilizaci%C3%B3n%20de%20plantas%20medicinales%20tradicionales%20y%20aut%C3%B3ctonas%20de%20la%20Comunidad%20Valenciana%20con%20propiedades%20ansiol%C3%ADticas%20y%20antidepresivas\\_Tesis\\_Santiago%20V.%20Puchol%20Engu%20c3%ADdanos.pdf](https://repositorioinstitucional.ceu.es/bitstream/10637/8629/1/Estudio%20descriptivo%20sobre%20la%20utilizaci%C3%B3n%20de%20plantas%20medicinales%20tradicionales%20y%20aut%C3%B3ctonas%20de%20la%20Comunidad%20Valenciana%20con%20propiedades%20ansiol%C3%ADticas%20y%20antidepresivas_Tesis_Santiago%20V.%20Puchol%20Engu%20c3%ADdanos.pdf)
- Ruiz Zapatero, M. y Pardo de Santayana, ML. (2015). "Conocimiento y uso de plantas medicinales en estudiantes universitarios". *Revista de Fito-terapia*, 15(1): 53-67. Recuperado de: [https://www.researchgate.net/publication/282573865\\_Conocimiento\\_y\\_uso\\_de\\_plantas\\_medicinales\\_en\\_estudiantes\\_universitarios](https://www.researchgate.net/publication/282573865_Conocimiento_y_uso_de_plantas_medicinales_en_estudiantes_universitarios)
- Ruiz-Santillán, M. P., Mejía Coico, F., Ramírez Vargas, R. y Mejía Ruíz, B. (2018). "Utilidad, uso y formas de consumo de plantas medicinales relacionadas a variables sociodemográficas en estudiantes universitarios 2017". *REBIOL* 38(2): 21-34. Recuperado de: <https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/facccbiol/article/view/2271>
- Salgado, F. (2011). "El jengibre (*Zingiber officinale*)". *Revista Internacional de Acupuntura* 5, 167-173. Recuperado de: <https://www.elsevier.es/es-revista-revista-internacional-acupuntura-279-pdf-X1887836911933730>
- Siententopp, U. (2008). "El jengibre, una planta medicinal eficaz como medicamento, especia o infusión". *Revista Internacional de Acupuntura*, 2: 188-192. Recuperado de: <https://www.elsevier.es/es-revista-revista-internacional-acupuntura-279-pdf13125914>
- Spratt, L. (2016). "El jengibre: una especia terapéutica". *CONASI Blog*. Recuperado de: <https://www.conasi.eu/blog/consejos-de-salud/el-jengibre-una-especia-terapeutica/>
- Traversa, I. P. (2020). "El conocimiento botánico local en áreas urbanas del norte de Uruguay". *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*, 19 (4): 376-386. Recuperado de: <https://blacpma.ms-editions.cl/index.php/blacpma/article/view/4/4>
- UNISIMA. (2019). Jengibre: contraindicaciones, efectos secundarios y propiedades adelgazantes y antiinflamatorias. Recuperado de: <https://unisima.com/salud/jengibre/>
- Zambrano Blanco, E. (2015). "Diversidad genética del jengibre (*Zingiber officinale Roscoe.*) A nivel molecular: Avances de la última década". *Entramado*, julio-diciembre, vol. 11, núm. 2, p. 190-199. Recuperado de: <http://dx.doi.org/10.18041/entramado.2015v11n2.22239>
- Zozoranga Reyes, R. M. (2014). *Estudio de las aplicaciones terapéuticas del jengibre*. Monografía previa a la obtención del título de químico-farmacéuta. Ecuador: Universidad Católica de Cuenca. Recuperado de: <https://dspace.ucacue.edu.ec/handle/ucacue/3567>



# El ajo y los hongos, una relación fatal



Autor:  
Alfredo César Herrera Hernández  
[alfredochoh@gmail.com](mailto:alfredochoh@gmail.com)  
Plantel Oriente


## Resumen

**E**l ajo, más que un condimento en los alimentos, ha sido objeto de estudio de muchas investigaciones que han confirmado múltiples beneficios, que van desde mejorar la salud hasta en el control de plagas de diversos cultivos.

En este trabajo exploramos una de las propiedades del ajo no tan conocidas: su potencial uso como antifúngico en tres medios diferentes: en agar papa-dextrosa, en la germinación de semillas y en una fruta, comúnmente atacados por hongos microscópicos.

Si bien los hongos son un grupo de organismos cuya principal función en la tierra es descomponer la materia orgánica y contribuir a la mineralización del carbono orgánico, un gran número de estos organismos llegan a parasitar plantas, causando pérdidas económicas en la producción hortofrutícola; de igual forma, llegan a parasitar animales e incluso al ser humano.

Los resultados de este trabajo de investigación son alentadores para proponer una alternativa más amigable con el ambiente para el control de estos microorganismos.

 **Palabras clave:** ajo, antifúngico, medios de cultivo, semillas, fruta.

## Introducción

Diversas supersticiones, provenientes de la Edad Media, cuentan que una forma para

protegerse de la mordedura de los vampiros, era colocarse un collar de ajos alrededor del cuello. Hoy en día, en México, es costumbre que en algunas casas se coloquen algunos ajos en la puerta de entrada para impedir el ingreso de malas influencias, además de atraer la buena suerte y el dinero.

Si bien es cierto que los vampiros forman parte del folklor de las novelas de ciencia ficción, también es cierto que el ajo tiene diversas propiedades que van más allá de atraer la suerte y ahuyentar nuestras pesadillas.

El ajo, de nombre científico *Allium sativum*, es una planta originaria de Asia Central que en la actualidad se cultiva en, todo el mundo. Dicha planta está formada de muchas raíces superficiales, tienen hojas que envuelven la base del tallo y de vez en cuando llegan a florecer y a producir semillas. Lo que nosotros consumimos es la cabeza o bulbo de ajo, el cual está encerrado por muchas hojas. Cada bulbo puede llegar a contener entre seis a quince “dientes”.

Una de las principales características del ajo es su olor peculiar, el cual se genera cuando se corta, se muerde, se macera o se cuece, debido a que dos sustancias se unen (la aliína y la alinasa) para generar una más (la alicina).

La aliína está presente en el ajo en muy baja concentración y es una molécula inodora; sólo cuando se pone en contacto con la enzima alinasa se produce la alicina, sustancia que contribuye en gran medida al olor del ajo; pero también intervienen otros compuestos como el disulfuro de dipropilo y el disulfuro de dialilo. En las si-



Figura 1. El ajo y sus dientes.



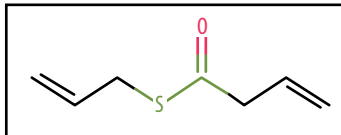
Recuperada de: [https://cdn.pixabay.com/photo/2015/01/31/11/31/garlic-618400\\_960\\_720.jpg](https://cdn.pixabay.com/photo/2015/01/31/11/31/garlic-618400_960_720.jpg)

güentes imágenes se muestra la estructura química de alicina, el disulfato de dipropilo y el disulfato de dialilo.

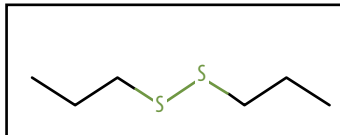
Los compuestos anteriores forman parte de los principales componentes activos del ajo, pero no son los únicos, además contiene aminoácidos, minerales y vitaminas. De acuerdo con la Medicina Tradicional Mexicana, el principal uso del ajo es para combatir los parásitos intestinales, además de emplearse en trastornos digestivos como el dolor de estómago, gases intesti-

nales y estreñimiento. También se usa en el tratamiento de reumatismo, en problemas de la piel –como mezquinos, roña, sarna (aplicado como cataplasma)–, en enfermedades respiratorias –como tos, anginas, garganta irritada–, en dolores musculares y de oído, entre otras aplicaciones.

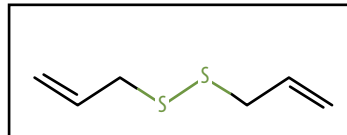
En el ámbito de la agricultura se ha reportado su uso para el control de áfidos sobre cultivos de pimientos (Castresan *et al.*, 2013) y para el control de polillas en cultivos de papas (Salazar y Betancourth, 2009).



Alicina



Disulfato de dipropilo



Disulfato de dialilo



Figura 2. Estructuras químicas de algunas sustancias olorosas en el ajo. Autoría propia.

Mención aparte merecen las investigaciones relacionadas con la efectividad del ajo en la actividad microbiana (López, 2011; Fuselli *et al.*, 2004), de tal forma que es nombrado como un “antibiótico natural”, tanto en bacterias como en hongos, siendo estos últimos microorganismos el centro de interés de la presente investigación, que tiene como principales objetivos:

- Obtener extractos acuosos de ajo.
- Analizar el efecto de tres concentraciones de extractos de ajo en el desarrollo de hongos, bajo tres condiciones: en agar papa-dextrosa, en la germinación de semillas y en una fruta.

## Metodología

### (I) Obtención de los extractos acuosos de ajo

Adquirimos las cabezas de ajo en el mercado y seleccionamos aquellas que se encontraban en buen estado, es decir, que no tuvieran manchas negras en el interior ni en las cáscaras y que estuvieran firmes y frescos; después, los pelamos y pesamos las siguientes cantidades de ellos: 25, 50 y 100 g.

Medimos 100 mL de agua destilada estéril y colocamos los dientes de ajo correspondientes a 25 g en una licuadora previamente desinfectada (con una disolución comercial de hipoclorito de sodio) para ser molidos. La mezcla obtenida se filtró y se recolectó en un recipiente estéril. Repetimos el procedimiento, pero ahora con los

dientes de ajo correspondientes a los pesos de 50 y 100 g.

### (II) Preparación del medio de cultivo agar papa-dextrosa (PDA)

Una vez que disolvimos el medio de cultivo en agua estéril e hirvió por aproximadamente 3 minutos, se dejó enfriar. Con ayuda de jeringas estériles tomamos 9 mL del medio y 1 mL de cada extracto obtenido y las vaciamos en cajas Petri (cinco para cada ensayo), girando las placas para dispersar y homogenizar las mezclas. Con ello obtuvimos tres concentraciones de los extractos: 2.5, 5 y 10 %.

También vaciamos 9 mL de agar y 1 mL de agua destilada estéril en otras cajas Petri, esto como un control negativo que nos servirá para hacer las correspondientes comparaciones.

Los medios de cultivo se dejaron expuestos por 48 horas a temperatura ambiente, con la finalidad de observar y analizar los microorganismos que se hubieran desarrollado. Transcurrido ese tiempo, cerramos las cajas Petri y las sellamos para que no se destaparan con facilidad.

Debido a que el plantel no cuenta con incubadora, se dejaron en un lugar cálido para que se desarrollaran los posibles microorganismos.

### (III) Preparación de semilleros para germinación

Seleccionamos frijoles negros para su germinación, por lo que previamente los de-

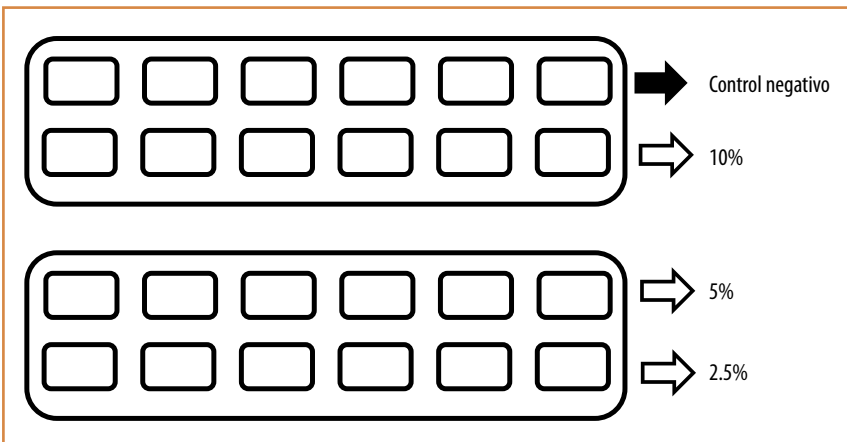


Figura 3. Distribución de los extractos en los semilleros de frijol. Autoría propia.

jamos 12 horas sumergidas en agua, esto para acelerar el proceso.

Acondicionamos dos recipientes para hielo como semilleros, de tal forma que se colocaron algodones en el fondo de los espacios y tres frijoles.

A cada carril se les adicionó 9 mL de agua con 1 mL de cada extracto (ver figura 3), para llegar a las concentraciones de 2.5, 5 y 10 %, y los dejamos en una zona con

ventilación constante y luz natural por 48 horas.

#### (IV) Preparación de repositorios para fruta

En el periodo en donde se realizó la investigación encontramos fresa de buena calidad y a precios accesibles (en un tianguis adquirimos un kilogramo por quince pesos), seleccionamos 6 fresas en buen estado, las lavamos y las desinfectamos con una solución comercial (Mycrodyn ®).

Partimos cada fresa a la mitad y las colocamos en un recipiente para chocolates previamente lavado. A cada carril se les adicionó 9 mL de agua con 1 mL de cada extracto, esparciendo homogéneamente por la superficie de la fruta, con ello trabajamos con tres concentraciones: 2.5, 5 y 10 %.

Las frutas fueron expuestas a la intemperie por 48 horas. Cabe añadir que también se incluyeron controles negativos, es decir, muestras sin extractos de ajos.

