

# INFORMACIONES AGRONOMICAS



INSTITUTO DE LA POTASA Y EL FOSFORO  
*POTASH AND PHOSPHATE INSTITUTE*

*Edición para México y Norte de Centroamérica*

**Volumen 4, Número 2**

**Mayo del 2000**

<b>CONTENIDO</b>	<b>Página</b>
¿Sequía?, ¿Inundaciones?... El Potasio ayuda al maíz a soportar el estrés hídrico	1
Respuesta de la caña de azúcar a la fertilización con potasio en plantilla en suelos Andisoles, Entisoles y Molisoles de la región cañera de Guatemala!.	4
Monitoreo nutrimental y fertilización nitrogenada: bases para altos rendimientos y calidad de brócoli cultivado en Vertisoles ricos en potasio, de la parte central de México	11
Conozca la deficiencia de Zinc.	13
<i>Breves Agronómicas</i> Previene problemas de fertilidad en el 2000 ...y más adelante	15
<b>Editor: Ignacio Lazcano-Ferrat</b> Informaciones Agronómicas es una Publicación trimestral para México y el Norte de Centroamérica con el apoyo del Instituto de la Potasa y el Fósforo A .C. (Potash and Phosphate Institute) INPOFOS / PPI / PPIC Ubicado en Ignacio Pérez No. 28 Sur Desp. 216 Col. Centro C.P. 76000 Querétaro, Qro. E- mail: inpfos@infosel.net.mx	



**SEQUIA?, ¿INUNDACIONES?... EL  
POTASIO AYUDA AL MAIZ A SOPORTAR  
EL ESTRÉS HIDRICO**  
Anaité Herrera e Ignacio Lazcano Ferrat \*

En México y Centro América se siembran mas de 10 millones de hectáreas de maíz de temporal entre los meses de mayo y junio para aprovechar la época de lluvias. Debido a los cambios climáticos y su irregularidad, la falta o exceso de humedad es un factor común de producción ampliamente conocido por el agricultor maicero. Esta falta o exceso de agua repercute negativamente en la producción de grano ocasionando pérdidas millonarias año con año.

#### **Efecto de la sequía en el rendimiento de maíz**

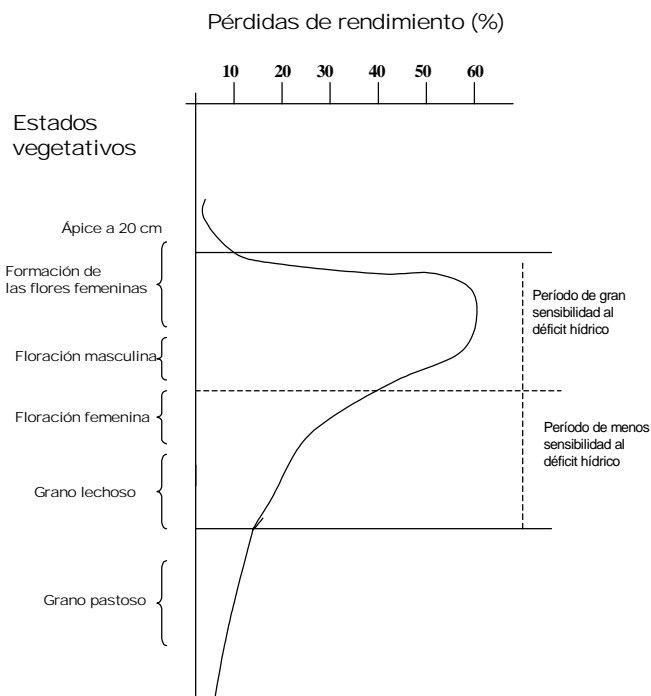
El agua, además de ser el principal componente de las células y de mantener una adecuada temperatura dentro de la planta, ayuda en el transporte de potasio (K) (y otros nutrientes) desde la solución del suelo hasta los órganos

superiores de la planta. Una buena cantidad de nutrientes minerales en el suelo, junto con un adecuado nivel de humedad, asegura un buen crecimiento del cultivo. Si la planta tiene una buena nutrición y buen nivel de humedad durante el ciclo de cultivo, rendimientos altos y calidad pueden esperarse. Sin embargo, cuando el suplemento de agua es deficiente, la disponibilidad, absorción y transporte de nutrientes se ven limitados. Además las plantas debilitadas por el estrés son más susceptibles al ataque de insectos y enfermedades, lo que tiene un impacto directo en la producción de grano.

La falta severa de agua en el maíz se manifiesta por: a) pérdida de turgencia (flacidez o marchitamiento) de las hojas; aliviado exclusivamente cuando se le agrega agua a la planta y b) el enrollamiento y apariencia opaca de las hojas superiores de las plantas jóvenes.

Cuatro días de flacidez continua, durante el período de crecimiento vegetativo, pueden reducir el potencial de rendimiento entre 5 y 10 %. Si el estrés hídrico (marchitamiento) se presenta durante la emergencia de la flor femenina (jiloteo) y polinización, la producción puede reducirse hasta en un 50 % (figura 1). La falta de agua en este período es crítica porque retrasa la maduración del aparato reproductor femenino y altera la sincronización entre la emergencia de los estilos y la liberación del polen, dando como resultado mazorcas con menos granos.

**Figura 1.** Sensibilidad del maíz a la sequía (Bloc et al., 1984, tomado de López, 1991).



### El potasio y el estrés hídrico

La investigación ha demostrado que mantener una cantidad adecuada de potasio (K) en la planta es clave para que esta soporte mejor el estrés ocasionado por factores tales como sequía, altas temperaturas, enfermedades, insectos, etc.

Las plantas que tienen alto contenido de 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. Las respuestas del cultivo a la fertilización con K son a menudo más altas cuando el agua es deficiente o excesiva.

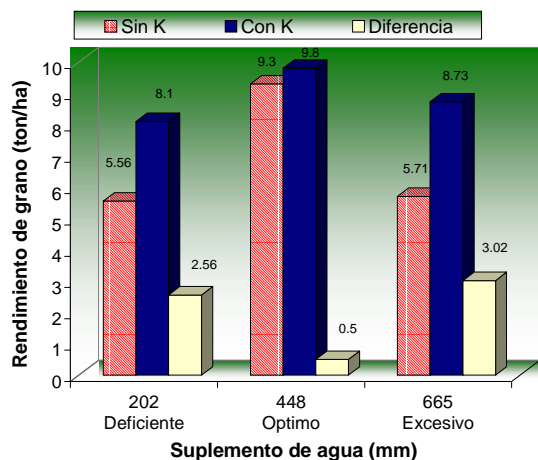
Entre los factores relacionados con el mejoramiento de la eficiencia del uso del agua y la resistencia a la sequía, cuando se aplica K, se pueden citar los siguientes:

- **Aumento en la "exploración" del suelo por la raíz.** En suelos con cantidades adecuadas de K (balanceado con otros nutrientes), se promueve el crecimiento y proliferación de raíces. Una mayor penetración de la raíz generalmente incrementa el volumen de suelo en contacto con ella, dando a las plantas un mejor acceso al agua del suelo.
- **La baja humedad del suelo altera los procesos fisiológicos de las raíces disminuyendo el crecimiento.** Suficiente K incrementa la elongación, la turgidez y la tasa de regeneración de la raíz.
- **El K incrementa la eficiencia de la fotosíntesis y evapotranspiración.** Una de las principales funciones del K es ayudar a la apertura y cerrado de los estomas (pequeños poros en el envés de la hoja). Si los estomas no se abren y cierran adecuadamente (i.e. rápidamente) la planta no fija suficiente CO<sub>2</sub> y pierde innecesariamente agua a través de la evapotranspiración.
- **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.
- **Se puede disminuir el estrés en épocas críticas de crecimiento.** El K generalmente acelera el desarrollo del cultivo y madurez. Cuando la lluvia es acentuadamente cíclica, se pueden reducir los efectos de la sequía por ejemplo, adelantando la fecha de polinización donde la mayoría de los cultivos son muy sensitivos al estrés del agua.

Una fertilización basada en el potencial genético del cultivo y utilizando el sistema de labranza adecuado, puede incrementar las posibilidades del maíz para resistir la sequía sin que el rendimiento de grano se vea mermado.

En la figura 2 se compara el rendimiento de grano de maíz con y sin aplicación de K cuando el suplemento de agua, en un período de doce semanas, fue deficiente, óptimo y excesivo.

**Figura 2.** Interacción entre suplemento de agua y nutrición de K en el rendimiento de maíz. Suplemento de agua en un período de doce semanas.



### Requerimientos nutricionales del maíz

La cantidad de nutrientes que requiere un cultivo depende de varios factores. Algunos de estos son: potencial productivo de la variedad, densidad de siembra, tipo de suelo, sistema de labranza y clima. En la tabla 1 se resumen la absorción de nutrientes por maíz de acuerdo a varios autores para diferentes rendimientos.

