

# En tiempos de la cuetlaxochitl (nochebuena)

DAVID ROMERO CAMARENA

El Dr. David Romero es investigador del Centro de Ciencias Genómicas de la Universidad Nacional Autónoma de México, en Cuernavaca, Morelos. Su área de especialidad es la genómica bacteriana, con énfasis en mecanismos de cambio en genomas. Es miembro y expresidente de la Academia de Ciencias de Morelos.

Esta publicación fue revisada por el comité editorial de la Academia de Ciencias de Morelos.

*Tlaj axkanaj kuetlaxochitl  
Sin la nochebuena  
ekaujilo eliskia yeuali,  
sombria sería la noche;  
yeuali tlen tlakatillilis.  
la noche de navidad.  
Tliti tlaiyouilils,  
Pasión del fuego,  
yolojtili xochitl.  
rosa del corazón.  
Yolnekili tlatichuiali  
Oración del amor.  
In kuetlaxochitl.  
La nochebuena.*

Juan Hernández Ramírez (Colatlán, Ver.1951-)  
Premio Nezahualcōyotl de Literatura en Lenguas Indígenas 2006

**Una explosión de color**  
¡Qué bonitas son las fiestas decembrinas! Ricas tradiciones las acompañan y un sinnúmero de succulentos platillos, tan atractivos para el paladar como peligrosos para nuestro peso. En estas épocas, una explosión de color aparece por todas partes. En jardines y viveros, en las calles mismas, hace su aparición el hermoso color de la planta de nochebuena (Fig. 1). Es una planta originaria de México y puede encontrarse de manera silvestre en la costa del Pacífico, desde Sinaloa hasta Guatemala, así como en la cuenca del río Balsas, particularmente en el norte de Guerrero y en Morelos. Los mexicas la conocían con el nombre de *cuatlaxochitl*, “flor que se marchita” (por su rápido marchitamiento a fines del invierno) o “flor de cuero” (probablemente por su color rojo). Desde épocas prehispánicas se empleaba en festividades religiosas y se cultivaba también para la producción de colorantes y con fines medicinales. Posteriormente, durante la época colonial, comenzó a difundirse su uso en las festividades de navidad, siendo ya muy extendido su uso a fines del siglo XVII. Por su asociación con la festividad católica, se popularizó su nombre como *flor de nochebuena*. Por esa época, fue llevada también a Europa, donde su popularidad se extendió (1, 2).

A principios del siglo XIX, el primer embajador de Estados Unidos en México, Joel Robert Poinsett la observa en México. Aunque se dice que el embajador Poinsett fue el que la llevó a Estados Unidos, los detalles son inciertos. Lo que es claro es que se introdujo a Estados Unidos y el interés en esta planta tan her-



**FIGURA 1. PLANTA** de nochebuena. La parte izquierda muestra las brácteas (parte roja) y los ciatios, donde se localizan las flores. La parte derecha muestra un acercamiento de los ciatios, mostrando flores masculinas. Imágenes propias.

mosa comenzó a crecer (2). En Estados Unidos, desafortunadamente, comenzó a emplearse el nombre de *poinsettia* para referirse a la nochebuena, nombre con el que se le conoce en muchos países. Para principios del siglo XX en Estados Unidos su producción comercial y uso ornamental se extendió a todo el mundo en asociación con la navidad. Actualmente es una de las plantas cultivadas en maceta de mayor importancia a nivel mundial. En México, las seis principales entidades productoras de nochebuena son Morelos, Michoacán, Ciudad de México, Puebla, Jalisco y Estado de México. En Morelos es un cultivo muy relevante, donde en 2024 se planea la producción de seis millones de plantas en maceta (3).

### Una flor especial

El nombre científico de la nochebuena es *Euphorbia pulcherrima* y seguramente quien la nombró la consideraba bonita, dado que la palabra latina *pulcherrima* significa “la más bella”. La planta es un arbusto, que en las condiciones apropiadas puede llegar a medir de tres a cinco metros de altura. Tiene hojas alargadas que pueden medir hasta 16 cm; las hojas tienden a caer (*caducifolias*) a finales del invierno. Para florear, requieren al menos 12 horas de oscuridad y una temperatura templada, lo cual explica su proliferación en el invierno en el hemisferio norte. En condiciones no tan favorables, puede inducirse la floración con mallas de sombra o con ciclos de iluminación/oscuridad artificial en invernaderos.