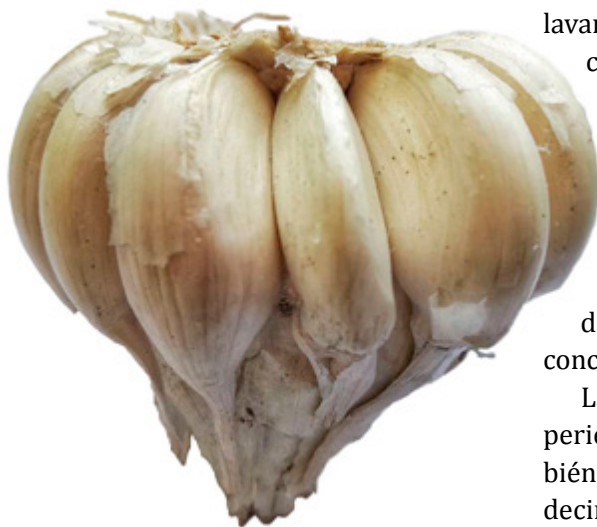


Tabla 1. Medios de cultivo PDA

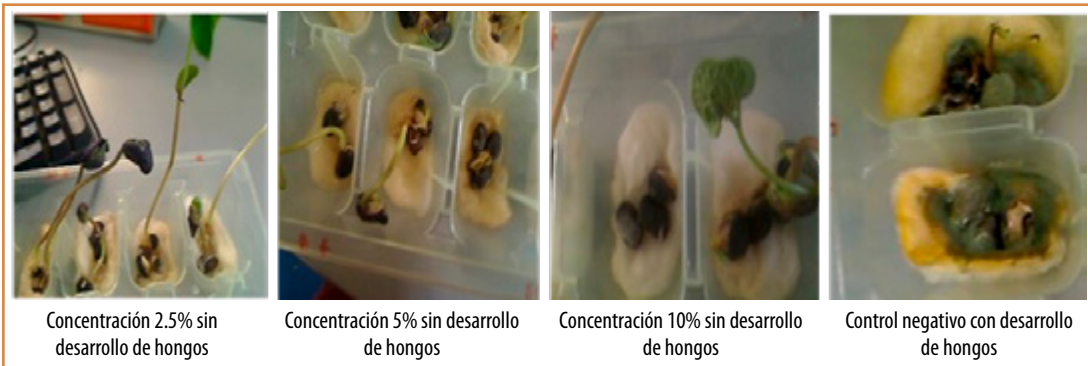
Concentración	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5
0% (control negativo)	+	+	+	+	+
2.5 %	-	-	-	-	-
5%	-	-	-	-	-
10%	-	-	-	-	-



Se muestran algunas cajas de Petri al quinto día del experimento. Resultados de izquierda a derecha figuras 4, 5, 6 y 7.

Tabla 2. Resultados en semilleros de frijol

Concentración	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5
0% (control negativo)	-	+	+	+	+
2.5 %	-	-	-	-	-
5%	-	-	-	-	-
10%	-	-	-	-	-



Se muestran algunos semilleros de frijol al quinto día del experimento. Resultados de izquierda a derecha figuras 8, 9, 10 y 11.

Tabla 3. Resultados en el desarrollo de hongos en fresas

Concentración	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5
0% (control negativo)	+	+	+	+	+
2.5 %	+	+	+	+	+
5%	-	+	+	+	+
10%	-	+	+	+	+

## Resultados

En la siguiente tabla, el signo (+) indica crecimiento de hongos, y el signo (-) indica que no hubo crecimiento de hongos.

## Análisis de resultados

### En PDA

Los resultados que obtuvimos en las placas con PDA fueron positivos, ya que en ninguna de las cajas de Petri, que tenían incluidas los extractos de ajo, se desarrollaron hongos, mientras que en las placas sin extracto de ajo, el crecimiento y desarrollo de hongos filamentosos fue evidente.

### En la germinación de semillas

En los semilleros se observaron mejores resultados. En los frijoles las diferentes concentraciones de los extractos de ajo permitieron la germinación de las semillas y el crecimiento sano de las plántulas, mientras que en las semillas sin extractos, es decir, el control negativo, se desarrollaron hongos filamentosos, impidiendo que las semillas germinaran.

### En los frutos

En las fresas obtuvimos un resultado esperado, es decir, el nulo desarrollo de hongos filamentosos en aquellos frutos a los que se les roció extractos de ajo, y el desarrollo de hongos en los frutos sin extractos.

Sin embargo, el efecto observado solamente fue posible por 48 horas (un día), esto significa que si hubiéramos empleado los extractos de ajo constantemente, quizás el desarrollo de hongos hubiera sido menor o incluso nulo. Con lo anterior se realizó una evaluación cualitativa del efecto de los diferentes extractos de ajo.

## Conclusiones

Tras analizar los resultados obtenidos podemos concluir que:

- Al probar tres concentraciones de extractos de ajo en el desarrollo de hongos comprobamos que estas tienen efectos fungicidas y fungistáticas.
- Para el caso del medio PDA las concentraciones de extractos de 2.5, 5 y 10% resultaron ser fungicidas, ya que no hubo desarrollo de colonias de hongos en las cajas Petri correspon-



dientes, en contraposición con nuestro control negativo.

Para el caso de la germinación de semillas de frijol, las concentraciones de extractos de 2.5, 5 y 10% resultaron ser fungistáticas, es decir, detienen el desarrollo de los hongos, y para un mejor efecto se deben aplicar constantemente para un desarrollo libre de hongos.

Para el caso de las fresas, las concentraciones de extractos de 2.5, 5 y 10% también resultaron ser fungistáticas, ya que, luego del primer día, ya hay contaminación por hongos en las frutas correspondientes al control negativo y a las de menor concentración, y con el paso del tiempo el efecto disminuye.

Con lo anterior, nuestros objetivos de investigación se cumplieron.

Cabe mencionar que, debido a que no fue objeto de investigación determinar e identificar los hongos que se desarrollaron, además de que el plantel no cuenta con los medios de tinción específicos para estos microorganismos (los que hay se encuentran caducos), queda como una posibilidad de investigación futura el analizar por especie de hongo la efectividad de los extractos de ajo.

Asimismo, los resultados obtenidos en este trabajo permiten abrir nuevas posibilidades de exploración, por ejemplo, identificar cuál(es) componente(s) del ajo es (son) responsables de su efecto, o si se

trata de un efecto sinérgico. También la posible aplicación del ajo en productos farmacéuticos que ayuden, por ejemplo, a controlar la caspa, padecimiento ocasionado por hongos.

## Agradecimientos

Al alumno Alejandro Castillo de Gante por su participación en el desarrollo de este trabajo de investigación.

## Bibliografía

- Abdelbasit, S. y Ballal, A. (2014). "In vitro activity of garlic (*Allium sativum*) on some pathogenic fungi". *European Journal of Medicinal Plants*, 4 (10).
- Castresan, J., Rosenbaum, J. y González, L. (2013). "Estudio de la efectividad de tres aceites esenciales para el control de áfidos en pimiento", *Capsicum annum*. L. Idesia, 31 (3).
- Fufa, B. (2019). "Anti-bacterial and anti-fungal properties of garlic extract (*Allium sativum*): A review". *Microbiology Research Journal International*, 28 (3).
- Fuselli, S., Filsinger, B., Fritz, R., y Yeannes, M. (2004). "Estudio microbiológico del ajo y la cebolla deshidratados". *Revista Argentina de Microbiología*, 36.
- López J. (2011). "Observación de la actividad antimicrobiana del ajo (*Allium sativum*) en el laboratorio de educación secundaria". *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de la ciencia*, 8.
- Moctezuma, Z. M., Pedraza, R. M., Cárdenas, G. J., Martínez, J. V. y Acosta, R. J. (2016). "Efecto del ajo (*Allium Sativum*) sobre el crecimiento de algunas especies de hongos". *TLATEMOANI, Revista Académica de Investigación*, 22.
- Salazar, G. y Betancourth, G. (2009). "Evaluación de extractos de plantas para el manejo de polilla guatemalteca (*Tecia solanivora*) en cultivos de papa en Nariño, Colombia". *Agronomía Colombiana*, 27 (2).



# Evaluación del efecto conservador de **aceites esenciales** en cremas corporales

Autores  
Ángeles Adriana Reyes Álvarez  
[adriana.reyes@cch.unam.mx](mailto:adriana.reyes@cch.unam.mx)

M.J. Domínguez-Cruz  
X. Z. García-Bernal  
V. García-Quero  
O. Guadalupe-Martínez  
Plantel Sur

## Resumen

**E**l presente trabajo consistió en evaluar el efecto conservador de aceites esenciales al extraer aceites esenciales de especia clavo, cáscara de naranja, flores de crisantemo, hoja de apio, chile pasilla, cebolla, rábano, y hojas de menta; para utilizarlos en la elaboración de cremas corporales. La extracción de los aceites esenciales consistió en la deshidratación de las muestras con la preparación de un horno casero, hecho con maderas y una lona que generó y agilizó el secado de las mismas. Subsiguiente, una maceración de diez días con alcohol etílico para dar lugar a la destilación de las muestras en un rotavapor. Se elaboraron diez cremas corporales, una con conservador butilhidroxitolueno (BHT), otra sin conservador (patrón de comparación) y ocho más utilizando el aceite esencial extraído. También se realizaron cromatografías en capa fina para determinar la calidad del aceite esencial extraído. Asimismo, se emplearon medios de cultivo con agar nutritivo y finalmente tinciones Gram para observar, en todo caso, el crecimiento bacteriano en las cremas realizadas y con base en ello determinar y comparar el poder de conservación de los aceites esenciales extraídos tomando en consideración un lapso de 30 días. Los aceites extraídos tuvieron un olor característico de cada muestra. En la crema que se utilizó bht la apariencia y textura fueron excelentes, no presentó crecimen-

to bacteriano en los medios de cultivo. La crema sin conservador no tuvo crecimiento de bacterias, pero sí de hongos después del tiempo de evaluación. El extracto de las hojas de apio resultó ser el menos efectivo como conservador, debido a que se observó crecimiento bacteriano y las características físicas de la crema después del tiempo evaluado no eran agradables. La crema con aceite esencial de clavo tuvo excelso poder conservador con respecto a los demás aceites esenciales extraídos.

 **Palabras clave:** aceite esencial, conservadores, cremas, cromatografía, medios de cultivo.

## Introducción

Los aceites esenciales son mezclas complejas de más de 100 componentes de bajo peso molecular (alcanos, alcoholes, aldehídos, cetonas, ésteres y ácidos). En su gran mayoría son de olor agradable (Martínez, 2001). Poseen acción antiséptica y antimicrobiana, incluso frente a levaduras. Son eficaces en disminuir o suprimir espasmos gastrointestinales; digestivos y estomacales. Algunos poseen un efecto colagogo y colerético. Otros tienen actividad antirreumática, antiinflamatoria, antiflogística y neurosedante. Ampliamente utilizados en la industria farmacéutica y en la de alimentos; perfumería, cosmética, licorería y confitería (López, 2004).

Los aceites esenciales se pueden extraer de las muestras vegetales mediante varios métodos. En este trabajo se utilizó la desti-

lación por arrastre de vapor, que consiste en que la muestra vegetal cortada o moli-da es depositada en una cámara inerte; se somete a una corriente de vapor de agua de manera que la esencia sea arrastrada y condensada, así se separa de la fracción acuosa. Para identificar la pureza del aceite esencial se pueden hacer diferentes pruebas entre las más conocidas están las cromatografías (Ávila, 2009).

Uno de los cosméticos más utilizados para el cuidado de la piel son las cremas corporales, las cuales se definen como emulsiones líquidas viscosas o semisólidas de aceite en agua o de agua en aceite; se consiguen mezclar debido a la acción de emulgentes para producir una mezcla estable (López, 2015; Pabón, 2017). Para prolongar su vida de anaquel es necesario agregar conservadores. Estos se definen como sustancias químicas con actividad antimicrobiana, se incorporan en los cosméticos en una concentración de 0.0005 y un 1%. Su función es la prevención frente a la contaminación microbiana durante la fabricación, almacenaje y uso cotidiano del consumidor (Leranoz, 2002).

Los parabenos, conservadores muy utilizados por la industria cosmética, son grupos de ésteres de alquilo del

ácido p-hidroxibenzoico. El metilparabeno, etilparabeno, propilparabeno, butilparabeno, isobutilparabeno, isopropilparabeno y bencilparabeno son ampliamente usados (Golden, 2005). A medida que aumenta la cadena del grupo éster, la actividad antimicrobiana es mayor, pero la solubilidad en agua disminuye. Son principalmente activos sobre bacterias Gram-positivas y tienen menor efecto sobre esporas bacterianas (Soler, 2016).

## Objetivo

- Extraer aceites esenciales de clavo, flores de crisantemo, hoja de apio, chile pasilla, cebolla, rábano, hojas de menta y cáscara de naranja.
- Comprobar la pureza de los aceites esenciales mediante el método de cromatografía en capa fina.
- Comparar el poder conservador de los distintos aceites esenciales obtenidos.
- Desarrollar una crema corporal de uso cotidiano utilizando como conservadores los aceites esenciales extraídos.
- Determinar el poder conservador de los aceites esenciales mediante una cuenta cualitativa microbiológica.



## Planteamiento del problema

En la actualidad a muchos productos cosméticos para el cuidado de la piel se les incorporan sustancias conservadoras, algunas son consideradas peligrosas y tóxicas, tal es el caso de los parabenos. Una alternativa podría ser el uso de aceites esenciales, pero ¿qué tan efectivo resulta usar un conservador natural?

## Hipótesis

Si alguno de los aceites esenciales extraídos de las plantas en cuestión presenta un buen poder conservador, entonces la duración, calidad y características físicas de la crema, serán tan buenas como las que tienen un conservador sintético, tal es el caso del BHT.

Si los aceites esenciales tienen buen poder conservador en las cremas corporales entonces al colocar las muestras en medios de cultivo no crecerá ningún tipo de bacterias u hongos.

