

MANEJO DEL POTASIO PARA LA PRODUCCION DE CULTIVOS ORGANICOS

Robert Mikkelsen*

Introducción

El potasio (K) es un nutriente esencial para el crecimiento de las plantas, pero a menudo recibe menos atención que el nitrógeno (N) y el fósforo (P) en muchos sistemas de producción. En muchas regiones del mundo se remueve más K en los productos cosechados de lo que se retorna al suelo con los fertilizantes y los residuos de cosechas o los residuos de corral.

El K es el catión requerido en mayor cantidad por las plantas, independientemente de la filosofía de manejo de nutrientes. Se requieren altas cantidades de K para mantener la salud y el vigor de las plantas. Entre los roles específicos del K en la planta se incluyen la osmoregulación, equilibrio interno de cationes y aniones, activación de enzimas, adecuado uso del agua, translocación de fotosintatos y síntesis de proteínas. La tolerancia de la planta a varios tipos de estrés como heladas, sequía, calor y alta intensidad de luz mejora con una apropiada nutrición de K. El adecuado suministro de este nutriente también mejora la resistencia de las plantas a plagas y enfermedades. No se conocen efectos nocivos del K en el ambiente o en la salud humana, pero las consecuencias de mantener un inadecuado nivel de K pueden ser severas para el crecimiento y para la eficiente utilización de otros nutrientes como N y P por los cultivos. El mantener un nivel adecuado de K en el suelo y en la planta es esencial para la producción tanto de cultivos orgánicos como convencionales.

El K que se suplementa a los cultivos es a veces conocido como “potasa”. Este término proviene de una vieja técnica de producción que obtenía K lavando cenizas de madera y concentrando los sólidos por evaporación en grandes ollas (“pots”) de hierro. Al momento este proceso ya no es práctico ni ambientalmente sostenible. Este método de recolección depende de la absorción de K del suelo por las raíces de los árboles que luego se recupera cuando se quema la madera cosechada. La mayoría de fertilizantes que contienen K, sean usados en agricultura orgánica o en agricultura convencional, provienen de la deposición de sales marinas antiguas depositadas al evaporarse los mares. Este proceso geológico normal se lo puede ver todavía en lugares como los Grandes Lagos de Sal de los Estados Unidos y el Mar Muerto entre Israel y Jordania.

Producción orgánica de cultivos

Los principios básicos de la nutrición de las plantas son los mismos, sin importar el sistema de producción utilizado. Los sistemas de producción orgánico y convencional tienen muchos objetivos comunes y generalmente trabajan con los mismos recursos básicos. Mientras que las técnicas específicas de manejo de la nutrición y las opciones pueden variar entre los dos sistemas, los procesos fundamentales que mantienen la fertilidad del suelo y la nutrición de las plantas no cambian.

En general, los objetivos de la nutrición orgánica de los cultivos son: 1) trabajar dentro de sistemas y ciclos naturales, 2) mantener o incrementar la fertilidad del suelo a largo plazo, 3) usar fuentes renovables tanto como sea posible y 4) producir alimentos seguros, sanos y nutritivos.

¿Qué estándares orgánicos se deben seguir?

El uso de fuentes de nutrientes aprobadas está controlado por una variedad de organizaciones regionales, nacionales e internacionales. Cada organización mantiene diferentes estándares y permiten que se usen diferentes materiales en los sistemas orgánicos de producción, de acuerdo a su interpretación de los principios de agricultura orgánica. En consecuencia, un agricultor que busque orientación sobre los materiales orgánicos permitidos, debe primero conocer donde se venderá su cosecha y satisfacer los requerimientos específicos de ese mercado.

En general, las regulaciones para las fuentes de K provenientes de mina especifican que los materiales no deben ser procesados, purificados o tener alteraciones de su forma original. Sin embargo, existen desacuerdos entre diferentes cuerpos de certificación sobre que materiales específicos pueden ser utilizados. Desafortunadamente, las restricciones a ciertos materiales no tienen justificación científica sólida y su inclusión o exclusión de las listas de aprobación no debe verse como que el material sea más o menos seguros que otras fuentes de K.