Con respecto a las flores, tal vez lo más interesante es que lo que consideramos flores...no son las flores. La parte roja no son pétalos, como en una flor: son hojas modificadas, conocidas como *brácteas* (Fig. 1, izquierda) que se tiñen de diversos colores, habitualmente rojo. Como las brácteas emergen al mismo nivel, ge-



**FIGURA 2. UNA** muestra de las más de cien variedades de nochebuena. Figura tomada de la referencia 2.



**FIGURA 3. VARIEDADES** de nochebuena generadas en el INIFAP Zacatepec. Figura tomada de la referencia 4

neran la impresión de que son pétalos. Las flores están localizadas en una estructura central en forma de copa, llamada *ciatio*, de donde emergen las flores masculinas y posteriormente las femeninas (Fig. 1). La función del color de las brácteas es muy importante, dado que atraen a insectos que actúan como polinizadores, permitiendo la reproducción de las plantas. En situaciones más comerciales, pueden reproducirse también de manera vegetativa. Esto puede lograrse cortando fragmento de una rama viva (*esquejes* o varetas) y colocándolas directamente en tierra humedecida, para promover el desarrollo de raíces. Esto puede facilitarse con el uso de hormonas vegetales.

### Varietades nativas e inducidas

Aunque estamos más acostumbrados a ver variedades de nochebuena con brácteas rojas, existe una gran diversidad de colores entre ellas. Se han descrito más de 100 variedades de nochebuena (Fig. 2). Algunas de estas variedades son nativas, encontrándose en condiciones silvestres. Otras son producidas por *crucias planeadas*, entre progenitores de diferentes colores, buscando que se produzcan tonalidades diferentes. Otras han sido producidas por tratamiento con agentes químicos o físicos (como los rayos X) que pueden inducir cambios en el ADN; a estos agentes se les denomina *mutágenos*.

El interés de producir estas variedades está dado por las preferencias del consumidor, al que desde luego le atrae lo novedoso de estos colores. Muchas de estas variedades fueron generadas en el extranjero, en respuesta a condiciones y preferencias diferentes a las de los productores y consumidores en nuestro país. Para atender esta situación, desde 2010 se desarrolla un programa de mejoramiento genético de nochebuenas en el Campo Experimental Zacatepec del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). En este programa, se colectaron plantas de diez estados del país y se realizaron cruces paneadas, buscando obtener variedades con características nuevas (4). El programa

ha sido muy exitoso, generando diez variedades nuevas, con variaciones en el color y forma de las hojas y brácteas, todas con nombres femeninos (Fig. 3).

La búsqueda de nuevas variedades continúa a nivel mundial, empleando todas las estrategias accesibles en la genética de plantas. Una de ellas emplea *cruciamientos interespecíficos*: que se refiere a las cruces entre plantas pertenecientes a especies diferentes. A principios del siglo XXI, se produjeron los primeros híbridos (entre *Euphorbia pulcherrima* (la nochebuena) y *Euphorbia corollata* (una planta relacionada a la nochebuena, de color blanco y con ciatios más grandes). Los híbridos resultantes (Dulce rosa y Princettia Hot Pink, Fig. 4) muestran brácteas de color rosa. Las flores de esta cruz son estériles, una característica común en híbridos interespecíficos, pero se propagan de manera vegetativa.

### Cuando una enfermedad resulta ser una ventaja

La historia de las nochebuenas tiene una sorpresa adicional. Las “flores” de nochebuena suelen aparecer en lo alto de la planta, un patrón que se conoce como *ramificación restringida*. En muchas de las variedades cultivadas, las “flores” surgen en abundancia a lo largo de la planta,



Dulce Rosa

**FIGURA 4. VARIEDADES** de nochebuena producidas por cruzamiento interespecífico. Foto de Dulce Rosa, Tom Incrocci, <https://discoverandshare.org/2017/11/15/plant-profile-the-poinsettia/>; Foto de Princettia Hot Pink, <https://mnpflowers.com/product/princettia-hot-pink/>

un patrón llamado *ramificación libre* (Fig. 5). Existen también plantas de *ramificación intermedia*. El patrón de *ramificación libre* es muy atractivo para productores y consumidores, debido a su apariencia. Aunque el patrón de *ramificación* pudiera modificarse por la aplicación de hormonas vegetales, resultaría mejor introducir esta característica de manera más estable.

