

EL POTASIO (K): NUTRIENTE ESENCIAL DE LA PLANTA

Para un crecimiento vigoroso y saludable, las plantas deben tomar grandes cantidades de K. Este nutriente altamente móvil está envuelto en la mayoría, sinó en todos los procesos biológicos de la planta sin llegar a formar parte de un solo compuesto orgánico. El mecanismo de su contribución en muchos procesos del crecimiento de la planta es todavía obscuro.

FUNCIONES DEL POTASIO EN LAS PLANTAS

Se conoce que el K juega un papel vital en la fotosíntesis, el proceso por el cual la energía del sol en combinación con agua y dióxido de carbono se convierte en azúcares y materia orgánica. Se ha demostrado también que el K juega un papel fundamental en la activación de más de 60 sistemas enzimáticos en las plantas. En contraste con otros elementos que están envueltos en la formación de estructuras de la célula, el K funciona en el jugo celular. Su alta movilidad permite que se traslade rápidamente de célula a célula, o de tejido viejo a tejido nuevo en desarrollo, o a órganos de almacenamiento. El inadecuado K para cubrir las necesidades de todas las partes de la planta disminuye el crecimiento y pone al cultivo en condiciones indeseables como incremento de enfermedades, rompimiento de tallos y susceptibilidad a otras condiciones de estrés.

El nitrógeno (N) es generalmente el nutriente más deficiente pero un elemento no puede substituir a otro. Se ha dicho que el N es el nutriente más importante en incrementar el rendimiento pero el K es el más significativo en estabilizar el rendimiento.

La alta calidad de cultivos de alto rendimiento es la tarjeta de presentación de una adecuada nutrición potásica.

FORMACION DEL RENDIMIENTO Y COMPONENTES DEL RENDIMIENTO

El rendimiento total puede ser influenciado en muchas formas por la nutrición de K. En cultivos de grano se puede mejorar el número de mazorcas llenas por unidad de área, así como el número de granos por mazorca y el peso de cada grano. Estudios con cultivos como maíz han demostrado que un alto nivel de K puede reducir el número de plantas "estériles" por hectárea, especialmente donde se han usado altas poblaciones de plantas en condiciones de deficiencia de K. En cultivos que macollan (como el arroz), condiciones de deficiencia de K resultan en menos macollos productivos y en menos granos por macollo (Tabla 1).

En cultivos de tubérculos como papa o yuca, el tamaño es el componente de rendimiento más significativo aun cuando la forma y la calidad son igualmente importantes.

Tabla 1. Efectos del K en el rendimiento total y los componentes del rendimiento de arroz.

K en la paja a la cosecha	Tratamientos de Fertilizantes*		Rendimiento**	Componentes del Rendimiento		
	N	K ₂ O		Panojas/ Surco	Granos/ Panoja	Peso de 1000 granos
%	kg/ha		t/ha	g		
0.54	120	0	3.38	18.5	89	20.2
1.18	120	120	4.83	16.9	107	21.5

* P₂O₅ 60 kg/ha

** promedio de 6 variedades

REGULACION DE LA FOTOSINTESIS Y DEL ESTOMA

Se ha indicado que el adecuado K es importante para la fotosíntesis y la activación de enzimas, dos importantes procesos en el desarrollo del cultivo y la determinación del rendimiento. Otra función básica es la de regular la entrada de dióxido de carbono (CO₂) en las plantas a través de los estomas, diminutos poros en el envés de la hoja, cuya función de abrirse y cerrarse es regulada por el suplemento de K. Las células guardianas a cada lado del estoma acumulan grandes cantidades de K si el suplemento es adecuado, forzándolo a que se abra. En plantas bien proveídas de K incrementa el número y tamaño de estomas por unidad de área facilitando de esta manera el intercambio de CO₂ y oxígeno (O₂) del tejido de la hoja.

TRANSPORTE DE LOS PRODUCTOS DE LA FOTOSINTESIS

Otra función básica del K es la de facilitar el rápido flujo de los productos de fotosíntesis dentro de la planta (floema), promoviendo de esta manera el almacenamiento de estos compuestos en órganos como las semillas, tubérculos y frutas. Investigación básica ha demostrado también que la tasa de transporte de agua y nutrientes en el interior de tejidos conductores (xilema) se incrementa con un alto suplemento de K.

