

# 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 K<sub>2</sub>O.

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 m<sup>2</sup>/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 café 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.

**Continúa en la pág. No. 13**

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

Contenido foliar * Crítico	Optimo (%)	Hoja	Edad de la hoja (meses)	Recomendación de K (kg K/ha)	País o Estado
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 (t/ha)	Azúcar ( kg/t de caña)	Azúcar (t/ha)
N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O			
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 -----	
					Caña (t/ha)	(t caña/t de azúcar) (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

# NUTRICION DE CULTIVOS BAJO SISTEMAS DE FERTIGACION

J. Z. Castellanos\*

## Introducción

Los sistemas de cultivo bajo ferti-gación (FERTILización + irriGA-CION) han crecido apreciable-mente en todos los países de América Latina, sin embargo, es muy poca la información para manejo de estos sistemas generada por investigación local. Esta condi-ción no permite que los sistemas de ferti-gación sean eficientes. Este artículo pretende discutir, en forma breve, metodologías para manejar la nutrición de cultivos bajo ferti-gación.

Las tres premisas fundamentales para optimizar la nutrición de los cultivos bajo sistemas de ferti-gación son:

1. Análisis del suelo y agua, previo al establecimiento del cultivo
2. Conocimiento de la demanda nutrimental del cultivo a través del ciclo fenológico (para maxi-mizar rendimiento y calidad)
3. Monitoreo de la nutrición del cultivo a lo largo del ciclo de crecimiento

El análisis de suelo establece el grado de abastecimiento de nutrien-tes que puede proporcionar el suelo. Por lo tanto, los resultados de los análisis de suelo y el conocimiento de la demanda nutri-mental para cada etapa fenológica son la base para preparar los pro-gramas de ferti-gación en los cul-tivos. Estos programas se ajustan o corrigen sobre la marcha, en base a los análisis foliares o de extracto celular del peciolo. Este conjunto de acciones permiten lograr rendimientos altos con mínimo riesgo ambiental.

## Elaboración de los programas de ferti-gación

### El análisis de suelo

El análisis de suelo indica si exis-ten problemas que podrían limitar el crecimiento del cultivo. Estos problemas se pueden solucionar fácilmente antes de la siembra, pero una vez establecido el cultivo su control es más difícil. El suelo puede presentar problemas de sodio (Na) que requieren de la adi-ción de mejoradores tales como yeso agrícola ( $\text{CaSO}_4$ ), azufre (S) o ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), puede tener problemas de acumulación de sales que requieren lavado con agua de buena calidad o se pueden presentar condiciones de acidez que requieren adiciones de cal.

Por otro lado, el análisis de suelo indica los niveles de macronutrien-tes como nitrato ( $\text{NO}_3$ ), fósforo (P), potasio (K), magnesio (Mg), calcio (Ca) y S, así como micronutrientes como hierro (Fe), cobre (Cu), zinc (Zn), manganeso (Mn) y boro (B). Los resultados del análisis determi-nan si existe la necesidad de aplicar directamente al suelo (apli-cación de fondo) los nutrientes que estén por abajo del nivel crítico. En la Tabla 1 se presentan los niveles críticos de los principales nutrien-tes utilizados en México. Es importante recalcar que cada culti-vo responde en forma diferente y, por lo tanto, es necesario determi-nar los niveles críticos de los dife-rentes cultivos y la meta de rendimiento para definir con pre-cisión la dosis de fertilizantes a aplicar.

La fertilización de fondo es recomendable en el caso del P, que

es un nutriente poco móvil en el suelo y en el caso del K que en muchas ocasiones es deficiente. Se pueden también añadir en este momento los demás macro y micronutrientes detectados como deficientes en el suelo por el análi-sis, con excepción del nitrógeno (N). En algunas ocasiones se recomienda la aplicación de una dosis baja de N, utilizando sulfato de amonio [ $\text{SO}_4(\text{NH}_4)_2$ ] como fuente de este nutriente para evitar lixiviación durante el riego de establecimiento o durante la for-mación del bulbo y debido a que las plántulas, en estadios muy tem-pranos, tienen limitada la actividad de la enzima nitrato reductasa. En este caso se sugiere no aplicar más de 30 kg de N/ha.

Lo importante es iniciar el cultivo sobre un suelo fértil al cual se le hayan corregido todos los limi-tantes. Se debe recordar que el co-rregir acidez o acumulación de sales es más difícil una vez que el cultivo está establecido. La apli-cación e incorporación de materia orgánica, en sus diversas formas, debe hacerse, en lo posible, tam-bién en este momento. La materia orgánica se descompone en el sitio de aplicación y es por eso que apli-caciones superficiales, hechas cuando el cultivo está establecido, poco ayudan a mejorar el suelo a profundidad.

### Curva de demanda de nu-trientes

Una vez que se han solucionado los problemas de suelo es nece-sario trabajar con el cultivo. Los programas de ferti-gación se basan en el conocimiento de la demanda nutrimental de acuerdo a la etapa fenológica del cultivo. Esta varia-

\* Investigador del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias. Apdo. Postal 112 Celaya, Gto., 38 000 México.

ble se determina mediante muestreo secuencial de la biomasa total. Es decir, se toman muestras de toda la planta en una superficie determinada que puede ser de 2 o 3 m<sup>2</sup>. Estos muestreos se realizan cada 2 o 3 semanas, teniendo especial precaución de que cada muestreo sea representativo de una

etapa particular del desarrollo del cultivo. Las muestras se secan, pesan y muelen para su análisis en el laboratorio. Conociendo el peso de la materia seca total y la concentración de nutrientes en las muestras de las plantas se pueden calcular las curvas de acumulación de nutrientes. Es importante recor-

dar que el cultivo debe crecer sin ninguna restricción, pues lo que se desea es que las plantas expresen todo su potencial de rendimiento. Un ejemplo de una curva de acumulación de biomasa total y de nutrientes, en las condiciones de Guanajuato, México, se presenta en la Tabla 2. A partir de estos datos se calcularon los datos de demanda diaria que se presentan en la Tabla 3. Esto indica la cantidad de nutrientes que la planta utiliza diariamente, durante las diferentes etapas fenológicas para lograr rendimientos altos y teóricamente esta es la cantidad de nutrientes que se debe aplicar al cultivo durante el ciclo de crecimiento.