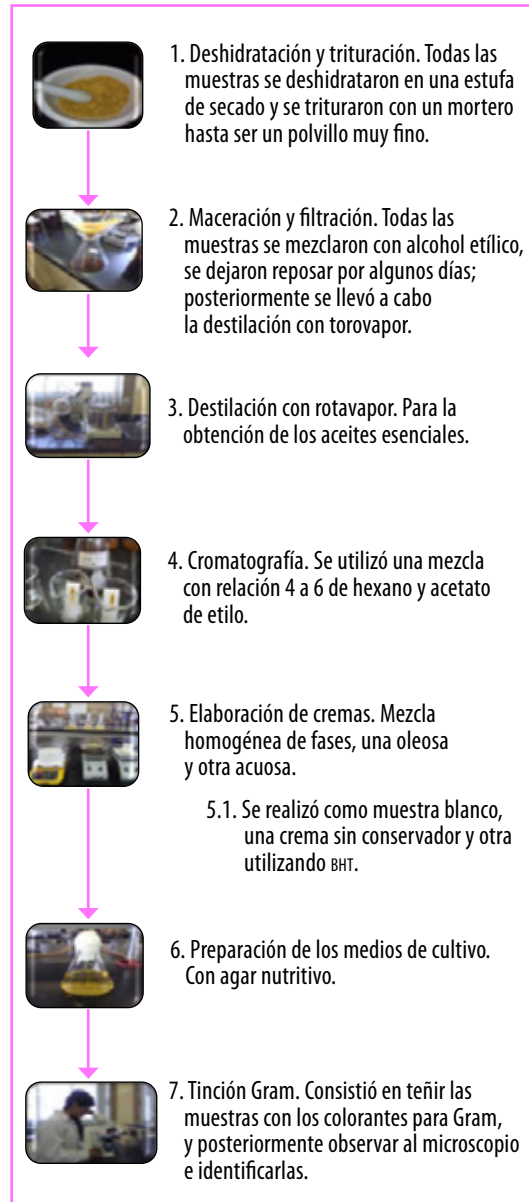
Si hay crecimiento de bacterias en los medios de cultivo estriados con muestras de cremas corporales, entonces, la cantidad de bacterias variará de acuerdo al poder conservador que contenga cada aceite esencial.

## Metodología

El proceso comenzó con la selección de plantas, flores, especias y cáscaras de frutos, tal es el caso de flor de crisantemo, rosas, apio (tallo y hojas), menta, cascara

de naranja, rábano, cebolla, chile pasilla y clavo.

A continuación, se muestra un diagrama de flujo de la metodología que se llevó a cabo.



## Resultados

En la siguiente tabla se detallan las características físicas al extraer aceites esenciales de las muestras seleccionada como es el color, olor y su apariencia general.

Tabla 1. Características físicas de los aceites esenciales extraídos

Aceite esencial	Color	Olor	Apariencia general
Clavo	Café claro	Clavo	Líquida
Cebolla	Amarillo mostaza	Cebolla	Aceitosa
Rábano	Naranja	Rábano	Aceitosa y grasosa
Flor de crisantemo	Amarillo	Crisantemo	Ligeramente aceitosa
Chile Pasilla	Café marrón	Chile	Espesa
Hoja de apio	Verde pastoso	Apio	Muy espesa
Menta	Verde/café	Menta fresca	Líquida, muy aceitosa
Naranja	Amarillo intenso	Cítricos	Aceitosa y acaramelada

Tabla 2. Características físicas de las cremas utilizando el aceite esencial extraído. Observación de crecimiento bacteriano

Crema	Olor	Consistencia	Color	Crecimiento bacteriano	Observaciones después de un mes
Apio	Fresco	Muy espesa, grasosa y cremosa	Blanco con gránulos verdes	Crecimiento abundante de bacterias Gram -	La crema tuvo poca durabilidad, mostro un gran crecimiento de hongos
Cebolla	Ligero	Espesa	Blanco-grisáceo	Crecimiento abundante de bacterias Gram -	Mantuvo casi todas sus características físicas, se mostró más líquida
Flor de crisantemo	Ligero, un poco dulce	Espesa	Marfil	Escasa presencia de bacterias Gram -	Ligeramente más líquida; prácticamente conservó todas sus propiedades físicas
Chile	Picoso	Líquida	Marrón	Crecimiento abundante de bacterias Gram -	Se separó en dos fases, una espesa y otra grasosa. En la cromatografía del aceite esencia se logró observar la separación de sus componentes
Clavo	Profundo	Líquida	Beige	Sin presencia de bacterias	Mantuvo intactas sus características físicas
Menta	Ligero y fresco	Espesa y cremosa	Verde claro	Poco crecimiento de bacterias Gram +	Conservó intactas sus características físicas, mantuvo su consistencia cremosa
Naranja	Profundo, dulce y agradable	Espesa	Marfil	Escasa presencia de bacterias Gram -	Conservó su consistencia y color, pero su olor se transformó en un aroma desagradable; materia en descomposición
Rábano	Fuerte y penetrante	Poco espesa	Blanco grisáceo	Crecimiento abundante de bacterias Gram + -	La consistencia más líquida, conservó el resto de sus propiedades físicas

Crema	Olor	Consistencia	Color	Crecimiento bacteriano	Observaciones después de un mes
Conservador BHT	Sin olor	Cremosa espesa	Blanco	Sin crecimiento de bacterias	Mantuvo al cien por ciento sus características físicas
Sin conservador	Sin olor	Cremosa espesa	Blanco	Sin crecimiento de bacterias	Conservó su consistencia, se mantuvo inodora; aparición de cierto tipo de hongos

## Análisis de resultados

De acuerdo con los resultados obtenidos se extrajeron los aceites esenciales de las muestras utilizadas, todas presentaron su olor característico, ninguna tuvo olor a alcohol etílico, por lo que, el método utilizado fue el adecuado para la extracción de los aceites esenciales.

La muestra patrón utilizando el conservador sintético BHT para la elaboración de la crema no presentó crecimiento de bacterias, al igual que la crema sin conservador, por lo tanto, el procedimiento en la elaboración de cremas es garantía para la comparación entre las demás muestras.

En cuanto a la efectividad del aceite esencial como conservador, la crema con aceite esencial de clavo no presentó crecimiento de bacterias en el medio de cultivo en el transcurso de un mes y dos días; su apariencia tampoco cambió.

En el lapso de tiempo de monitoreo y evaluación, el crecimiento bacteriano fue muy poco para las cremas con aceite esencial de crisantemo y de menta, no obstante, las cremas conservaron todas sus propiedades físicas. Asimismo, en la cromatografía de aceite de crisantemo si se observó la separación de algunos componentes del aceite. El crecimiento bacteriano pudo ha-

ber sucedido por una mala manipulación en el sembrado de la muestra.

En cuanto a la cromatografía de las muestras de menta no se observó crecimiento continuo sino una sola línea sin separación de los componentes, lo que significa que hay que modificar la mezcla de hexano-acetato de etilo para que pueda eluir de una forma correcta, es decir, aumentar la polaridad de la mezcla de elución, por lo que, se corrobora la probable contaminación del aceite al realizar la crema debido a que ésta presentó, al menos poco crecimiento bacteriano.

En las cremas donde se utilizaron los aceites esenciales de cebolla, hojas de apio y chile pasilla el crecimiento bacteriano fue muy significativo, por lo que estos aceites esenciales resultaron ser los menos efectivos como conservadores. Las tinciones mostraron que en ellas crecieron bacterias Gram positivas y negativas.

Una medida fiable en la extracción de la calidad del aceite extraído es utilizar las cromatografías en este caso de capa fina, dado que nos dan la pauta para saber si el aceite extraído está contaminado o bien los componentes del aceite no han sido extraídos en su totalidad, por esta razón, los resultados de la producción de cremas utilizando como conservador un aceite esencial

y comparando con la elución de la cromatografía indican una correlación paralela, tal es el caso de las hojas de apio.

## Conclusiones

Los diversos aceites esenciales tienen múltiples aplicaciones, uno de los objetivos de este trabajo fue evaluar que tan efectivo es el poder conservador de los aceites esenciales extraídos de las muestras elegidas de flores, especias, plantas, hojas, hierbas.

El efecto conservador se vio reflejado en la formulación de productos cosméticos, cremas corporales, como parte de su formulación se utilizó un conservador natural, es decir los aceites esenciales extraídos.

Dicho efecto conservador se evaluó tomando en consideración el transcurso de un mes después de haber elaborado la crema, así como también una determinación microbiológica cualitativa de las cremas desarrolladas con diferentes tipos de aceites esenciales.

Las muestras patrón, utilizando un conservador sintético BHT y sin conservador reflejaron que la elaboración y estriado de las muestras ha sido correcto, puesto que, no hubo crecimiento de bacterias en el tiempo de evaluación.

De acuerdo con la comparación de resultados, el aceite esencial que tuvo una excelente función como conservador natural fue el de clavo, debido a que después de un mes de la elaboración de la crema no presentó evidencia de crecimiento bacteriano, ni de hongos y las características de la crema estuvieron intactas. El conservador de

aceite esencial de clavo puede cumplir una función similar a un conservador sintético, esto se debe al componente activo de la esencia de clavo es el eugenol, el cual en altas concentraciones tiene un efecto bactericida.

Otros aceites esenciales como el de apio tuvieron un crecimiento considerable en de bacterias en las muestras de crema, una de las razones es que, de acuerdo a la cromatografía en capa fina, el aceite esencial se pudo haberse contaminado, debido a que si su manipulación no es adecuada pueden disolverse fácilmente partículas de polvo, grasa, entre otras.

Cualquier cosmético por sencillo que parezca debe contener en su formulación conservadores para alargar la vida del producto, e impidiendo el desarrollo microbiológico no deseado.

Usar aceites esenciales naturales puede representar una alternativa para sustituir los conservadores sintéticos, aunque el costo para esto sea muy caro por el procedimiento que lleva extraerlos, las pruebas para identificar la pureza de los aceites extraídos y la corroboración de que funcionan los aceites esenciales como conservadores. Por ello la identificación de su composición química, así como su debida extracción de un aceite esencial es fundamental para entender los factores que afectan a su seguridad en un producto cosmético.

## Bibliografía

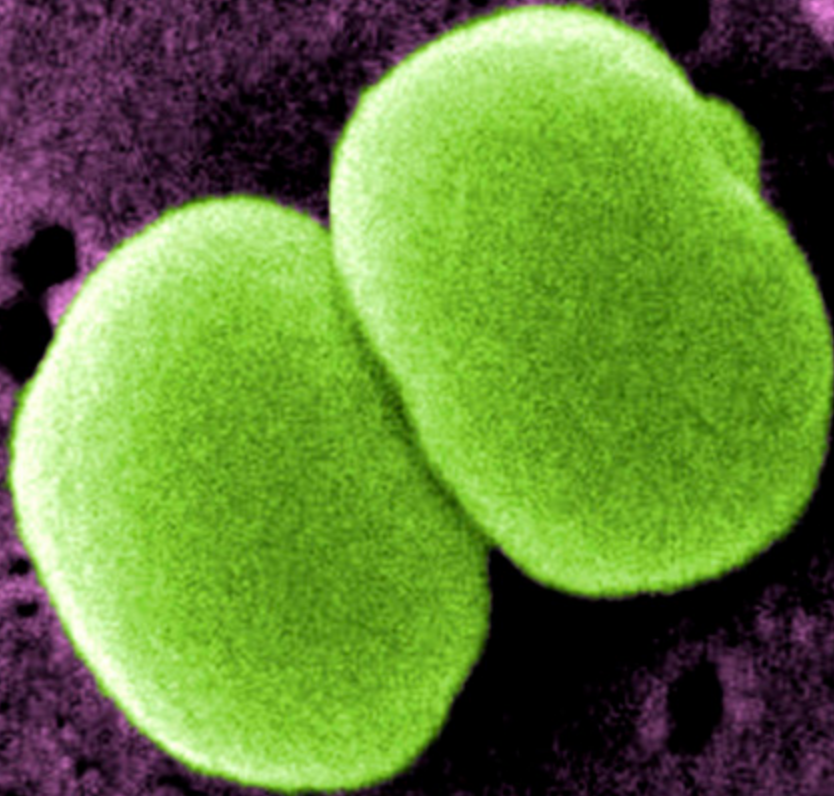
AEMPS. (2016). *Guía sobre aceites esenciales en productos cosméticos*. España: Ministerio de Sanidad, Consumo y Bienestar Social. Dirección Europea para la Calidad del Medicamento y la Asistencia Sanitaria del



- Consejo de Europa. Recuperado el 10 de abril de 2021, a partir de: [https://www.aemps.gob.es/publicaciones/publica/docs/Guia\\_Aceites\\_Esenciales.pdf](https://www.aemps.gob.es/publicaciones/publica/docs/Guia_Aceites_Esenciales.pdf)
- Ávila Zárraga, J. G. et al. (2009). *Química orgánica. Experimentos con un enfoque ecológico*. (2da. ed.) México: Coordinación de Difusión Cultural/Dirección General de Publicaciones y Fomento Editorial/Universidad Nacional Autónoma de México.
- Golden, R., Gandy, J. y Vollmer, G. (2005). "A Review of the Endocrine Activity of Parabens and Implications for Potential Risks to Human Health". *Critical Reviews in Toxicology*, 35:435–458, 2005. Recuperado de: [https://www.researchgate.net/publication/7663616\\_A\\_Review\\_of\\_the\\_Endocrine\\_Activity\\_of\\_Parabens\\_and\\_Implications\\_for\\_Potential\\_Risks\\_to\\_Human\\_Health/link/5746fb3b08ae205b05caeb6c/download](https://www.researchgate.net/publication/7663616_A_Review_of_the_Endocrine_Activity_of_Parabens_and_Implications_for_Potential_Risks_to_Human_Health/link/5746fb3b08ae205b05caeb6c/download)
- Leranoz, S. (2002). "Conservantes cosméticos. Dermofarmacia". *Offarm*, vol. 21, núm. 7, julio-agosto. Consultado el 8 de abril de 2021. Recuperado de: <https://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-articulo-conservantes-cosmeticos-1303483>
- López García, B. et al. (2015). "Ungüentos, pomadas, cremas, geles y pastas: ¿es todo lo mismo?". *Form Act Pediatr Aten Prim*, 8(4):183-7. Recuperado de: [https://fapap.es/files/639-1294-RUTA/FAPAP\\_4\\_2015\\_Unguentos\\_pomadas.pdf](https://fapap.es/files/639-1294-RUTA/FAPAP_4_2015_Unguentos_pomadas.pdf)
- López Luengo, M. T. (2004). "Los aceites esenciales. Aplicaciones farmacológicas, cosméticas y alimentarias". *Offarm*, vol. 23, núm. 7, julio-agosto. Consulta el 10 de abril de 2021. Recuperado en: <https://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-articulo-los-aceites-esenciales-13064296>
- Martínez, A. (2001). *Aceites esenciales*. Medellín: Universidad de Antioquia. Recuperado de: <http://farmacia.udea.edu.co/~ff/esencias2001b.pdf>
- Pabón Varela, Y. y González Julio, L. K. (2017). *Formas farmacéuticas*. (Documento de docencia núm. 12). Bogotá: Ediciones Universidad Cooperativa de Colombia. Doi: <https://doi.org/10.16925/greylit.2110>
- Soler de la Vega, A. C. (2016). *Determinación de la toxicidad aguda de ingredientes utilizados en los productos de cuidado personal*. (Tesis de maestría). Cataluña: Universitat Politècnica de Catalunya. Recuperada de: [https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/99113/TFM\\_TOXICIDADPCPs\\_ANASOLER.pdf](https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/99113/TFM_TOXICIDADPCPs_ANASOLER.pdf)



GENÉTICA




# El microbioma humano

Conferencia impartida por Héctor Vázquez  
*hvazquezlopez@ciencias.unam.mx*  
y América Castañeda  
*nixin@ciencias.unam.mx*  
Facultad de Ciencias UNAM

## Resumen

El presente artículo tiene como objetivo dar a conocer los conceptos básicos referentes al microbioma humano (Figura 1). El planteamiento del problema: ¿Qué es el microbioma humano?, ¿cuál es su efecto en nuestra salud?

