

# INFORMACIONES AGRONOMICAS



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

*Edición para México y Norte de Centroamérica*

**Volumen 1, Número 7**

**Octubre 1996**

## CONTENIDO

	Página
El Potasio... <i>Esencial para un buen rendimiento en la caña de azúcar</i>	1
Brócoli <i>Mejores Rendimientos Balanceando su Fertilización N,P, K y Mg.</i>	7
El Encalado... <i>Una buena parte de la solución al problema de los bajos rendimientos del maíz de la Fraylesca, en Chiapas.</i>	10
<b>Breves Agronómicas</b>	
• <i>La Aplicación de Fósforo en el Alfalfa</i>	12
• <i>Un suelo altamente productivo es siempre un suelo Fértil.... Sin embargo:</i>	13
<b>Factores de Conversión de Utilidad</b>	14
<b>Publicaciones de INPOFOS</b>	15

### INPOFOS A. C.

Editor: Ignacio Lazcano-Ferrat  
Diseño: Verónica Vargas Coronel

## *El Potasio... Esencial para un buen rendimiento en la caña de azúcar*

Adaptado por  
Ignacio Lazcano-Ferrat.

### **Introducción:**

El Potasio es requerido por la caña de azúcar en grandes cantidades. Es más, el potasio es el nutriente que **más** utiliza la planta de la caña de azúcar. Su demanda por este cultivo puede ser mayor a 800 kg. por hectárea. Una cosecha de 100 toneladas remueve (consume) del suelo un promedio de 220 kg. de  $K_2O$ .

Como sabemos, las funciones del potasio son muchas; se conoce que el potasio es requerido para formar la estructura celular, en la asimilación de carbono, la fotosíntesis, la síntesis de proteína, formación de almidón, translocación de azúcares y proteínas, la economía del uso del agua, el desarrollo normal de la raíz y muchas otras funciones en la vida de las plantas.

El uso del potasio como fertilizante se ha multiplicado rápidamente en la medida que los productores de caña de azúcar se dan cuenta de los síntomas de la deficiencia de este elemento y

pueden comprobar la respuesta de la caña de azúcar a este importante nutriente. Incrementos en rendimiento de caña y de azúcar se pueden observar al usar dosis altas de fertilizantes potásicos especialmente en los suelos fuertemente lixiviados de las zonas tropicales de México y Norte de Centro América. Las nuevas variedades, de altos rendimientos, son capaces de producir mas caña y azúcar por hectárea si su nutrición está mejor balanceada en N P y K.

### **El Papel del Potasio en el Crecimiento de la Caña de Azúcar.**

La acumulación de potasio en las hojas de la caña se incrementa hasta que se llega a un máximo de producción de follaje. Después de que la producción foliar finaliza, la cantidad de potasio en la planta de la caña se mantiene constante hasta que el número de hojas activas disminuye durante el proceso de maduración. La planta de la caña puede sufrir de deficiencia de potasio aún en suelos que reportan altos contenidos de este elemento. Especialmente si estos suelos son del tipo pesado (arcillosos), con poca estructura, de alta densidad o compactación debida al tráfico de equipo agrícola y con cantidades relativamente altas de calcio y/o alta saturación de sodio. El oxígeno disponible para las raíces en esos suelos siempre es bajo. Además, la dificultad de obtener potasio en cantidades adecuadas en esos suelos se incrementa con altos contenidos de humedad y/o bajas temperaturas.

**Así, considere siempre adiciones suficientes de potasio aplicado en banda cerca de la raíz de la planta en este tipo de suelos.**

El potasio juega un papel muy importante como catalizador dentro del metabolismo de las plantas y generalmente se encuentra donde existe transferencia de energía dentro de la planta. El potasio 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 potasio incrementa la dureza de las paredes celulares en los tejidos de las plantas, logrando así, una disminución en el acame (caída de la planta al suelo) de los tallos de la caña de azúcar. El mantener la caña de azúcar erecta es muy importante para la cosecha mecanizada y además, también hace más eficiente la cosecha manual.

La fotosíntesis disminuye con incrementos en la deficiencia de potasio. Pérdidas significativas en el rendimiento de azúcar se pueden dar aun cuando no existan síntomas visibles de deficiencia de potasio.