Sin embargo, si un nutriente en particular se encuentra en el suelo en cantidades suficientes, este no se aplica ya que se está partiendo con un suelo completamente fértil como se discutió anteriormente. En otras palabras, esta cantidad no

**Tabla 1. Niveles críticos de los principales nutrientes de acuerdo al procedimiento de análisis utilizado en México.**

Nutriente	Procedimiento de análisis	Nivel crítico, ppm
Fósforo	Bray-1	20-30
	Olsen	12-18
Potasio	NH <sub>4</sub> -Ac	250-350
Hierro	DTPA	5.0
Cobre	DTPA	0.5
Zinc	DTPA	1.0
Manganeso	DTPA	5.0
Boro	Agua caliente	0.5
Azufre	Fosfato de calcio	8-12
Molibdeno	Oxalato Acido de amonio	0.1-0.2

El caso del N se juzga a partir de la demanda del cultivo y de la cantidad total de NO<sub>3</sub> disponible en el suelo.

**Tabla 2. Acumulación de materia seca y nutrientes (kg/ha) en brócoli cv. Legacy en Celaya, México (Datos sin publicar Castellanos, 1998).**

DDT	Etapas Fenológica	Materia seca	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Ca	Mg
-----kg/ha-----							
0	Trasplante	0	0	0	0	0	0
28	4-6 hojas	663	33	10	45	21	4
42	8-12 hojas	2178	106	31	127	58	11
62	IB	5966	187	55	296	200	16
70	DF	8334	242	72	404	215	19
81	PC	9091	276	79	426	259	24
94	FC	9470	246	88	435	245	23

DDT = Días después del trasplante IB = Inicio de botoneo DF = Desarrollo del florete PC = Precosecha FC = Finalización de cosecha.

**Tabla 3. Tasa de acumulación de materia seca y nutrientes (kg/ha/día) en brócoli cv. Legacy durante su ciclo de cultivo en Celaya, México (Datos sin publicar; Castellanos, 1998).**

DDT	Etapas Fenológica	Materia seca	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Ca	Mg
-----kg/ha/día-----							
0-28	4-6 hojas	23.7	1.2	0.4	1.6	0.8	0.1
28-42	6-12 hojas	108.2	5.2	1.5	5.9	2.6	0.5
42-62	12 hojas-IB	189.4	4.1	1.2	8.5	7.1	0.3
62-70	IB DF	296.0	6.9	2.1	13.5	7.5	0.4
70-81	DF-PC	68.8	3.1	0.6	2.0	4.0	0.5
81-94	PC-FC	29.2	-----	0.7	0.7	-----	-----

DDT = Días después del trasplante IB = Inicio de botoneo DF = Desarrollo del florete PC = Precosecha FC = Finalización de cosecha.

necesariamente corresponde a la demanda total determinada por los estudios anteriores. Si no se conoce todavía la cantidad exacta de nutrientes a aplicar se pueden utilizar los datos de demanda con cierto cuidado para evitar aplicaciones excesivas. Es obvio que cuando se inicia una operación con cultivos nuevos y no se tienen los estudios de demanda, el manejo de nutrición se dificulta en cierta forma. En este caso se pueden utilizar curvas de demanda de otras regiones como las que se presentan en la Tabla 4. Estos datos habrá que modificarlos con estudios locales, pero son una buena ayuda en el inicio. Cada cultivo tiene

diferente demanda nutricional, además, otros aspectos más allá del rendimiento se toman también en cuenta, particularmente la calidad, importante en la mayoría de los cultivos bajo fertirrigación.

Los programas de fertirrigación se deben diseñar de modo que suministren los nutrientes una o dos semanas antes de que la planta lo demande, asegurando de esta forma su disponibilidad. Existen 2 estrategias para aplicar el fertilizante a través del sistema de riego. Estas son:

1. Aplicación diaria determinada por la concentración de sales medida mediante la conductivi-

dad eléctrica y una relación de nutrientes en la solución del suelo.

2. Aplicación diaria o semanal de acuerdo a la demanda, suministrando los nutrientes antes de que estos sean requeridos.

La investigación en fertirrigación es nueva y no existe suficiente información local para determinar concluyentemente cual de los dos procedimientos es más eficiente. Sin embargo, algunas acotaciones son necesarias. La estrategia de aplicación diaria de nutrientes, controlada mediante automatización, basándose en una relación nutricional en relación a la conductividad eléctrica suele utilizar una solución nutritiva completa y tiene su origen en los sistemas bajo invernadero en la Zona de Almería España, Holanda, Israel. Esta estrategia fue diseñada para cultivos sin suelo o a base de arena y por esta razón la solución de fertirrigación lleva todos los nutrientes. El sistema también funciona en términos de producción, pero no tiene un fundamento racional cuando se utiliza en cultivos creciendo en suelo. En este caso se aplican nutrientes que son ya suministrados por el suelo. La aplicación innecesaria de una solución nutritiva completa es muy costosa, pero, más aún, se corre el riesgo de acumular sales en el suelo produciendo graves problemas en el manejo futuro de la operación.

