

De la planta al planeta: ciencia picante para una sola salud

Estefania Arellano Ordoñez

Christopher Alexis Cedillo Jiménez



Resumen

El chile habanero, ícono de la cocina mexicana, es también protagonista de investigaciones científicas que buscan reducir el uso de agroquímicos. Su cultivo enfrenta plagas y enfermedades que tradicionalmente se combaten con pesticidas, generando impactos ambientales y en la salud. Una alternativa prometedora es el silenciamiento génico por RNA de doble cadena (dsRNA), una técnica que permite activar defensas naturales de la planta sin modificar su ADN ni dañar el entorno. Esta molécula engaña a plagas o patógenos para que dejen de actuar, reduciendo así la necesidad de químicos. Además, la capsaicina, el compuesto que da el picor al chile, tiene propiedades antioxidantes, antiinflamatorias y analgésicas, lo que refuerza su valor medicinal y cultural. Esta biotecnología representa una opción viable, temporal y precisa para proteger cultivos y avanzar hacia prácticas agrícolas más sostenibles.

Ciencia picante para un futuro con menos agroquímicos

En los mercados del suroeste mexicano, hay algo que nunca falta: una canastita con chiles habaneros frescos, anaranjados o verdes, relucientes como pequeñas linternas. Pican, sí, y mucho, pero también curan, sazonan el caldo y, como dirían nuestras abuelas, “despiertan hasta al más dormido”.

Lo que pocos imaginamos es que, más allá de ese momento picante, este chile está en el centro de investigaciones científicas que buscan, quizás, cultivar sin tantos químicos, comer sin miedo y cuidar la tierra desde la raíz.

Cultivar chile habanero en México no es tarea fácil. Aunque esta planta es resistente al calor y a ciertos tipos de estrés, es vulnerable a numerosas enfermedades y plagas, como la antracnosis, la marchitez bacteriana o los ataques de insectos. Para combatir estos enemigos, muchos productores recurren a cócteles de agroquímicos, mezclando fungicidas, insecticidas y fertilizantes, a menudo sin asesoría técnica ni equipo de protección.

Según cifras de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER), el uso de pesticidas en cultivos hortícolas ha aumentado en las últimas décadas. Esto ha provocado un incremento en casos de intoxicación aguda entre trabajadores de campo, así como la contaminación de suelos y cuerpos de agua.

En regiones productoras como la Península de Yucatán, esta situación genera un doble problema: la necesidad de mantener la producción para subsistir y los impactos en la salud humana y ambiental, que con frecuencia se ignoran.

Lo más preocupante es que estos productos químicos no solo matan plagas, sino que también alteran comunidades microbianas beneficiosas y afectan a los polinizadores. Así, un chile que parece sano por fuera

puede esconder impactos invisibles. ¿Cómo romper con este ciclo sin poner en riesgo el sustento de quienes cultivan? La respuesta podría venir desde la ciencia.

Aquí es donde entra una rama de la ciencia que suena complicada, pero que, bien explicada, se parece mucho a lo que hacen nuestros cuerpos: detectar amenazas y apagarlas. Lo llamaremos silenciamiento génico. Suena extraño porque actúa a nivel de genes, esos mensajitos que indican a las células qué hacer.

Esta técnica utiliza una molécula especial llamada RNA de doble cadena (dsRNA, por sus siglas en inglés). Es como si alguien escribiera un mensaje falso para engañar a un virus o plaga, diciéndole: "Eh, tú, no te reproduzcas". Y... ¡funciona!

Imagina que estás en una fiesta y alguien comienza a hablar con un tono incómodo y alto. Alguien se le acerca, le susurra algo al oído, y la persona guarda silencio. Eso es lo que hace el dsRNA: llega con un mensaje dirigido y silencia una función específica, sin hacer ruido y sin dañar al resto del sistema. En las plantas, esto significa que el chile habanero puede activar sus defensas naturales contra hongos o insectos, sin necesidad de aplicar químicos que podrían dañar el entorno.

El silenciamiento génico inducido por dsRNA aprovecha un mecanismo natural de defensa presente en las células. Las plantas, al igual que los animales, reconocen RNA extraño —como el que usaría un virus— y lo de-

gradan antes de que cause daño. Al introducir dsRNA diseñado para imitar secuencias específicas, podemos "engaños" a la planta para que silencie genes problemáticos.

