

La importancia de una fertilización adecuada del cultivo de caña de azúcar en el estado de Morelos

Daniel Ménez Astudillo, Gabriela Sepúlveda Jiménez y Mario Rodríguez Monroy

El M. en C. Daniel Ménez Astudillo es Ingeniero Bioquímico del Instituto Tecnológico de Zacatepec. Realizó sus estudios de Maestría en Ciencias en Manejo Agroecológico de Plagas y Enfermedades en el Centro de Desarrollo de Productos Bióticos del Instituto Politécnico Nacional (CEPROBI-IPN) y actualmente estudia el Doctorado en Ciencias en Manejo Agroecológico de Plagas y Enfermedades en el CEPROBI-IPN. La Dra. Gabriela Sepúlveda Jiménez es Bióloga, realizó sus estudios de Maestría en Ciencias Químicas y Doctorado en Ciencias Biológicas en la UNAM. Es investigadora Nacional Nivel I. Se des-

cultivo más en el paisaje del estado de Morelos; es un símbolo arraigado en la historia y la identidad de la región. El estado de Morelos está dentro de los ocho estados productores de caña de azúcar más importantes del país. Según datos del anuario estadístico de la Producción Agrícola, el cultivo de caña de azúcar abarca una superficie de más de 22 mil 744 hectáreas que logran un rendimiento cercano a los 2 millones de toneladas y un rendimiento en campo de 99 ton/ha. Gracias al trabajo de medianos y pequeños productores, los municipios que concentran una mayor producción de caña son: Ayala, Tlaltizapán, Tlaquiltenango, Yauatepec, Axochiapán, Jojutla, y Cuautla (1) que abastecen a dos ingenios en la entidad. En la figura 1 se presenta una vista panorámica de los cultivos de caña de azúcar en Tlaquiltenango Morelos.

los problemas fitosanitarios de la región como la infestación por gusanos barrenadores y enfermedades causadas por hongos (como la marchitez y el Pokkah Boeng), también afectan la productividad de los cultivos de caña de azúcar.

¿Qué requerimientos de fertilización ocupa el cultivo?

Es importante conocer cuáles son los requerimientos de fertilización de la caña de azúcar, ya que la fertilización promueve una mayor acumulación de biomasa, mejora la resistencia a enfermedades y condiciones ambientales adversas e influye directamente en la calidad y en el valor en el mercado del azúcar que se produce.

La caña de azúcar, al igual que otras plantas, requiere una serie de nutrientes esenciales para su desarrollo adecuado.

El cultivo de caña de azúcar, varía según si se trata de caña plantilla (primer año del cultivo) o caña soca (segundo año del cultivo). Para la caña plantilla se recomienda añadir 100% del fósforo, 50-100% de potasio y 30% de nitrógeno en el fondo del surco durante la siembra, y a los 45-60 días posteriores, se complementa la fertilización con nitrógeno y potasio, que coincide con el inicio de la absorción de nutrientes (Figura 2). Para la caña soca, se sugiere fertilizar sobre el surco a los 30 días después de la cosecha. En la mayoría de los casos, una sola aplicación de la dosis de nitrógeno es suficiente si se realiza 30 días después del corte. Sin embargo, en suelos de textura gruesa se recomienda que la dosis de fertilización se realice a los 30 y 120 días después del corte (4). Estas prácticas específicas de fertilización, adaptadas a las características del suelo y el clima, son fundamentales para optimizar el rendimiento y la calidad del cultivo de caña de azúcar.

minimiza el impacto ambiental.

En una encuesta realizada por parte de nuestro grupo de trabajo a los productores de caña de azúcar en Morelos, encontramos que tres cuartas partes de los productores no realizan un análisis de suelos previo a la aplicación de los fertilizantes; y que aquellos productores que realizan un análisis de suelos, no siempre utilizan los resultados para decidir la dosis de fertilizante que se necesita utilizar en el cultivo. Este análisis es crucial, ya que proporciona información de las propiedades y la calidad del suelo locales. Con base en esta evaluación, se determina qué tipo de fertilizante usar, cuánto aplicar, cuándo y de qué manera, considerando las concentraciones de nutrientes en el suelo, las necesidades del cultivo en cada etapa de crecimiento y la eficiencia del fertilizante utilizado.

ro y 108 kg de potasio (6).

¿Cómo se realiza la fertilización de la caña de azúcar en Morelos?