Al estudiarse la característica de *ramificación libre*, los primeros resultados fueron muy sorprendentes. Tal vez el dato más inesperado es que la característica de *ramificación libre* puede transmitirse de manera no genética. Esto fue muy claro en experimentos de producción de injertos que mostraron que, si en una planta de *ramificación libre* se injertaba una parte de una planta de *ramificación restringida*, el injerto ahora desarrollaba la capacidad de *ramificación libre*. ¡La capacidad de *ramificación libre* puede transmitirse! Para explicar esto, los investigadores plantearon la posibilidad de que hubiera un microorganismo que habitaba en el interior de las plantas de *ramificación libre* que podía trasplantarse a los injertos de *ramificación restringida* a través del sistema vascular de las plantas (5, 6). En 1997 esta hipótesis de confirmó y se logró identificar al microorganismo que provoca la *ramificación libre*. El responsable es una bacteria que pertenece al género *Phytoplasma*. Las bacterias que pertenecen a este género poseen un genoma muy reducido y frecuentemente no es posible cultivarlas en el laboratorio debido a que son parásitos que obligatoriamente requieren vivir dentro de otro organismo, precisamente por su pequeño genoma. Otros *Phytoplasmas* son causantes de enfermedades en otras plantas, pero no en la nochebuena. En el caso de la nochebuena, *Phytoplasma* vive en el sistema vascular de la planta, produciendo una infección benigna que solo afecta la manera de crecimiento de la planta (5, 6). Dentro de la investigación de infección por *Phytoplasma*, los investigadores razonaron que, si la causante de la *ramificación libre* era una bacteria, al tratar una planta de *ramificación libre* con un antibiótico (como tetraciclina) que eliminara a *Phytoplasma*, la planta debería de cambiar a presentar *ramificación restringida*. Este fue precisamente el resultado (7). Si bien se logró detectar que *Phyto-*

plasma era la causante de esta característica, resultaba muy difícil saber algo más sobre la biología de esta bacteria debido a la incapacidad de aislarlo y estudiarlo en el laboratorio. Sin embargo, a finales de 2023 se logró un avance importante sobre este organismo. Aprovechando las grandes ventajas de las ciencias genómicas, se obtuvo la secuencia genómica completa de esta bacteria, a la que se nombró *Candidatus Phytoplasma pruni* PR2021 (8). Este estudio confirmó que efectivamente es una bacteria que contiene un genoma muy reducido con respecto a las bacterias capaces de crecer en el laboratorio. En este organismo, además de un  *cromosoma* circular muy grande, que contiene la gran mayoría del genoma, se encontró una molécula de ADN circular mucho más pequeña, llamada *plásmido*, de función desconocida (8). Estoy seguro que en un corto tiempo sabremos algo más de este organismo y el por qué provoca una condición tan afortunada para productores y consumidores.

¿Qué vendrá a futuro con las nochebuenas? Desde luego, un mejor conocimiento de la fisiología de esta planta tan importante, y la aplicación de nuevas técnicas, más dirigidas para lograr su modificación genética. En 2021 se describieron las primeras modificaciones dirigidas en el genoma de la nochebuena, empleando la técnica de edición genética basada en CRISPR-Cas9, con la que normalmente se cambia una sola o unas pocas bases del DNA de la planta. La edición realizada bastó para cambiar el color de las brácteas de rojo a un naranja rojizo (9). Me parece también que a futuro podremos contar, gracias a las ciencias genómicas, con el conocimiento del genoma completo de esta planta. Esto ayudará no solamente a los esfuerzos de modificación genética, sino también a un mayor conocimiento de la diversidad genética y su conservación. Espero que hayan disfrutado esta poco usual “historia de navidad”. Les deseo la mayor felicidad en compañía de sus seres queridos.