En México, el INIFAP ha realizado investigación utilizando la segunda estrategia, con aplicación semanal, y ha conseguido una eficiencia de recuperación de N del 80 %, con rendimientos muy elevados. Esto indica que este sistema es una buena estrategia. Por ejemplo, en un suelo fértil, del orden de los vertisoles, en el Bajío Guanajuatense, México, se consiguieron rendimientos muy elevados en brócoli (25 t/ha), frijol (6,4 t/ha) y chile (75 t/ha), utilizando solamente N,

**Tabla 4. Requerimientos de nitrógeno en la fertirrigación de varios cultivos hortícolas (Hart, 1994).**

Cultivo	Estadio fenológico	Demanda diaria, kg/ha
Brócoli	Desarrollo temprano	1.0-2.5
	Mediados de estación	1.0-5.0
	Formación de botón	5.0-7.0
	Desarrollo de cabeza	4.0-6.0
Pepino	Crecimiento vegetativo	1.0-1.5
	Floración-cuajado	1.5-3.5
	Desarrollo de fruto	2.0-2.5
	Primera cosecha	0.8-1.6
Lechuga	Desarrollo temprano	1.0-1.7
	Formación de copa	1.5-3.5
	Llenado de cabeza	2.5-5.0
Melón	Desarrollo vegetativo	1.0-1.5
	Floración/cuajado	2.0-3.5
	Desarrollo de fruto	2.0-2.5
	Primer cosecha	1.0-1.5
Pimiento	Desarrollo vegetativo	1.0-1.6
	Floración temprana	2.5-3.5
	Desarrollo del fruto	3.5-4.0
	Primer cosecha	1.0-1.6
Calabacita	Desarrollo vegetativo	1.0-1.6
	Floración/cuajado	1.6-3.5
	Primer cosecha	1.0-1.6
Tomate	Desarrollo vegetativo	1-1.6
	Floración cuajado	2.5-3.5
	Desarrollo del fruto	1.5-2.5
	Primera cosecha	1-1.5



sin necesidad de suministrar P, K y elementos menores. En este suelo, el acondicionamiento inicial permitió partir con altos niveles de P y K y no hubo restricciones por elementos menores. Por supuesto, la concentración de nutrientes en el suelo ira reduciéndose a medida que se cultiva el lote en varios ciclos o aun en el mismo ciclo a medida que crece el cultivo. Esto es particularmente cierto en cultivos de invernadero donde se buscan y se logran rendimientos muy altos. En este caso es necesario chequear el contenido de nutrientes en la planta para saber si se está logrando mantener una nutrición óptima que garantice rendimientos altos. Esto es precisamente lo que se discute en la siguiente sección.

### Definición de los niveles de suficiencia nutricional

El acondicionar el suelo y el utilizar las curvas de acumulación y de demanda de nutrientes para iniciar el programa de fertigación son solamente los dos primeros pasos para lograr mantener un sistema eficiente de nutrición por el agua de irrigación. En adelante es necesario implementar un método de diagnóstico que permita conocer, durante el ciclo del cultivo, si la nutrición es adecuada o si es necesario implementar cambios sobre la marcha. La mayoría de los cultivos conducidos en invernadero son intensos y tienen una corta duración. Por esta razón, es necesario utilizar métodos de diagnóstico rápidos que permitan una reacción a tiempo en un cultivo de crecimiento también rápido.

Existen varias estrategias para definir los niveles de suficiencia, sin embargo, todas ellas tienen alguna desventaja pues los niveles de suficiencia son afectados por factores como la velocidad de suministro nutricional, etapa fenológica, órgano de muestreo (peciolo

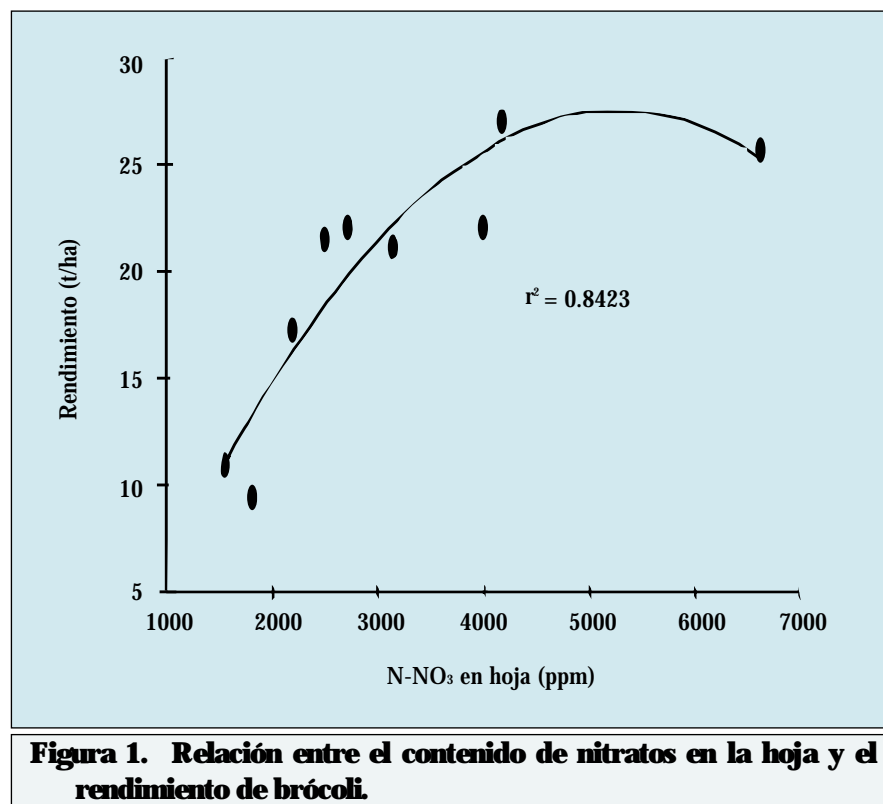
u hoja), posición del órgano de muestreo, condiciones de temperatura ambiental y humedad del suelo, genotipo e incluso la hora de muestreo. Por esta razón es aconsejable determinar los niveles de suficiencia en varios ciclos. Es decir se ajustan los datos con determinaciones en varios ciclos. Cuando la investigación es regional, la variación encontrada entre un sitio experimental y otro hace que los rangos de suficiencia reportados sean muy amplios y es necesario también buscar un compromiso de varios sitios.

A pesar de estas deficiencias, la técnica de diagnóstico nutricional es muy útil para determinar el efecto de la fertigación en el cultivo en crecimiento y para hacer los cambios necesarios para asegurar rendimientos altos.

En la práctica existen dos métodos para definir los niveles de suficiencia: La primera se basa en reunir una población grande de datos de análisis de tejidos los que permiten desarrollar un histograma de frecuencias que generalmente obe-

dece a una distribución normal. En esta distribución normal se establece arbitrariamente que los niveles a la izquierda de la curva son bajos, a la derecha altos y al medio son normales o promedios. En ausencia de datos regionales esta técnica da una idea aproximada de los rangos necesarios para interpretar los resultados de los análisis de tejidos. Sin embargo, la técnica es muy imprecisa, pues los niveles considerados bajos no necesariamente representan niveles de deficiencia y los altos, niveles excesivos.