La fertilización en el cultivo de caña de azúcar en el estado de Morelos presenta particularidades significativas debido a las características de los suelos y las prácticas de los productores. Aunque hay un predominio de suelos ricos en nutrientes (conocidos como suelos tipo vertisol), la fertilización química es la principal vía para suplir las demandas nutricionales del cultivo. En una encuesta que se realizó por nuestro grupo de trabajo encontramos que uno de los fertilizantes más utilizados es la fórmula cañera, que es una mezcla con una composición específica de nitrógeno, fósforo y potasio. Sin embargo, un análisis detallado revela que las cantidades aplicadas exceden las necesidades que demanda el cultivo, lo que re-



FIGURA 1. CAMPOS de caña de azúcar en etapa de maduración en Tlaquiltenango, Morelos

empeña como profesora de tiempo completo en el CEPROBI-IPN y participa en los Programas de Posgrado de Maestría y Doctorado en Ciencias en Manejo Agroecológico de Plagas y Enfermedades, y es la Coordinadora del Programa de Maestría. Su área de estudio es la interacción entre las plantas y los microorganismos.

El Dr. Mario Rodríguez Monroy es Biólogo, con estudios de Maestría y Doctorado en Biotecnología en el CINVESTAV y en la UNAM, respectivamente. Es investigador Nacional Nivel III y miembro de la Academia de la Ciencias de Morelos. Es profesor de tiempo completo en el CEPROBI-IPN y participa en los Programas de Posgrado de Maestría y Doctorado en Desarrollo de Productos Bióticos. Su área de estudio es la Biotecnología y en particular el empleo de biorreactores.

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

La caña de azúcar no es simplemente un

El cultivo de la caña de azúcar ocupa un lugar primordial en la economía y la vida cotidiana de sus habitantes, y es fundamental en la actividad agrícola del estado de Morelos. La participación de la caña de azúcar en la economía morelense es innegable. Desde los trabajadores agrícolas hasta los empleados de los ingenios azucareros, el cultivo de la caña de azúcar ofrece oportunidades de empleo para la población local, ya que genera empleo e ingresos para más de diez mil familias a lo largo de la cadena de valor agroindustrial (2), lo que contribuye al desarrollo económico y social de la región. No obstante, el cultivo enfrenta graves problemas, entre los cuales destacan los altos costos de los insumos agrícolas como son fertilizantes, herbicidas, fungicidas, insecticidas y el riego. Estos costos representan una carga financiera considerable para los productores, afectando la viabilidad económica de la actividad. A esto se suma la preocupante escasez de mano de obra en el sector, lo que dificulta aún más la producción (3). Por otro lado,

Entre estos nutrientes destacan el nitrógeno, el fósforo, el potasio, el calcio y el magnesio, los cuales desempeñan un papel fundamental en diferentes etapas del crecimiento de la planta. El nitrógeno es esencial para el desarrollo de toda la planta, mientras que el fósforo promueve la generación de nuevos brotes (macollamiento) y el desarrollo de la raíz, especialmente en las primeras etapas de crecimiento. El potasio no solo influye en el crecimiento vegetal, sino que también mejora la resistencia a enfermedades y contribuye a una mejor calidad del producto final. Por lo tanto, una fertilización equilibrada y oportuna, puede garantizar la disponibilidad de estos nutrientes esenciales en el suelo y que sean accesibles para la planta (4). Por lo cual, uno de los aspectos fundamentales que es requisito definir es cuándo y cuánto fertilizante requiere la planta.

¿En qué momento aplicar la fertilización química?