 **Palabras clave:** bacterias, comensales, simbiosis, microbioma, coevolución.

## Antecedentes

En 1988 Whipps y sus colegas, mientras trabajaban con la ecología de los microorganismos de la rizosfera, proporcionaron la primera definición del término microbioma. Lo describieron como “una comunidad microbiana característica en un hábitat razonablemente bien definido que tiene propiedades fisicoquímicas distintas propias”, a las cuales llamó “escenario de actividad”, esto último incluye a todo el espectro de moléculas producidas por el microbioma, incluidos sus elementos estructurales (ácidos nucleicos, proteínas, lípidos, polisacáridos), metabolitos (moléculas de señalización, toxinas, moléculas orgánicas e inorgánicas) y moléculas producidas por hospedadores coexistentes y estructurados por las condiciones ambientales circundantes (ver Figura 2).

Este concepto ecológico conlleva interacciones complejas dados sus componen-



Figura 1. La presencia de seres microscópicos que viven encima de nosotros es una constante de todos los seres vivos pluricelulares.

tes únicos, empezando por uno de los grupos más importantes que lo conforman: las bacterias. Ellas son elementos capaces de obtener y transferir información genética entre sí, ya sea por mecanismos de ingreso de material genético a través de su membrana celular (transformación) o a través de un puente de comunicación celular entre dos organismos (conjugación). Esto les permite diversificar sus características tales como las interacciones entre distintas especies de bacterias (Huddleston, 2014).

## Introducción

A finales del 2018, ambos doctores tuvimos el gusto y la invitación, por parte del plantel Vallejo del CCH, para realizar una conferencia y compartir un poco de la información sobre el microbioma: un tema que integra tópicos de investigación tanto de microbiología como de genética y medicina.

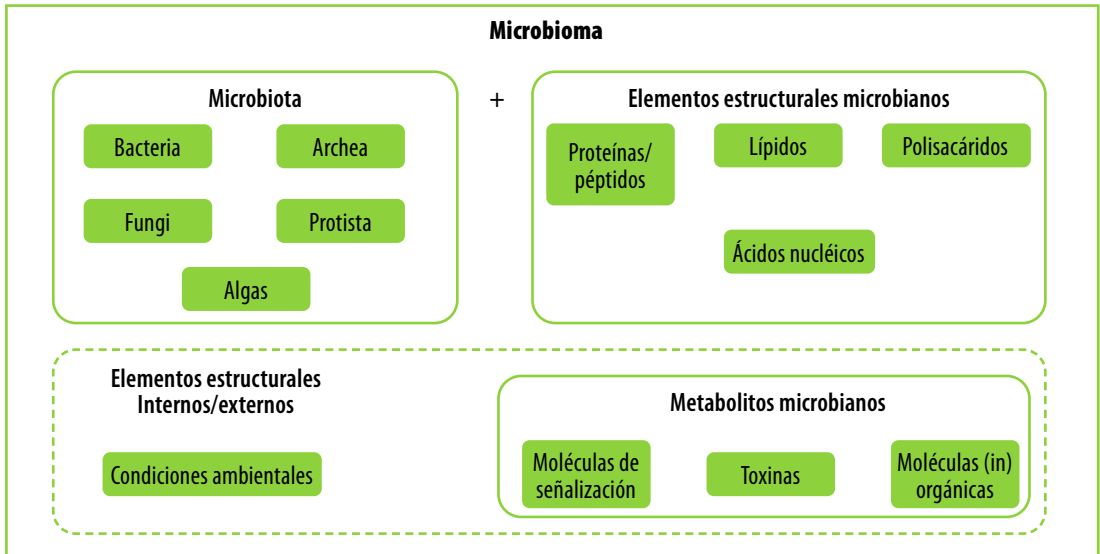


Figura 2. Componentes del microbioma: el microbioma está compuesto por los distintos organismos que lo componen y que comparten a un hospedero, sin embargo, cada uno de los elementos estructurales internos y externos son capaces de mediar desde su comportamiento y grado de interacción como la síntesis de distintos metabolitos que traen consecuencias para el hospedero como para todo el microambiente (modificado de Berg *et al.*, 2020).

El concepto “microbioma” es actualmente mencionado por medios de comunicación masiva y hasta en comerciales (por ejemplo, de productos lácteos). Sin embargo, se presenta con una visión antigua que reportaban en la década de los sesenta, autores como René Jules Dubos –quien mencionaba que el microbioma es un conjunto de organismos cuya presencia y asociación con nuestro tracto gastrointestinal– se presentan como una constante (Houtman, 2015). Lo que sabemos actualmente, es que el cuerpo humano sustenta una diversidad próspera de microbios que forman junto con su anfitrión, un sistema *dinámico*, que influye en nuestra salud (Rackaityte y Lynch, 2020). En la Figura 3 se puede observar un esquema en la que se

representan varios organismos que forman parte del microbiota humano.



Figura 3. *Staphylococcus sp.* (agrupamiento en racimo en azul), *Streptococcus sp.* (crecimiento de cocos en cadena, verde), *Neisseria sp.* (diplococo morado de la izquierda), *Clostridium sp.* (bacilos amarillos con naranja de la derecha) *Escherichia coli* (bacteria flagelada del centro) y *Klebsiella sp.* (bacilos rosados, en la parte superior), todas, bacterias relacionadas al microbioma del ser humano.

De acuerdo con Berg *et al.* (2020) hay varias recomendaciones para complementar la definición original de Whipps y colaboradores. Las cuales incluyen: (1) las especies vivas o miembros del microbioma (comprende todos los miembros vivos que forman el microbioma: bacterias, arqueas, hongos, algas y pequeños protistas); (2) las interacciones entre los miembros del microbioma y en las redes microbianas existentes: pueden ser entre microorganismos de la misma especie o entre diferentes especies, géneros, familias y dominios; (3) las características espaciales y temporales de los microbiomas en su entorno; (4) la microbiota central (la microbiota comprende a todos los miembros vivos que forman el microbioma, siendo la “microbiota central” los organismos más importantes o esenciales del microbioma); (5) fenotipos de especies, e (6) interacciones con el ambiente/huésped y coevolución del huésped con el microbioma.

Gracias al grupo de trabajo de Blaser y colaboradores, y de Whisner y Aktipis, es posible proponer, al menos, tres premisas:

- Un componente significativo para la salud y la fisiología óptima del cuerpo humano es la homeostasis que se presenta en todas las comunidades bacterianas existentes en cada una de nuestras mucosas y sobre toda nuestra piel (Blaser y Kirschner, 2007).
- Tenemos aproximadamente tantos microbios dentro y sobre nosotros como células humanas ( $3,8 \times 10^{13}$  células microbianas en relación con  $10^{13}$  células humanas) (Sender *et al.* 2016; Whisner y Aktipis, 2019).
- Apenas nos estamos dando cuenta de que todo nuestro microbioma es responsable de muchas de las reacciones metabólicas que se llevan a cabo en nosotros, nos ayudan a generar un metaboloma, es decir, un conjunto de reacciones que se vinculan y relacio-

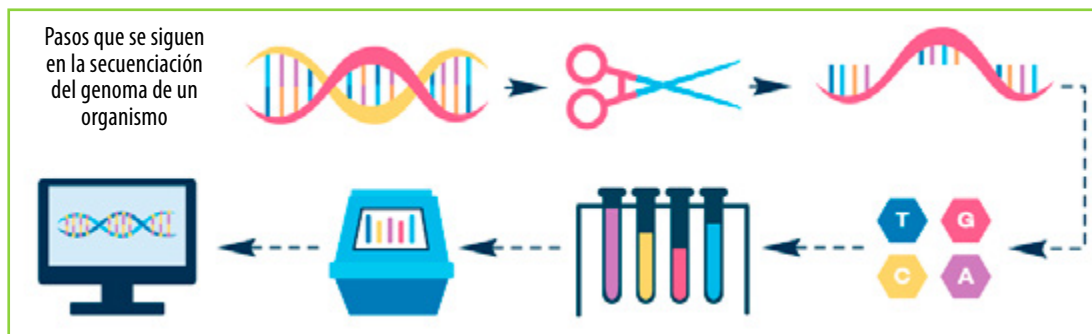


Figura 4. Esquema donde se muestran las diferentes fases de la secuenciación genómica, a través del uso de técnicas de biología molecular y la consulta de bases de datos, se pueden identificar secuencias relacionadas a distintos grupos taxonómicos y por tanto la posible presencia de ciertos seres vivos.

nan con nuestro propio metabolismo, interactuando con rutas metabólicas y con la óptima absorción de nutrientes (Blaser y Kirschner, 2007).

Diferentes grupos de trabajo, investigadores y especialistas se han unido en un esfuerzo conjunto para establecer el Proyecto Internacional del Microbioma Humano (IHMC: International Human Microbiome Consortium). Desde el 2008, fue establecido el Proyecto Microbioma Humano, del Instituto Nacional de Salud en Estados Unidos, cuya finalidad ha sido la caracterización del microbiota normal en voluntarios sanos; ha logrado reconocer la existencia de cerca de 100 trillones de formas de vida microscópica en el cuerpo humano. Sabemos que esta gran diversidad se encuentra predominantemente contenida dentro del tracto gastrointestinal, particularmente dentro de la parte final del intestino grueso, y se estima que en su totalidad todo el microbioma aporta la expresión de, al menos, 5 millones de genes interactuando con la expresión de los nuestros (Sommer y Bäckhed, 2013).

Actualmente, gracias a los avances obtenidos, hemos descubierto que entre los distintos organismos que forman nuestro microbioma, las bacterias forman parte de una serie de interacciones que regulan nuestra expresión génica, siendo un importante componente de la herencia epigenética en etapas tempranas de nuestro desarrollo (Rook *et al.*, 2017).

La interacción entre distintos genomas bacterianos puede conducir a cambios y

modificaciones que se vinculan con la respuesta del cuerpo a diferentes condiciones nutricionales y condiciones metabólicas asociadas a la edad o al sexo. Actualmente, se han logrado reconocer algunas repercusiones en la salud relacionadas con la diversidad y estabilidad del microbioma. Desde la adecuada regulación de la síntesis de hormonas, como el estrógeno y la testosterona, hasta elementos que evitan el desarrollo de cáncer vinculado a un componente hormonal y el funcionamiento adecuado del sistema inmune (Bäckhed *et al.*, 2012; Rizetto *et al.*, 2018, Rook *et al.*, 2017).

Del mismo modo, se ha logrado reconocer que algunos procesos como la eliminación de toxinas, la síntesis de vitaminas, la fermentación de ácidos grasos de cadena corta y el mantenimiento de la integridad de la mucosa gastrointestinal son procesos que se ven vinculados directamente con una microbiota estable e integral (Blaser, 2010). Incluso, se ha logrado reconocer que posiblemente el desarrollo de nuevas terapias y tratamientos se pueda derivar a partir de aliviar trastornos presentes en nuestro microecosistema (Pamer, 2016; Pignanelli *et al.*, 2019). Obtenemos nuestro microbioma a partir del continuo contacto que tenemos con el ambiente, desde el nacimiento a través del conducto vaginal, la leche materna, lo que comemos, con quiénes tenemos contacto físico e incluso del aire. Hemos reconocido que los partos vía vaginal, dan un gran aporte a nuestro microbioma y son el primer estímulo para inducir la maduración del sistema inmune (Vinturache *et al.*, 2016).

Una limitante que se ha presentado dentro de este campo es la captura y recuperación de las bacterias presentes en cada una de las mucosas de nuestro cuerpo, esto se debe a que los medios de cultivo no logran ser tan cercanos como los substratos ofrecidos por nuestros cuerpos. Esto ha conducido al desarrollo de técnicas alternas como la metagenómica (ver Figura 4), la cual busca aislar fragmentos de genoma de muestras ambientales, que, con la ayuda de las bases de datos y la biología comparada, nos permiten reconocer, de manera indirecta, la presencia de ciertos organismos de grupos taxonómicos mayores como Actinobacteria, Bacteroidetes, Proteobacteria, Firmicutes, Fusobacteria y Verrucomicrobia (Devaraj *et al.*, 2013).