¿Y cómo se aplica? Una forma común es pulverizar una solución de dsRNA sobre las hojas. La planta absorbe esta molécula y sus enzimas la procesan en fragmentos pequeños llamados siRNAs (RNAs pequeños interferentes). Estos fragmentos actúan como guías que se unen al RNA mensajero del gen objetivo, bloqueando y evitando que se produzca la proteína correspondiente. Si el gen codifica una enzima que un hongo usa para infectar, o una proteína que aumenta la susceptibilidad de la planta, su función se detiene. Este mensaje no se integra al genoma ni permanece para siempre; es como un recordatorio breve: la planta lo usa, reacciona y luego lo degrada.

Además, como el dsRNA puede producirse en laboratorio o mediante bacterias, su costo ha bajado en años recientes, lo que abre la puerta a su uso no solo en monocultivos grandes, sino también en espacios familiares o comunitarios.

El impacto de esta tecnología es enorme, aunque no se vea a simple vista. Menos plaguicidas significa menos residuos tóxicos, menos contaminación de mantos acuíferos, menos intoxicaciones en productores y suelos que pueden recuperarse. Esto se alinea con una idea que cada vez toma más fuerza: "**un planeta, una salud**", la noción de que no puede haber salud humana sin salud ambiental y animal.

La capsaicina como aliada de la salud

La capsaicina, responsable de la sensación ardiente del chile, es un metabolito secundario: no es esencial para la vida de la planta, pero sí la protege. Actúa como defensa contra depredadores, plagas e insectos, funcionando como un lenguaje químico de supervivencia desarrollado durante millones de años.

En el chile habanero (Figura 1), los niveles de capsaicina son muy altos, posicionándolo entre los más picantes del mundo. Pero lejos de ser solo un “castigo” culinario, la capsaicina ha sido estudiada por sus propiedades medicinales, incluyendo efectos antioxidantes, antiinflamatorios, antimicrobianos, analgésicos y termogénicos (Liu & Nair, 2010; Chel-Guerrero et al., 2022). Por ello, también se investiga su potencial para tratar dolor crónico y enfermedades metabólicas (Alonso-Villegas et al., 2023).

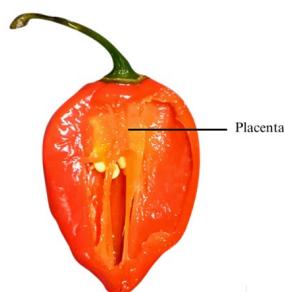


Figura 1. Corte longitudinal de un fruto maduro de chile habanero, se muestra el sitio de biosíntesis de la capsaicina conocido como placenta. Esta región también conecta con las semillas y es uno de los tejidos clave en investigaciones sobre expresión génica relacionada con la biosíntesis de capsaicina.

¿Cómo funciona todo eso?

Imagina que el cuerpo humano es una ciudad. Cuando entran sustancias nocivas, como los radicales libres, se activan sistemas de defensa. La capsaicina, al igual que otros compuestos del chile, ayuda a neutralizar estas sustancias reactivas, reduciendo el daño celular. Además, activa rutas moleculares que controlan la inflamación y el metabolismo, e incluso influye en la percepción del dolor a través del receptor TRPV1 (conocido por ser el receptor de la capsaicina).

Más allá de lo médico, la capsaicina también participa en algo mucho más cotidiano: el sabor como experiencia emocional. Porque sí, aunque muchas personas digan que “el chile solo pica”, lo cierto es que la percepción del picor es también una vivencia cultural. En 2019, un estudio reportado por la BBC mostró que las personas acostumbradas a consumir chile regularmente desarrollan una menor percepción de riesgo ante el picante. En cambio, quienes no lo consumen lo perciben como un estímulo de alerta. Este contraste nos lleva a entender cómo el chile no es solo un alimento, sino símbolo, frontera y puente entre lo ancestral y lo moderno.

Silenciar genes para cultivar esperanza

Aquí el trabajo con silenciamiento genético cobra sentido. No se busca que el chile “deje de picar” ni que se vuelva un organi-

mo transgénico. Por el contrario, esta técnica ayuda a la planta a potenciar sus propias capacidades, sin introducir genes externos ni modificar su ADN.

Esta tecnología también puede interferir directamente en genes de organismos que afectan a las plantas, como hongos o bacterias patógenas (San Miguel & Scott, 2020), silenciando genes clave para su infección o reproducción. Es decir, en lugar de atacar con agroquímicos, se induce a estos organismos a “guardar silencio” desde adentro.