La **tabla 1** presenta resultados obtenidos comparando síntomas visuales y el % de potasio en las hojas y su efecto en la fotosíntesis.

**Tabla 1.- Comparación de síntomas visuales, contenido foliar de potasio y eficiencia de la fotosíntesis en la caña de azúcar.**

Síntoma Visual en Campo	% de Potasio en Hojas	Eficiencia de la Fotosíntesis*
Control, bien nutrido	1.70- 1.73	100%
Sin síntomas, bajo en K.	0.91	90%
Con margen de hojas cafés.	0.40	14-20%

\* La eficiencia de la fotosíntesis comparada con el control bien nutrido.

---

---

## **El 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 en el campo. La deficiencia de fósforo no ha mostrado tener un efecto significativo en la velocidad de translocación de azúcares, la deficiencia de nitrógeno tiene un efecto intermedio, mientras que la falta de potasio puede bajar la eficiencia del transporte de azúcares por debajo de la mitad comparada con el control. Sin una cantidad adecuada de potasio una buena parte del azúcar, puede terminar en las hojas en lugar de cosechado en el tallo.

## **El Papel del Potasio en la Eficiencia del Uso del Agua por la Planta.**

Las plantas consumen grandes cantidades de agua y la caña de azúcar no es la excepción. Es más, la caña de azúcar está considerada como uno de los cultivos que más agua consumen. Con un promedio de 12 hojas por tallo y 80,000 tallos por hectárea, este cultivo presenta una cobertura foliar de aproximadamente 96,000 m<sup>2</sup> /ha. O lo que es lo mismo diez veces la superficie de suelo (de una hectárea) que ocupa 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 oscuridad. El potasio controla en parte la

hidratación de las células de los estomas. Cuando el potasio está deficiente, se produce un desajuste en el control de los estomas y estos no 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 tiene como resultado una disminución en la tasa de crecimiento (desperdicio de N) y una baja en la concentración de azúcar en el tallo de la planta. Así, la falta de potasio en la caña de azúcar resulta en la reducción de 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 potasio son de color verde oscuro comparadas con las hojas viejas (amarillentas). Ambas, las hojas jóvenes y las maduras parece que se originan de un mismo punto de crecimiento - una característica clásica de las plantas que no están creciendo (conocido como escoba de bruja).

Las plantas de caña de azúcar que sufren por deficiencia de potasio muestran una depresión del crecimiento, tallos mas delgados. Es clásico observar un amarillamiento y desarrollo de marchitez en los márgenes de las hojas maduras y viejas de la parte de abajo de la planta lo que ocasiona que la hoja muera prematuramente. Esto reduce el área foliar verde donde se realiza la fotosíntesis y limita la cantidad de azúcares producidos por el cultivo. Las hojas mas viejas desarrollan un color amarillo-naranja con muchos puntos cloróticos en la lámina de la hoja. Después, estos puntos se transforman en manchas cafés con centros necróticos. Al irse generalizando estos puntos, el bronceado café de los puntos se extiende por toda la hoja con una coloración rojiza que se presenta principalmente en las células de la epidermis de la parte de

“arriba” de la lámina de la nervadura central de la hoja. Al final las hojas empiezan a morir a partir de los márgenes y puntas.

### El Análisis de Suelo y de Planta Como Guías de la Necesidad de Potasio

Los análisis de suelo y planta son usados para determinar las dosis óptimas de fertilización en prácticamente todas las regiones cañeras del mundo. Sin embargo, como se mencionó anteriormente, la planta de la caña de azúcar puede sufrir por deficiencia de potasio aún en suelos que según el análisis de suelo contiene altos niveles de este nutriente. Por esta razón, el análisis de planta ofrece una valiosa ayuda cuando queremos determinar el estado nutricional de la caña de azúcar. Además el análisis foliar nos puede indicar la falta de disponibilidad de este nutriente (K) en el suelo y así auxiliar en la determinación de los niveles críticos de respuesta por el cultivo. La tabla 2 muestra los niveles críticos de potasio para plantas deficientes y no deficientes y para diferentes partes de la planta utilizado en diferentes países.