Dentro de distintos casos de obesidad, se había logrado reconocer una diferencia entre Firmicutes y Bacteroidetes al identificar un desequilibrio dentro, estas poblaciones (Devaraj *et al.*, 2013), sin embargo, al realizar estudios recientes dentro de distintas poblaciones humanas, se logró comprobar que los casos de obesidad no presentan diferencias significativas entre estos, lo que nos da una pauta en la estructura del microbioma humano: tanto los receptores como la estructura y el desequilibrio del microbioma puede presentar distintas alteraciones y cambios en su estructura. Dado que la abundancia relativa de los filos de Firmicutes y Bacteroidetes es muy variable entre sujetos de una misma población, se podrían estudiar estos microbiomas en subgrupos de pacientes,

lo cual mejoraría el manejo de la obesidad, al personalizar las decisiones de tratamiento mediante la manipulación directa de los microbiomas (Magne *et al.*, 2020).

En diferentes estudios se han intentado realizar “trasplantes”, los cuales consisten en aislar a las bacterias de organismos y dárselos a organismos que recién están formando su microbioma o que cuentan con un microbioma alterado. Se ha logrado comprobar que, para organismos con cierto grado de obesidad, el microbioma que pueden donar es un microbioma que puede alterar al receptor; del mismo modo, un microbioma de un organismo sin alteraciones metabólicas puede, al ser donado, alterar y equilibrar el microbioma y el estado metabólico del organismo receptor, sin embargo, este cambio o modificación no logra mantenerse estable y los cambios pueden ser parciales (Houtman, 2015).

Se reconoce que un trasplante de microbioma todavía está lejos de ser una estrategia para poder cambiar nuestro estado metabólico de manera permanente, y solamente el cambio en nuestra alimentación y en nuestros hábitos pueden establecer el equilibrio en todo nuestro ecosistema microbiano. Existe otro momento en el que se puede alterar nuestro microbioma, que es cuando lo exponemos o frente a otro microbioma al tener contactos íntimos.

Kort y colaboradores (2014) se preguntaron qué tanto contacto era necesario para poder modificar el microbioma bucal frente a un contacto de besos íntimos. Al seguir a 21 parejas, se había logrado reconocer cierta sincronización entre parejas

al comparar el microbioma presente en el dorso de la lengua, sin embargo, los hábitos en la frecuencia de estos contactos es sólo uno de los factores que puede alterar el microbioma; además de éste, se presentan del mismo modo componentes que alteran el ambiente interno, como son los hábitos y estilos de vida e incluso factores genéticos que ofrece el hospedero frente a todo microorganismo.

Por último, este grupo de investigación ha identificado que la incidencia y permanencia de ciertas especies es un proceso variable en cada hospedero. El tipo de alimentación es otro factor importante que determina la colonización microbiana temprana e influye en la composición del microbiota intestinal neonatal y la función gastrointestinal. Se ha demostrado que un

tipo de polisacáridos, los exopolisacáridos asociados a la superficie celular o EPS (por sus siglas en inglés) producidos por *Bifidobacterium longum*, ejerce una función inmunomoduladora amortiguando las respuestas proinflamatorias del huésped (Milani *et al.*, 2017).

Dependemos de buenos hábitos así como de una adecuada interacción del microbioma con nuestro cuerpo, desde etapas tempranas del desarrollo. Incluso, podemos comentar que la incidencia de bacterias del género *Bifidobacterium*, las cuales son obtenidas directamente de la leche materna funcionan como colonizadoras, evitando procesos de disbiosis y de baja maduración del tejido inmune vinculado al aparato gastrointestinal (Milani *et al.*, 2017.; Thomas *et al.*, 2017) (Figura 5).

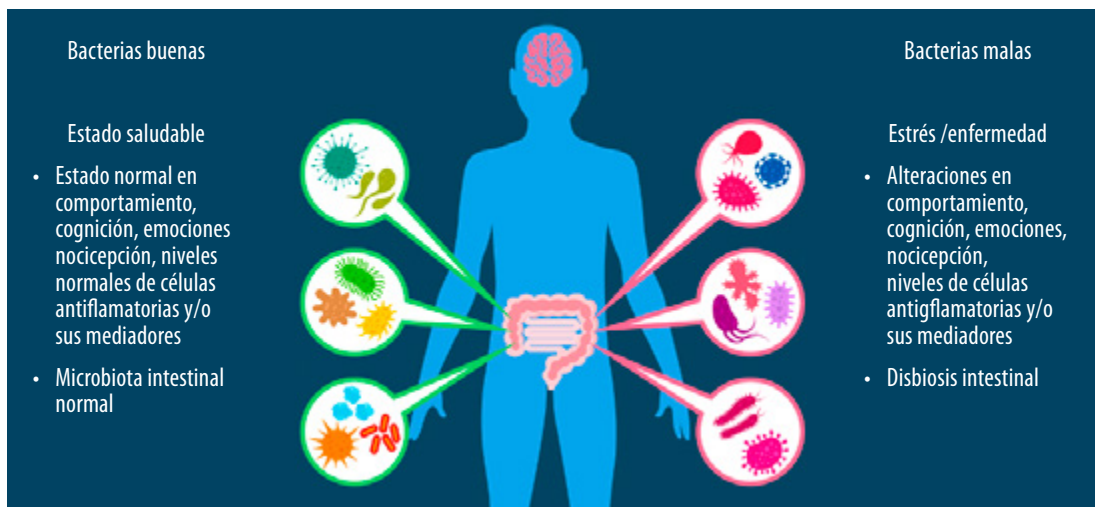


Figura 5. La relación de nuestro microbioma con nuestras células es dinámica y cambiante. Actualmente nos damos cuenta de que pueden ser un factor importante, por no decir medular, en el adecuado desarrollo y metabolismo de los seres humanos.



A partir de estudios recientes se ha visto que la colonización temprana de un microbioma diverso y que se mantenga en equilibrio dentro de etapas tempranas del desarrollo, puede originar un órgano con respuesta inmune modulada y estable, esto se ha identificado como una constante en el desarrollo, por ejemplo, del pulmón. Marsland y colaboradores (Marsland *et al.*, 2013), han logrado reconocer que ciertos pacientes que sufren de alergias y tienden a desarrollar mayor inflamación al enfermarse, cuentan con un microbioma escaso y menos diverso, en comparación a pacientes que no sufren de estos padecimientos. Por otra parte, ellos encontraron que el resultado de la terapia de “trasplante” fue que los pacientes trasplantados eran capaces de modular la inflamación, producir inmunoglobulinas y regular más fácilmente la reacción de células del sistema inmune como los eosinófilos.

Cryan y Dinan, en 2012, encontraron que la microbiota intestinal también se comunica con el Sistema Nervioso Central a través de vías neurales, endocrinas e inmunes, y, por lo tanto, influye en la función y el comportamiento del cerebro. Esto se debe predominantemente a la síntesis de cofactores coadyuvada por el microbioma. Además, lograron determinar que una microbiota intestinal sana permite tener una óptima absorción y síntesis de componentes vitales para neurotransmisores, tales como la serotonina, la dopamina y la acetilcolina para el desempeño adecuado y regulado del sistema nervioso central. Ahora, casi al terminar este escrito basado en la plática realizada, nos pueden quedar dos preguntas que suenan mucho en los medios:

1. ¿En verdad sirve de algo alimentarse de productos con prebióticos y probióticos para tener una mejor salud?

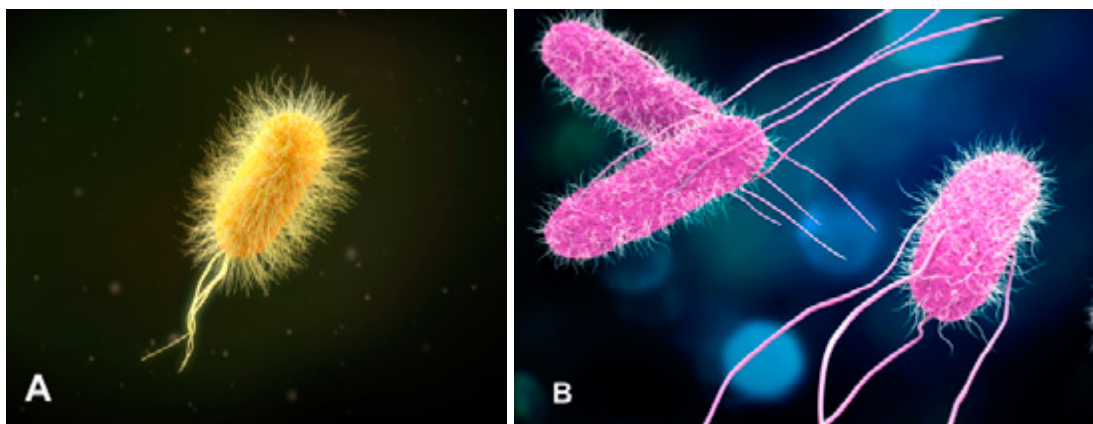
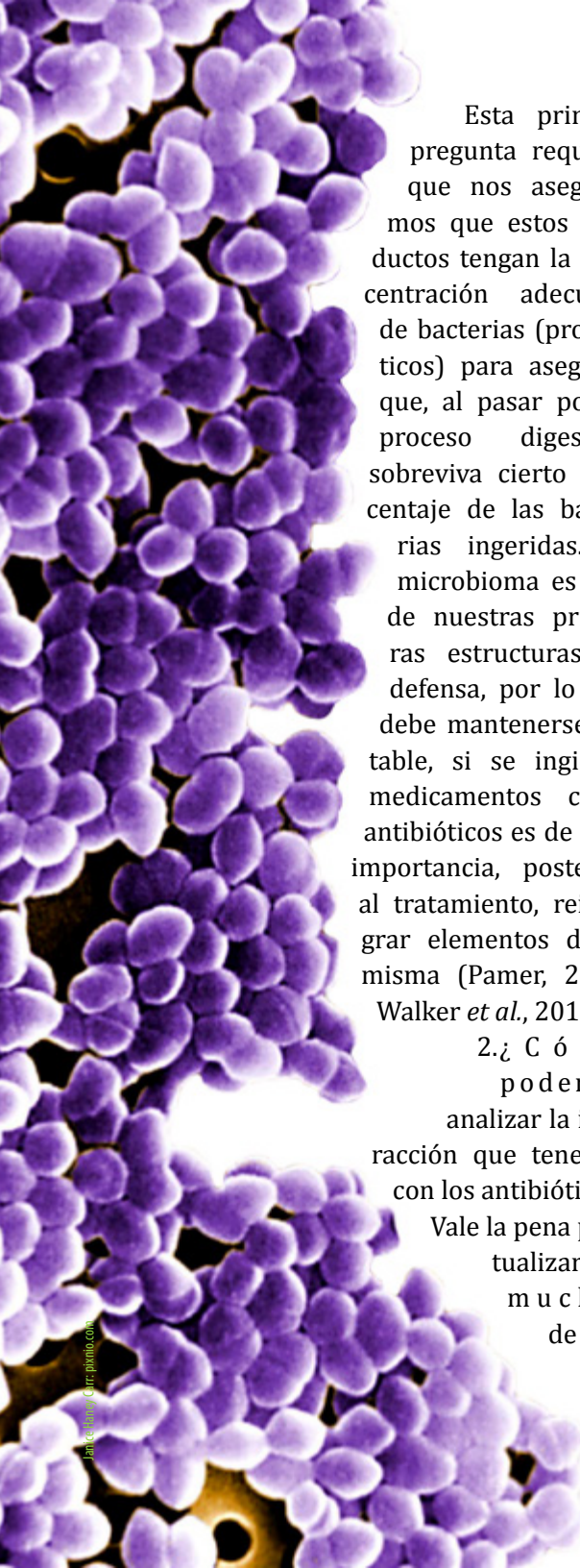


Figura 6. Bacterias que obtenemos desde nuestros primeros meses de vida: A) *Escherichia coli*, B) *Salmonella typhimurium*. Ambas bacterias se encuentran en nuestra microbiota intestinal y de ambas especies es posible reconocer cepas benéficas y comensales a cepas que son patógenas y generan procesos inflamatorios y daño en el epitelio intestinal.



Esta primera pregunta requiere que nos aseguremos que estos productos tengan la concentración adecuada de bacterias (probióticos) para asegurar que, al pasar por el proceso digestivo, sobreviva cierto porcentaje de las bacterias ingeridas. El microbioma es una de nuestras primeras estructuras de defensa, por lo que debe mantenerse estable, si se ingieren medicamentos como antibióticos es de vital importancia, posterior al tratamiento, reintegrar elementos de la misma (Pamer, 2016; Walker *et al.*, 2017).

2. ¿Cómo podemos analizar la interacción que tenemos con los antibióticos?

Vale la pena puntualizar que muchos de los

antibióticos farmacéuticos son análogos a los que son sintetizados por muchas bacterias y hongos. Sus “guerras de colonización de nicho” son más antiguas que nuestra historia en este planeta. En el 2012 Bhullar y colaboradores, al analizar una muestra del microbioma de la cueva de Lechuguilla, Nuevo México (región que ha estado aislada durante más de 4 millones de años), descubrieron que las bacterias eran muy resistentes a una amplia gama de antibióticos estructuralmente diferentes, incluida la daptomicina, un antibiótico de último recurso en el tratamiento de patógenos grampositivos resistentes a fármacos. Mencionaron que la resistencia a los antibióticos es natural y si bien siempre han existido estos genes de resistencia a antibióticos, su diversidad y variación se ha desarrollado recientemente (Bhullar *et al.*, 2012).