El segundo método relaciona el contenido nutricional del tejido vegetal con el crecimiento o rendimiento del cultivo. Esta técnica es más precisa porque relaciona en el campo la concentración de nutrientes con la condición de desarrollo del cultivo. Para esto es necesario diseñar experimentos formales de dosis de nutrientes para poder obtener una curva de rendimiento y las concentraciones del nutriente en el tejido muestreado. De esta forma se determinan los parámetros de suficiencia que



**Figura 1. Relación entre el contenido de nitratos en la hoja y el rendimiento de brócoli.**



**Tabla 5. Niveles preliminares de suficiencia de N, P, K, Ca y Mg generados en hoja completa para el cultivo de brócoli, bajo las condiciones del Bajío, México (promedio de 3 ciclos 1996-1997-1998).**

Etapa fenológica	N total %	NO <sub>3</sub> ppm	P ----- % -----	K ----- % -----	Ca ----- % -----	Mg ----- % -----
6 hojas	5.5-6.5	8000-11000	0.50-0.80	3.5-6.0	2.0-3.5	0.40-0.50
12 hojas	5.5-6.5	6000-8000	0.50-0.80	3.5-6.5	2.2-3.5	0.26-0.50
Inicio de botoneo	5.5-6.5	3500-6000	0.45-0.80	3.0-5.0	1.1-3.5	0.20-0.45
Desarrollo del florete	5.5-6.0	3000-5000	0.45-0.80	3.0-4.7	1.1-2.5	0.20-0.30
Pre-cosecha	4.0-5.0	2500-4000	0.45-0.70	3.0-3.5	1.1-2.5	0.18-0.25

**Tabla 6. Niveles preliminares de suficiencia de Fe, Cu, Mn y Zn generados en hoja completa para el cultivo de brócoli, bajo las condiciones del Bajío, México (promedio de 3 ciclos 1996-1997-1998).**

Etapa fenológica	Fe ----- % -----	Cu ----- % -----	Mn ----- % -----	Zn ----- % -----
6 hojas	60-250	3-10	50-150	30-60
12 hojas	60-250	3-10	50-130	30-60
Inicio de botoneo	60-250	3-10	30-60	25-60
Desarrollo del florete	60-240	3-10	30-60	25-60
Pre-cosecha	60-250	3-10	30-60	25-60

El muestreo se realizó en la hoja más recientemente madura.

**Tabla 7. Niveles preliminares de suficiencia de N, P y K, generados en peciolo seco para el cultivo de brócoli, bajo las condiciones del Bajío, México (promedio de 3 ciclos 1996-1997-1998).**

Etapa fenológica	NO <sub>3</sub> ppm	P ----- % -----	K ----- % -----
6 hojas	15000-20000	0.42-0.53	6.5-9.2
12 hojas	8000-18000	0.35-0.51	6.5-9.0
Inicio de botoneo	5500-13000	0.30-0.48	3.4-5.3
Desarrollo de florete	5000-8000	0.30-0.45	3.0-5.0
Pre-cosecha	2500-4000	0.30-0.40	2.8-4.0

El muestreo se realizó en la hoja más recientemente madura.

permitirán evaluar el estado nutricional del cultivo durante cualquier etapa del ciclo. En la Figura 1 se presenta la relación entre el contenido de nitratos en hoja y el rendimiento de brócoli. Estos datos corresponden a resultados obtenidos en Celaya, México, con la variedad Legacy.

Existen varias estrategias de muestreo que se implementan en los experimentos y que luego serán utilizados de manera rutinaria por los productores. Estas estrategias son:

1. Muestreo foliar.
2. Muestreo de peciolo para análisis de muestra seca.

3. Muestreo de peciolo fresco para análisis de extracto celular (incorrectamente denominado análisis de savia vegetal).

El muestreo foliar y el muestreo del peciolo para análisis en seco son los tradicionales, pero tienen un inconveniente que es fundamental en sistemas intensivos de manejo con fertilización. El análisis en seco de muestras foliares y de peciolo lleva mucho tiempo en el laboratorio, por lo menos 15 días, sin tomar en cuenta el tiempo que se gasta en el muestreo y el envío al laboratorio. Esto, por supuesto, es un limitante grande en cultivos de muy corto ciclo como brócoli, melón, tomate, flores, etc. Cuando

se obtiene el reporte del análisis es generalmente ya muy tarde para hacer cualquier cambio en la nutrición del cultivo.

Por otro lado, el análisis del extracto celular del peciolo presenta mayores ventajas. El extracto se puede obtener rápidamente y el análisis es también rápido porque no se deben secar muestras. En este caso los resultados pueden obtenerse el mismo día o al siguiente del muestreo, lo que si permite un monitoreo ágil y cambios inmediatos de la nutrición que permitan mantener el potencial de rendimiento. Se ha desarrollado equipo sencillo para tomar las muestras del extracto de peciolo.

**Tabla 8. Niveles preliminares de suficiencia de N, P, K, Ca y Mg generados en extracto celular de peciolo del cultivo de brócoli, bajo las condiciones del Bajío, México (promedio de 3 ciclos 1996-1997-1998).**

Etapa fenológica	NO <sub>3</sub>	PO <sub>4</sub>	K	Ca	Mg
	----- ppm -----				
6 hojas	1500-2000	130-200	4000-6500	340-480	170-200
12 hojas	1000-1900	120-200	3000-6000	300-500	100-350
Inicio de botoneo	800-1500	100-120	2000-5500	250-700	100-350
Desarrollo de florete	700-1000	100-125	2500-4000	250-700	80-160
Pre-cosecha	300-600	80-120	2200-4000	150-230	90-130

El muestreo se realizó en la hoja más reciente madura (4ta. o 5ta. hoja).

