

INFORMACIONES AGRONOMICAS

INVESTIGACION
INPOFOS K P
EDUCACION

INSTITUTO DE LA POTASA Y EL FOSFORO
POTASH & PHOSPHATE INSTITUTE
POTASH & PHOSPHATE INSTITUTE OF CANADA



No. 35

| ABRIL 1999

EL POTASIO... ESCENCIAL PARA UN BUEN RENDIMIENTO EN LA CAÑA DE AZUCAR

Ignacio Lazcano-Ferrat*

Introducción

El Potasio (K) es requerido por la caña de azúcar en grandes cantidades. Es más, el K es el nutriente más utilizado por la planta de la caña de azúcar. Una cosecha de 100 toneladas remueve (consume) del suelo un promedio de 220 kg de K₂O.

Las funciones del K en la planta son muchas. Es requerido en la formación de la estructura celular, asimilación de carbono, fotosíntesis, síntesis de proteína, formación de almidones, translocación de azúcares y proteínas, uso eficiente del agua, desarrollo normal de la raíz y muchas otras funciones en la vida de las plantas. Las plantas deficientes de K son menos resistentes a las enfermedades y a la sequía.

La caña de azúcar tiene una alta demanda de K y las reservas naturales de este nutriente se pueden perder en muchos suelos en un lapso pequeño de tiempo si no se toman medidas correctivas. Una baja cantidad de K

disponible en el suelo puede causar una germinación errática.

El uso de K en el cultivo de caña se ha incrementado rápidamente en la medida que los productores observan síntomas de deficiencia de este elemento y pueden comprobar la respuesta de la caña a la aplicación de este importante nutriente. Incrementos en rendimiento de caña y en rendimiento de azúcar se pueden observar al usar dosis altas de fertilizantes potásicos, tanto en los suelos de baja fertilidad, así como en suelos de mejor fertilidad donde nuevas variedades, de altos rendimientos, son capaces de producir más caña y más azúcar por hectárea, si su nutrición está mejor balanceada con nitrógeno (N), fósforo (P) y K.

Papel del potasio en el crecimiento de la caña de azúcar

El K se acumula en las hojas de la caña hasta que se llega al máximo de producción de follaje. Después de que la producción foliar finaliza, la cantidad de K en la planta se mantiene constante hasta que el número de hojas activas disminuye durante el proceso de maduración. La planta de la caña puede presentar deficiencias de K aún en suelos que reportan altos contenidos de este elemento. Especialmente si estos suelos son del tipo pesado (arcillosos), con cantidades relativamente altas de calcio (Ca) y/o alta saturación de

CONTENIDO

| | Página |
|---|--------|
| ● El Potasio... Escencial para un buen rendimiento en la Caña de Azúcar | 1 |
| ● Nutrición de cultivos bajo sistemas de fertigación | 5 |
| ● Nuevas formas de monitorizar los niveles de P y K | 12 |
| ● Los nitratos y la salud: Nuevos enfoques | 13 |
| ● Reporte de investigación reciente | 14 |
| ● Cursos y Simposios | 15 |
| ● Publicaciones de INPOFOS | 16 |

Editor: Dr. José Espinosa

Se permite copiar, citar o reimprimir los artículos de este boletín siempre y cuando no se altere el contenido y se cite la fuente y el autor.

* Director de la Oficina de México del Instituto de la Potasa y el Fósforo (INPOFOS). Calle Ignacio Pérez N 28 Sur Despacho 216, Colonia Centro, Querétaro, Que. C. P. 76000, México.

Tabla 1. Efecto del contenido de K en la planta en la eficiencia de la fotosíntesis en la caña de azúcar

| Síntoma visual en campo | Potasio en la hoja | Eficiencia de la fotosíntesis* |
|--|--------------------|--------------------------------|
| | ----- % ----- | |
| Control (nutrición balanceada) | 1.70 - 1.73 | 100 |
| Sin síntomas (pero con bajo contenido de K) | 0.91 | 90 |
| Con síntomas (márgenes de las hojas de color café) | 0.40 | 14-20 |

* Eficiencia de la fotosíntesis comparada con el control bien nutrido.

sodio (Na), con poca estructura, de alta densidad o compactación causada por el tráfico de equipo agrícola. El oxígeno disponible para las raíces en esos suelos siempre es bajo. Además, la dificultad de obtener K en cantidades adecuadas en esos suelos se incrementa con los altos contenidos de humedad y/o bajas temperaturas. En este tipo de suelos, se debe considerar siempre adiciones de cantidades suficientes de K en banda cerca de la raíz de la planta.