EL POTASIO Y LA TOLERANCIA A ESTRES

Los extremos climáticos y las condiciones desfavorables de suelo son dos condiciones importantes que deprimen la producción de cultivos. Aún cuando el mantener un adecuado suplemento de K no puede sobreponer los efectos de estas condiciones, esto puede disminuir los efectos adversos en el crecimiento del cultivo.

EFICIENCIA DEL USO DEL AGUA

En muchas partes del mundo donde crecen cultivos con poca o ninguna irrigación el estrés de agua es común y ampliamente difundido. Las plantas que tienen alto K requieren menos agua para producir un rendimiento dado o se puede obtener más rendimiento con solamente un pequeño incremento en el suplemento de agua. La respuesta de cultivo a adiciones de K son a menudo más altas cuando el agua es deficiente o excesiva (Tabla 2).

Tabla 2. Interacción entre suplemento de agua y nutrición de K en rendimiento de maíz.

Suplemento de agua de doce semanas	mm	Rendimiento de grano		
		-K	+K	Diferencia
Deficiente	(202)	5.56	8.10	2.56
Optimo	(448)	9.30	9.80	0.50
Excesivo	(655)	5.71	8.73	3.02

Entre los factores relacionados con el mejoramiento de la eficiencia del uso del agua y la resistencia a la sequía, cuando se adiciona adecuado K, se pueden citar los siguientes:

1. **Incremento de exploración del suelo por la raíz.** En suelos con un buen suplemento de todos los nutrientes, incluyendo K, se promueve el crecimiento y la proliferación de la raíz. En algunos cultivos el K estimula la cantidad y extensión de la ramificación radicular. Una penetración más grande de la raíz generalmente da a las plantas un mejor acceso al agua del suelo.
2. **El incremento de tensión de humedad (humedad del suelo baja) altera los procesos fisiológicos de las raíces.** La elongación, la turgidez y la tasa de regeneración de la raíz se incrementan con suficiente K.
3. **El adecuado K decrece la tasa de transpiración.** Uno de los principales efectos del K es el de regular la apertura y cerrado de los estomas. Si el estoma no se cierra rápidamente la planta pierde innecesariamente agua a través de la transpiración.
4. **El follaje se incrementa y se acelera la cobertura del suelo.** La deficiencia de uno o más nutrientes como el K, detiene la tasa de crecimiento del cultivo. Se pierde humedad por evaporación directamente del suelo antes que a través de la planta.
5. **Se puede disminuir el estrés en épocas críticas de crecimiento.** El K generalmente acelera el desarrollo del cultivo y la madurez. Cuando la lluvia es acentualmente cíclica, se puede reducir los efectos de la sequía avanzando, por ejemplo, la fecha de polinización donde la mayoría de los cultivos son muy sensitivos al estrés del agua.

DEFICIENTE AERACION

Las raíces de las plantas requieren de una apropiada relación entre la fase sólida (mineral y orgánica), líquida (agua) y gaseosa (aire) del suelo para obtener óptimo crecimiento. Para la mayoría de las plantas esta relación en términos de volumen es de alrededor de 50:20:30. La compactación del suelo reduce el espacio disponible para el aire y el intercambio de gases en el suelo. La fertilización de K puede sobreponer parcialmente las condiciones adversas de la compactación del suelo (Fig. 1).

De forma similar, el encharcamiento del suelo causado por mal drenaje y/o excesiva precipitación puede reducir la aereación del suelo reduciendo de esta forma la cantidad de oxígeno disponible a las raíces de las plantas.

La absorción de K es un proceso que requiere de la energía proveída por la respiración de la raíz. Si no existe oxígeno, la respiración de la raíz se reduce y de igual manera se reduce la absorción de K. Los datos de un estudio en cítricos ilustran la relación entre el suplemento de oxígeno y la absorción de K de plántulas pequeñas (Fig. 2). Bajo estas condiciones se debe incrementar la concentración de K en la solución del suelo, o en términos prácticos, se debe aplicar más fertilizante potásico cuando hay el riesgo de escasez de oxígeno.