**Tabla 9. Niveles encontrados de Fe, Cu, Mn y Zn en extracto celular de peciolo en el cultivo de brócoli, bajo las condiciones del Bajío, México (promedio de 3 ciclos 1996-1997-1998) (Versión agosto, 1998).**

Etapa fenológica	Fe	Cu	Mn	Zn
	----- ppm -----			
6 hojas	0.7-1.2	0.15-0.25	1.4-3.1	0.7-1.2
12 hojas	0.1-1.5	0.10-0.25	0.9-2.3	0.5-1.5
Inicio de botoneo	0.1-0.8	0.10-0.25	0.3-1.4	0.5-1.4
Desarrollo del florete	0.1-0.6	0.10-0.20	0.5-0.9	0.6-1.0
Pre-cosecha	0.1-0.5	0.10-0.15	0.8-1.0	0.5-1.2

El muestreo se realizó en la hoja más reciente madura (4ta. o 5ta. hoja).

**Tabla 10. Niveles de suficiencia en peciolo seco y en extracto celular de peciolo para varios cultivos hortícolas bajo las condiciones de California, USA (Hartz, 1994).**

Cultivo	Estadio de desarrollo	Contenido de NO <sub>3</sub> en peciolo, ppm	
		Tejido seco	Extracto celular
Brócoli	Mediados de desarrollo	10000-20000	1000-1600
	Formación de botón	8000-15000	800-1200
	Pre-cosecha	5000-8000	600-1000
Melón	Inicios de floración	12000-15000	1000-1200
	Desarrollo del fruto	8000-10000	800-1000
	Primera cosecha	4000-6000	700-800
Apio	Mediados de desarrollo	7000-10000	300-500
	Pre-cosecha	6000-8000	300-400
Lechuga	Mediados de desarrollo	7000-12000	400-600
	Pre-cosecha	6000-8000	300-500
Chile	Desarrollo vegetativo	7000-10000	900-1200
	Inicio floración/cuajado	5000-8000	700-1000
	Desarrollo fruto	5000-8000	700-1000
	Cosecha	5000-7000	700-900

Sin embargo el simple análisis de extracto del peciolo no indica nada si no se ha calibrado el análisis con respuestas de crecimiento o rendimiento en el campo.

Este tipo de experimento se realizó durante 3 años en distintos suelos y permitió determinar los valores de referencia nutricional en el cultivo de brócoli en Guanajuato, México.

En las Tablas 5 a la 9 se presentan los estándares de suficiencia de macro y micro nutrientes para cinco etapas fenológicas del cultivo de brócoli en hoja completa,

peciolo seco y extracto celular de peciolo fresco. Estos valores pueden ser tomados como indicadores de diagnóstico del estado de la nutrición de este cultivo y pueden ser utilizados por los productores trabajando en las condiciones de Bajío en México.

La investigación para determinar los niveles de suficiencia para cultivos bajo fertirrigación es reciente y en muchos sitios de América Latina esta investigación no se ha iniciado. En la mayoría de los casos se ha utilizado el análisis de extracto celular o en la materia seca del peciolo para monitorizar el abastecimiento de N, que es el nutrimento de mayor importancia en todos los cultivos. En la investigación en México estos valores fueron correlacionados con la respuesta en rendimiento, calibrando de esta forma los análisis para que sean útiles en el trabajo de diagnóstico del estado nutricional del cultivo creciendo bajo fertirrigación.

En la Tabla 10 se presentan como referencia los niveles de suficiencia en peciolo seco y en extracto celular de peciolo de varios cultivos hortícolas bajo las condiciones de California, USA (Hartz, 1994).

## Conclusión

El manejo de la nutrición en sistemas de explotación agrícola bajo fertirrigación es más complejo que otros sistemas agrícolas. Los requerimientos de calidad y de alta producción exigen un manejo riguroso de la nutrición y del riego. Esta actividad ha desarrollado en los últimos años en muchos países de América Latina, pero lamentablemente no ha tenido el aporte de investigación local que entregue información sobre manejo que optimice la producción y evite problemas ambientales. Uno de los principales problemas en el mane-

jo intensivo de los sistemas de fertirrigación ha sido el mal manejo de la nutrición que en ocasiones ha llevado a casos de completa salinización del suelo. El implementar una manejo racional de la fertirrigación requiere de la eliminación de los problemas limitantes del suelo, de la determinación de la curva de demanda de nutrientes de los cultivos utilizados y la implementación de un sistema de diagnóstico rápido y eficiente que indique si la nutrición es adecuada y que permita correcciones inmediatas. La implementación de un sistema de esta naturaleza es algo compleja, pero factible en operaciones de mediano tamaño. Los parámetros necesarios para operaciones pequeñas deberán ser desarrollados por institutos de investigación o por asociaciones de productores.

## Bibliografía

- Abbott, J.S. 1988. Microirrigation-world wide usage. Report by microirrigation working group. ICID Bul. 37, No 1:1-12.
- Aceves, E. 1979. El ensalitramiento de los suelos bajo riego. Colegio de Posgraduados. 382 p.
- Ayers, R. S. y D. W. Westcot. 1985. Water Quality for Agriculture.

Irrigation and Drainage Paper. N°. 29. FAO, Roma.

- Burt, C., K. O Connor y T. Ruehr. 1995. Fertigation. ITRC. San Luis Obispo, Ca. 295 p.
- Echavez, G. 1998. Sistema de riego presurizado de baja carga para el desarrollo rural. En: Memorias del 3<sup>er</sup> Simposio Internacional de Fertirrigación. P. 121-130. León, Gto, México.
- Castellanos, J. Z. 1987. Las curvas de acumulación nutrimental en los cultivos hortícolas y su importancia en los programas de fertirrigación. En: Memorias del 2<sup>o</sup> Simposio Internacional de Fertirrigación. Qro. México. p. 73-82.
- Echavez, G. 1998. Sistema de riego presurizado de baja carga para el desarrollo rural. En: Memorias del 3<sup>er</sup> Simposio Internacional de Fertirrigación. P. 121-130. León, Gto, México.
- Hart, T. 1994. Drip irrigation and fertigation management of vegetable crops. California Dept. of Food and Agriculture. Sacramento, Ca. 19 p.
- Thompson, T.L. 1987. Fertigation of vegetable crops: The Arizona Experience. En: Memorias del 2<sup>o</sup> Simposio Internacional de Fertirrigación. Qro. México. p. 83-90.L





## NUEVAS FORMAS DE MONITORIZAR LOS NIVELES DE FOSFORO Y POTASIO

A pesar de que se conoce bien la necesidad de una fertilización balanceada y de que este hecho se ha publicitado ampliamente en la literatura científica internacional, no es raro encontrar situaciones donde el agricultor está minando de su suelo uno o más nutrientes por falta de adecuado conocimiento de su situación.