Tabla 1. Extracción aproximada de nutrientes por el cultivo del maíz (parte aérea de la planta) para un rendimiento dado.

**Tabla 1.** Extracción aproximada de nutrientes por el cultivo del maíz (parte aérea de la planta) para un rendimiento dado.

Rend. ton/ha	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Mg	S	Referencia
12.5	298	128	298	73	37	PPI Olson y Sander, 1988
10	210	90	250	48	23	PPI
6	120	50	120	40	25	PPI

Otro factor relacionado con una mejor tolerancia del maíz al estrés de humedad esta relacionado con el momento de aplicación del fertilizante. Durante el inicio del desarrollo (alrededor de 15 días después de la emergencia) la planta joven no consume muchos nutrientes; luego, viene un período de rápido desarrollo (alta absorción) y es en ese momento cuando los nutrientes deben de estar disponibles. El 90% del K se consume en el período de V8 (ocho hojas) hasta mas o menos 15 días antes o después de la floración (Desvignes, 1979; Lazcano, 1997). Después del jiloteo la absorción de K se detiene (solo representa menos del 8%), pero continua la de otros nutrientes como el N y el P que

siguen hasta cerca de la madurez. Conocer los momentos de máxima demanda de K junto con la época de lluvia y sequía, puede ser de mucha utilidad para asegurar que el cultivo tenga la cantidad adecuada de K en el momento de mayor necesidad. En general se puede decir que es muy importante que el maíz de temporal reciba un suplemento de K al momento del primer cultivo o escarda (30 ó 35 días después de la emergencia) para asegurar altos niveles de K durante la floración.

### Conclusiones

La fertilización balanceada es factor clave para que la planta logre la mayor eficiencia del uso del agua.

La planta tiene que tener acceso a la cantidad de nutrientes necesarios en el momento preciso para un óptimo desarrollo y así estar mejor preparada para soportar el estrés de agua.

Aplicar K en la cantidad adecuada y en el momento justo puede ser la diferencia entre la pérdida y la ganancia \$\$\$\$\$\$ del agricultor.



Planta de maíz afectada por la sequía

### Bibliografía

- PPIC. Potasa: su necesidad y uso en Agricultura Moderna. Devignes, P. 1979. Les accidentes physiologiques du maïs. Cultivar. Juin 1979.63-65
- Olson, R.A. y Sander, D.H. 1988. Corn production. En corn and corn improvement. Eds. G.F. Sprague y J.W. Dudley. Agronomy n. 18 ASA. Madison. Wisconsin. 639-686
- Lopez, L. 1991. Cereales. Ediciones Mundiprensa. Madrid. 307-394
- Lazcano, I. 1997. Maximice la eficiencia de su fertilizante mediante curvas de absorción de N, P, y K en maíz de grano. Informaciones Agronómicas 2(3):1-4

\* Director INPOFOS México y Norte de Centroamérica

# RESPUESTA DE LA CAÑA DE AZÚCAR A LA FERTILIZACIÓN CON POTASIO EN PLANTILLA EN SUELOS ANDISOLES, ENTISOLES Y MOLISOLES DE LA REGION CAÑERA DE GUATEMALA

Ovidio Pérez y Mario Melgar\*



La región cañera Guatemalteca esta situada en el sur, abarcando desde la parte baja de la cadena volcánica (zona alta y media) hasta los valles de la costa del océano Pacífico (zona baja). Esta región tiene diversidad de condiciones climáticas y edafológicas. En los estratos altos y medios de la zona predominan suelos Andisoles con alta precipitación pluvial y suelos arenosos, en donde los contenidos de potasio (K) son bajos. En tanto en los suelos aluviales de la zona baja los niveles de K son adecuados.

Los programas de fertilización en caña de azúcar en la mayoría de los ingenios azucareros de Guatemala no consideran al K en las formulaciones que usan actualmente, a pesar de que este nutriente es extraído en grandes cantidades por el cultivo (de hecho es utilizado en mayores cantidades que el nitrógeno).

Resultados preliminares del estudio exploratorio de NPK (Pérez O. y Melgar M., 1998) evidenciaron leves pero consistentes respuestas del cultivo a las aplicaciones de K en suelos Andisoles con bajos niveles de este elemento en el suelo, sin embargo dichos experimentos se caracterizaron por el uso de niveles relativamente bajos de nitrógeno (N) y fósforo (P) en la fertilización base.

Estudios recientes a nivel semicomercial realizados por algunos ingenios azucareros han evaluado formulaciones con altas dosis de N,P y K y estos han tenido resultados promisorios en la producción de azúcar por área en algunos suelos.

Este estudio pretende obtener más información con relación a la magnitud de las respuestas esperadas en suelos con distintos niveles de K, cuando los otros nutrientes se encuentran en cantidad suficiente. Los objetivos específicos fueron: 1) determinar el efecto y los niveles óptimos de aplicación de K en la producción de caña de azúcar en suelos con diferentes niveles de K; 2) determinar el efecto

de la interacción N x K en la producción de caña de azúcar; 3) determinar el nivel crítico de respuesta de K en estos suelos.

La investigación fue conducida por espacio de un año por el Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar (CENGICAÑA), en las plantaciones de cinco ingenios azucareros: "La Unión" (finca Cristobal), "Palo Gordo" (finca Manacales), "Magdalena" (finca Santa Rita), "Tierra Buena" (finca Puyumate), y "El Baúl" (finca Las Delicias). En las cuatro primeras localidades se sembró la variedad de caña CP 722086 y en la quinta se utilizó la variedad Mex 69290 (recomendada por la altitud).

Las características de los suelos en donde se instalaron los experimentos se detallan en la tabla 1.

**Tabla 1.** Características principales de los sitios y propiedades de los suelos utilizados en el estudio.

Ingenio	Zona altitudinal	Suelo	pH	% MO	ppm K	Textura
Magdalena	Baja	Entisol	6.4	1.99	82	Franco arenoso
El Baúl	Alta	Andisol	5.9	3.38	86	Arena franca
La Unión	Media	Andisol	6.1	3.96	102	Franco arenoso
Palo Gordo	Media	Andisol	5.4	5.42	141	Franco arenoso
Tierra Buena	Baja	Mollisol	6.5	4.34	203	Franco arenoso

Se evaluaron siete tratamientos (0, 40, 80, 120, 160, 200 y 240 kg K<sub>2</sub>O/ha) con cuatro repeticiones. A todos los tratamientos se les aplicaron 150 kg N/ha y 120 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Todo el P, la mitad del K y 30 kg N/ha se aplicaron en el fondo del surco al momento de la siembra. El potasio y N restante se aplicaron en banda e incorporado, 60 días después de la siembra.



Decoloración roja en la parte superior de la nervadura central es característica de la deficiencia de K.

Cuando la deficiencia de K es moderada las hojas jóvenes permanecen verde oscuras y aracterística de la deficiencia de K.

En tres de los sitios (El Baúl, La Unión y Tierra Buena) se incluyeron adicionalmente dos dosis de N (50 y 100 kg/ha) que se combinaron con 0 y 120 kg de K<sub>2</sub>O/ha, con la finalidad de evaluar la interacción N x K.

### Efecto del potasio en el rendimiento de caña de azúcar y rendimiento de azúcar

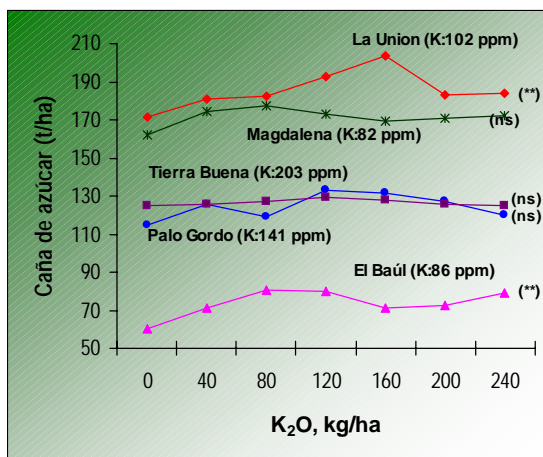
En la tabla 2 se presenta el efecto del K sobre los rendimientos de caña y de azúcar, así como la pureza del jugo. El rendimiento promedio de caña de azúcar y rendimiento de azúcar varió mucho de lugar a lugar (figura 1). En el Baúl y la Unión, donde el contenido de K en el suelo era 86 y 102 ppm respectivamente, las aplicaciones de K incrementaron significativamente los rendimientos de caña, los de azúcar y la pureza del jugo obtenido. En Magdalena, a pesar de tener un contenido de 82 ppm de K en el suelo no hubo respuesta significativa en rendimiento de caña, pero sí la hubo en rendimiento de azúcar. En Palo Gordo y Tierra Buena con un contenido de K de 141 y 203 ppm respectivamente no se encontraron efectos a las aplicaciones de K en ninguna de las variables de interés. A pesar de que El Baúl tuvo el más bajo potencial para producción de caña de azúcar, la fertilización con K incrementó los rendimientos en 20 ton/ha.