Uso de los recursos de la finca

Existen muchas alternativas para el manejo exitoso de K en los sistemas de producción orgánica. Las diferencias más grandes se presentan entre los predios que crían

* Tomado de: Mikkelsen, R. 2008. Managing Potassium for Organic Crop Production. Better Crops With Plant Food 92(2):26-29. Correo electrónico: rmikkelsen@ipni.net.

ganado y producen cultivos y las fincas que sólo producen cultivos. En los sistemas mixtos ganadocultivo, la nutrición de los animales es generalmente la primera prioridad y los residuos de corral se retornan al suelo de los cultivos adyacentes. En estos casos, el K que ingresa en el alimento animal y en el tamo usado como camas frecuentemente excede a la salida de K en la leche y la carne, llevando en ocasiones a la acumulación de K en los lotes aledaños que reciben el estiércol. En estas fincas se pueden producir grandes pérdidas de K durante el almacenamiento de los residuos de corral y la elaboración de compost. Conociendo que la mayoría de K excretado se encuentra en la orina, si esta fracción no se recupera eficientemente, el K no ingresará al campo junto con la porción sólida del residuo.

La rotación de cultivos es parte central de los sistemas de producción orgánica. Si bien esta práctica puede ser útil para suplementar N cuando se incluyen leguminosas y puede también reducir las pérdidas de K por lavado, la rotación en sí no suplementa K adicional al suelo. Se ha demostrado que las raíces de las plantas promueven la intemperización de los minerales del suelo al agotar el K en la rizósfera, lo que provoca un cambio en el equilibrio del K. Este cambio puede promover procesos naturales y acelerar la tasa de transformación de las arcillas. Las reservas de K en el subsuelo pueden ser importantes para algunos sistemas de rotación de cultivos que incluyen plantas con raíces profundas que pueden extraer K de capas inferiores del suelo que más tarde puede ser utilizado por cultivos de raíces superficiales. Si bien las rotaciones pueden influenciar la disponibilidad del K existente en el suelo, la remoción continua de cualquier material vegetal del campo agota las reservas de nutrientes del suelo y finalmente reduce la productividad en el largo plazo.

Generalmente, se determina el contenido de K disponible para las plantas en la capa superior del suelo, pero algunas especies con raíces profundas pueden absorber cantidades considerables de K del subsuelo. El aporte de K del subsuelo para el cultivo depende de la cantidad de K disponible en la capa superficial del suelo y en el subsuelo, de factores potenciales que limiten el crecimiento de las raíces y del patrón de distribución de raíces de un cultivo específico. El análisis realizado en la capa superficial del suelo no considera la contribución de K del subsuelo.

Balance del potasio

Debido a que en la cosecha siempre produce una remoción de K del campo y conociendo que existen inevitables pérdidas adicionales por lixiviación y escorrentía superficial, el potencial de los sistemas de manejo del cultivo para renovar las reservas de K es muy importante. El uso de balances es útil para describir el flujo de nutrientes dentro del sistema de cultivos y para apoyar la planificación del manejo de nutrientes en las rotaciones a largo plazo y en los sistemas de cultivo mixto. Se ha demostrado que, dependiendo de una variedad de factores, los balances de N, P y K en las fincas orgánicas oscilan entre positivo (sobrante) a negativo (déficit).