En las Filipinas, se examinó el estado de fertilidad del suelo de un área de cultivo de arroz bajo riego, tomado muestras de suelo de 384 lotes en un bloque de 2000 hectáreas. El estado de fertilidad del suelo fue entonces mapeado, usando técnicas estadísticas. La mayoría de los sitios en el área tenían una alta fertilidad natural, sin embargo, tenían un contenido bajo de uno o más nutrientes. Las deficiencias más comunes fueron potasio (K), fósforo (P) (Fotos 1 y 2) y zinc (Zn).

El cultivo continuo del arroz en esta área a llevado a una significativa reducción de las reservas de K en el suelo. Aun cuando la absorción de K por el arroz es generalmente más alta que la de N, la mayoría de los agricul-



**Foto 1. En arroz, el primer signo de deficiencia de K es el de plantas sin crecimiento y más verde oscuras que lo normal. Las raíces de plantas deficientes en K tienen un reducido poder de oxidación. Nótese el color saludable de las raíces en el lado izquierdo contrastando con el color oscuro de las del lado derecho.**



**Foto 2. Respuesta de arroz a la aplicación de P.**

tores aplica poco o nada de fertilizante potásico. La pérdida promedio neta fue de 38 kg de K/ha en cada cosecha. La deficiencia de K es ahora el factor más limitante para la obtención de rendimientos altos sostenidos.

El análisis de suelo es el método tradicional para determinar si los niveles de P y K son suficientes para obtener altos rendimientos, sin embargo, los niveles críticos son diferentes en diferentes tipos de suelos.

Por otro lado, se considera que los contenidos de P y K en la planta son indicadores más universales. Por esta razón, se están evaluando al momento 12 métodos diferentes de análisis de plantas en un estudio cooperativo con la Estación Experimental Rothamsted en Inglaterra. El objetivo es encontrar las concentraciones críticas de P y K en la materia seca de las hojas más nuevas totalmente extendidas en el estado de elongación del tallo (GS 31-39).

Se planifica trabajar también en el desarrollo de determinaciones in situ de P y K en extracto celular de modo que los productores puedan chequear rápidamente en el campo el contenido crítico de estos nutrientes.

Fuente: Fertilizer International L



## LOS NITRATOS Y LA SALUD: NUEVOS ENFOQUES

Un reporte publicado en el Sunday Telegraph, un periódico Londinense, sobre los resultados de investigación en nitratos conducida por el hospital St. Bartholomew de Londres y la Universidad de Aberdeen representa un giro completo en la actitud científica respecto a este compuesto ya que los resultados sugieren que los nitratos pueden tener algunos efectos benéficos en la salud humana. El estudio se enfocó en el hecho de que los nitratos, de alimentos ricos en este compuesto, se convierten en la boca en nitritos y una vez que llegan al medio ácido de estómago producen óxido nítrico, el mismo que es un potente agente anti bacterial.

Se ha encontrado que este efecto desinfectante en el estómago es dramático y que la producción salivaria de nitrito es lo suficientemente alta como para eliminar todos los patógenos probados en el estudio, incluyendo E. coli 0157. Estos resultados sugieren que el comer una ensalada antes de la comida puede generar suficiente óxido nítrico para eliminar las bacterias que causan intoxicación. Un estudio complementario que probó el efecto de pastillas de nitrito, ingeridas por voluntarios que emprendieron un viaje por Nepal, demostró que aquellos que tomaron las tabletas de nitrito sufrieron menos diarreas y problemas estomacales que aquellos que no lo hicieron. Se está plani-

ficando al momento un experimento más largo y complejo.

Los ataques contra los nitratos en el pasado se basaron en estudios de laboratorio que demostraron que el nitrito proveniente del nitrato puede, en teoría, combinarse con aminos para producir nitrosaminas, que se conoce inducen cáncer. Sin embargo, los esfuerzos para relacionar la ingestión de nitratos con la incidencia de cáncer estomacal en Inglaterra no han tenido éxito y en la práctica, el área de Inglaterra con las tasas más altas de cáncer estomacal, North Wales, tiene el menor contenido de nitratos en la dieta, mientras que el área de East Anglia, con la más baja incidencia de cáncer, tiene la tasa más alta de ingestión de nitratos.

Estos resultados son consistentes si se toma en cuenta los efectos bactericidas del nitrito que controla al microorganismo Helic-bacter, considerado como el causante de la enfermedad. Los investigadores médicos están buscando ahora un amplio rango de aplicaciones para usar este mecanismo natural para prevenir o tratar infecciones estomacales. La automática calificación de químico dañino dada al nitrato en el pasado tendrá que cambiar frente a la nueva evidencia científica.

Fuente: Soils & Fertilizers L

### EL POTASIO... ESCENCIAL PARA UN BUEN RENDIMIENTO Cont..

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

## REPORTE DE INVESTIGACION RECIENTE

### NIVELES CRITICOS DE K PARA LA SOYA EN UN LATOSOL HUMICO DE SANTA CATARINA.

**E. E. Scherer. 1998. Níveis críticos de K para a soja em Latosol Húmico de Santa Catarina. R. Bras. Ci. Solo, 22:57-62.**