La caña de azúcar tiene una alta demanda de K y las reservas naturales de K se pueden perder en

**Tabla 2.- Niveles Adecuados y Niveles Críticos de Potasio en la Planta de la Caña de Azúcar Según diferentes fuentes y Países.**

Niveles Adecuados de K Foliar (ppm)					
Peso Seco (%) *		Hoja o	Edad	Corrección	País o
Crítico	Optimo	Tejido Usado	Hoja (meses)	(kg K/ha)	Estado
0.62	0.62-1.45	3	6	99	Brasil
1.00	>1.50	1	3	165	Costa Rica
0.90	1.00-1.60	1, sin n central	4-6	154	Florida
1.20	---	1	4	---	Guayana
0.42	0.42-0.56	Indice K-H <sub>2</sub> O**	2-24	0-330	Hawai
1.00	1.25-1.75	2	3	74	Lousiana
0.62	1.05-1.45	1	4-6	---	Mauricio
1.00	1.65-2.00	1	3	93-279	Puerto Rico
1.05	1.05-1.29	3	3-9	---	S. Africa
---	1.04-1.39	1	4-5	---	Texas

\*Resultados calculados en base a peso seco. \*\* Indice K-H<sub>2</sub>O = contenido de K en las vainas 1 a 4, expresado en base a peso húmedo.

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. En suelos arenosos, la lixiviación de K puede ser alta, pero en otros suelos las pérdidas de K son pequeñas. Las plantas deficientes de K son menos resistentes a las enfermedades y a la sequía.

### La Fertilización con Potasio en Caña de Azúcar

Para obtener altos rendimientos y buena calidad de jugos, la planta de la caña de azúcar requiere de igual o mayor cantidad de potasio que de nitrógeno y fósforo. En la mayoría de los 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 nitrógeno que utilizan. Esto ocasiona que la eficiencia del fertilizante nitrogenado que se está aplicando se vea disminuida y además la producción de sacarosa sea menor por tonelada de caña producida.

El nitrógeno produce principalmente más toneladas de caña por hectárea - una cantidad cuyo efecto puede ser medido fácilmente por cualquier agricultor. Por otro lado, el potasio, ayuda principalmente en la producción de sacarosa, y como consecuencia ayuda en la recuperación de sacarosa por tonelada molida en fábrica. **Calidad en vez de cantidad es lo que aporta una mejor fertilización con potasio. 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 ejemplifica el efecto del balance N:P:K. Para mejorar los rendimientos de azúcar por hectárea. **El balance en la fertilización es absolutamente esencial para optimizar la productividad de la caña de azúcar.**

Si como resultado de una inadecuada fertilización con potasio existe una deficiencia de este nutriente, la caña cosechada presentará las siguientes desventajas:

- Desperdicio de fertilizante nitrogenado y fosforado.
- Altos niveles de humedad en caña.
- Alto % de azúcares reductores.
- Bajo % de sacarosa en caña.
- Mayor cantidad de caña requerida para producir una tonelada de sacarosa.
- Menor eficiencia en fábrica.
- Menores ganancias \$\$\$\$ para el agricultor y la fábrica.

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

Tratamiento kg/ha			Resultados		
N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Caña tons/ha	Azúcar kg/ton de Caña	Azúcar tons/ha.
0	120	0	57	116	6.61
180	120	0	82	103	8.45
180	120	180	88	115	10.12

Lo anterior se puede observar en la tabla 4. Incrementando el contenido de K de 0.68% a 1.47% en los entrenudos 8-10 del tallo el rendimiento se incrementó solamente 16 tons./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.

La mayoría de los fertilizantes para la caña son aplicados a la siembra junto con la semilla. La fertilización a mediados de temporada (extra) con nitrógeno y potasio se deben de usar cuando se han recomendado aplicaciones fuertes de nitrógeno y potasio, 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 después de la siembra es durante el ultimo cultivo antes de que cierre el surco y la maquinaria no pueda entrar al campo; generalmente la fertilización complementaria debe de hacerse justo antes del momento de mayor crecimiento/día de la planta.