**Tabla 2.** Efecto del K sobre el rendimiento de caña, rendimiento de azúcar y pureza de jugo

Ingenio	Rendimiento de caña de azúcar	Rendimiento de azúcar	Pureza de jugo
El Baúl	*	**	**
La Unión	**	**	**
Palo Gordo	NS	NS	NS
Magdalena	NS	*	NS
Tierra Buena	NS	NS	NS

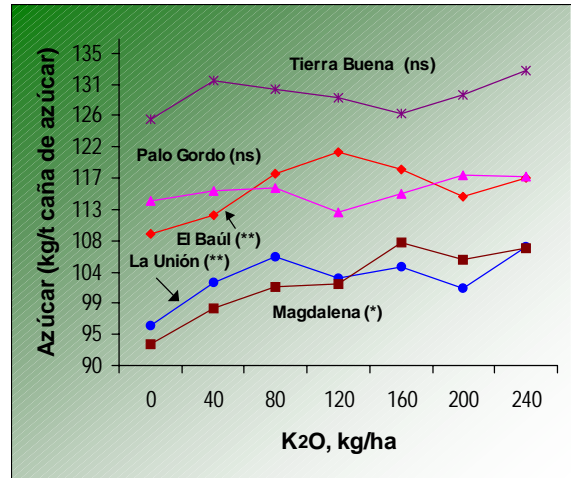
\*\* , \* = Significativo al 1% y 5%, respectivamente; NS = No significativo

**Figura 1** Respuesta en rendimiento de caña de azúcar a las aplicaciones de potasio.



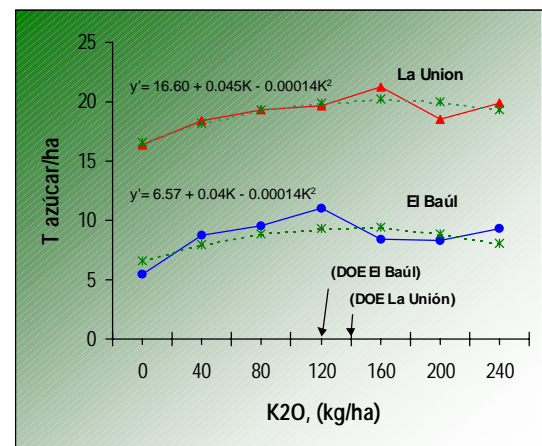
En el Baúl, La Unión y Magdalena el rendimiento de azúcar por tonelada de caña se incrementó en 11 kg. con las aplicaciones de K (figura 2). En Magdalena el mejor rendimiento de azúcar se obtuvo con la dosis de 160 kg. K<sub>2</sub>O/ha. En los otros dos sitios se observaron ligeros incrementos, pero no significativos; probablemente debido a los altos niveles de K existentes en el suelo.

**Figura 2** Efecto de K en el rendimiento de azúcar



La determinación de las dosis óptimas económicas de K se estimó en la regresión cuadrática ajustada de la variable toneladas de azúcar por hectárea (Taz/ha) en aquellos sitios que presentaron significancia en el modelo (El Baúl y La Unión). La variable toneladas de azúcar por hectárea (Taz/ha) fue generada integrando la variable significativa rendimiento de caña por el respectivo rendimiento de azúcar. Las dosis óptimas económicas de K estimadas para el Baúl y la Unión fueron 120 y 140 kg. K<sub>2</sub>O/ha respectivamente (figura 3).

**Figura 3.** Modelo de regresión usado para estimar las dosis óptimas económicas de K. Para hacer los cálculos se utilizaron precios promedios de: K<sub>2</sub>O = Q 3.30 por kg. y Azúcar en campo = Q 570.00 por tonelada. (Q= quetzales que es la moneda oficial de Guatemala).



Las aplicaciones de K también afectaron la pureza de los jugos. La tabla 3 muestra la relación entre el incremento de la pureza del jugo a mayores dosis de K en la Unión y el Baúl.

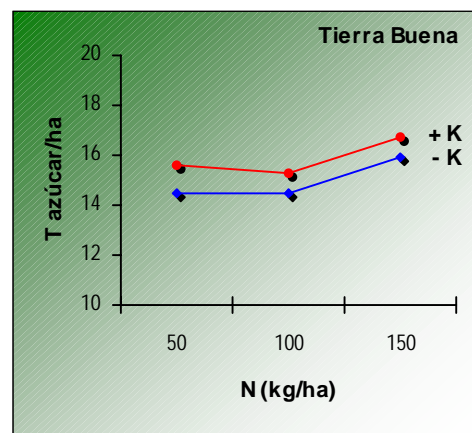
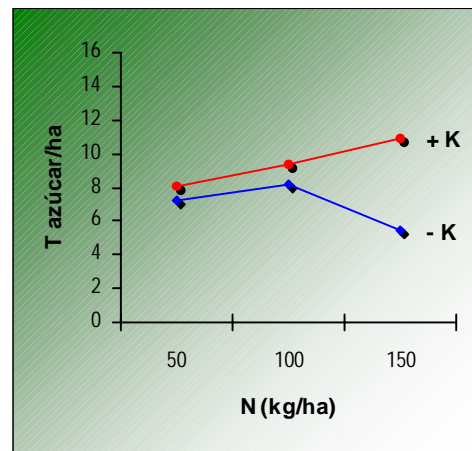
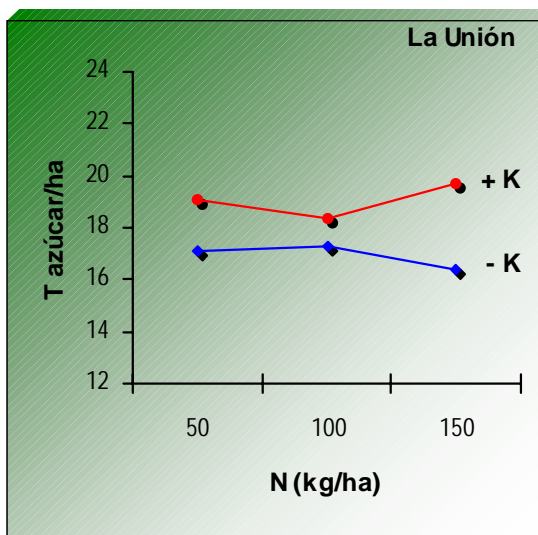
**Tabla 3.** Efecto del K en la pureza de jugo (%).

Dosis K <sub>2</sub> O, kg/ha	La Unión	El Baúl
0	84.3	87.0
40	88.9	89.2
80	90.2	90.9
120	88.5	91.4
160	89.2	90.5
200	90.4	89.5
240	89.4	90.8

### Interacción entre Nitrógeno y Potasio

Los rendimientos de caña de azúcar no se incrementaron cuando únicamente se aplicaron altas dosis de N, por el contrario, en dos de los tres sitios estudiados el rendimiento de caña de azúcar disminuyó debido a las altas aplicaciones de N. En contraste, cuando se aplicó K en una dosis de 120 kg. K<sub>2</sub>O/ha la producción de caña de azúcar se incrementó, aunque no fue estadísticamente significativa (figura 4). En Tierra Buena donde el nivel de K en el suelo era alto no se observó esta tendencia.

**Figura 4.** Efecto de N bajo dos niveles de K en la variable tonelada de azúcar por hectárea.



### Conclusiones

La aplicación de K incrementó significativamente el rendimiento de caña de azúcar y azúcar en suelos Andisoles y Entisoles en donde el contenido de K era menor de 102 ppm. El rendimiento de azúcar se incrementó por lo menos en 2.8 t/ha cuando se aplicaron dosis de aproximadamente 140 kg. K<sub>2</sub>O/ha.

- Se observó un incremento consistente en el rendimiento de azúcar cuando se aplicó N y K en los suelos Andisoles con bajo contenido de K. Esto sugiere que el K mejora la utilización del N por la planta y que el K podría ser un factor limitante de la producción en estas áreas.
- El nivel crítico de respuesta en estos suelos fue de 102 ppm de K. Suelos con niveles de K mayores a 140 ppm no respondieron a la fertilización potásica.