Se desarrolló un experimento de campo por 12 años consecutivos, en un Latosol Húmico distrófico, en el municipio de Campos Novos (SC), con el objeto de evaluar la respuesta de la soya a la fertilización potásica y establecer niveles críticos del nutriente en el suelo y en la planta. Los tratamientos consistieron de 4 dosis de fertilizante potásico aplicados antes del primer cultivo, en combinación con 3 dosis de K, aplicadas anualmente, a partir del quinto año. Se definió el nivel crítico del nutriente en el suelo y en la planta, tomando como base una producción relativa del 90%. El contenido de K del suelo se correlacionó significativamente, con la concentración de K en la hoja y con el rendimiento de granos, considerándose adecuados para la predicción de la disponibilidad de K en las plantas. Los niveles críticos de K en el suelo y en la hoja fueron de 63 mg dm<sup>-3</sup> y 14 kg kg<sup>-1</sup>, respectivamente. Se establecieron 4 clases de contenidos de K en el suelo y en el tejido foliar a saber: muy bajo, menor a 38 mg dm<sup>-3</sup> en el suelo y 9 g kg<sup>-1</sup> en la hoja; bajo, entre 39-49 mg dm<sup>-3</sup>, en el suelo y 9-12 g kg<sup>-1</sup>, en la hoja; medio, entre 50-63 mg dm<sup>-3</sup> en el suelo y 12-14 g kg<sup>-1</sup> en la hoja, y alto, por arriba de 63 mg dm<sup>-3</sup> en el suelo y superior a 14 g kg<sup>-1</sup>, en la hoja. La reducción de la disponibilidad de K en el suelo y la concentración en la hoja, acarreo mayor absorción de Mg por las plantas con una consecuente reducción en la relación K/Mg en la hoja. L

### EFECTO DEL MANEJO DEL SUELO EN LOS CONTENIDOS DE MATERIA ORGANICA, NITROGENO MINERAL, FOSFORO Y BASES INTERCAMBIABLES.

**Paiva, P. J. R., A. E. Furtini, F. R. Vale do, V. Faquin. 1997. Efeito do manejo do solo sobre los teores de materia orgánica, nitrogenio mineral, fósforo e bases trocáveis. Ciencia e Agrotecnología, Lavras, v.21, n.1, p.35-43.**

En un Latosol Rojo de Paraná y luego de 7 años de cultivo, se evaluaron los efectos de fertilización continua con sulfato de amonio (0 o 90 kg N/ha), sistema de preparación del suelo (convencional y siembra directa) y de rotaciones de cultivo (maíz-barbecho y maíz-tremoco) sobre los contenidos de materia orgánica, nitrógeno mineral, fósforo y bases intercambiables. El experimento se condujo en el IAPAR, y el diseño

experimental fue de parcela sub-dividida con un tratamiento adicional, que correspondió al área adyacente no cultivada en el período experimental. El sistema de siembra directa comparado al convencional, incrementó el contenido de materia orgánica en el suelo. El cultivo de tremoco como abono verde no incrementó el contenido de materia orgánica en el suelo, comparado con el de barbecho, pero aumentó la disponibilidad de N mineral en la relación nitrato-amonio. El contenido de P fue mayor en el sistema de siembra directa en relación al sistema convencional en la rotación maíz/barbecho. Cuando se sembró maíz después de tremoco, el contenido de P fue mayor en relación a maíz sembrado después del barbecho en el sistema de siembra directa. La aplicación de sulfato de amonio redujo el contenido de calcio independientemente de la rotación y el sistema de preparación del suelo. Para el caso del K, la reducción ocurre solo en el sistema de siembra directa. L

### RESPUESTA DEL FREJOL (Phaseolus vulgaris L.) A LA FERTILIZACION FOLIAR FOSFATADA EN UN SUELO CON BAJO CONTENIDO DE P.

**Andrade, M. J. B. de., H. Kikuti, L. A. de B. Andrade, P. M. de Rezende. 1997. Resposta do feijoeiro (Phaseolus vulgaris L.) a adubacao foliar fosfatada em solo com baixo teor de fósforo. Ciencia e Agrotecnología, Lavras, v.21, n.2. p.174-81.**

Se llevó a cabo un experimento en el campus de la UFLA (Lavras-MG) en un Latosol Rojo distrófico con bajo contenido de P, para estudiar el efecto de la fertilización fosfatada foliar en fréjol (Phaseolus vulgaris L.), en la época de siembra de otoño-invierno de 1993. Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con 3 repeticiones, en un esquema factorial 3 x 3. Se probaron 3 dosis de P aplicadas al suelo y a la siembra (0, 45 y 90 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha y 3 concentraciones de MAP (0%, 2% y 4% de producto comercial con 44% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) repetidas a los 25, 35 y 45 días después de la emergencia. Los análisis tanto de variancia como los de regresión demostraron que dosis crecientes de P aplicadas al suelo incrementan la altura de las plantas, el número de vainas por planta, lo que determina el incremento en productividad. De la misma manera se correlacionaron la dosis creciente de P foliar, la altura de planta y el rendimiento de granos. El número de granos por vaina, el contenido de P en el grano, no presentaron diferencias significativas entre los tratamientos. Las dosis empleadas, tanto en el suelo como vía foliar, no fueron suficientes para la obtención de producciones máximas, lo que quiere decir que se pueden emplear dosis más elevadas. L

## CURSOS Y SIMPOSIOS

### 1. 10th INTERNATIONAL SOIL CONSERVATION ORGANIZATION CONFERENCE

**ORGANIZA** : Purdue University  
**LUGAR** : Purdue University, West Lafayette, Indiana, EUA  
**FECHA** : 23 - 28 de mayo, 1999  
**INFORMACION** : Continuing Education Business Office  
 1586 Stewart Center, Room 110 West Lafayette, Indiana 47907-1586 EUA.  
 Telf.: 765-494-2756  
 800-359-2968  
 Fax.: 765-494-0567  
 E-mail: njschaler@cea.purdue.edu

### 3. GLOBAL SOY FORUM '99

**ORGANIZA** : National Soybean Research Laboratory  
**LUGAR** : Chicago, USA  
**FECHA** : 4 - 7 de agosto, 1999  
**INFORMACION** : National Soybean Research Laboratory  
 1101 West Peabody Room 165  
 Urbana IL 61801 USA  
 Telf.: 217 244 7384  
 Fax.: 217 244 1707  
 E-mail: gsf99@uiuc.edu