Por último, y vinculándose con este punto, el microbioma y la resistencia ante distintos antibióticos se vincula con uno de los componentes de interacción únicos dentro de las especies bacterianas, el mecanismo de *quorum sensing*; es decir, la activación que se presenta de ciertos receptores y genes favoreciendo la comunicación célula-célula que permite a las bacterias compartir información sobre la densidad celular y ajustar la expresión de sus genes. Este proceso permite a las bacterias expresar procesos energéticamente costosos como colectivo, maximizando el impacto del medio ambiente o en un hospedero. Actualmente se ha logrado reconocer que ciertas estrategias metabólicas y estructu-

rales al formar biofilms y agregados celulares, maximizando con ello el proceso de defensa de estos organismos agrupados. Esto ha sido de interés para los grupos de trabajo como el del doctor Bhardwaj, el cual se ha enfocado en el desarrollo de estrategias para evitar la activación de esos genes, que hacen que aumente la tolerancia y resistencia a los antibióticos de forma significativa. Posiblemente los tratamientos en contra de bacterias patógenas no sean –en un futuro– elementos que alteren a la bacteria a nivel estructural o en su desarrollo, sino que permitan evitar su agregación y desarrollo de la colonización en la superficie orgánica que ofrecemos (Bhardwaj *et al.*, 2013).

Los científicos estamos cambiando la forma en que vemos a nuestros microorganismos. Hay una gran diversidad de millones y millones de bacterias, en donde el humano hospedero puede ser beneficiado por el óptimo reclutamiento del microbioma que puede funcionar como “ayudantes metabólicos” y “guardaespaldas”, que permiten que nuestro sistema funcione de manera muy eficiente. Desde que nacemos recibimos un impresionante aporte del microbioma de nuestra madre, que nos prepara para interactuar de una forma favorable con el medio ambiente y evitar ser colonizados por patógenos de forma frecuente.

## Conclusiones

Al ser un gran recinto en donde nuestros visitantes interactuantes nos ayudan a procesar nuestros alimentos y asimilarlos,

inciden en nuestro sistema inmune y sistema nervioso, nunca nos hará sentir solos o carentes de sentido a nivel biológico; cada uno de nosotros es un ecosistema único y cambiante, varía conforme modificamos lo que comemos, las hormonas que secretamos, los genes que expresamos e incluso, se altera a partir de nuestras interacciones con nuestros semejantes. Vale la pena saber nuestro origen, desarrollo e incluso que somos más cercanos a la biósfera de lo que pensábamos.

## Bibliografía

- Bäckhed, F., Fraser, C. M., Ringel, Y., Sanders, M. E., Sartor, R. B., Sherman, P. M., Versalovic, J., Young, V. y Finlay, B. B. (2012). “Defining a healthy human gut microbiome: Current concepts, future directions, and clinical applications”. *Cell Host & Microbe*, 12(5), 611-622.
- Berg, G., Rybakova, D., Fischer, D., Cernava, T., Vergès, M. C. C., Charles, T. y Kazou, M. (2020). “Microbiome definition re-visited: old concepts and new challenges”. *Microbiome*, 8(1), 1-22.
- Bhardwaj, A. K., Vinothkumar, K. y Rajpara, N. (2013). “Bacterial quorum sensing inhibitors: Attractive alternatives for control of infectious pathogens showing multiple drug resistance”. *Recent Patents on Anti-Infective Drug Discovery*, 8(1), 68-83. <https://doi.org/10.2174/1574891x11308010012>
- Bhullar, K., Waglechner, N., Pawlowski, A., Koteva, K., Banks, E. D., Johnston, M. D., Barton, H. A. y Wright, G. D. (2012). “Antibiotic resistance is prevalent in an isolated cave microbiome”. *PLoS One*, 7(4), e34953. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0034953>
- Blaser, M. J. (2010). “Harnessing the power of the human microbiome”. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 107(14), 6125-6126. <https://doi.org/10.1073/pnas.1002112107>
- Blaser, M. J. y Kirschner, D. (2007). “The equilibria that allow bacterial persistence in human hosts”. *Nature*, 449(7164), 843-849. <https://doi.org/10.1038/nature06198>
- Devaraj, S., Hemarajata, P. y Versalovic, J. (2013). “The human gut mi-

- crobiome and body metabolism: Implications for obesity and diabetes". *Clinical Chemistry*, 59(4), 617-628. <https://doi.org/10.1373/clinchem.2012.187617>
- Cryan, J. F. y Dinan, T. G. (2012). Mind-altering microorganisms: the impact of the gut microbiota on brain and behaviour. *Nature Reviews Neuroscience*, 13(10), 701-712.
- Houtman, J. H. S. (2015). "Breakthroughs in Bioscience. The Human Microbiome: Your Own Personal Ecosystem". *Federation of American Societies for Experimental Biology*, (pp. 1-13).
- Huddleston, J. R. (2014). "Horizontal gene transfer in the human gastrointestinal tract: Potential spread of antibiotic resistance genes". *Infection and Drug Resistance*, 7, 167-176. <https://doi.org/10.2147/IDR.S48820>
- Kort, R., Caspers, M., Van de Graaf, A., Van Egmond, W., Keijser, B. y Roeseleers, G. (2014). "Shaping the oral microbiota through intimate kissing". *Microbiome*, 2, 41. <https://doi.org/10.1186/2049-2618-2-41>
- Magne, F., Gotteland, M., Gauthier, L. et al. (2020). "The Firmicutes/Bacteroidetes Ratio: A Relevant Marker of Gut Dysbiosis in Obese Patients?". *Nutrients*, 12(5):1474. [doi:10.3390/nu12051474](https://doi.org/10.3390/nu12051474)
- Marsland, B. J., Yadava, K. y Nicod, L. P. (2013). "The airway microbiome and disease". *Chest*, 144(2), 632-637. <https://doi.org/10.1378/chest.12-2854>
- Milani, C., Duranti, S., Bottacini, F., Casey, E., Turrone, F., Mahony, J. y Ventura, M. (2017). "The first microbial colonizers of the human gut: composition, activities, and health implications of the infant gut microbiota". *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, 81(4), e00036-17.
- Pamer, E. G. (2016). "Resurrecting the intestinal microbiota to combat antibiotic-resistant pathogens". *Science (New York, N.Y.)*, 352(6285), 535-538. <https://doi.org/10.1126/science.aad9382>
- Pignanelli, M., Bogiatzi, C., Gloor, G., Allen-Vercoe, E., Reid, G., Urquhart, B. L., Ruetz, K. N., Velenosi, T. J. y Spence, J. D. (2019). "Moderate renal impairment and toxic metabolites produced by the intestinal microbiome: dietary implications". *Journal of Renal Nutrition*, 29(1), 55-64.
- Rackaityte, E. y Lynch, S. V. (2020). "The human microbiome in the 21st century". *Nature Communications*, 11(1), 1-3.
- Rizzetto, L., Fava, F., Tuohy, K. M. y Selmi, C. (2018). "Connecting the immune system, systemic chronic inflammation and the gut microbiome: the role of sex". *Journal of autoimmunity*, 92, 12-34.
- Rook, G., Bäckhed, F., Levin, B. R., McFall-Ngai, M. J. y McLean, A. R. (2017). "Evolution, human-microbe interactions, and life history plasticity". *Lancet*, 390(10093), 521-530. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(17\)30566-4](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)30566-4)
- Sender, R., Fuchs, S. y Milo, R. (2016). "Revised Estimates for the Number of Human and Bacteria Cells in the Body". *PLoS Biology*, agosto 19; 14(8):e1002533. [doi: 10.1371/journal.pbio.1002533](https://doi.org/10.1371/journal.pbio.1002533). [PMID: 27541692](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27541692/); [PMCID: PMC4991899](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/PMC4991899/).
- Shade, A. y Handelsman, J. (2012). "Beyond the Venn diagram: the hunt for a core microbiome". *Environmental Microbiology*, 14(1), 4-12.
- Sommer, F. y Bäckhed, F. (2013). "The gut microbiota—Masters of host development and physiology". *Nature Reviews Microbiology*, 11(4), 227-238. <https://doi.org/10.1038/nrmicro2974>
- Thomas, S., Izard, J., Walsh, E. et al. "The Host Microbiome Regulates and Maintains Human Health: A Primer and Perspective for Non-Microbiologists". *Cancer Res.* 2017;77(8):1783-1812. [doi:10.1158/0008-5472.CAN-16-2929](https://doi.org/10.1158/0008-5472.CAN-16-2929)
- Vinturache, A. E., Gyamfi-Bannerman, C., Hwang, J., Mysorekar, I. U., Jacobsson, B. y Preterm Birth International Collaborative. (2016). "Maternal microbiome—A pathway to preterm birth". *Seminars in Fetal & Neonatal Medicine*, 21(2), 94-99. <https://doi.org/10.1016/j.siny.2016.02.004>
- Walker, R. W., Clemente, J. C., Peter, I. y Loos, R. J. (2017). "The prenatal gut microbiome: are we colonized with bacteria in utero?". *Pediatric obesity*, 12, 3-17.
- Whipps, J., Lewis, K. y Cooke, R. (1988). "Mycoparasitism and plant disease control". En: Burge M. (ed.). *Sistema de control biológico de hongos. Prensa de la Universidad de Manchester*, pp. 161-187.
- Whisner, C. M. y Aktipis, C. A. (2019). The role of the microbiome in cancer initiation and progression: how microbes and cancer cells utilize excess energy and promote one another's growth. *Current nutrition reports*, 8(1), 42-51.

Efectos de la lluvia ácida

# en el geranio: *Pelargonium*

METEOROLOGÍA



Asesores:

Taurino Marroquín Cristóbal  
[Taurino.marroquin@cch.unam.mx](mailto:Taurino.marroquin@cch.unam.mx)  
Isabel Enríquez Barajas  
[pembu.naucaipan@cch.unam.mx](mailto:pembu.naucaipan@cch.unam.mx)  
Plantel Naucalpan


Alumnos participantes:

Maryan Campos Chavarría  
Santa Yesenia Salado Olivarez  
Daniela Sayuri Calzada Mellado

## Resumen

La contaminación atmosférica es un fenómeno causado por la presencia de agentes nocivos en el aire. La lluvia ácida es una contaminación atmosférica de tipo artificial que se vuelve ácida por la presencia de elementos químicos: azufre y nitrógeno, que son emitidos por las actividades humanas, ya sea por la quema de combustibles fósiles (carbón, petróleo, gas) o por las emisiones de los vehículos, de las industrias. Como ya sabemos, la lluvia ácida es un problema ambiental que se forma por la combinación química de los compuestos óxido de nitrógeno, dióxido de azufre y dióxido de carbono con el agua de lluvia.

Para determinar el daño que causa en plantas, se llevará a cabo un experimento donde se simulará lluvia ácida mediante productos de la combustión controlada en el laboratorio, genera una mezcla de anhídridos que se hace burbujear en agua fría, se le adiciona un indicador de pH (indicador universal), comprobando que el producto es ácido por el color rojo que obtuvo, posteriormente, este producto de la reacción se riega a una planta para saber cuál es el efecto de lluvia ácida en el geranio (*Pelargonium*).

 **Palabras clave:** lluvia ácida, contaminación ambiental, sustancias químicas peligrosas, anhídridos, oxiácidos, efectos de ácidos en plantas.

## Antecedentes

Cabe mencionar que este trabajo es la continuación de un proyecto realizado por el profesor Cristóbal Taurino Marroquín y sus alumnas Mariel Paola Hernández Bocanegra y Daniela Yatziri Romano Juárez, en el que

se recopilaron los datos durante el ciclo escolar 2017-2018, a través de un experimento en el que se diluyó los ácidos presentes en la lluvia hasta obtener un pH de 3. Cada día se roció con la disolución diferentes tipos de plantas que son comunes en el valle de México, concluyendo que la materia expuesta al ácido de la lluvia modificaría la estructura, dañando la capa protectora de esta. (Marroquín 2018).

El dióxido de azufre hace que las plantas adquieran una coloración marfil o bien marrón claro a rojizo según la especie, debilitamiento general de la planta, las frutas y semillas disminuyen de peso. Por la presencia de óxido de nitrógeno el proceso de fotosíntesis y crecimiento no se realiza correctamente.

## Justificación

La inquietud por desarrollar el tema enunciado surgió a partir del interés por analizar cercanamente el fenómeno de la lluvia ácida en nuestro entorno, ya que se ha vuelto muy común para la sociedad, y sus efectos suelen pasar desapercibidos.

Esta situación resulta alarmante pues afecta a la flora debido a la presencia de ácidos en la lluvia. En este artículo se hablará

del efecto en una planta que es muy común en los hogares, y en ella, es más fácil identificar los daños causados por la contaminación: el geranio de especie *Pelargonium*.

## Objetivos

- Tratar de concientizar a las personas sobre el efecto de la lluvia ácida
- Demostrar el efecto de lluvia ácida en la planta de geranio especie *Pelargonium*, a partir de una recreación de lluvia ácida.
- Verificar qué tan grande es el impacto de la lluvia ácida en el geranio, es decir, qué tan sensibles es la planta.

## Hipótesis

Si la lluvia ácida afecta al crecimiento y a la salud de las plantas, siendo el geranio *Pelargonium* (Figura 1) una planta resistente, entonces tardará en deteriorarse.



Figura 1. Geranio *Pelargonium*.

## Desarrollo

La contaminación atmosférica es un fenómeno causado por la presencia de agentes nocivos en el aire. Hay dos tipos de contaminación atmosférica: naturales, emitidos directamente por la tierra (erosión, incendios forestales, actividad volcánica), y artificiales, aquellos formados mediante el trabajo del humano, a partir de procesos químicos (industrias, autos, aviones, etcétera).

“La lluvia ácida tiene consecuencias en el medio ambiente, porque no solo afecta la calidad del agua, sino también a los suelos, a los ecosistemas y de modo particular a la vegetación” (“La lluvia ácida causas y consecuencias, efecto. ¿Cómo se produce la lluvia?”, s/f).