### Bibliografía

Pérez, O. y M. Melgar. 1998. Sugar cane response to nitrogen, phosphorus and potassium application Andisol soils. Better Crops International. 12(2): 20-24  
 Director del Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la caña de Azúcar (CENGICANA). Santa Lucía, Escuintla, Guatemala  
 Correo Electrónico: cengican@concyt.gob.gt

## PUBLICACIONES INPOFOS / PPI / PPIC

Clave	Descripción	Costo US \$
QSP-0015	Conceptos Agronómicos No.1 El Cloro en el suelo y en los cultivos: Verdades y Mitos	0.50
QSP-0018	Manejo de la Fertilización en Maíz Duro	4.00
MSP-0001	Absorción de Nutrientes por las Plantas: Tarjeta que muestra los nutrientes absorbidos por las partes de la planta sobre la superficie del suelo durante la temporada de crecimiento	0.50
MSP-0002	Encalado: Tríptico que describe cómo mejorar la calidad de su suelo y cosechar más maíz.	0.50
GENGICA 1	Estudio Semi-detallado en Suelos en Guatemala	35.00
GENGICA 2	Anexo 1 Estudio Semi-detallado en Suelos en Guatemala	
SP-3060	Potasio... para la gente y el medio ambiente	2.50
SP-3070	Fósforo...para la gente y el medio ambiente	2.50
SP-3080	Diversión con el equipo de nutrientes para las plantas (Versión Español)	1.00
	Juego de Diapositivas del Manual Internacional de Fertilidad de Suelos.	
SP-6501	Capítulo 1 Conceptos de productividad y fertilidad de suelos (27)	45.00
SP-6502	Capítulo 2 Reacción del suelo y encalado (26)	45.00
SP-6503	Capítulo 3 Nitrógeno (34)	45.00
SP-6504	Capítulo 4 Fósforo (32)	45.00
SP-6505	Capítulo 5 Potasio (34)	45.00
SP-6506	Capítulo 6 Nutrientes Secundarios (Ca, Mg, S) (34)	45.00
SP-6507	Capítulo 7 Los Micro-nutrientes (B, Cl, Co, Cu, Fe, Mn, Mo, Zn) (37)	45.00
SP-6508	Capítulo 8 Análisis de suelo, análisis foliar y técnicas de diagnóstico (29)	45.00
SP-6509	Capítulo 9 Fertilizantes y rentabilidad (34)	45.00
SP-6510	Capítulo 10 Los nutrientes y el ambiente (33)	45.00
SP-6500	Juego de los 10 Capítulos de transparencias del Manual Internacional de Fertilidad de Suelos (320)	300.00
IAV1-1	Informaciones Agronómicas Vol 1 Núm. 1 Abril 1995 Instituto de la potasa y el Fósforo en México y Norteamérica	1.00
IAV1-2	Informaciones Agronómicas Vol 1 Núm. 2 Julio 1995 La Filosofía de análisis de suelos	1.00
IAV1-3	Informaciones Agronómicas Vol 1 Núm. 3 Octubre 1995 Absorción de nutrientes por Maíz de alto rendimiento	1.00
IAV1-4	Informaciones Agronómicas Vol 1 Núm. 4 Enero 1996 Controla la acidez y alcalinidad y aumente la fertilidad	1.00
IAV1-5	Informaciones Agronómicas Vol 1 Núm. 5 Abril 1996 Las Aplicaciones de potasio pueden ahorrar mucha agua	1.00
IAV1-6	Informaciones Agronómicas Vol 1 Núm. 6 Julio 1996 El Potasio y el concepto de fertilización balanceada	1.00
IAV1-7	Informaciones Agronómicas Vol 1 Núm. 7 Octubre 1996 El Potasio... Esencial para un buen rendimiento en la caña	1.00
IAV2-1	Informaciones Agronómicas Vol 2 Núm. 1 Marzo 1997 El manejo de Fert. a través de los sist. de Riego (parte 1)	1.00
IAV2-2	Informaciones Agronómicas Vol 2 Núm. 2 Mayo 1997 El manejo de Fert. a través de los sist. de Riego (parte 2)	1.00
IAV2-3	Informaciones Agronómicas Vol. 2 Agosto 1997 Maximice la eficiencia de su fert. Mediante curvas de Absorción de N, P, K, en maíz de grano.	1.00
IAV2-4	Informaciones Agronómicas Vol 2 Núm. 4 Diciembre 1997 El Aguacate: Fruto de promisorio demanda	1.00
IAV3-1	Informaciones Agronómicas Vol 3 Núm. 1 Febrero 1998 Mosaico de los suelos y herramientas para la determinación de su productividad agrícola.	1.00
IAV3-2	Informaciones Agronómicas Vol 3 Núm. 2 Mayo 1998 El papel del azufre y el potasio en la producción de hortalizas de alta calidad en México.	1.00
IAV3-3	Informaciones Agronómicas Vol 3 Núm. 3 Agosto 1998 Las temperaturas y la deficiencia de Calcio en tomate (Lycopersicon esculentumL.)	1.00
IAV3-4	Informaciones Agronómicas Vol 3 Núm. 4 Febrero 1999 El potasio y el agua.	1.00
IAV3-5	Informaciones Agronómicas Vol.3 Núm. 5 Mayo 1999 El manejo de nutrientes para ganancias de primera en soya	1.00
IAV3-6	Informaciones Agronómicas Vol. 3 Núm. 6 Agosto 1999 Nuevos criterios en la recomendación de fertilizantes en sistemas de alta productividad agrícola en México.	1.00
IAV3-7	Informaciones Agronómicas Vol. 3 Núm. 7 Noviembre 1999 Efectos del fósforo en la maduración de los cultivos.	1.00
IAV4-1	Informaciones Agronómicas Vol. 4 Núm. 1 Marzo 2000 Febrero y marzo época para sacar el máximo provecho de los análisis de suelo.	1.00
SP-5070	Manual Internacional de Fertilidad de los Suelos	20.00
SP-9520	Nutrición de la Caña de Azúcar. 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.	15.00
60-6420	Juego de transparencias de nutrición de caña de azúcar ( 69 transparencias)	40.00
SP-0801	Conozca y Resuelva los problemas de Maíz: Plegable que describe los síntomas de deficiencia de nutrientes y otros síntomas relacionados con la nutrición del maíz, como guía para la obtención de rendimientos altos.	0.50
SP-0510	Balance para el éxito... Maíz	0.40
SP-0520	Balance para el éxito... Algodón	0.40

Clave	Descripción	Costo US \$
SP-0535	Balance para el éxito... Trigo	0.40
SP-0550	Balance para el éxito... Alfalfa	0.40
SP-0560	Balance para el éxito... Soya	0.40
SP-0590	Balance para el éxito... Sorgo para Grano	0.40
SP-0901	Nutri-Verdades-Nitrógeno #1: Es verdad, las plantas necesitan Nitrógeno	0.50
SP-0902	Nutri-Verdades-Fósforo #2: Es verdad, las plantas necesitan Fósforo	0.50
SP-0903	Nutri-Verdades-Potasio #3: Es real las plantas necesitan Potasio	0.50
SP-0904	Nutri-Verdades-Azufre #4: Es el eslabón perdido, las plantas necesitan Azufre	0.50
SP-0905	Nutri-Verdades-Magnesio #5: Es una regla, las plantas necesitan Magnesio	0.50
SP-0906	Nutri-Verdades-Calcio #6: Es bien sabido, las plantas necesitan Calcio	0.50
SP-0907	Nutri-Verdades-Boro #7: Es un hecho las plantas necesitan Boro	0.50
SP-0908	Nutri-Verdades-Zinc #8: Es la ley, las plantas necesitan Zinc	0.50
SP-0909	Nutri-Verdades-Manganeso #9: Es indispensable, las plantas necesitan Manganeso	0.50
SP-0910	Nutri-Verdades-Cobre #10: Esta comprobado, las plantas necesitan Cobre	0.50
SP-0911	Nutri-Verdades-Hierro #11: No es una sorpresa las plantas necesitan Hierro	0.50
SP-0912	Nutri -Verdades #12: Es comprendido, las plantas necesitan Cloro, Molibdeno, Cobalto y Vanadio	0.50
SP-4001	Volcamiento del Maíz (Lodged Corn)	0.30
SP-4002	Pobre Crecimiento Inicial del Trigo (Poor Early Wheat Growth)	0.30
SP-4006	Deficiencia de Potasio en Algodón a Medios de la Estación de Crecimiento (Mid-season Potassium Deficiency of Cotton)	0.30
SP-4010	La Compactación del Suelo Limita al Crecimiento del Maíz	0.30
SP-4013	Lento Crecimiento Inicial y Atraso en la Madurez de Sorgo p/Grano	0.30
SP-4014	Deficiencia de Zinc en Soya y Maíz	0.30
SP-4018	Lento Crecimiento Inicial, Plantas de Color Verde Claro Deficiencia de Azufre	0.30
SP-4027	Deficiencia de K en el Cultivo de la Papa	0.30
SP-4028	Deficiencia de P en el Cultivo de la Papa	0.30
SP-4031	Deficiencia de Nutrientes en Maíz	0.30
SP-4512	El Fósforo Reduce la Humedad del Grano y Mejora la Rentabilidad del Maíz	0.30
QSP-0004	Manual de Nutrición y Fertilización del BANANO: Esta publicación sirve como herramienta de consulta diaria muy valiosa que les permitirá definir criterios y valorar la importancia de la Nutrición y Fertilización dentro del grupo de prácticas agronómicas que se utilizan en el cultivo del banano.	25.00
QSP-0009	Fertilización del Algodón para Rendimientos Altos: Publicación que cubre en forma detallada los requerimientos nutricional, análisis foliar, de suelos y fertilización del cultivo del algodón.	4.00
QSP-0012	POTASA: Su Necesidad y Uso en la Agricultura Moderna: Esta publicación cubre aspectos como funciones de potasio en las plantas, necesidad, síntomas de deficiencia y el uso eficiente de fertilizantes potásicos.	4.00
90-9300	Poster, Law of the minimum: Este poster de 11 x 17 pulgadas ilustra un concepto clásico: Si el suelo no puede proporcionar suficiente cantidad de algún nutriente, el crecimiento de la planta se limita, aun cuando los demás nutrientes se encuentren en abundancia.	2.00
30-3090	Aglime Facts: Cal agrícola (aglime) es parte esencial de un sistema completo de manejo de nutrientes en suelos donde la acidez limita los rendimientos. Este folleto de 16 páginas provee una visión general de por qué los suelos se acidifican, como determinar necesidades de encalado, tipos y calidades de la cal agrícola, guías para aplicación de la cal y glosario.	2.50
50-1000	Preparing for the International CCA Exam	35.00
QSP-0020	<b>Nuevo</b> Acidez y encalado de suelos	10.00
QSP-0019	<b>Nuevo</b> Estadística en la investigación del uso de fertilizantes	10.00
30-3120	<b>Nuevo</b> Impacto de la biotecnología en la industria de los fertilizantes	5.00