### 5. XIV CONGRESO LATINOAMERICANO DE LA CIENCIA DEL SUELO

**ORGANIZA** : Sociedad Internacional de la Ciencia del Suelo  
**LUGAR** : Pucon, Chile  
**FECHA** : 8 - 12 de noviembre, 1999  
**INFORMACION** : Prof. Itilier Salazar Quintana  
 Universidad de la Frontera  
 Av. Fco. Salazar No. 01145  
 Casilla 54 - D  
 Temuco - Chile  
 Telf.: 56 45 252627  
 Fax.: 56 45 252547  
 E-mail: clacs99@werken.ufro.cl

### 2. XXVII CONGRESO BRASILEIRO DE LA CIENCIA DEL SUELO

**ORGANIZA** : Sociedad Brasileira de la Ciencia del Suelo  
**LUGAR** : Brasilia, Brasil  
**FECHA** : 25 - 30 de Julio, 1999  
**INFORMACION** : Secretario del Congreso  
 Joao Roberto Correia  
 BR 020 - Km 18  
 Caixa Postal 08223  
 CEP: 73.301-970 -  
 Planaltina - DF  
 Telf.: 61 389 1171 ext. 2219  
 Fax.: 61 389 2953

### 4. CONFERENCIA SOBRE SISTEMAS DE MANEJO ESPECIFICO DE SUELOS Y CULTIVOS Y SISTEMAS DE COMUNICACION COMPUTARIZADA PARA AGRICULTURA

**ORGANIZA** : PPI - FAR  
**LUGAR** : Purdue University  
 West Lafayette, Indiana, USA  
**FECHA** : 9 - 11 de agosto, 1999  
**INFORMACION** : Phyllis Pates, PPI  
 772 22<sup>nd</sup> Ave. South  
 Brookings, SD 57006  
 USA  
 Telf.: 605 6926280  
 Fax.: 605 6977149  
 E-mail: ppates@ppi-far.org

### 6. XIV CONGRESO VENEZOLANO DE LA CIENCIA DEL SUELO

**ORGANIZA** : Sociedad Venezolana de la Ciencia del Suelo  
**LUGAR** : Barquisimeto, Venezuela  
**FECHA** : 30 nov. al 4 dic. 1999  
**INFORMACION** : Ing. Reina Pérez de Roberti  
 Univ. Centraoccidental  
 Lisandro Alvarado  
 Telf.: 51 592310  
 Fax.: 51 592304  
 E-mail: lroberti@sa.omnes.net

## PUBLICACIONES DE INPOFOS

Las siguientes publicaciones de INPOFOS se encuentran disponibles al siguiente costo

		US \$
U	<b>NUEVO Manual de Nutrición y Fertilización del Café.</b> Este manual presenta conceptos modernos de l manejo de la nutrición y fertilización del cafeto como herramienta para lograr rendimientos altos sostenidos	\$ 20.00
U	<b>Manual Internacional de Fertilidad de Suelos.</b> Publicación didáctica sobre uso y manejo de suelos y fertilizantes con datos y ejemplos de diferentes partes del mundo.	\$ 15.00
U	<b>Síntomas de Deficiencias de Nutrientes y Desórdenes en Palma Aceitera.</b> Guía de bolsillo para técnicos a cargo del manejo de plantaciones que deseen identificar los síntomas de deficiencia en el campo, conocer algo de sus causas y cómo éstas podrían prevenirse o remediarse.	\$ 8.00
U	<b>POTASA: Su Necesidad y Uso en Agricultura Moderna.</b> Esta publicación cubre aspectos como funciones de potasio en las plantas, necesidad, síntomas de deficiencia y el eficiente uso de fertilizantes potásicos.	\$ 4.00
U	<b>Manual de Nutrición y Fertilización del Banano: Una Visión práctica de la fertilización.</b> Documento que resalta modernos conceptos de nutrición y fertilización de banano y que permite lograr recomendaciones prácticas sobre dosis de nutrimentos necesarios para lograr altos rendimientos sostenidos de banano.	\$ 20.00
U	<b>Fertilización del Algodón para Rendimientos Altos.</b> Publicación que cubre en forma detallada los requerimientos nutricionales, análisis foliar y de suelos y fertilización del cultivo del algodón.	\$ 5.00
U	<b>Nutrición de la Caña de Azúcar.</b> Este manual de campo es una guía completa para la identificación y corrección de los desórdenes y desbalances nutricionales de la caña de azúcar. El tratamiento completo de la materia y las excelentes ilustraciones hacen de este manual una importante herramienta de trabajo en la producción de caña.	\$ 20.00
U	<b>Nutrición y Fertilización del Maracuyá.</b> Esta publicación contribuye al mejoramiento de la producción de esta pasiflora al entregar a los productores, investigadores y estudiantes una discusión actualizada de la nutrición y fertilización del Maracuyá.	\$ 5.00
U	<b>Conozca y Resuelva los Problemas Nutricionales de los Cultivos.</b> Plegable que describe los síntomas de deficiencia de nutrientes y otros síntomas relacionados con la nutrición de cultivos, como guía para la obtención de rendimientos altos. Disponibles: Maíz y Espárrago.	\$ 0.50
U	<b>Conceptos Agronómicos.</b> Panfletos que describen conceptos agronómicos básicos que ayudan en el manejo eficiente de suelos y nutrientes. Disponible: El Cloro, verdades y mitos.	\$ 0.50

**PEDIDOS DE PUBLICACIONES:** Las publicaciones de INPOFOS pueden ser adquiridas en las siguientes direcciones:

**COLOMBIA:** Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo (SCCS). Carrera 11 No. 66-34, Oficina 601. Telf. y Fax.: 211-3383. E-mail: scsuelo@ibm.net. Bogotá, Colombia.

**COSTA RICA:** Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo (ACCS). Código Postal 2060. Telf.: 224-3712 Fax: 224-9367 E-mail: fbertsch@cariari.ucr.ac.cr. San José, Costa Rica.

**EN OTROS PAISES:** Solicitar las publicaciones a las oficinas de INPOFOS en Quito. Adjuntar cheque girado contra una plaza de los Estados Unidos a nombre del Instituto de la Potasa y el Fósforo (INPOFOS) por el valor de las publicaciones más costo de correo (3.00 US \$ dólares por publicación).