Se ha establecido claramente la demanda de K de los cultivos mediante la determinación del contenido de K en la porción cosechada. Algunos ejemplos se presentan en la **Tabla 1**. Sin embargo, se ha prestado menor atención a la tasa de abastecimiento de K para el crecimiento de las plantas. Además, tanto la cantidad total requerida por el cultivo como la tasa de disponibilidad de la fuente utilizada tienen igual

importancia. Este concepto es importante durante todo el ciclo de crecimiento del cultivo, pero requiere atención especial cuando se usan fuentes de nutrientes de baja solubilidad que pueden proveer una cantidad adecuada de K total, pero no en la velocidad suficiente para cubrir las necesidades de K en los picos de demanda durante el crecimiento (Mikkelsen, 2007)

Liberación del potasio de los minerales del suelo

Las fuentes minerales más comunes de K en el suelo son los feldespatos y las micas, minerales provenientes de materiales parentales primarios. La meteorización de estos materiales primarios produce un rango de minerales secundarios que también pueden servir como fuente de K

Tabla 1. Promedio de remoción de K en la porción cosechada de algunos cultivos agrícolas y hortícolas comunes (International Plant Nutrition Institute, 2007; Servicio de Conservación de los Recursos Naturales, 2007).

Cultivo	Nombre científico	Remoción de K kg t ⁻¹
Alfalfa	<i>Medicago sativa</i>	23
Almendro	<i>Prunus dulcis</i>	50
Maíz (grano)	<i>Zea mays</i>	4
Maíz (ensilaje)	<i>Zea mays</i>	4
Papa	<i>Solanum tuberosum</i>	5
Espinaca	<i>Spinacia oleracea</i>	6
Calabaza	<i>Cucurbita pepo</i>	5
Arroz	<i>Oryza sativa</i>	4
Tomate	<i>Lycopersicon esculentum</i>	3
Cebada	<i>Triticum aestivum</i>	5

La humedad se basa en las convenciones de mercadeo.

en el suelo. Estos minerales incluyen a las arcillas micáceas como la illita y la vermiculita.

Se han evaluado rocas y minerales triturados como fuentes de K en experimentos de campo e invernadero. En general, las plantas son capaces de obtener una cantidad muy limitada de K cuando se usan minerales como la biotita, flogopita, moscovita y nefelina. El K en los feldespatos no está disponible para las plantas sin un tratamiento adicional.

La tasa de liberación de K de estos minerales está influenciada por factores como el pH, temperatura, humedad, actividad microbiana del suelo, área superficial reactiva y tipo de vegetación. Por lo tanto, un mineral que tiene cierta efectividad como fuente de K con algunas condiciones puede ser completamente ineficiente en otras.

Algunos minerales pueden actuar como sumidero removiendo el K presente en la solución del suelo. El K penetra dentro de las capas expandidas de illita, vermiculita y otras arcillas esmectíticas, luego estas capas de arcilla colapsan y atrapan el K dentro de la estructura del mineral. Este proceso de fijación es relativamente rápido, pero la liberación del K atrapado entre las capas es muy lento. No debe confundirse el K no intercambiable con el K mineral en los suelos que tiene arcillas esmectíticas. El K no intercambiable es aquel que está atrapado entre las unidades tetraédricas adyacentes de las arcillas mientras que el K mineral está unido mediante enlaces covalentes a las estructuras cristalinas de estos minerales.

Fuentes de potasio para la producción orgánica

Las aplicaciones regulares de K soluble, sin importar la fuente, incrementan la concentración de K en la solución del suelo y la proporción de K en los sitios de intercambio de las arcillas. Todas las fuentes de K soluble comúnmente usadas (incluyendo los residuos de corral, compost y abonos verdes) contienen K en forma catiónica simple (K^+). La mayoría de los fertilizantes minerales y los residuos de corral son virtualmente equivalentes como fuentes de K para la nutrición de las plantas.

Al utilizar formas rápidamente disponibles de K, el objetivo inmediato de reemplazar el K exportado del campo con la cosecha es generalmente más importante que las pequeñas diferencias en comportamiento existentes entre las fuentes de K. Las pequeñas diferencias en el desempeño de las plantas en respuesta a la aplicación de K generalmente son causadas por los aniones acompañantes, como el cloruro (Cl^-) o sulfato (SO_4^{2-}) o por la materia orgánica que pueda acompañar el K añadido.