**NUEVO CORREO ELECTRONICO**  
**INPOFOS MEXICO Y NORTE DE CENTRO AMERICA**  
**ininfos@infosel.net.mx**

## FORMA DE SOLICITUD DE PUBLICACIONES

Para solicitar publicaciones disponibles en el Instituto de la Potasa y el Fósforo simplemente llene la forma que viene abajo con los datos necesarios. Envíe por correo o vía fax una copia de su orden completa así como el comprobante de depósito a nuestras oficinas.

Los precios de las publicaciones son en U.S. Dólares, usted tomará como referencia el *Tipo de cambio a la venta* vigente al día en que realiza su pedido. Usted podrá depositar el monto de su pedido en cualquiera de las dos cuentas bancarias que describimos en la parte inferior derecha de esta forma, más \$40.00 pesos de gastos de envío por mensajería Mex-Post (Este costo variará dependiendo del destino y peso del pedido.)

Clave	Cantidad	Título o Descripción	Precio Unitario	Precio Total US \$
<b>Comentarios o preguntas:</b>			<b>Subtotal</b>	
			<b>Gastos de Envío</b>	
<b>Tipo de Cambio Tomado:</b>			<b>TOTAL</b>	

**Enviar a:**  
 Nombre: \_\_\_\_\_  
 R.F.C: \_\_\_\_\_  
 Dirección: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 Ciudad \_\_\_\_\_ Estado: \_\_\_\_\_  
 País \_\_\_\_\_ C.P. \_\_\_\_\_  
 Teléfono:(lada) \_\_\_\_\_  
 Fax:(lada) \_\_\_\_\_

**Facturar a:**  
 Nombre: \_\_\_\_\_  
 R.F.C: \_\_\_\_\_  
 Dirección: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 Ciudad \_\_\_\_\_ Estado: \_\_\_\_\_  
 País \_\_\_\_\_ C.P. \_\_\_\_\_  
 Teléfono:(lada) \_\_\_\_\_  
 Fax:(lada) \_\_\_\_\_

---

**Depositar a:**  
 Instituto de la Potasa y el Fósforo, A.C.  
 Banamex TEC 100 Querétaro, Qro.  
 Sucursal 917  
 Cuenta: 6582 (Moneda Nacional)

**O bien:**  
 Banco de Crédito Rural del Centro S.N.C  
 Suc. 307  
 Cuenta:1004585-1(Moneda Nacional).

---

**Dirección:**  
 Ignacio Pérez No. 28 Sur Despacho 216  
 Colonia Carrizal C.P. 76000  
 Querétaro, Qro. México  
 Tel: (4) 2-15-16-29 y 2-15-61-03  
 Fax: (4) 2-15-16-38  
**E-mail: ininfos@infosel.net.mx**

---

# FORMA DE SUSCRIPCION

<b>FAVOR DE ESCRIBIRME A:</b>	<b>INFORMACIONES AGRONOMICAS</b> <input type="checkbox"/>	<b>BETTER CROPS*</b> <input type="checkbox"/>	<b>BETTER CROPS* INTERNATIONAL</b> <input type="checkbox"/>
<b>No. DE SUSCRIPTOR ( Solo para actualizar datos y si es NUEVO póngalo):</b>			
<b>NOMBRE:</b>			
<b>EMPRESA:</b>			
<b>REGISTRO FEDERAL DE CAUSANTES (RFC):</b>			
<b>PUESTO QUE OCUPA:</b>			
<b>DOMICILIO:</b>			
<b>COLONIA:</b>		<b>APARTADO POSTAL:</b>	
<b>CODIGO POSTAL:</b>			
<b>CIUDAD:</b>	<b>ESTADO, PROVINCIA O DEPARTAMENTO</b>		<b>PAIS:</b>
<b>TELEFONO (CLAVE DE LA CIUDAD):</b> ( ) ( )		<b>FAX (CLAVE DE LA CIUDAD):</b> ( ) ( )	

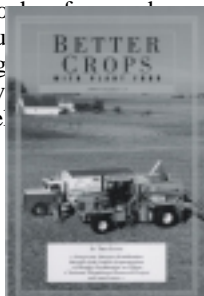
Estimado Lector para poder recibir la publicación trimestral de "Informaciones Agronómicas" gratuitamente y sin contratiempo, le pedimos de la manera más atenta se sirva llenar esta forma con sus datos completos y envíe por correo o vía fax a nuestras oficinas.

\*"Better Crops" y "Better Crops International" tiene un costo de suscripción anual de US\$ 10.00 cada una, favor de anexar ficha de depósito.

## BETTER CROPS WITH PLANT FOOD

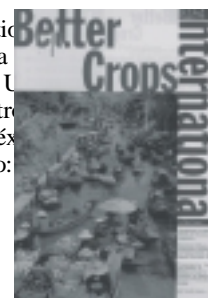
## BETTER CROPS INTERNATIONAL

Pocas publicaciones hoy en día pueden superar la calidad de "Better Crops with Plant Food"(BC) la publicación cuatrimestral de PPI. Esta revista creada en 1923, fue identificada con PPI cuando se fundó el Instituto en 1935. No es fácil de describir esta singular revista, ya que cuenta con una similitud entre los "journals" de investigación agronómica y las series de información de mercado. "Better Crops" es un vehículo de noticias de reportes de investigación relacionada con el Potasio, Fósforo, y el manejo de los nutrientes. Las reimpresiones de "Better Crops" son frecuentemente usadas en la industria agropecuaria para el desarrollo de programas de P y K. Aún cuando constantemente es usada por un amplio espectro de lectores en el área agrícola, los fertilizantes, la revista también sirve para las investigaciones y programas educativos de



Reintroducida en 1995, "Better Crops International"(BCI) busca atraer mas atención para expandir los programas internacionales de P y K. Después de 19 ediciones la publicación se dejó de editar en 1994. Sin embargo, fue muy claro que esta publicación estableció una identidad con la audiencia, así que en 1996 la publicación "Better Crops International" siguió de nuevo con un formato actualizado, aumentado y con una edición más amplia que nos da una revista mas llamativa. Se planean ediciones especiales que proveerán grandes puntos de interés sobre tópicos y programas agronómicos internacionales.

"Better Crops" y "Better Crops International" tienen un costo de US \$ 2.00 por cada copia y envío. La suscripción por 1 año es de US \$ 10.00 con gastos de servicio postal pagado, dentro de América. Solicítela a INPOFOS México por teléfono o a nuestro correo electrónico: [inpfos@infosel.net.mx](mailto:inpfos@infosel.net.mx)



# MONITOREO NUTRIMENTAL Y FERTILIZACION NITROGENADA: BASES PARA ALTOS RENDIMIENTOS Y CALIDAD DE BROCOLI CULTIVADO EN VERTISOLES RICOS EN POTASIO DE LA PARTE CENTRAL DE MEXICO<sup>1</sup>

Javier Z. Castellanos\*, Ignacio Lazcano F. \*\*, Anacleto Sosa Baldibia, Vicente Badillo y Salvador Villalobos

En el centro de México se cultivan más de 27,000 ha de brócoli en más de dos temporadas al año, que producen la mayor parte del brócoli que se exporta a Canadá, Japón y Estados Unidos. Para obtener altos rendimientos y buena calidad en el cultivo del brócoli, se requiere de un cuidadoso manejo de los nutrientes, para lo cual es necesario tener conocimiento de la demanda nutrimental del cultivo en sus diferentes etapas fenológicas. En la actualidad los estándares para juzgar el nivel nutrimental del brócoli en el Bajío (centro de México) se basan en literatura extranjera generada para Australia (Reuter y Robinson, 1986) ó Estados Unidos (Jones et al, 1991) en donde las condiciones de clima y suelo y las variedades mismas difieren de las que se cultivan en esta región agrícola. Además, no existe información sobre la disponibilidad de los nutrientes en los suelos Vertisoles del Bajío.