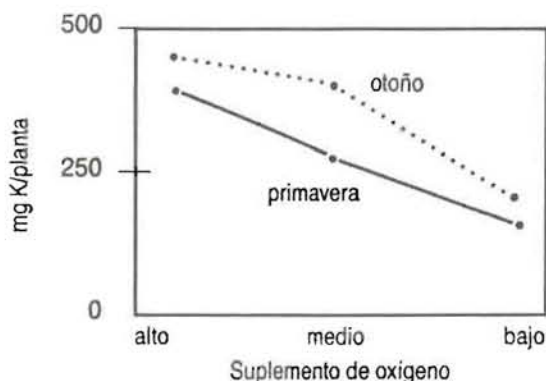


Fig. 2 Absorción de K por cítricos en relación al suplemento de oxígeno en el suelo.

TEMPERATURA

El K puede mejorar la tolerancia de la planta tanto a temperaturas muy altas como muy bajas. La relación entre la nutrición de K y la temperatura se complica por la interacción de factores del suelo y la planta.

Temperaturas altas del suelo a través del año, como en los trópicos, incrementan la tasa de liberación de K de los minerales. Sin embargo, si estas altas temperaturas están acompañadas por abundante precipitación, las pérdidas debidas a erosión, lixiviación y la absorción por los cultivos pueden reducir las reservas del suelo mucho más rápidamente que en las zonas templadas.

La combinación de bajas temperaturas, reducida liberación de K de los minerales del suelo y el corto ciclo de crecimiento ha resultado frecuentemente en altas respuestas a K en climas fríos. El daño de heladas se ha reducido manteniendo un buen nivel de K en los tejidos de cultivos anuales y perennes como pastos, árboles frutales, papas y plantas ornamentales.

La absorción de K se incrementa con el incremento de temperaturas hasta llegar a un máximo. Las temperaturas muy altas pueden causar problemas si la pérdida de energía a través de la respiración se hace excesiva.

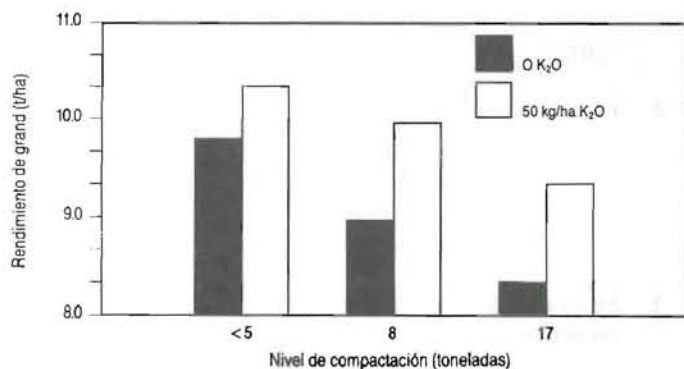


Fig. 1. Interacción de nutrición de K, compactación del suelo y rendimiento de maíz.

Alteraciones en la cantidad de sombra influyen otros factores, como las condiciones de temperatura y humedad, afectando el crecimiento y el rendimiento. Se ha demostrado que los requerimientos de K del cacao se incrementan substancialmente cuando se reduce o elimina la cantidad de sombra.

ESTRES CAUSADO POR EL VIENTO

Aún cuando normalmente no se considera una condición de estrés, los vientos cálidos y secos, o los vientos de alta velocidad pueden incrementar la necesidad de K. La investigación todavía no es concluyente, pero los clones de caucho que son susceptibles al daño por viento son fertilizados generalmente con menos N y más K. Las aplicaciones de K pueden reducir el daño del viento en las hojas de caña de azúcar y el trigo.

Como ya se reportó anteriormente, los vientos cálidos y secos incrementan la transpiración a través de los estomas, necesitando un buen suplemento de K para regular su funcionamiento.

DESORDENES FISIOLÓGICOS

En arroz de inundación, un número de desórdenes fisiológicos están relacionados con suelos pobremente aerados. En aquellos suelos, el excesivo hierro ferroso (Fe^{2+}) o la presencia de inhibidores de respiración como el sulfuro de hidrógeno pueden inhibir la absorción de K y causar toxicidad de Fe, un desorden común conocido como "Bronceado". La tabla 3 indica los efectos de K en el rendimiento y en la reducción del contenido de Fe de seis variedades de arroz cultivadas en suelos pobremente drenados de Indonesia

Tabla 3. Efecto del K en el rendimiento y contenido de Fe y K en el residuo a la cosecha.