Por ejemplo, no existe evidencia que el sulfato de potasio (K_2SO_4) sea más efectivo que el cloruro de potasio (KCl) como fuente de K para las plantas. El azufre en forma de SO_4^{2-} y el Cl como Cl^- son nutrientes esenciales para las plantas. En algunos círculos el cloruro es calificado como dañino al suelo, pero no existe evidencia de que esto ocurra cuando se utiliza KCl dentro del rango normal de aplicaciones al suelo. En cambio, se ha documentado ampliamente el papel importante que juega el Cl en la prevención de una variedad de enfermedades que afectan a las plantas. Se ha documentado también que la salinidad derivada del uso de KCl es la misma que la salinidad producida por el K_2SO_4 en términos del efecto sobre los microorganismos comunes del suelo (Li et al., 2006), pero al mismo tiempo la adición de K disminuye los efectos nocivos de la salinidad en la actividad de los microorganismos del suelo (Okur et al., 2002).

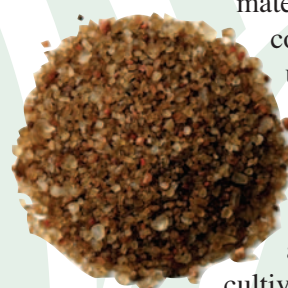
Fuentes aprobadas y restringidas de potasio

El Programa Nacional Orgánico de los Estados Unidos y el Consejo General de Estándares de Canadá clasifican los productos como permitidos, restringidos o prohibidos para uso en la producción orgánica. Los productos permitidos son aquellos autorizados para la producción orgánica cuando se los aplica de la forma que se indique en la etiqueta. Los materiales restringidos solo pueden ser aplicados para ciertos usos y bajo condiciones específicas. Los productos prohibidos nunca pueden ser utilizados en la producción orgánica. Las propiedades y el valor de estos materiales como fuentes de nutrientes para las plantas varían considerablemente. Las siguientes fuentes de K son utilizadas en la producción orgánica.

Langbeinita (Sulfato de potasio y magnesio): Este material ($K_2SO_4 \cdot MgSO_4$) se permite como fuente de nutrientes si se utiliza en su forma natural y si solamente ha pasado por un proceso de trituración sin más refinamientos o purificaciones.

Este es un excelente producto aprobado para producción de cultivos orgánicos. Normalmente, la langbeinita contiene 18 % de K, 11 % de Mg y 22 % de S en formas rápidamente disponibles para la absorción por las plantas. La principal mina de langbeinita en América del Norte está ubicada en Nuevo México.

Estiércol y compost: Debido a que estos materiales orgánicos son extremadamente variables (materias primas y manejo distintos), las concentraciones de K son muy inestables. Los materiales orgánicos compostados son generalmente permitidos como fuentes de



nutrientes. Los residuos de corral crudos tienen restricciones en cuanto al momento de su aplicación, pero estos detalles dependen de la agencia de certificación. El K en estos materiales se encuentra mayormente en formas disponibles para las plantas, de manera similar a las fuentes inorgánicas aprobadas. Las repetidas aplicaciones de altas cantidades de residuos de corral pueden resultar en la acumulación de K en el suelo, lo que podría promover el consumo de lujo del K por la planta. Es necesario realizar un análisis químico de los residuos de corral y el compost para que el uso de estos recursos sea de máximo beneficio. Podría ser un ejercicio útil el considerar el origen del K presente en los residuos de corral y en el compost, ya que ni la digestión animal ni el compostaje producen nutrientes.

Sulfato de potasio: Se permite utilizar K_2SO_4 en la producción de cultivos orgánicos cuando éste proviene de fuentes naturales. La mayoría de la producción actual de K_2SO_4 aprobado para uso orgánico en América del Norte proviene del Gran Lago de Sal en Utah. El material no debe pasar por procesos de purificación más allá de la trituración y cernido. El uso de este producto no es permitido en algunos países europeos sin permisos especiales de la agencia de certificación. Contiene aproximadamente 40 % de K y 17 % de S.