En respuesta a esta deficiencia de información, varios investigadores estudiaron el efecto de la fertilización nitrogenada en el rendimiento, acumulación de nutrientes y demanda por el brócoli a través de su ciclo de crecimiento en esta región.

En el estudio también se determinaron los niveles normales de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio en la planta de brócoli durante toda la época de crecimiento.

Desde 1996 hasta 1998 se llevaron a cabo tres experimentos de campo, cerca de Celaya, Guanajuato, en suelos franco arcillosos y arcillosos con un contenido de 2 a 2.2 por ciento de materia orgánica, 11 a 20 partes por millón (ppm) de fósforo, 600 a 900 ppm de potasio y en un intervalo de pH de 7.4 a 7.6.

Durante 1996 y 1997, fueron aplicadas distintas dosis de nitrógeno (0 a 400 kg/ha), fraccionadas de la siguiente forma: 20 % al momento de la siembra, 40 % treinta días después de la siembra y 40 % cuarenta y cinco días después de la siembra. A todos los tratamientos se les aplicó 80 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha y 300 kg K<sub>2</sub>O/ha al momento de la siembra. Durante el tercer año, el nitrógeno y el potasio fueron inyectados a través de un sistema de riego por goteo de acuerdo a la curva de demanda del cultivo y el fósforo fue agregado al momento de la siembra. Se incluyeron tratamientos con variaciones en la dosis de fósforo y potasio con un nivel de nitrógeno considerado óptimo para el crecimiento del cultivo.

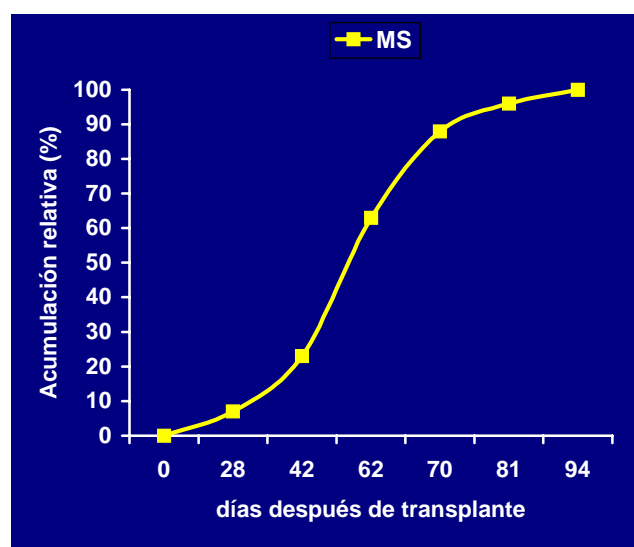
## Acumulación y demanda de nutrimentos

En la figura 1a y 1b se presenta la acumulación de biomasa total (BT) y nutrimentos en valores relativos en donde 100

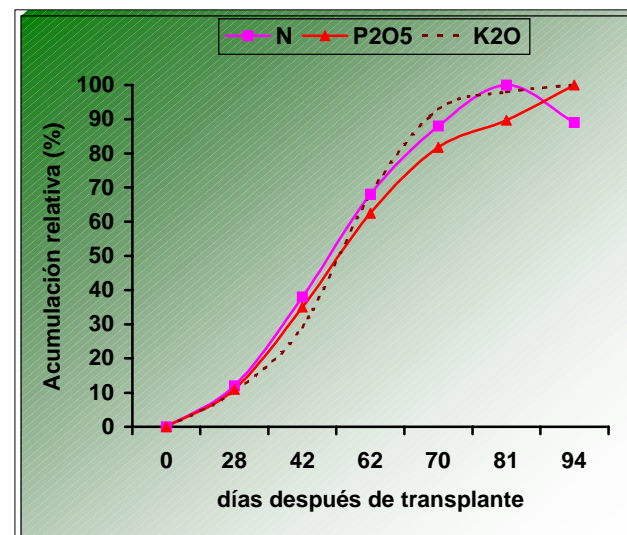
corresponde al valor máximo alcanzado durante el ciclo del brócoli en 1996.

Se puede notar que la acumulación de materia seca fue lenta al principio del desarrollo y comenzó a incrementarse aceleradamente desde el estado de 12 hojas hasta la pre cosecha (en este período se acumuló 73% del total de materia seca).

**Figura 1a** Curvas relativas de acumulación de biomasa (MS)total en brócoli cv. Legacy durante su ciclo de cultivo en Celaya 1996.



**Figura 1b** Curvas relativas de acumulación de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O en brócoli cv. Legacy durante su ciclo de cultivo en Celaya 1996.



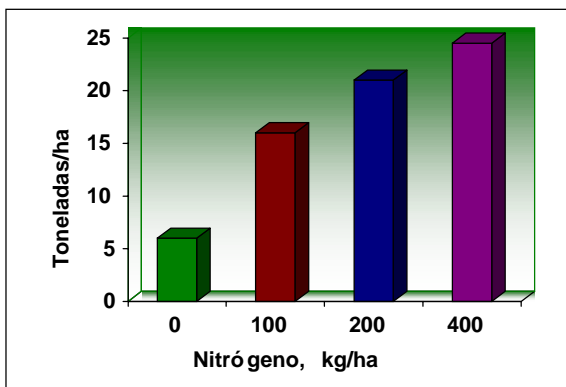
Con respecto a la acumulación de N, P y K se observa la misma tendencia, en los primeros 28 días después del transplante (DDT) se acumuló alrededor del 10% de cada nutriente, pero posterior a la etapa V6 la acumulación nutrimental comenzó a incrementar rápidamente encontrándose que durante el período de 12 hojas a pre cosecha el cultivo acumuló el 61 % de N, 55 % de P y 69 % de K.

La curva de acumulación de nutrientes es una guía que sirve para aplicar los fertilizantes en el momento que la planta los necesita y de esta forma optimizar el uso de los mismos. Se evitan pérdidas de rendimiento en el cultivo por falta de nutrientes y por otro lado se evitan pérdidas de fertilizantes por lixiviación.

### Efecto de la fertilización nitrogenada en el rendimiento

Los resultados del rendimiento de brócoli (apto para comercialización) obtenidos durante 1998 se muestran en la figura 2. Se encontró una respuesta significativa a la aplicación de nitrógeno arriba de 290 kg/ha. El rendimiento máximo de 24.5 toneladas/ha se obtuvo cuando se aplicaron 400 kg/ha de N. Se observaron tendencias similares durante 1996 y 1997. En otros estudios, los rendimientos máximos reportados van de 10 a 15 ton/ha (Rincón et al., 1997; Doerge and Thompson, 1997), estos autores reportaron una dosis óptima de 250 kg. N/ha para obtener un rendimiento de 9.5 ton/ha. En nuestro estudio, la dosis óptima fue mucho mayor como lo fue también el rendimiento, probablemente fue el resultado de condiciones más favorables de crecimiento y suelos ricos en potasio y calcio. No hubo respuesta a la aplicación de fósforo y potasio, ya que el análisis de suelo reportó niveles altos de ambos elementos (P-Olsen de 11 a 20 ppm y K intercambiable mayor de 600 ppm).

**Figura 2** Rendimientos de brócoli apto para la comercialización, en respuesta a diversas dosis de nitrógeno, en un sistema de fertirriego durante 1998.



### Niveles de suficiencia de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio en hoja

Se analizó tejido vegetal durante distintas etapas de desarrollo para determinar niveles de suficiencia para

nitrógeno y las concentraciones normales de nutrientes para fósforo, potasio, calcio y magnesio. Los resultados del análisis de la hoja más recientemente madura (4ta o 5ta hoja) se muestran en la tabla 1. El porcentaje de nitrógeno total desde las etapas iniciales de crecimiento hasta el inicio del botoneo osciló entre 5.5 - 6.5, reduciéndose a 6 y 5.5 al desarrollo del florete y entre 4 y 5 durante la etapa de pre cosecha. Valores de suficiencia menores en el desarrollo del florete han sido reportados por otros autores (Reuter and Robinson, 1986; Jones et al., 1991). Las concentraciones de P, K, Ca y Mg también decayeron conforme la planta maduró, pero en la etapa de desarrollo del florete los valores estuvieron dentro del intervalo reportado comúnmente en la literatura.