### Referencias

- Wikipedia. *Euphorbia pulcherrima*. [https://es.wikipedia.org/wiki/Euphorbia\\_pulcherrima](https://es.wikipedia.org/wiki/Euphorbia_pulcherrima)
- Taylor, J. M., López, R. G., Currey, C. J. and Janick, J. (2011). The poinsettia: history
- Bradel, B. G., Preil, W., and Jeske, H. (2000). Remission of the free-branching pattern of *Euphorbia pulcherrima* by tetracycline treatment. *J. Phytopathol.* **148**, 587-590. doi: 10.1111/j.1439-0434.2000.00562.x
- Pei, S.-C., Chen, A.-P., Chou, S.-J., Hung, T.-H., and Kuo, C.-H. (2023). Complete genome sequence of “*Candidatus Phytoplasma pruni*” PR2021, an uncultivated bacterium associated with poinsettia (*Euphorbia pulcherrima*). *Microbiol. Resour. Annu.* **12**, e00443-23. doi: 10.1128/mra.00443-23
- Nitarska, D., Boehm, R., Debener, T., Lucaciu, R. C., and Halbwirth, H. (2021). First genome edited poinsettias: targeted mutagenesis of flavonoid 3'-hydroxylase using CRISPR/Cas9 results in a colour shift. *Plant Cell, Tissue Organ Cult.* **147**, 49-60. doi: 10.1007/s11240-021-02103-5

Esta columna se prepara y edita semana con semana, en conjunto con investigadores morelenses convencidos del valor del conocimiento científico para el desarrollo social y económico de Morelos.



**FIGURA 5. VARIACIÓN** en la producción de flores (ramificación restringida o ramificación libre) causada por infección con *Phytoplasma*. Figura tomada de la referencia 5.

and transformation. *Chronica Hort.* **51** (3), 23-28. <https://www.purdue.edu/hla/sites/cea/wp-content/uploads/sites/15/2016/12/The-History-of-the-Poinsettia.pdf>

DGCS del Gobierno del Estado de Morelos. Es Morelos referente nacional en producción de nochebuena. 16 de noviembre de 2024. <https://www.morelos.gob.mx/ultimas-noticias/ces-morelos-referente-nacional-en-produccion-de-nochebuena>

Canul Ku, J., García Pérez, F., Barrios Gómez, E. J., Rangel Estrada, S. E., and Hernández-Meneses, E. (2023). Mejoramiento genético de nochebuena en México: logros y contribuciones por el INIFAP. *Braz. J. Dev.* **9**, 23575-23594. doi: 10.34117/bjdv9n8-032

Lee, I.-M. *Phytoplasma casts a magic spell that turns the fair poinsettia into a christmas showpiece*. 14 septiembre 2000. <https://www.apsnet.org/edcenter/apsnetfeatures/Pages/Poinsettia.aspx>

Lee, I.-M., Klopmeier, M., Bartoszyk, I. M., Gundersen-Rindal, D. E., Chou, T.-S., Thomson, K. L., et al. (1997). *Phytoplasma* induced free-branching in commercial poinsettia cultivars. *Nat. Biotechnol.* **15**, 178-182. doi: 10.1038/nbt0297-178

Wikipedia. *Euphorbia pulcherrima*. [https://es.wikipedia.org/wiki/Euphorbia\\_pulcherrima](https://es.wikipedia.org/wiki/Euphorbia_pulcherrima)

Pei, S.-C., Chen, A.-P., Chou, S.-J., Hung, T.-H., and Kuo, C.-H. (2023). Complete genome sequence of “*Candidatus Phytoplasma pruni*” PR2021, an uncultivated bacterium associated with poinsettia (*Euphorbia pulcherrima*). *Microbiol. Resour. Annu.* **12**, e00443-23. doi: 10.1128/mra.00443-23

Nitarska, D., Boehm, R., Debener, T., Lucaciu, R. C., and Halbwirth, H. (2021). First genome edited poinsettias: targeted mutagenesis of flavonoid 3'-hydroxylase using CRISPR/Cas9 results in a colour shift. *Plant Cell, Tissue Organ Cult.* **147**, 49-60. doi: 10.1007/s11240-021-02103-5



**ESTA PUBLICACIÓN FUE REVISADA POR EL COMITÉ EDITORIAL DE LA ACADEMIA DE CIENCIAS DE MORELOS**

Para actividades recientes de la academia y artículos anteriores puede consultar: [www.acmor.org](http://www.acmor.org)  
¿Comentarios y sugerencias?, ¿Preguntas sobre temas científicos? **CONTACTANOS:** [coord.comite.editorial.acmor@gmail.com](mailto:coord.comite.editorial.acmor@gmail.com)