El K juega un papel muy importante como catalizador del metabolismo y generalmente se encuentra donde existe transferencia de energía dentro de la planta. Este nutriente participa en la formación y neutralización de ácidos orgánicos. Además, juega un papel muy importante en el balance entre la formación, acumulación y consumo de azúcares por la planta durante el desarrollo vegetativo. El K incrementa la dureza de las paredes celulares en los tejidos de la planta, logrando así, una disminución en el acame de los tallos de la caña. El mantener la planta erecta es muy importante para la cosecha mecanizada y además, también hace más eficiente la cosecha manual.

La fotosíntesis se reduce a medida que se incrementa la carencia de K en la planta. Sin embargo, pérdidas significativas en el rendimiento de azúcar se pueden dar aun cuando no existan síntomas visibles de deficiencia de K. En la Tabla 1 se presenta el efecto del K

en la fotosíntesis.

Papel del potasio en la translocación de azúcares

La deficiencia de nutrientes limita la translocación (movimiento) de azúcares desde las hojas (punto de fabricación) a los lugares de almacenamiento. El movimiento de los azúcares recién formados en las hojas se realiza a una velocidad aproximada de 2.5 centímetros por minuto en plantas de caña bien fertilizadas. La deficiencia de P no ha mostrado tener un efecto significativo en la velocidad de translocación de azúcares, la deficiencia de N tiene un efecto intermedio, mientras que la falta de K puede reducir la eficiencia del transporte de azúcares a menos de la mitad de lo que se logra con adecuada nutrición. Sin una cantidad adecuada de K una buena parte del azúcar se queda en las hojas en lugar del tallo de donde es cosechado.

Papel del potasio en el uso eficiente del agua por la planta

La caña de azúcar está considerada como uno de los cultivos que consume más agua. Se estima que con un promedio de 12 hojas por tallo y 80 000 tallos por hectárea, la caña presenta una cobertura foliar de aproximadamente 96 000 m²/ha, lo que representa una cobertura diez veces mayor de una hectárea de suelo donde crece el cultivo. La hojas y la planta de la caña se mantienen frescas gracias a la evaporación del agua a través de los estomas de las hojas (evapotranspiración). Estos estomas

(poros) de las hojas se mantienen abiertos cuando existe humedad e iluminación suficiente para un buen desarrollo de la planta, permitiendo así la salida de agua y la entrada de bióxido de carbono necesario para la formación de azúcares. Los estomas se cierran bajo condiciones de baja humedad del suelo y obscuridad. El K controla en parte la hidratación de las células de los estomas. Cuando el K es deficiente, se produce un desajuste en el control de los estomas y estos no se abren y cierran como debieran, provocando un mayor gasto de agua y menor eficiencia en la asimilación de carbono necesario para la formación de azúcares en las hojas de la caña. Esto produce una reducción de la tasa de crecimiento (desperdicio de N) y en la concentración de azúcar en el tallo. Resumiendo, la deficiencia de K en la caña de azúcar reduce la habilidad de la planta para hacer un uso eficiente del agua disponible, de la luz y del fertilizante nitrogenado.

Síntomas de deficiencia de potasio en la caña de azúcar

Las hojas jóvenes deficientes en K son de color verde oscuro, de poco crecimiento y tallos delgados (Foto1).

Una deficiencia prolongada afecta el punto apical de crecimiento pareciendo que las hojas se originaran en un mismo punto, una característica típica de las plantas que no están creciendo, condición conocida como escoba de bruja (Foto 2).



Foto 1. Cuando la deficiencia de K es moderada las hojas jóvenes permanecen verde oscuras y los tallos son delgados.



Foto 2. La deficiencia prolongada de K puede afectar el desarrollo del meristemo apical, lo que da a la planta una apariencia de abanico.



Foto 3. En las hojas viejas la deficiencia de K se presenta como un moteado de puntos necróticos.