El químico inglés Angus Smith fue quién asignó el nombre de lluvia ácida en 1872. La lluvia ácida se forma principalmente por la contaminación atmosférica de tipo

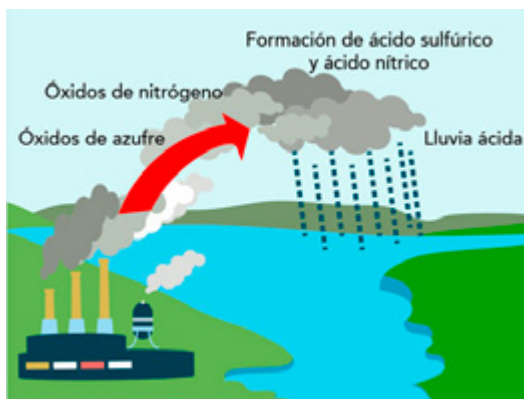


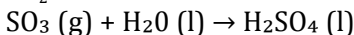
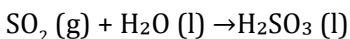
Figura 2. Generación de la lluvia ácida. Tomado de: [https:// bit.ly/2GKnt6n](https://bit.ly/2GKnt6n)



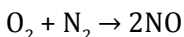
Figura 3. Efectos de la lluvia ácida. Tomado de: [https:// bit.ly/2HGxlbv](https://bit.ly/2HGxlbv)

artificial y se vuelve ácida por la presencia de dos elementos químicos: azufre y nitrógeno, además de otros gases emitidos por las actividades humana. La lluvia generalmente se produce por medio de la quema de combustibles fósiles, como el carbón, el gas natural, la madera y por las emisiones de los vehículos de motor, plantas de energía e industrias.

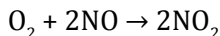
Reacciones que intervienen en la producción de lluvia ácida. En presencia del agua atmosférica o sobre superficies húmedas el dióxido y trióxido de azufre se convierte en ácido sulfuroso y sulfúrico:



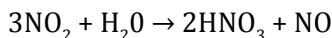
EL NO es formado por la reacción entre el oxígeno y el nitrógeno a alta temperatura:



Este NO se oxida con el oxígeno atmosférico:



El  $2\text{NO}_2$  reacciona con el agua dando ácido nítrico en solución acuosa:



¿Cómo ocurre el fenómeno?

La lluvia ácida se genera principalmente en las nubes donde se realiza la reacción entre  $\text{SO}_2$  y los  $\text{NO}_x$  que reaccionan con agua y oxígeno, esto da como resultado una solución acuosa de ácido sulfúrico y ácido nítrico; es importante saber que la radiación solar es un factor que aumenta la velocidad de esta reacción. Hay varias maneras de manifestar la precipitación: la lluvia, la niebla, la nieve, etc., se encargan de arrastrar estos contaminantes hacia las partes más bajas de la atmósfera, depositándolos sobre edificios, monumentos, suelo y las hojas de las plantas.

Como ya sabemos, la lluvia ácida es un problema ambiental, que se forma por la combinación de los compuestos óxidos de nitrógeno ( $\text{NO}_x$ ) y dióxido de azufre ( $\text{SO}_2$ ). La interacción con el vapor de agua, forma ácido sulfuroso y ácidos nítricos. Al final este fenómeno se manifestará con la precipitación de estas sustancias químicas peligrosas.

La lluvia ácida también es un tipo de deposición ácida que puede aparecer en forma húmeda (lluvia, nieve, aguanieve, niebla) y seca (se produce cuando los gases y partículas de polvo se vuelven más ácidos). Así mismo, la deposición en su forma seca puede ser inhalada por los seres humanos y



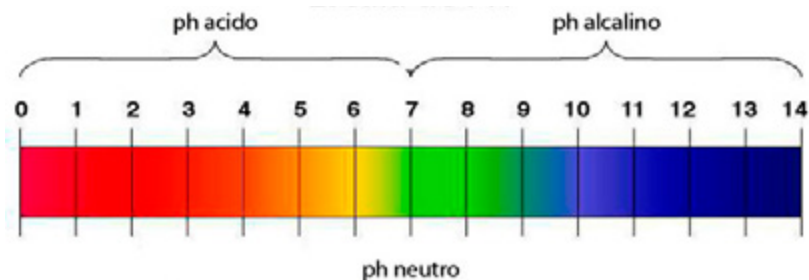


Figura 4. Escala de PH

causar problemas de salud. Los gases en el aire, como el dióxido de azufre y el dióxido de nitrógeno, pueden causar enfermedades respiratorias como el asma, la neumonía y la bronquitis.

Cabe señalar que la lluvia es ligeramente ácida, pues contiene dióxido de carbono. Sin embargo, la lluvia se vuelve más ácida cuando el pH es menor a 5.5. Se define al pH como un coeficiente que indica el grado de acidez o basicidad de una solución acuosa, es decir, mide la cantidad de iones de hidrógeno que hay en una solución, potencial de hidrogeniones (Figura 4).

El impacto de la lluvia ácida en las plantas es que las debilita haciéndolas más vulnerables al viento, el frío, la sequía, las enfermedades y los parásitos; afecta directamente a las hojas despojando su cubierta y provocando lesiones, con ello las plantas pierden hojas y la posibilidad de alimentarse adecuadamente, ya que al penetrar ciertos elementos (como el aluminio) estos bloquean la absorción de nutrientes afectando directamente su desarrollo.

Después de recolectar la información sobre los componentes de la lluvia ácida, se procedió a analizar las reacciones que producen en la planta, en este caso, la cu-

tícula (Figura 5), la cual es la capa protectora de la planta en su superficie más externa; la cutícula es muy importante ya que mantiene la rigidez y la protección de radiación, retiene líquidos y reduce la difusión de gases.

A través de la fotosíntesis, se hace el proceso de nutrición para el crecimiento de las plantas, mediante la luz del sol, entonces,

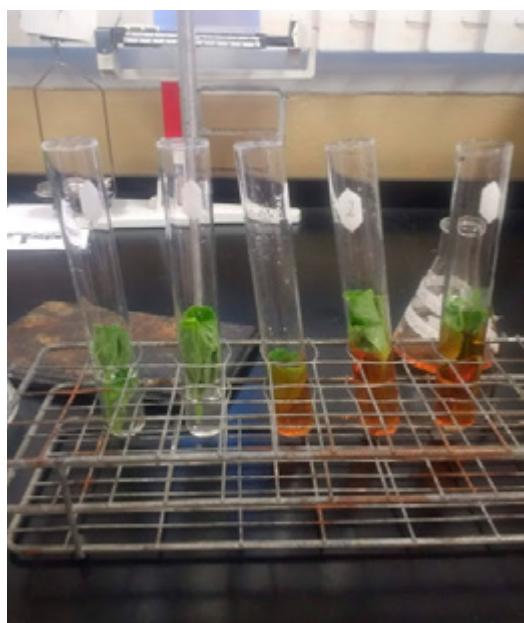



Figura 5. Muestra del Geranio *Pelargonium* en lluvia ácida. Acervo personal.




 Figura 6. Efectos de la lluvia ácida en la vegetación, 2018. Fuente propia.

cuando las hojas están dañadas (perforadas) no pueden producir suficiente energía para alimentarse y mantenerse saludable. Así, se vuelven débiles, vulnerables a enfermedades y a ser atacadas por animales (insectos), siendo altamente probable a que mueran, como se muestra en la Figura 5

Una vez que se tuvo esta información se procedió a recrear los efectos de la lluvia ácida en las plantas, en este caso el geranio, el cual se escogió porque es muy común en los hogares. De esta manera, la recreación de la lluvia ácida consistió en la mezcla equitativa de vinagre y agua, posteriormente se roció durante una semana, observando los procesos por los que la planta atravesaba. Conforme pasaron los días, se apreció que la textura y el color cambiaron drásticamente, ya que las hojas de la planta eran quebradizas al tacto y el tono cambió a color café (Figura 6).

En este trabajo se le dará seguimiento a dicho experimento, para rectificar que los

efectos en las plantas sean los concluidos, y a partir de esto buscar posibles soluciones que mitiguen este fenómeno, a la vez que se concientice a la sociedad para tomar medidas necesarias que contrarresten la generación de contaminantes.

#### Medida del pH

La medición del pH se puede hacer de dos maneras: con papel indicador (no se necesita ser muy precisa la medida) o pH-metro. Así, para nuestra experimentación se midió la acidez de la lluvia ácida simulada con el pH-metro, para determinar el grado de acidez que se le aplicó a la planta de geranio.

- **Materiales:** 2 matraces Erlenmeyer, 3 mangueras, 1 mechero de bunsen, 2 pinzas para tubo, papel aluminio.
- **Sustancias:** azufre, indicador universal, agua fría, tiras de pH.



## Procedimiento

¿Cómo generar un ácido?



**1**

Primero se montó el equipo de trabajo colocando un tubo de vidrio de forma horizontal, de tal forma de que esté sostenido por un sujetador universal.

**2**

Se tamizó el azufre, el cual debía pesar 0.2 gramos.

**3**

Se colocó el azufre en un pedazo de aluminio, a modo que este quedara, lo mayor posible, en medio del tubo.



**4**

Posteriormente se colocaron dos mangueras a los extremos del tubo. Una conducía aire comprimido y otra conducía a la sustancia que era sintetizada a un matraz Erlenmeyer de 125 mL.

**5**

Otra manguera se conectó al gas y al mechero Bunsen.

**6**

Posteriormente se abrió la llave de gas para que se encendiera el mechero Bunsen, después se hizo lo mismo con la llave del aire comprimido.



**7**

En el matraz se agregaron 100 ml de agua fría.



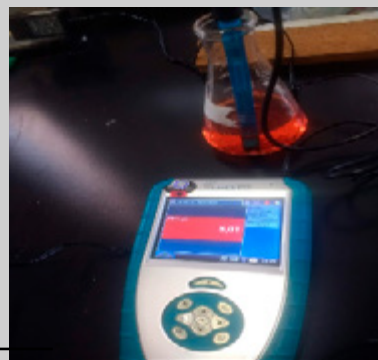
- 8** La llama del mechero se colocó en dirección del azufre, la llave del aire comprimido fue abierta para que el gas fuera llevado hacia el otro extremo así se empezó a dar la síntesis del dióxido de azufre con el aire comprimido, lo que fue conducido al matraz, que al reaccionar con el agua fría se obtuvo el ácido sulfuroso y con el indicador universal se tornó a color rojo.



- 9** Se conectó el indicador eléctrico y se procedió a medir el nivel de pH.

- 10** Ya con el ácido sulfuroso, se procedió a someter la planta al mismo durante un periodo de tres meses, haciendo las observaciones pertinentes cada semana.

- 11** Después del lapso transcurrido, en el día final se hicieron las últimas observaciones mediante la ayuda de un microscopio.



## Resultados

La planta geranio especie *Pelargonium* se sometió al ácido sulfuroso durante tres meses. A consecuencia de esto, la planta presentó cambios en su apariencia, tanto física como celular. El ácido afectó a la clorofila dando como resultado un color marfil o marrón claro, provocando a su vez el debilitamiento general de la planta. Así, se dieron las siguientes características que se observaron en las hojas de la planta:

- Las hojas adquirieron una tonalidad muy pálida y opaca, demostrando que el ácido las quemó.



Figura 7. Hojas quemadas.

- Se pudo ver cómo el ácido en algunas hojas no alcanzó a penetrar tanto, pero sí dejó un pequeño borde de color café.



Figura 8. Hojas con borde color café.

Los daños provocados se pudieron notar a nivel microscópico, por ello, se vio afectada la clorofila de la planta.

## Discusión

La lluvia ácida depende de la cantidad de gases que estén acumulados en la atmósfera y de la región en que estos se precipiten, por lo tanto, no se sabe cuándo caerá y con qué nivel de pH. Sin embargo, este experimento consistió en demostrar los efectos de la lluvia ácida en el geranio, y considerando el tiempo que se dejó a la planta, podríamos decir que estos tres meses son los daños acumulados que sufre la planta y se ven de manera impactante en ella. Estos daños son totalmente irreversibles y afectan a su salud y crecimiento; en las plantas de los hogares y jardines se puede notar que hay agujeros y cambios de tonalidad y estamos demostrando este cambio tan brutal en su apariencia física y celular, el cual nos hace reflexionar que si diario cayera lluvia con presencia de ácidos, las plantas tan comunes en los hogares, como lo es el geranio (y muchas otras) estarían totalmente dañadas, provocando su desaparición.

## Conclusión

Ciertamente las plantas sufren daños irreversibles cuando se exponen a un cierto grado de acidez, afectando tanto a la clorofila como a la celulosa, provocando su decoloración y quemaduras, finalmente, su muerte.

Se determinó que el geranio *Pelargonium* es una planta poco sensible, pues resistió la presencia de ácido durante tres meses, a pesar de los cambios que tuvo; algunas hojas no fueron quemadas completamente por el ácido.

## Bibliografía

García Sepulveda, S. (2009). "Lluvia ácida". Recuperado de: [https://archivos.csif.es/archivos/andalucia/ensenanza/revistas/csicsif/revista/pdf/Numero\\_23/SILVIA\\_GARCIA\\_SEPULVEDA01.pdf](https://archivos.csif.es/archivos/andalucia/ensenanza/revistas/csicsif/revista/pdf/Numero_23/SILVIA_GARCIA_SEPULVEDA01.pdf)

"La lluvia ácida causas y consecuencias efecto ¿Cómo se produce la lluvia?". (s/f). Recuperado de: [https://portalacademico.ch.unam.mx/materiales/prof/matdidac/sitpro/exp/quim/quim1/quim\\_vall/Recurso\\_alternativo\\_lluvia\\_acida\\_causas\\_y\\_consecuencias.pdf](https://portalacademico.ch.unam.mx/materiales/prof/matdidac/sitpro/exp/quim/quim1/quim_vall/Recurso_alternativo_lluvia_acida_causas_y_consecuencias.pdf)

Sedema. (2016). "Educación ambiental". Recuperado de: <http://data.sedema.cdmx.gob.mx/educacionambiental/index.php/en/2016/el-fenomeno-de-la-lluvia-acida>

Semarnat. (2005). Informe de la Situación del Medio Ambiente en México. Compendio de Estadísticas Ambientales 2005. Recuperado de: <http://www.semarnat.gob.mx/informacionambiental/Pages/index-sniarn.aspx>

## Colaboradores de este número

### Manuel Becerril González

Biólogo y pasante de Maestría en Ciencias Biológicas por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Ha colaborado en el Instituto Nacional de Antropología e Historia, en el Instituto de Ecología y en el Instituto de Biología de la UNAM. Actualmente se desempeña como profesor en el Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH), plantel Sur. Ha participado con el Jardín Botánico de Missouri, la Fundación Nacional de Ciencias y el Departamento de Pesca y Vida Salvaje de Virginia, Estados Unidos.