La aplicación de fertilizantes en el cul-

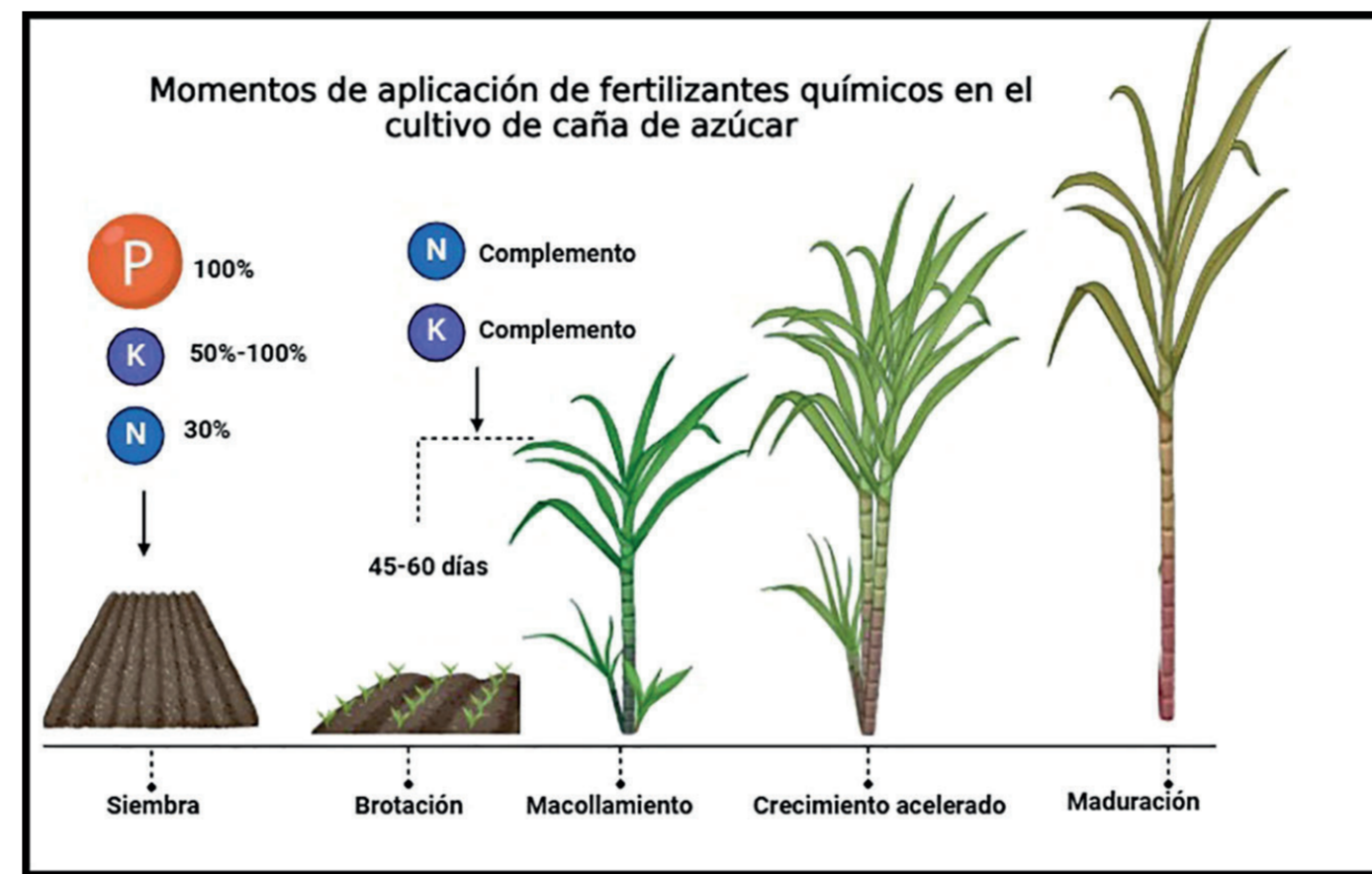


FIGURA 2. MOMENTOS de aplicación de fertilizantes químicos en caña planta o plantilla.

¿Por qué es importante el análisis de suelos?

El análisis de suelos desempeña un papel crucial en la producción de caña de azúcar, ya que proporciona información sobre la salud y la fertilidad del suelo. Este análisis permite a los agricultores tomar decisiones para el manejo agronómico de sus cultivos, ya que se identifican deficiencias nutricionales o problemas de acidez en el suelo que podrían afectar el rendimiento y la calidad de la caña de azúcar. Además, con el análisis de suelos se pueden diseñar programas de fertilización más precisos y eficientes, lo que optimiza el uso de insumos agrícolas y

¿Qué cantidad de fertilizante químico requiere el cultivo?

En cuanto a la cantidad de fertilizante químico requerido, no existe una fórmula estándar debido a la influencia de diversos factores como el tipo de suelo, la variedad de la caña, el clima y las prácticas de manejo del cultivo. Sin embargo, es esencial establecer un método de fertilización racional que considere la extracción de los nutrientes del suelo, el rendimiento esperado, la cantidad de nutrientes disponibles en el suelo y la eficiencia del fertilizante (5). En Veracruz, principal productor de caña de azúcar en México, se usa una dosis de fertilización por hectárea que consiste en 254 kg de nitrógeno, 85 kg de fósfo-

sulta en un exceso de fertilizantes nitrogenados y fosfóricos, mientras que la demanda de potasio no se satisface adecuadamente. Además, la falta de análisis de suelo por parte del 75% de los productores contribuye a esta situación, ya que podría permitir una aplicación más precisa y eficiente de los nutrientes. Es importante también destacar que debido a que muchos productores no incorporan el fertilizante en el suelo, una parte significativa del nitrógeno (hasta en un 40%) se pierde por volatilidad (7). Estos hallazgos subrayan la necesidad de una gestión más precisa y sostenible de la fertilización en el cultivo de caña de azúcar en el estado de Morelos, con el fin de optimizar los rendimientos



FIGURA 3. TÉCNICAS de fertilización en el estado de Morelos: A) fertilización manual con "ayate", B) uso de mochila en fertilización, C) fertilización mecanizada con tractor y D) uso de dron en fertilización foliar.

y reducir el impacto ambiental.