Las socas y resocas se fertilizan generalmente a ambos lados de la hilera de plantas después de la cosecha a una profundidad de entre 10 y 20 cm. En suelo húmedo para minimizar pérdidas y maximizar 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 nitrógeno y pérdidas de N,P y K por erosión o lavado superficial. El potasio y en especial el fósforo (P) pueden ser “fijados” en la parte superficial de algunos suelos, haciéndolos no disponibles para la planta. Hay que recordar que las raíces de la caña de azúcar no crecen hacia la superficie del terreno; así entonces, la incorporación de los fertilizantes cerca de las raíces de la planta reviste una labor muy importante a realizar durante el manejo del cultivo de la caña de azúcar.

La cantidad de potasio a utilizar debe ser la suficiente para mantener un crecimiento óptimo y así mantener las tasas de crecimiento necesarias cuando el cultivo se encuentra en su máximo desarrollo diario, esto puede llegar a ser cuando la caña produce entre 16 y 20 ton/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. Si el potasio no se encuentra en cantidades adecuadas, la recuperación de nitrógeno no es eficiente. La relación caña/azúcar no es la adecuada y esto ocasiona menores ganancias para el agricultor y la fabrica.

**Recuerde: Los ahorros que reducen el rendimiento se convierten en costos que reducen las ganancias.**

**Bibliografía:**

D.L. Anderson y J.E. Bowen (1994) Nutrición de la Caña de Azúcar. Instituto de La Potasa y El Fósforo A.C.. Quito Ecuador.

R.P. Humbert (1977) Sugarcane. En; Diagnosis and Correction of Potassium Deficiency in Major Tropical Crops. Second De. The Potash and Phosphate Institute, S.E. Asia Program.

PPI, PPIC, FAR (1990).

**Tabla 4.- Calidad de la Caña de Azúcar con Diferentes Niveles de N y K indicado por el muestreo y análisis pre cosecha de entrenudos 8-10 en caña de 24 meses en Hawaii.**

% K	% N	% Agua	Azúcares Reductores	Pureza	Caña Tons/ha	Tons de Caña por Ton de Azúcar	Tons de Azúcar por Ha.
0.68	0.42	80.7	11.8	81.7	162	10.62	15.2
1.22	0.25	77.10	6.4	85.2	195	9.64	20.0
1.47	0.19	75.30	5.7	88.2	176	7.13	25.1

Fin.

**Recuerde:**

Para poder seguir enviando la publicación de Informaciones Agronómicas gratuitamente sin contratiempo, le pedimos de la manera mas atenta envíe sus datos completos vía fax o por correo a nuestras oficinas.



---

---

# BROCOLI

## *Mejores Rendimientos Balanceando su Fertilización N,P, K y Mg.*

*Por*

*Hamlet Chirinos U. e Ignacio Lazcano-Ferrat*

---

Un aspecto crítico en la producción de hortalizas es la escasa ó nula información que existe respecto a las dosis precisas de fertilización y forma de aplicación de nutrientes. La mayoría de los agricultores basa su fertilización en altas dosis de nitrógeno y dosis variables de fósforo, descuidando otros nutrientes de igual importancia como lo son el Potasio y el Magnesio. Además, el continuo desbalance de nutrientes aplicados al suelo perjudica la fertilidad natural de este y por ende la absorción en forma desproporcionada de nutrientes por el cultivo.

Con la finalidad de determinar el estado nutricional de suelos contrastantes así como la respuesta del brócoli a la fertilización balanceada se inició una serie de experimentos establecidos en varios Ranchos del Estado de Querétaro, México.

Los análisis de suelo y análisis foliares obtenidos con anterioridad, así como el comportamiento visual de los cultivos con su historial de fertilización, permitió diseñar experimentos sencillos, siguiendo la tecnología de producción de los agricultores, solamente variando la fertilización utilizada en forma tradicional.

Los experimentos aquí reportados incluyeron 4 tratamientos basados en la información de los análisis de suelo y la experiencia del agricultor: el tratamiento 1 consistió en la fertilización tradicional usada por el Productor; el tratamiento 2 en la fertilización recomendada basada en la información técnica y los tratamientos 3 y 4 idénticos a los tratamientos anteriores pero suplementados con ácidos húmicos y

micronutrientes. Los cuatro tratamientos dispuestos en un diseño de Bloques Completos al

Azar con 4 repeticiones. El tamaño de parcela experimental fue de 90 m<sup>2</sup> y la parcela útil para cosecha fue de 45 m<sup>2</sup>. El manejo de las parcelas siempre fue idéntico al que aplicó el agricultor. A continuación se presentan los tratamientos y resultados obtenidos en el Rancho El Riscal de Querétaro, Qro.:

### *Rancho el Riscal de Querétaro*

El experimento aquí presentado es solo una muestra de los trabajos que se están realizando con este cultivo en la región de El Bajío, México. Las pruebas se llevaron a cabo en un suelo de baja fertilidad, de textura arcillo arenosa, pobre contenido de materia orgánica, bajo nivel de fósforo disponible, bajo nivel de potasio y bajo contenido de magnesio, elevado contenido de calcio y en general niveles bajos de micronutrientes; es un suelo con elevado contenido de carbonatos insolubles (suelo calizo), presentando algunos desórdenes en su nivel de fertilidad.

Uno de los objetivos de este experimento fue el de obtener información que ayude a definir si existe o no sobre fertilización con nitrógeno. Además, se probaron diferentes fuentes de fertilizante nitrogenado. Se comparó el nitrógeno en forma de sulfato de amonio (S.A) en dosis de 440 Kg de N con Urea (U) en dosis de 360 Kg de N y balanceando el azufre con sulfato de potasio y sulfato doble de potasio y magnesio (K-Mag). Por otro lado las condiciones de fertilidad de este suelo ofrecen ventajas para obtener buena

respuesta a las aplicaciones de fósforo, potasio y magnesio.

Los tratamientos y resultados en el Rancho El Riscal se pueden observar en el cuadro 2.

Cuadro 2.- *Efecto de la Fertilización balanceada sobre el Rendimiento y Calidad de Brócoli var. Pirata. Fecha de inicio/término: del 25 de junio al 24 de Septiembre de 1996.*

No. de Tratamiento	Rendimiento				Total		
	Kg/ha				Gdo.1 Gdo. 2 Gdo1 + Gdo 2		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	MgO			
1	440 (SA)	74	74	00	8444	2222	10666
2	360 (U)	234	143	42	9733	2911	12644
3	440 (SA)	74	74	00	7844	2000	9844
	+ 7 l de Carbovit+7 l. Vitam						
4	360 (U)	234	143	42	11089	2400	13489
	+ 7 l. de Carbovit+7 l. Vitam**						

\* Las fuentes de fertilizante usado fueron Urea (U), Sulfato de amonio (SA), MAP (11-52-00), Fórmula triple 17 y K-Mag\*\* (0-0-22-11-22) .\*\* Marcas Registradas

Los análisis foliares realizados en brócoli durante el ciclo anterior, fueron muy importantes para identificar niveles bajos de estos nutrientes, así como también de micronutrientes, especialmente hierro.

Los tratamientos 1 y 3: 440 (S.A.)-74 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> -74 kg de K<sub>2</sub>O -00 de MgO sin y con ácidos húmicos y micronutrientes, resultaron con los más bajos rendimientos 10,666 y 9,844 kg/ha respectivamente. Los mayores rendimientos se obtuvieron con los tratamientos 2 y 4, esto es: 360 kg de nitrógeno (U)--234 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>--143 kg de K<sub>2</sub>O y 42 kg de MgO sin y con ácidos húmicos y micronutrientes respectivamente. El rendimiento mas alto de 13,489 Kg/Ha correspondió al tratamiento 4. Esto indica una respuesta favorable a la aplicación de fósforo, potasio, magnesio y micronutrientes combinados con nitrógeno en forma de Urea en la dosis mas baja utilizada. **Los resultados indican que aún usando dosis altas de nitrógeno teniendo como**

8

frente el sulfato de amonio, no existe respuesta al nitrógeno si este no se acompaña con dosis mas altas y balanceadas de fósforo, potasio, magnesio y micronutrientes.