### Mariela Rosales-Peña

Es egresada de la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM) Unidad Xochimilco. Ha asistido a varios cursos y diplomados. Actualmente es profesora en el Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH), plantel Vallejo. Por seis años fue comisionada en el Mariposario Xochiquetzal y por cuatro en el acuario. Ha participado en seminarios como el Museo Vivo de Plantas Noctli, Educación Ambiental para la Sostenibilidad, el Programa Institucional de Seguimiento

y Evaluación de los Programas del Tronco común, Examen Diagnóstico Académico (EDA) y Profoce; también en la elaboración de guías de extraordinario, manuales, guías de PAE (Programa de Apoyo al Egreso), trabajo colegiado, proyectos con alumnos en Siladin, Feria de Ciencias y Biocódigos de Barras Urbanas (BBU).

### Irma Sofía Salinas Hernández

Profesora de Carrera de Tiempo Completo Titular "C" Definitiva. Bióloga con Doctorado en Ciencias Biológicas por la Universidad de Granada, España, en donde obtuvo Cum laude (Mención honorífica). Antigüedad académica de 20 años. Cuenta con diversas publicaciones en el Portal Académico, en las revistas *Eutopía*, *ConCiencia*, *Revista Digital Universitaria* (RDU), *Red Universitaria de Aprendizaje* (RUA) y en memorias derivadas de diversos Simposios y Congresos sobre estrategias didácticas y el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) y las Tecnologías del Aprendizaje y el Conocimiento (TAC), ambas enfocadas a los contenidos temáticos de las asignaturas de Biología. Asesora de alumnos en eventos extracurriculares. Impartidora y diseñadora de diversos cursos de formación para profesores en la Escuela Nacional Colegio de Ciencias y Humanidades (ENCCCH). Coordinadora de diferentes grupos de

trabajo institucionales. Jurado en plazas de definitividad, plazas de carrera y examen filtro. Ha sido integrante del Consejo Académico del área de Ciencias Experimentales (CACE).

### Alfredo César Herrera Hernández

Químico Farmacéutico Biólogo con Maestría en Docencia para la Educación Media Superior en Química. Cuenta con una antigüedad docente de 13 años en el Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH), plantel Oriente, donde imparte las materias de Química I-IV. Ha cursado diplomados y cursos de formación e impartido cursos de actualización docente, coautor de artículos y libros relacionados con investigación educativa y es cotutor de tesis.

### Ángeles Adriana Reyes Álvarez

Profesora en el Colegio de Ciencias y Humanidades, plantel sur con 11 años de antigüedad, imparte las asignaturas de Química I, II, III y IV. Estudió la carrera de Química de alimentos en la Facultad de Química de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y la Maestría en Educación Media Superior en la Universidad de las Américas Puebla (UDLAP). Ha participado como asesora de estudiantes en eventos como el "Foro los jóvenes y la ciencia", el "Encuentro estudiantil de iniciación a la investigación" y el Concurso Universitario Feria de las Ciencias, la Tecnología y la Innovación.

### Héctor Gilberto Vázquez-López

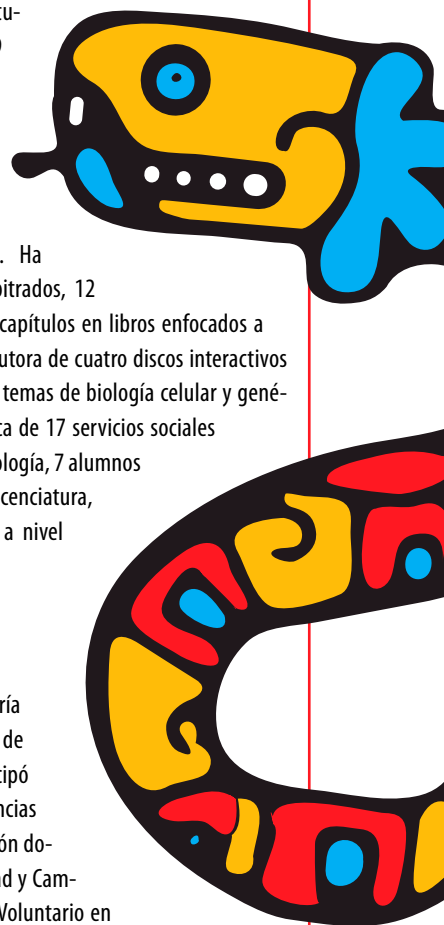
Licenciado en Biología por la UNAM, Maestro en Biomedicina Molecular por parte del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (Cinvestav), Doctor en Ciencias Biológicas por la UNAM. Su reciente trabajo es realizar análisis de genomas y marcadores moleculares específicos, se enfoca en los procesos coevolutivos, estudio de microorganismos extremófilos y organismos del microbiota. Actualmente se encuentra desarrollando un posdoctorado en el Instituto de Ciencias Nucleares (ICN) de la UNAM.

### América Nitxin Castañeda-Sortibrán

Profesora de Carrera Titular "A", cuenta con 29 años de experiencia realizando labores de docencia, investigación y divulgación en los campos de genética y evolución. Ha hecho 26 artículos arbitrados, 12 libros de docencia, 26 capítulos en libros enfocados a la docencia y ha sido autora de cuatro discos interactivos enfocados a diferentes temas de biología celular y genética. Ha formado a cerca de 17 servicios sociales en la licenciatura de Biología, 7 alumnos graduados a nivel de licenciatura, 5 alumnos graduados a nivel maestría.

### A. Donnet Rios Vargas

Estudiante de Ingeniería Química en la Facultad de Química, UNAM. Participó en La Feria de las Ciencias UNAM, con la investigación documental "Biodiversidad y Cambio Climático" (2017). Voluntario en el Acuario del Siladin plantel Naucalpan durante un año (2017-2018), desarrolló un jardín para polinizadores y plantas hospederas de mariposas, fue asesorado por la profesora Mariela Rosales Peña. Realizó su servicio social de la carrera técnica Propagación de Plantas y Diseño de Áreas Verdes (2018), bajo la supervisión del maestro Saúl Esparza Vázquez. Ha cursado diversos seminarios, como lo son: Biodiversidad Vegetal de México: Usos medicinales y su impacto en la Química atmosférica; Toxicología de alimentos; Modelos animales y alternativas para estudios preclínicos; entre otros.



# Políticas del Consejo Editorial de la Revista *Consciencia del Siladin*. Sistema de Laboratorios de Desarrollo e Innovación, del Colegio de Ciencias y Humanidades



1. La *Revista Consciencia del Siladin* es una publicación plural e interdisciplinaria, que pertenece al Colegio de Ciencias y Humanidades. El objetivo es divulgar los avances y resultados de las investigaciones de laboratorio o de campo, así como experiencias didácticas en las ciencias experimentales. El público al que se dirige esta revista comprende principalmente a los profesores y alumnos del bachillerato universitario, además de aquellos interesados en conocer los estudios de iniciación a las ciencias experimentales, a nivel bachillerato.
2. Las colaboraciones pueden ser:
  - Investigaciones experimentales y/o de campo. Artículos académicos que muestren los avances o resultados de investigaciones inéditas.
  - Experiencias didácticas. Artículos académicos que muestren los resultados significativos de experiencias didácticas aplicadas a los aprendizajes de las Ciencias Experimentales.
3. Las colaboraciones deberán tener una redacción clara, rigor metodológico y calidad académica.
4. Los artículos deberán incluir la siguiente información:
  - Nombre del autor o autores (sin abreviaturas).
  - Correo electrónico del autor principal.
  - Institución en la que colabora cada uno.
  - Semblanza curricular breve de cada uno o del autor principal (no más de 5 líneas).
5. Las colaboraciones deberán ser inéditas, no estar sometida a dictamen de manera simultánea en otros medios; por lo que, en caso de aprobarse el texto para su publicación, el autor cederá automáticamente los derechos patrimoniales sobre su trabajo y autorizará de esta manera su difusión impresa y electrónica.
6. La publicación del artículo dependerá de los dictámenes confidenciales realizados por especialistas (pares académicos) y se dará a conocer el resultado a los autores en un plazo no mayor a seis meses.
7. Para mayor información sobre los lineamientos acerca de la redacción del artículo, entrega o envío, dirigirse a Av. Universidad 3 000, 1<sup>er</sup> piso, en la Secretaría de Servicios de Apoyo al Aprendizaje o al correo electrónico [gmendiolar@yahoo.com.mx](mailto:gmendiolar@yahoo.com.mx)



# Lineamientos para el envío de colaboraciones a la *Revista Consciencia del Siladin*

## **Título**

Deberá ser corto e informativo, expresado en un máximo de 10 palabras, que describan el contenido del artículo en forma clara y concisa.

## **Autores**

Anotar a los autores según el orden de importancia de su contribución material y significativa a la investigación, institución en la que colabora cada uno y correo electrónico del autor principal.

## **Resumen**

Deberá ser estructurado, es decir, que identifique de forma rápida y exacta el contenido básico del artículo, indicar los objetivos de la investigación, los procedimientos básicos, los resultados y las conclusiones. Enlistar cinco palabras clave como máximo.

## **Introducción**

Contendrá los antecedentes principales. Deberá explicar los objetivos y el problema de la investigación.

## **Metodología**

Deberá presentarse de manera sencilla, clara y precisa, describirá los procedimientos para que puedan ser reproducidos por otros investigadores. Dará referencia y explicará brevemente los métodos nuevos o modificados manifestando las razones por las cuales se usaron.

## **Resultados**

Deberán limitarse a los datos obtenidos y presentarse en una secuencia lógica, de forma clara los datos o resultados del estudio realizado.

## **Análisis de resultados o discusión**

Es la interpretación de los resultados, relaciona las observaciones con otros estudios, sus limitaciones y las implicaciones.

## **Conclusiones**

Exponer en forma clara, concisa y lógica el aporte que el autor hace, respondiendo a los objetivos de la investigación planteada en la introducción.

## **Agradecimientos**

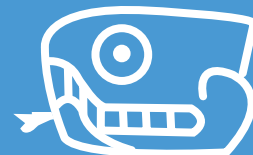
Opcional. Sólo los estrictamente necesarios.

## **Bibliografía**

Presentar, en orden alfabético, las fuentes utilizadas para la redacción del artículo, independientemente de su soporte (bibliografía, hemerografía o ciberografía). Utilizar el formato APA.

## **Figuras**

Podrá incluir, a lo largo del texto y de manera organizada, fotografías, esquemas, gráficos, diagramas o tablas; se deberán enviar en archivo aparte con numeración consecutiva en formato TIFF o JPG a 300 DPI de resolución. No se admiten imágenes de internet que no tengan permisos de reproducción y estén en baja resolución.





**Dr. Enrique Graue Wiechers**  
Rector

**Dr. Leonardo Lomelí Vanegas**  
Secretario General

**Dr. Alfredo Sánchez Castañeda**  
Abogado General

**Dr. Luis Álvarez Icaza Longoria**  
Secretario Administrativo

**Dra. Patricia Dolores Dávila Aranda**  
Secretaria de Desarrollo Institucional

**Lic. Raúl Arcenio Aguilar Tamayo**  
Secretario de Prevención, Atención y Seguridad Universitaria

**Mtro. Néstor Martínez Cristo**  
Director General de Comunicación Social



**Dr. Benjamín Baraja Sánchez**  
Director General

**Mtra. Silvia Velasco Ruiz**  
Secretaria General

**Lic. Ma. Elena Juárez Sánchez**  
Secretaria Académica

**Lic. Rocío Carrillo Camargo**  
Secretaria Administrativa

**Mtra. Martha Patricia López Abundio**  
Secretaria de Servicios de Apoyo al Aprendizaje

**Lic. Miguel Ortega Valle**  
Secretario de Planeación

**Lic. Mayra Monsalvo Carmona**  
Secretaria Estudiantil

**Mtra. Gema Góngora Jaramillo**  
Secretaria de Programas Institucionales

**Lic. Héctor Baca Espinoza**  
Secretario de comunicación Institucional

**Ing. Armando Rodríguez Arguijo**  
Secretario de Informática



**Dr. Javier Consuelo Hernández**  
Azcapotzalco

**Mtro. Keshava Quintanar Cano**  
Naucalpan

**Lic. Maricela González Delgado**  
Vallejo

**Mtra. María Patricia García Pavón**  
Oriente

**Mtro. Luis Aguilar Almazán**  
Sur

# CONSCIENCIA

REVISTA DEL SILADIN DEL CCH

**Biól. Guadalupe Mendiola Ruiz**

Directora

**Dr. Benjamín Barajas Sánchez | DGCC**

**QBP. Taurino Marroquin Cristóbal | Naucalpan**

**Ing. José Rafael Cuellar Lara | Azcapotzalco**

**Mtra. Rosa Eugenia Zárate Villanueva | Vallejo**

**Biól. Manuel Becerril González | Sur**

Consejo Editorial

**Biól. Angélica Galnares Campos**

Editora

**Alberto Otoniel Pavón Velázquez**

Corrector

**Ma. Elena Pigenutt Galindo**

Diseño y formación

**Héctor Baca Espinoza**

Asesor

Imagen de forros: pixabay.com