Estas pequeñas moléculas de dsRNA son reconocidas como advertencias biológicas. Al percibirlas, la planta activa sus mecanismos de defensa: puede dejar de expresar un gen, activar una respuesta de resistencia o redirigir su metabolismo. Es como dar una instrucción escrita en un idioma que la planta sabe leer, pero que solo obedece mientras la señal está presente. No se modifica su ADN ni queda marca permanente; el mensaje es temporal, degradable y altamente específico (Das & Sherif, 2020).

Esta cualidad hace que el silenciamiento génico por dsRNA sea muy atractivo. No es invasivo, no deja huella y se puede ajustar con precisión a la necesidad de cada cultivo o situación. En lugar de aplicar agroquímicos generalizados, que matan tanto lo bueno como lo malo, se actúa puntualmente, como un bisturí molecular que apunta solo a lo necesario.

Aunque aún queda mucho por descubrir sobre esta herramienta biológica, es una oportunidad para repensar nuestra relación con los cultivos, el ambiente y la comida. Si

queremos una salud integral, no basta con atender al ser humano en hospitales, sino también cuidar lo que recibe la tierra, corre en los ríos, nutre a las plantas y respiran quienes siembran.

Desde esta perspectiva, el dsRNA no es una moda ni un lujo de laboratorio, sino una propuesta que encaja con la filosofía de “un planeta, una salud”. Permite combinar la precisión científica con la sabiduría agrícola, la innovación con el respeto a la vida.

Porque el futuro no solo se siembra, también se escucha, se regula y, a veces, se silencia. Con cuidado, con conciencia, con sabor.

Conclusión

El silenciamiento génico por dsRNA abre la puerta a una agricultura más limpia, saludable y respetuosa con el medio ambiente, combinando ciencia de vanguardia con tradición alimentaria.

Referencias

- Alonso-Villegas, R., González-Amaro, R. M., Figue-roa-Hernández, C. Y., & Rodríguez-Buenfil, I. M. (2023). The Genus Capsicum: A Review of Bioactive Properties of Its Polyphenolic and Capsaicinoid Composition. *Molecules*, 28(10), 4239. <https://doi.org/10.3390/molecules28104239>
- Chel-Guerrero, L. D., Castañeda-Corral, G., López-Castillo, M., Scampicchio, M., Morozova, K., Oney-Montalvo, J. E., Ferrentino, G., Acevedo-Fernández, J. J., & Rodríguez-Buenfil, I. M. (2022). In Vivo Anti-Inflammatory

- Effect, Antioxidant Activity, and Polyphenolic Content of Extracts from Capsicum chinense ByProducts. *Molecules*, 27(4), 1323. <https://doi.org/10.3390/molecules27041323>
- Das, P. R., & Sherif, S. M. (2020). Application of Exogenous dsRNAs-induced RNAi in Agriculture: Challenges and Triumphs. *Frontiers in Plant Science*, 11, 946. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.00946>
- Liu, Y., & Nair, M. G. (2010). Capsaicinoids in the hottest pepper Bhut Jolokia and its antioxidant and antiinflammatory activities. *Natural Product Communications*, 5(1), 91–94. <https://doi.org/10.1177/1934578X1000500122>
- San Miguel, K., & Scott, J. G. (2020). RNAi: What is its position in agriculture? *Journal of Pest Science*, 93, 1125–1130. <https://doi.org/10.1007/s10340-020-01238-2>

Sobre los autores/as

Estefania Arellano. Lic en Ingeniería Agroindustrial y estudiante de Ciencias de la Comunicación y Periodismo en la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) Línea de investigación RNA interferente en plantas.

Email: ordonezstephan85@gmail.com

Dr. Christopher Alexis Cedillo-Jiménez. Profesor de tiempo completo, cuya línea de investigación se centra en el silenciamiento génico aplicado a sistemas biológicos de interés agroindustrial y sanitario. Adscrito a la Facultad de Ingeniería, Campus Amazcala, de la Universidad Autónoma de Querétaro. Fundador del Laboratorio de Tecnociencias y editor de la revista Perspectivas de la Ciencia y la Tecnología. Promotor de proyectos de arte-ciencia-tecnología y de la comunicación pública de la ciencia.

Email: c.cedillo@gmail.com