En cuanto a la forma de aplicación de la fertilización, en la entidad se utilizan diversas técnicas (Figura 3), desde las tradicionales hasta las más innovadoras. Entre las tradicionales, las más comunes son el uso de los "ayates" seguido de las mochilas de fertilización. Los ayates son bolsas hechas de costales y las mochilas son similares a una bomba para la fumigación, pero con conductos de salida más amplios. Sin embargo, el avance hacia la mecanización es incipiente, pocos son los productores que emplean fertilizadoras adaptadas a tractores para agilizar el proceso. Una técnica bastante utilizada es la fertilización foliar, donde las mochilas de fumigación son la principal opción; aunque lo ideal sería usar drones agrícolas. Esta diversidad de técnicas refleja la importancia de buscar métodos más eficientes y sostenibles en la agricultura de la región.

En conclusión, recomendamos implementar programas que consideren factores locales en los terrenos de Morelos como la disponibilidad de nutrientes en el suelo, la demanda del cultivo en diferentes etapas de su ciclo de crecimiento y el uso eficiente de fertilizantes químicos y orgánicos racional con información que se obtenga del análisis del suelo, para que los agricultores optimi-

cen el rendimiento y la rentabilidad de sus cultivos de caña de azúcar; al mismo tiempo que se podría reducir el impacto ambiental. La fertilización adecuada no solo mejora la salud de la planta, sino que a largo plazo también contribuye al mantenimiento de la fertilidad del suelo, asegura la viabilidad económica y ambiental de la producción de caña de azúcar en el estado de Morelos.

Referencias

1. CONADESUCA. (2017). Listados de municipios asociados a la producción de caña de azúcar en México. Disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/758448/Listado_de_municipios_ca_eros_Conadesuca.pdf
2. Espinoza Lillíán. El Sol de Cuernavaca. (2024, 1 de enero). Morelos, importante productor de caña de azúcar. Disponible en: <https://www.elsoldecuautla.com.mx/local/morelos-importante-productor-de-cana-de-azucar-1128363.html>
3. Ruiz Emmanuel. El Sol de Cuautla. (2023, 9 de octubre). Producción de nutrientes en el suelo, la demanda del cultivo en diferentes etapas de su ciclo de crecimiento y el uso eficiente de fertilizantes químicos y orgánicos racional con información que se obtenga del análisis del suelo, para que los agricultores optimi-
4. Melgar, M., Orozco, H., Pérez, O., Meneses, A. (2014). El cultivo de la caña de azúcar en Guatemala. Artemis Edinter. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/libro/572719.pdf>
5. Vásquez, A., Durán, A., Reynolds, M. (2021). Fertilización racional de caña de azúcar. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias INIFAP. Disponible en: <https://vum.inifap.gob.mx/BibliotecaWeb/Content/?=12297>
6. Moreno-Seceña, J. C., Landeros-Sánchez, C., Vázquez, A. P., Palacios-Vélez, O. L., Chávez, M. D. R. C., Collado, C. J. L. (2016). Manejo y actitud del productor sobre la fertilización nitrogenada en caña de azúcar: un estudio de caso. RINDERESU, 1(1), 26-34. Disponible en: <http://rinderesu.com/index.php/rinderesu/article/view/3>
7. Lara C., W.A.R.; Korndörfer, G.H.; Motta, S.A. Volatilização de N-NH3 na cultura de milho: I. Efeito da irrigação e substituição parcial da uréia por sulfato de amônio. Revista Brasileira de Ciência do Solo 21: 481-487. 1997. Disponible en: [https://www.elsevier.com/locate/S0037-0766\(97\)00077-7](https://www.elsevier.com/locate/S0037-0766(97)00077-7)
8. Melgar, M., Orozco, H., Pérez,



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.mx

¿Comentarios y sugerencias?, ¿Preguntas sobre temas científicos? CONTACTANOS: editorial@acmor.org.mx

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. Desde la Academia de Ciencias de Morelos externamos nuestra preocupación por el vacío que genera la extinción de la Secretaría de Innovación, Ciencia y Tecnología dentro del ecosistema de innovación estatal que se debilita sin la participación del Gobierno del Estado.