Tratamiento de fertilizantes			Rendimiento*	Residuo a la cosecha	
N	P ₂ O ₅	K ₂ O		K	Fe
----- kg/ha -----			kg/ha	%	ppm
120	60	0	3383	0.54	950
120	60	120	4826	1.18	585

* Promedio de 6 variedades

ENFERMEDADES

El incremento de la resistencia a enfermedades debido al apropiado suplemento de nutrientes, especialmente K, ha sido estudiado ampliamente. Se conoce que el K, más que

ningún otro elemento, reduce la susceptibilidad de la planta a enfermedades influenciando los procesos bioquímicos y la estructura de los tejidos. Los efectos del K pueden ser variables debido a la interacción de factores como condiciones ambientales, susceptibilidad de diferentes plantas o variedades a las enfermedades, incidencia de las enfermedades y el nivel de otros nutrientes.

En una reciente revisión de trabajos científicos se reportó que altos niveles de nutrición con K reducen la severidad de: más de 20 enfermedades bacterianas, más de 100 enfermedades fungosas y 10 enfermedades causadas por virus y nemátodos.

La deficiencia de K generalmente resulta en acumulación en las plantas de compuestos solubles de N y azúcares que pasan a ser una adecuada fuente de alimentos para los parásitos. Cuando una buena provisión de K da como resultado tejidos más fuertes y paredes celulares más gruesas que son más resistentes a la penetración de enfermedades, el N tiene el efecto opuesto. Entonces, el balance entre estos dos nutrientes es especialmente importante en mejorar la tolerancia a enfermedades.

INSECTOS

El mismo mecanismo que afecta la tolerancia a enfermedades en las plantas también trabaja con insectos. Investigadores Indúes concluyeron recientemente que el incremento de aplicación de K indujo o mejoró la resistencia a insectos, debido a los siguientes mecanismos:

- Causando la acumulación de fenoles defensivos y de sus derivados que son tóxicos para los insectos.
- Haciendo las plantas menos palatables para los insectos causando de esta manera no preferencia.
- Reforzando regiones celulares definidas que actúan como barrera a la invasión de insectos.
- Incrementando la silificación de cultivos como el arroz, esto puede impedir la infestación por insectos.

Un número de estudios han demostrado que la nutrición alta de K reduce los efectos dañinos del saltamontes pardo del arroz.

CALIDAD DEL CULTIVO

El K es a menudo descrito como "el elemento de la calidad" en la producción de cultivos. La acción benéfica en la calidad del cultivo se demuestra de muchas formas incluyendo la siguientes:

- mejor utilización del N e incremento en la formación de proteínas.
- tamaño de los granos, semillas, frutas y tubérculos.
- forma de las semillas y tubérculos.
- contenido de jugo en las frutas y la caña de azúcar.
- contenido de aceite en semillas y granos.
- contenido de vitamina C en frutas.
- uniformidad y maduración más rápida de frutas, hortalizas y otros cultivos.
- resistencia a lastimaduras y daños físicos en el transporte y almacenamiento (por ejemplo, vida más larga de la cáscara).
- resistencia, longitud, finura y color de la fibra de algodón.

La Tabla 4 demuestra como la fuerte interacción entre N y K incrementa el rendimiento y calidad (buena apariencia en el mercado) de tomates.

Los efectos benéficos del K en la calidad de la fruta de banano son aparentes en la Tabla 5. En adición a estos importantes efectos, el K tiene un papel vital en mantener la calidad y la duración de la cáscara de la fruta.

Los beneficios del K en la calidad de los cultivos son substanciales y no deben ignorarse al valorar los retornos económicos de fertilización con K. El incremento en los porcentajes de fruta de mercado y en los incrementos económicos por mejor calidad aumentan substancialmente las ganancias de la inversión hecha en la fertilización potásica.

Tabla 4. Interacción de la fertilización de K y N en el rendimiento y calidad de tomates

Dosis de K ₂ O kg/ha	Dosis de N (kg/ha)		
	132	198	264
	Rend. (t/ha) y porcentaje de tomate de mercado (%)		
0	15.6(41)	16.5(56)	20.5(55)
330	38.7(80)	45.8(85)	58.7(85)

Tabla 5. Efecto de K en el rendimiento y calidad del banano.

K ₂ O Aplicado (g/planta)	Componentes de Rendimiento			
	kg/ racimo	manos/ racimo	frutas/ racimo	longitud de la fruta cm.
0	4.4	7.5	114	18.3
150	6.6	8.1	130	19.0
450	7.2	8.9	140	19.5
600	7.9	9.2	164	20.0