**Conclusiones:**

1. Los resultados reportados en este trabajo dan evidencia que afirman que suelos de fertilidad desbalanceada, utilizados para la siembra de brócoli en el Estado de Querétaro, están siendo sobre-fertilizados con nitrógeno.
2. Las dosis de nitrógeno utilizadas tradicionalmente por el agricultor deben ser revisadas mediante pruebas que incrementen su eficiencia junto con otros nutrientes como el fósforo, el potasio y el magnesio.
3. El disminuir la cantidad de nitrógeno aumentando las dosis de potasio en suelos con fertilidad media o baja, puede tener efectos positivos en el rendimiento y la calidad del brócoli.
4. En suelos de baja fertilidad o desbalance de nutrientes no se recomienda aplicar altas cantidades de nitrógeno (no aplicar 400 Kg de N o mas).
5. El balancear la fórmula de fertilización con potasio y magnesio es muy recomendable.
6. Basados en estos resultados preliminares, se puede definir que las proporciones de N:P:K para el cultivo del brócoli en esta región deben de mantenerse entre 2.5:1.5:1 y 3:1:1.
7. Bajo condiciones de baja fertilidad de suelo o cuando este presente la deficiencia de Magnesio es indispensable utilizar una fuente de magnesio soluble y mantener una proporción K:Mg de alrededor de 3:1.
8. Es indispensable mantener un monitoreo de los suelos mediante análisis detallado por lo menos cada dos años y confirmar la respuesta a la fertilización con muestreo



---

foliar y estudios comparativos de rendimientos a través del tiempo. El Ing. M.C. Hamlet Chirinos Profesor de Edafología y Uso y manejo de Suelos del ITESM CQro.. durante 15 años y actualmente funge como consultor de la Asociación de - Agricultores y Ganaderos del Estado de Querétaro y del Patronato de Apoyo a las Investigaciones Agrícolas, Pecuarias y Forestal del Estado de Querétaro (PIAFEQ).

Los resultados presentados en este artículo son resultados parciales del proyecto titulado: **“DETERMINACION DEL ESTADO NUTRICIONAL MINERAL Y FERTILIZACION BALANCEADA DE CULTIVOS HORTICOLAS DEL ESTADO DE QUERETARO”**.

Este Proyecto a sido financiado por el Instituto de la Potasa y el Fósforo A.C. a través de

convenio con el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey Campus Querétaro y el PIAFEQ.

Para mayores informes favor de comunicarse a las oficinas del INPOFOS o directamente con la Asociación de Agricultores y Ganaderos del Estado de Querétaro.

Se agradece de especial manera la colaboración de los buenos agricultores de los ranchos **El Riscal y San Nazario de Querétaro**. Sin ellos estos resultados no podrían haberse obtenido. Solo esperamos que los datos aquí expuestos sean de utilidad para el agricultor de la región.

FIN

---

## FUN WITH THE PLANT NUTRIENT TEAM



Dentro de los proyectos del Instituto de la Potasa y el Fósforo, “Fun With de Plant Nutrient Team” es un programa que está dirigido a los niños de nivel primaria que llevan como segundo idioma el inglés.

“Fun With The Plant Nutrient Team” , se está promoviendo en escuelas primarias de México y el Norte de Centroamérica.

Este programa puede integrarse fácilmente a los programas de ciencia para ayudar a los pequeños a saber que es mejor para el medio ambiente y para el mundo que nos rodea.

El programa está teniendo éxito ya que está concientizando a los niños de lo importante que es cuidar el suelo y el medio ambiente así como nutrir bien a las plantas. Recordemos....ellos pueden ser los futuros agricultores y/o especialistas en agricultura.

## EL ENCALADO...

*Una buena parte de la solución al problema de los bajos rendimientos del maíz de la Fraylesca, en Chiapas.*

La acidez de los suelos es uno de los factores que restringen la producción del maíz en México y en el norte de Centroamérica. En muchas regiones de México y Centroamérica la productividad del maíz ha disminuido en por lo menos un 50% solo debido al efecto negativo de la acidez del suelo. En México una de las regiones mas afectada por la acidez del suelo es la Fraylesca, en el Estado de Chiapas. Este problema, junto con la erosión, puede considerarse como el problema mas dañino para los suelos y la producción de maíz en el Estado. **Como ejemplo podemos citar que a través de los últimos años, en algunos lugares de esta región, la acidez ha llegado a niveles de entre 3.5 y 4.0 de pH .....esto es realmente muy ácido !!!.** No recomendable para el cultivo del maíz.

A través de los años se han venido realizando esfuerzos para combatir este problema. Muchas instituciones y profesionales han recomendado y demostrado las bondades del uso de la cal en suelos ácidos. Sin embargo la cultura del encalado todavía no se establece en forma definitiva en la región maicera.