**Tabla 1.** Niveles de suficiencia de N-total, N-NO<sub>3</sub> y niveles normales de P, K y Mg en la hoja más recientemente madura de brócoli (intervalos promedio de tres años).

Etapa fenológica	N total	NO <sub>3</sub> -N	P	K	Ca	Mg
	%					
4-6 hojas	5.5 - 6.5	0.80 - 1.10	0.50 - 0.80	3.50 - 6.50	2.00 - 3.50	0.40 - 0.50
10-12 hojas	5.5 - 6.5	0.60 - 0.80	0.50 - 0.80	3.50 - 6.50	2.00 - 3.50	0.25 - 0.50
Inicio botoneo	5.5 - 6.5	0.35 - 0.60	0.45 - 0.80	3.00 - 5.00	1.00 - 3.50	0.20 - 0.45
Desarrollo florete	5.5 - 6.0	0.30 - 0.50	0.45 - 0.80	3.00 - 4.50	1.00 - 2.50	0.20 - 0.30
Pre cosecha	4.0 - 5.0	0.25 - 0.40	0.45 - 0.70	3.00 - 3.50	1.00 - 2.50	0.18 - 0.25

### Niveles de suficiencia de nitrato, fosfato y potasio en extracto celular y peciolo seco

Los niveles normales de nitrato-N (NO<sub>3</sub>-N), fosfato-P (PO<sub>4</sub>-P), y K en el peciolo de la hoja más reciente madura se presentan en la tabla 2. Los valores de NO<sub>3</sub>-N son similares a los reportados por Doerge y Thompson (1997) y por Gardner y Roth (1989). Los rangos normales de PO<sub>4</sub>-P se redujeron levemente al final de la temporada de crecimiento, pero los valores de K se redujeron por la mitad desde el inicio de la temporada hasta la pre cosecha.

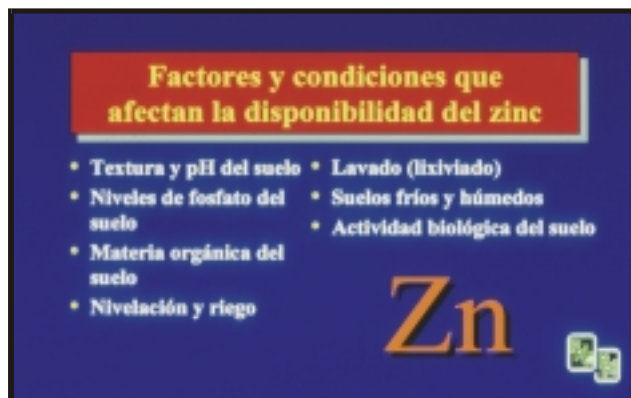
**Tabla 2.** Niveles de suficiencia de NO<sub>3</sub>-N y niveles normales de PO<sub>4</sub>-P y K en el peciolo seco de la hoja más recientemente madura de brócoli.

Etapa fenológica	NO <sub>3</sub> -N	PO <sub>4</sub> -P	K
	%		
4-6 hojas	1.50 - 2.00	0.45 - 0.55	6.50 - 9.20
10-12 hojas	0.80 - 1.80	0.35 - 0.50	6.50 - 9.00
Inicio botoneo	0.55 - 1.30	0.30 - 0.50	3.50 - 5.50
Desarrollo florete	0.50 - 0.80	0.30 - 0.45	3.00 - 5.00
Pre cosecha	0.25 - 0.40	0.30 - 0.40	2.80 - 4.00

En la tabla 3 se presentan los valores para extracto celular del peciolo. Se observa que los valores de nitrato-N son

*Continúa en la pag. 14*

## CONOZCA LA DEFICIENCIA DE ZINC\*



El Zinc (Zn) es uno de los 17 nutrientes esenciales para el crecimiento y reproducción de la planta. El Zn es clasificado como un micronutriente ya que la planta lo requiere en menor cantidad que otros nutrientes, pero es esencial. Si el suministro de Zn es limitado o pobre, los rendimientos del cultivo y la rentabilidad de la finca sufren y se reduce la utilización por el cultivo de otros nutrientes (como el nitrógeno) aplicados en los fertilizantes. Una pobre utilización de nutrientes, como consecuencia de un programa de fertilización desbalanceado, crea preocupación ambiental y disminuye la rentabilidad del cultivo.

Los suelos deficientes en Zn están presentes en toda Latinoamérica. Son especialmente comunes en áreas donde el pH del suelo es alto. Los suelos de pH alto ocurren naturalmente y el pH influye en la disponibilidad de la mayoría de los nutrientes, incluyendo al Zn. En suelos ácidos (pH bajo), se puede inducir deficiencia de Zn mediante la aplicación de cantidades altas de cal. En ambos casos se forman compuestos de Zn que son menos solubles en el suelo y menos disponibles para la planta.

Se ha notado que plantas que crecen en suelos con alto contenido de fósforo (P) y bajo contenido de Zn sufren más fuertemente la deficiencia de Zn. En algunas ocasiones se ha considerado equivocadamente que este síndrome se debe a una retención de Zn por el P. El aplicar P a un suelo con niveles adecuados de Zn no produce deficiencia de Zn.

Las deficiencias de Zn suelen ocurrir temprano en el ciclo de crecimiento particularmente cuando los suelos están muy húmedos. Esto se debe al lento crecimiento radicular comparado con el crecimiento de la parte aérea de la planta. El sistema radicular creciendo lentamente no puede absorber suficiente Zn para satisfacer las necesidades de tallo y hojas. En algunas ocasiones las plantas parecen controlar estas deficiencias a medida que crecen, pero el daño ya ha sido hecho y los rendimientos se han reducido significativamente. La mayor parte del Zn disponible en el suelo está asociado con la materia orgánica que se acumula en la capa arable. La nivelación, la labranza y la erosión pueden causar deficiencia de Zn en los cultivos, al exponer subsuelos bajos en materia orgánica, bajos en Zn nativo, o con alto pH.

Dos reglas generales con relación al comportamiento del Zn:

\*Tomado de nutritrivedades No. 8 PPLPPIC.FAR

1) suelos arenosos son frecuentemente más deficientes en Zn que suelos mas pesados y 2) suelos con pH alto (alcalinos), sin importar la textura, tienen mayor posibilidad de ser deficientes en Zn que suelos de pH bajo (ácidos). Pero recuerde que los suelos ácidos también pueden ser deficientes en Zn. Analice el suelo para estar seguro que está tomando en cuenta este importante nutriente.

### Funciones del Zn y síntomas de deficiencia

El Zn es esencial en el funcionamiento de muchos sistemas enzimáticos en la planta. Este elemento controla la producción de importantes reguladores de crecimiento que afectan el crecimiento y desarrollo de tejido nuevo. Uno de los primeros indicadores de deficiencia de Zn es la presencia de plantas pequeñas que resultan de la escasez de reguladores de crecimiento. Los síntomas de deficiencia de Zn pueden incluir:

plantas pequeñas  
áreas de color verde claro entre las nervaduras de las hojas nuevas  
hojas pequeñas  
entrenudos cortos  
bandas anchas de color blanco a cada lado de la nervadura central en las hojas jóvenes de maíz y sorgo.

### Como resolver el problema de la deficiencia de Zn

Las recomendaciones de Zn varían considerablemente de cultivo a cultivo. Los análisis de suelo y foliares son herramientas importantes para diagnosticar y corregir las deficiencias de Zn. Es mejor corregir las deficiencias de Zn antes o cuando se siembra el cultivo. El Zn puede aplicarse al suelo al voleo o en banda. Las aplicaciones anuales al voleo pueden requerir de 10 a 20 kg de Zn/ha y esta aplicación puede durar de 4 a 5 años. Las aplicaciones anuales en banda pueden requerir solamente de 3 a 4 kg/ha. Las dosis a aplicarse dependen del contenido de Zn del suelo y del cultivo.

En suelos de pH alto, donde se espera inmovilización del Zn, o cuando se presentan situaciones de emergencia en un cultivo específico, se puede aplicar Zn en aspersiones foliares.

Las aspersiones foliares generalmente requieren de 0.5 a 1.0 kg de Zn/ha.

Fuentes fertilizantes con zinc

Fuente	% Zn
Sulfatos de zinc (hidratados)	23-36
Oxido de zinc	78
Sulfato básico de zinc	55
Complejos amonio-zinc	10
Quelatos de zinc	9-14
Otros orgánicos	5-10

levemente mas altos al inicio del desarrollo que los propuestos por Kubota et al. (1997), pero similares a partir de la mitad hasta el final de la etapa de crecimiento. Literatura que reporte niveles normales de P y K es muy limitada y los datos en la tabla 3 son solo para guía general. Por otro lado, la falta de respuesta del cultivo a estos nutrientes no permite una determinación exacta de los valores críticos en estos experimentos.