Foto 4. La deficiencia de K se presenta también como una decoloración rojiza de la parte superior de la nervadura central.

Es clásico observar el amarillamiento y la marchitez en los márgenes de las hojas maduras viejas de la parte de abajo de la planta, ocasionando la muerte prematura de la hoja. Esto reduce el área foliar verde donde se realiza la fotosíntesis y limita la cantidad de azúcares producidos por el cultivo. Las hojas más viejas desarrollan un color amarillo - naranja con muchos puntos cloróticos en la lámina de la hoja. Estos puntos se transforman luego en manchas cafés con centros necróticos (Foto 3). Al irse generalizando estos puntos, el bronceado pardusco se extiende por toda la hoja y aparece una coloración rojiza principalmente en las células de la epidermis de la parte de arriba de la lámina de la nervadura central de la hoja (Foto 4). Al final las hojas empiezan a morir a partir de los márgenes y puntas.

El análisis de suelo y el análisis foliar como guía para determinar la necesidad de potasio

Los análisis de suelo y foliares son usados para determinar las dosis óptimas de fertilización en prácticamente todas las regiones productoras de caña del mundo. Sin embargo, como se mencionó anteriormente, la planta de caña puede sufrir por deficiencia de K aún en suelos, que según el análisis, contienen altos niveles de este nutriente. Por esta razón, el análisis foliar ofrece una valiosa ayuda para determinar el estado nutricional de la caña. El análisis foliar puede indicar además que existe baja disponibilidad de este nutriente en el suelo y de esta forma ayudar a desarrollar mejores estrategias de fertilización. La Tabla 2 muestra las concentraciones críticas de K en diferentes partes de la planta y en diferentes partes del mundo.0

Fertilización de la caña de azúcar con potasio

Para obtener altos rendimientos y buena calidad de jugos, la planta de la caña de azúcar requiere de igual o mayor cantidad de K que de N y P. En la mayoría de países productores de caña la relación recomendada de N:P:K es de 2:1:3, 2:1:2 ó 2:1:1. Sin embargo, muchos agricultores todavía no aplican la cantidad adecuada de K en relación a la cantidad de N que utilizan. Esto ocasiona una reducción en la eficiencia del fertilizante nitrogenado que se está aplicando y además reduce la producción de sacarosa por tonelada de caña producida.

La aplicación de N produce básicamente más toneladas de caña por hectárea, incremento que puede ser fácilmente medido por el agricultor. Por otro lado, el K ayuda prin-

cipalmente en la producción de sacarosa, y en consecuencia ayuda en la recuperación de azúcar por tonelada de caña molida en fábrica. Una mejor fertilización con K representa calidad en vez de cantidad. Esto último no siempre es valorado de la misma manera por los agricultores, especialmente si el pago de la caña solo se basa en tonelaje de caña y no incluye el porcentaje de azúcar producido por tonelada de caña.

La Tabla 3 presenta resultados de investigación que demuestra el efecto del balance N:P:K en los rendimientos de azúcar. El balance en la fertilización es absolutamente esencial para optimizar la productividad de la caña de azúcar. Si se presenta una deficiencia de K, como resultado de una inadecuada fertilización, se presentan las siguientes condiciones desfavorables:

- | Desperdicio del N y P aplicados.
- | Altos niveles de humedad en caña.
- | Alto porcentaje de azúcares reductores.
- | Bajo porcentaje de sacarosa.
- | Mayor cantidad de caña requerida para producir una tonelada de sacarosa.
- | Menor eficiencia en fábrica.

Lo anterior se puede ver en la Tabla 4 donde se observa que incrementando el contenido de K de 0.68% a 1.47% en los entrenudos 8-10 del tallo el rendimiento de caña se incrementó solamente en 16 t/ha, pero debido a una mayor pureza de los jugos y a una alta concentración de sacarosa, el rendimiento de azúcar se incrementó en 4.8 ton/ha, una cantidad respetable.

En el cultivo de la caña, la mayoría de los fertilizantes se aplican a la siembra junto con la semilla.