Es importante comprender que para que la cultura del encalado pueda establecerse en una región se tienen que considerar los siguientes puntos:

- **Un suelo ácido disminuye el rendimiento del maíz.**
- **Un suelo maicero necesita ser muestreado y analizado para determinar su acidez y fertilidad cuando menos una vez cada dos años.**

- **Un suelo ácido necesita aplicaciones de cal... “A fuerza !”.**
- **La aplicación de cal debe hacerse de acuerdo a las recomendaciones del laboratorio y los técnicos de campo.**
- **La aplicación de cal debe de formar parte de las labores normales del cultivo del maíz.**
- **La cal y su aplicación deben de estar incluidas dentro del crédito que recibe el agricultor maicero.**
- **La participación activa y coordinada de los agricultores, agrónomos e instituciones varias debe de estar dedicada a la solución técnica del problema.**

Durante 1995 y 1996 el esfuerzo de muchos agricultores, instituciones y técnicos de la región de la Fraylesca ha estado enfocado a “sembrar la semilla de la cultura del encalado”. Instituciones como lo son el Gobierno del Estado de Chiapas, la SAGAR del Estado, La Universidad UNACH, el Banco de Crédito Rural, el FIRA el INIFAP, las empresas vendedoras de cal y el Instituto de la Potasa y el Fósforo A.C., (INPOFOS) han estado trabajando junto con el agricultor con el objetivo de **establecer en forma definitiva los sistemas que acaben con el problema de la acidez en la región e incrementen la producción y productividad del cultivo del maíz.**

Dentro de los trabajos que se realizaron durante el ciclo 1996 se puede mencionar el establecimiento de parcelas demostrativas en diferentes lugares de la región. El objetivo fue el de verificar y comprobar la respuesta al encalado y la respuesta a la fertilización con cloruro de potasio en el

Tabla 1.- Rendimientos de grano de maíz según los muestreos realizados en parcelas donde se aplicó Cal dolomítica y Cloruro de Potasio en la zona de la Fraylesca, Chiapas.

PRODUCTOR	TRATAMIENTO	RENDIMIENTO De Grano Kg/Ha.	AUMENTO DEBIDO A LA CAL y al KCl
Jose Ines García Santos	Sin Cal sin KCl	2,500* (4,174)**	0
	Con Cal sin KCl	4,757	2,257
	Con Cal + 100 Kg de KCl.	8,336	5,836
	Con Cal + 200 Kg de KCl.	6,057	3,557
Jose Emilio Acero Orozco	Sin Cal	3,750* (4,062)**	0
	Con Cal	6,060	2,310
	Con Cal + 100 Kg de KCl.	6,234	2,484
	Con Cal + 200 Kg de KCl.	5,736	1,986
Manuel Mendoza López	Sin Cal	3,500* (6,344)**	0
	Con Cal	6,414	2,914
	Con Cal + 100 Kg de KCl.	6,807	3,307
	Con Cal + 200 Kg de KCl.	7,689	4,189
Pomposo Esquinca Aguilar	Sin Cal	4,000*	0
	Con Cal	7,518	3,518
	Con Cal + 100 Kg de KCl.	7,930	3,930
	Con Cal + 200 Kg de KCl.	7,723	3,723
Ricardo Ochoa Ramírez	Sin Cal	4,500* (1,476)**	0
	Con Cal	6,338	1,838
	Con Cal + 100 Kg de KCl.	6,470	1,970
	Con Cal + 200 Kg de KCl.	6,392	1,892
Salvador Niño López.	Sin Cal	3,750*	0
	Con Cal	5,013	1,263
	Con Cal + 100 Kg de KCl.	5,402	1,652
	Con Cal + 200 Kg de KCl.	6,297	2,547

\*Resultados promedio de las cosechas de 1992/93 y 1995/96 de parcelas sin encalar y durante un buen año agrícola. \*\*Resultado de muestrear campos vecinos sin encalar 1996.

cultivo del maíz. La tabla 1 presenta los resultados de los muestreos realizados por el INPOFOS con la valiosa ayuda del agricultor y personal técnico del FIRA Y BANRURAL

Los resultados de la tabla 1 demuestran que la aplicación de cal incrementa los rendimientos de maíz en suelos ácidos. Se puede observar que los incrementos fueron significativos y que en algunos casos se duplicaron los rendimientos obtenidos en un buen año agrícola pero sin aplicación de cal. La inversión hecha en la cal se justifica. En definitiva el agricultor no tendrá mayor problema para pagar el crédito.