**Tabla 3.** Niveles de suficiencia de NO<sub>3</sub>-N y niveles normales de PO<sub>4</sub>-P y K en extracto celular del peciolo de la hoja mas recientemente madura de brócoli.

Etapa fenológica	NO <sub>3</sub> -N	PO <sub>4</sub> -P	K
	----- mg/L -----		
4-6 hojas	1,500 – 2,000	130 – 200	4,000 – 6,500
10-12 hojas	1,000 – 1,900	120 – 200	3,000 – 6,000
Inicio botoneo	800 – 1,500	100 – 120	2,500 – 5,500
Desarrollo florete	700 – 1,000	100 – 120	2,500 – 4,000
Precosecha	300 - 600	80 - 120	2,200 – 4,000

La mayoría de las referencias literarias reportan concentración de nutrientes al desarrollo del florete o en plantas maduras, lo cual no permite corrección de las deficiencias durante la etapa de crecimiento del cultivo. Datos sobre el estado nutrimental en las etapas tempranas de crecimiento han probado ser útiles en diagnosticar problemas de deficiencias en tiempo para corregirlas durante la época de crecimiento. Con ayuda de los resultados de este estudio es posible para los productores de brócoli del bajío monitorear el estado nutrimental del cultivo a lo largo de todo su desarrollo y hacer las correcciones de nutrientes necesarias para así obtener mejores rendimientos.

**Bibliografía**

Rincón, L., J. Sáez, J.A. Perez, M.D. Gómez. 1997. Crecimiento y absorción de nutrientes de brócoli. Memorias del Primer Congreso Ibérico de Fertiirrigación. Soc. Española de Ciencias Hortícolas 9185-193. Madrid, España.

Jones, B., B. Wolf and H.A. Mills. 1991. Plant Analysis Handbook. Micro Macro Publishing, Inc. Athens, GA. USA.

Gardner, B.R. and R.L. Roth. 1989. Midbrid nitrate concentrations as a means for determining nitrogen needs of broccoli. Journal of Plant Nutrition. 12:111-125

Doerge, T.A. and T.L. Thompson. 1997. Optimizing water and fluid nitrogen inputs for subsurface trickle irrigated broccoli and cauliflower. 1997 Fluid Forum Proceedings. Scottsdale, Arizona. Fluid Fertilizer Foundation. p. 104-113

Kubota, A., T.L. Thompson, T.A. Doerge and R. Godin. 1997. A petiole sap nitrate test for broccoli. Journal of plant nutrition. 20:669-682

Reuter, D.J. and J.B. Robinson. 1986. Plant Analysis and interpretation manual. Inkata Press. Melbourne, Australia. p. 155

\*Investigador del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP). Apartado postal 112, Celaya, Gto. , México C.P. 38000

\*\*Director INPOFOS México y Norte de Centro América.



# Breves Agronómicas



POTASH & PHOSPHATE  
INSTITUTE  
SUITE 110  
655 Engineering Drive  
Norcross, Georgia, U.S.A.  
30092-2821  
Phone (404) 447-0335



POTASH & PHOSPHATE  
INSTITUTE OF CANADA  
SUITE 704-CN Tower  
Midtown Plaza  
Saskatoon, Saskatchewan  
S7K 1J5 Canada  
Phone (306) 652-3535



FOUNDATION FOR  
AGRONOMIC  
RESEARCH  
SUITE 110  
655 Engineering Drive  
Norcross, Georgia, U.S.A.  
30092-2821  
Phone (404) 447-0335

## PREVIENIENDO PROBLEMAS DE FERTILIDAD EN EL 2000 ... Y MAS ADELANTE

Cliff. Snyder

**A pesar de los bajos precios de los productos agrícolas, muchos agricultores están encontrando formas de fertilizar sus campos para obtener altos rendimientos en el 2000.** Para otros tal vez sea hora de reevaluar las necesidades actuales de fertilidad de sus suelos, comparando rendimientos y remoción de nutrientes contra los nutrientes agregados con fertilizantes y/o estiércoles, compostas etc. La primera pregunta que hay que hacerse es: ¿Qué rendimiento puedo obtener con las mejores prácticas agronómicas y buen clima?. La segunda pregunta sería: ¿Qué dicen los análisis de suelos de lo que necesito para maximizar la probabilidad de alcanzar los rendimientos proyectados?.

**Durante años, muchos agrónomos con experiencia han abogado para que los agricultores vean más allá de un año con respecto al manejo de la fertilidad del suelo, especialmente en tierras que no son rentadas o alquiladas.** Tal vez sea tiempo de considerar un programa de fertilidad que no sea sólo para "irla pasando".

Análisis de suelo realizados recientemente en algunos estados claves en los Estados Unidos de América, indican que la tendencia de los niveles de fósforo y potasio es cada vez menor; y por lo tanto es necesaria una fertilización que no sea sólo de mantenimiento. El pasado otoño e invierno la mayoría de los laboratorios en los Estados Unidos observaron un incremento en el número de muestras de suelo que indican la necesidad de darle prioridad al mejoramiento de la nutrición de la planta. Muchos laboratorios públicos y privados ofrecen recomendaciones para incrementar los niveles de fertilidad del suelo de bajos a medios y hasta a altos en un espacio de cuatro a ocho años. Una vez que el nivel de fertilidad del suelo se ha conseguido, algunos erróneamente pueden creer que es tiempo de dejar de fertilizar. Por el contrario los niveles de fertilidad del suelo deben de mantenerse con dosis de fertilizante que vayan de acuerdo a la remoción de nutrientes de los cultivos. Estas dosis y recomendaciones son consideradas programas de mantenimiento.

**Con toda la incertidumbre inherente a la agricultura, los agricultores tienen la oportunidad de estar relativamente seguros de que los niveles de fósforo y potasio en el suelo no limiten sus rendimientos.** Limitar el fósforo y el potasio puede significar una respuesta limitada de nitrógeno, disminución de la eficiencia en el uso del nitrógeno y potencial de incrementar el nitrato en el suelo, lo que podría tener un impacto negativo en los mantos friáticos o en las aguas superficiales. Niveles altos de fertilidad les permite a los agricultores más flexibilidad en el manejo de otros insumos, mientras disminuye los riesgos de pérdidas en rendimiento y rentabilidad.

**Durante la década pasada las tendencias en la mayoría de los campos agrícolas de los Estados Unidos reflejaron un incremento en los rendimientos.** Mayores rendimientos y rentabilidad no pueden ser sostenidos sin atención a las necesidades de fertilidad. Una vez que los niveles del suelo caen de niveles medios a bajos, puede tomar varios años llevarlos de regreso a niveles óptimos. Por ejemplo, para elevar el nivel de fósforo asimilable en un kilo, puede tomar de 14 a 32 kilogramos de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> por hectárea y para elevar el nivel de potasio asimilable en un kilo se pueden llevar de 9 a 18 kilogramos de K<sub>2</sub>O por hectárea; después de considerar la remoción por el cultivo. El manejo de la fertilidad de toda el área puede refinarse en un programa de manejo de fertilidad específico para cada sitio, especialmente donde los monitoreos de rendimiento indiquen una variación considerable en los rendimientos y consecuentemente, variaciones en la remoción de nutrientes. Identificar las áreas de mayor respuesta puede ayudar a priorizar la apropiada fertilización de fósforo y potasio, en balance con otros nutrientes, para así incrementar las ganancias y reducir costos por kilo producido.

**Anticipando el potencial de mayores rendimientos con híbridos y variedades mejoradas, muchos agricultores están en la posición de satisfacer las necesidades nutrimentales actuales y futuras de sus cultivos.** Para aquellos que han estado disminuyendo la fertilidad de sus campos en los últimos años, tal vez es tiempo de cambiar estrategia. Muchos agricultores con experiencia y de éxito pueden atestiguar que poner atención a los detalles regularmente aumenta las ganancias. **¡Ahora es cuando muchos agricultores pueden prevenir problemas de fertilidad de suelos en el 2000 y más adelante!**

\*Midsouth Director, PPI. P.O. Drawer 2440, Conway, AR 72033-2440



## CONOZCA LA DEFICIENCIA DE: ZINC

### Remoción de micronutrientes (g/ha) en la porción cosechada

Cultivo	Rend, t	B	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn
Aroz	5	60	20	810	600	2	215
Maíz	4	36	20	120	36	—	60
Mami	2	—	60	480	400	—	—
Alfalfa	12	600	120	1,200	600	24	830
Citricos	48	120	120	600	140	2	60



INVESTIGACION  
**INPOFOS** K  
EDUCACION P

RESEARCH  
**PIPE**  
EDUCATION