Tabla 2. Niveles foliares adecuados y niveles críticos de potasio en caña de azúcar.

| Contenido foliar * Crítico | Contenido foliar * Optimo (%) | Hoja | Edad de la hoja (meses) | Recomendación de K (kg K/ha) | País o Estado |
|-------------------------------|-------------------------------------|------|-------------------------------|------------------------------------|------------------|
| 0.62 | 0.62-1.45 | 3 | 6 | 99 | Brasil |
| 1.00 | >1.50 | 1 | 3 | 165 | Costa Rica |
| 1.00 | 1.25-1.75 | 2 | 3 | 74 | Lousiana |
| 1.00 | 1.65-2.00 | 1 | 3 | 93-279 | Puerto Rico |

* Resultados calculados en base a peso seco.

Tabla 3. Efecto de diferentes dosis N:P:K en el rendimiento de caña de azúcar, azúcar por tonelada de caña y azúcar por hectárea.

| ----- Tratamientos (kg/ha) ----- | | | Caña | Azúcar | Azúcar |
|----------------------------------|-------------------------------|------------------|--------|-----------------|--------|
| N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | (t/ha) | (kg/t de caña) | (t/ha) |
| 0 | 120 | 0 | 57 | 116 | 6.61 |
| 180 | 120 | 0 | 82 | 103 | 8.45 |
| 180 | 120 | 180 | 88 | 115 | 10.12 |

Tabla 4. Calidad de la caña de azúcar a diferentes niveles de N y K indicados por contenido pre cosecha de estos nutrientes en los entrenudos 8-10 en caña de 24 meses en Hawai.

| K | N | Agua | Azúcares Reductores | Pureza | ----- Rendimiento ----- | ----- Rendimiento ----- |
|------|------|-------|------------------------|--------|-------------------------|-------------------------|
| | | % | | | Caña | (t caña/t de azúcar) |
| | | | | | (t/ha) | (t azúcar/ha) |
| 0.68 | 0.42 | 80.7 | 11.8 | 81.7 | 162 | 10.62 |
| 1.22 | 0.25 | 77.10 | 6.4 | 85.2 | 195 | 9.64 |
| 1.47 | 0.19 | 75.30 | 5.7 | 88.2 | 176 | 7.13 |

La fertilización a mediados de temporada con N y K se usa cuando se han recomendado aplicaciones fuertes de N y K, en suelos de textura ligera (arenosos) o en suelos que puedan fijar los nutrientes y hacerlos no disponibles para las plantas.

El mejor momento para aplicar la fertilización complementaria es durante la última labor antes de que cierre el surco y la maquinaria no pueda entrar al campo. Generalmente esta fertilización complementaria debe hacerse justo antes del momento de mayor crecimiento/día de la planta.

Las socas y resocas se fertilizan después de la cosecha, generalmente a ambos lados de la hilera de plantas, a una profundidad de entre 10 y 20 cm. El suelo debe estar húmedo para minimizar pérdidas y promover la rápida y temprana utilización de los nutrientes por el cultivo.

La aplicación sobre la superficie de los fertilizantes puede resultar en pérdidas muy significativas por volatilización del N y pérdidas de N, P y K por erosión o lavado superficial. El K y en especial el P pueden ser fijados en algunos suelos, haciéndolos no disponibles para la planta.

La cantidad de potasio a utilizarse debe ser la suficiente para mantener las tasas de crecimiento necesarias cuando el cultivo se encuentra en su máximo desarrollo diario, que puede llegar a ser en el período cuando la caña produce entre 16 y 20 t/ha al mes. Cuando la cantidad de K no es la adecuada, el contenido de humedad de la caña disminuye y las tasas de crecimiento se ven alteradas negativamente. Además, la recuperación del N no es eficiente y la relación caña/azúcar no es la adecuada y esto produce menor rentabilidad para el agricultor y la fábrica.

El manejo de K es fundamental en la producción de caña y es necesario tomar en cuenta su efecto en la producción de azúcar. Se debe recordar que los ahorros que reducen el rendimiento se convierten en costos que reducen la rentabilidad.

Bibliografía

- Anderson, D. L., y J. E. Bowen. 1994. Nutrición de la Caña de Azúcar. Instituto de La Potasa y El Fósforo A.S. Quito-Ecuador.
- Humbert, R. P. 1977. Sugarcane. En: Diagnosis and Correction of Potassium Deficiency in Major Tropical Crops. Second De. The Potash and Phosphate Institute, S. E. Asia Program.L