Rocas en polvo: Se permite sin restricciones el uso de rocas minadas como grava, biotita, mica, feldespato, granito y arena verde. Existe una tremenda variabilidad en la tasa de liberación de K de estas fuentes minerales. Algunos de estos materiales son completamente inapropiados como fuentes de K para la nutrición de plantas, debido a su limitada solubilidad y a su peso y volumen, mientras que otros tendrían valor a muy largo plazo. En general, un tamaño menor de partícula permite una mayor área superficial, reactividad y tasa de meteorización. Se debe obtener información específica para cada material antes de usarlo.

Algas: Debido a que el agua de mar contiene un promedio de 0.4 g de K por litro, las algas pueden acumular K. Luego de cosechada, la biomasa de las algas puede usarse directamente como fuente de K o se puede extraer el K soluble. Estas fuentes de K son rápidamente solubles y normalmente contienen menos del 2 % de K. Si bien los productos derivados de algas son excelentes fuentes de K, la baja concentración y los altos costos de transporte pueden volver problemático su uso a nivel de campo, especialmente lejos del área de cosecha.

Silvinita (Cloruro de potasio, KCl): El KCl tiene uso restringido según los estándares del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA por sus siglas en inglés), a menos que se trate de un material extraído directamente de una mina (como la silvinita) y que no

haya sufrido otros procesos. Se debe aplicar en una manera que minimice la acumulación del Cl en el suelo. Generalmente, solo debe usarse KCl después de consultar con la agencia certificadora. El Consejo General de Estándares de Canadá ha incluido al KCl en la lista de productos permitidos para uso en los sistemas de producción orgánica. La silvinita sin procesar normalmente contiene aproximadamente 17 % de K.

Ceniza de madera: La ceniza de árboles de madera dura sirvió como una de las primeras fuentes de K para mejorar la fertilidad del suelo. Este es un material muy variable, compuesto por los elementos que se encontraban en la madera y que no se volatilizaron con la quema. La ceniza es un material alcalino, con pH entre 9 y 13, que tiene un efecto neutralizante de entre 80 y 90 % del valor neutralizante de la cal comercial. Como fertilizante, la ceniza de madera tiene en promedio 0 % de N, 1 % de P y 4 % de K, aproximadamente. El uso de ceniza derivada de la quema de estiércoles, biosólidos, carbón mineral u otras sustancias está prohibido en la producción orgánica. Se debe revisar con las organizaciones certificadoras antes de aplicar ceniza al suelo.

Conclusiones

Los agricultores dedicados a la producción orgánica, como todo otro agricultor, necesitan que el suelo tenga un adecuado suplemento de K para producir cultivos saludables y de altos rendimientos. Existen muchas excelentes fuentes de K para reemplazar los nutrientes removidos del suelo en la cosecha. El mantener un contenido inadecuado de K en la zona radicular resulta en un deficiente uso del agua, trae problemas de plagas y enfermedades, la calidad de la cosecha disminuye y los rendimientos son menores. La determinación regular del contenido de K en el suelo por medio del análisis químico es clave para establecer los requerimientos de fertilización. Si se determina que existe necesidad de adicionar K, los productores orgánicos deben considerar primero las fuentes locales de K y luego complementar la diferencia con fuentes minerales disponibles. También se debe considerar el costo de transporte y aplicación de fuentes que tienen baja concentración de nutrientes.

Bibliografía

- Li, X.F. Li, B. Singh, and Z. Rengel. 2006. Decomposition of maize straw in saline soil. *Biol. Fertility Soils*. 42:366-370.
- Mikkelsen, R.L. 2007. Managing potassium for organic crop production. *HortTechnology* 17:455-460.
- Okur, N., M. Çengel, and S. Göçmez. 2002. Influence of salinity on microbial respiration and enzyme activity of soils. *Acta Hort* 573:189-194.*