Es importante hacer notar que si no se aplica cal, la eficiencia de los fertilizantes disminuye en forma significativa. De hecho la acidez de los suelos provoca que elementos como el fósforo y el potasio no puedan ser absorbidos por las plantas, lo que resulta en bajos rendimientos de maíz. **El Instituto de la Potasa y el Fósforo agradece de manera muy especial a las personas que apoyaron durante el muestreo, establecimiento y seguimiento de las parcelas demostrativas: Ing. Asunción Ruiz Escobar, MVZ Javier Arturo Guzman Grajales, Ing. Ernesto Romero Salinas, Ing Gabriel Alegría Miceli, Ing. José Rosendo Idrogo Sandoval y al Ing. Federico Chávez Espinosa.**

# Breves Agronómicas

Una colaboración de "The Foundation for Agronomic Research", "The Potash and Phosphate Institute of Canada" y El Instituto de la Potasa y el Fósforo A.C.

## La Aplicación de Fósforo en el Alfalfa

La planta de alfalfa demanda de grandes cantidades de fósforo. Casi 7 kg de  $P_2O_5$  por tonelada producida. El alfalfa necesita del fósforo para la fotosíntesis, la energía, la división celular, la producción de azúcares y proteína, crecimiento y desarrollo de la raíz, tolerancia a las bajas temperaturas del invierno y el incremento de la fijación de nitrógeno.

El fósforo es un elemento clave para el buen establecimiento y producción continua del alfalfa. Sin embargo, en algunos suelos, la aplicación de fósforo puede ser fijada y no estar disponible para las plantas; especialmente en suelos de textura fina o pesada (arcillosos). De igual manera en suelos con pH alto el fósforo puede no estar disponible, especialmente si la cantidad de calcio es alta. El fósforo puede formar compuestos (fosfatos tricálcicos) que son temporalmente no disponibles para la planta.

La recuperación del fósforo aplicado durante el primer año llega ser de 10 a 30%, pero dependiendo del suelo, el alfalfa va a poder seguir absorbiendo fósforo durante los años siguientes.

Debido a que el fósforo aplicado al suelo no se mueve mucho, su disponibilidad para la planta esta muy relacionada al método o forma de aplicación que se utilice. Antes de la siembra, el fósforo puede ser aplicado al voleo e incorporado al suelo. También puede ser aplicado en banda,

esta forma de aplicación puede ser de mayor beneficio cuando se cuenta con un suelo pobre en fósforo ya que el concentrar el fósforo en una banda ayuda a que suelos con "hambre" de fósforo no fijen tanto fertilizante. El aplicar en banda solo es recomendable si se tiene el equipo de fertilización adecuado para no dañar el establecimiento del cultivo. Otra forma de evitar daños al cultivo es aplicar cantidades grandes de fósforo antes de sembrar; esta última práctica debe ser supervisada por un técnico y por lo general una sola aplicación sirve para varios cortes.

Ya que está establecido el cultivo, la aplicación del fósforo puede ser un factor limitante en la producción. Bajo condiciones de baja humedad la incorporación del fertilizante fosforado debe ser lo mas cercana posible a las raíces superficiales de la planta.

**Ya sea al voleo o en banda, el alfalfa necesita mucho fósforo.**

Asegúrese de aumentar los niveles de fósforo de su suelo y lograr un suelo rico en fósforo antes de establecer el cultivo de alfalfa. Aplique el suficiente fósforo anualmente para compensar lo que el alfalfa se está llevando en cada corte.

Fin.

Recuerde:

Para la compra de publicaciones puede depositar en la Cuenta Banrural No. 100458-5 a nombre del Instituto de la Potasa y el Fósforo A.C.

---

---

## Un suelo altamente productivo es siempre un suelo Fértil.... Sin embargo:

Los suelos fértiles pueden ser diferentes en su capacidad para mantener los nutrientes para las plantas. Esto se debe principalmente a las diferentes características del suelo como lo son la capacidad de intercambio catiónico, al tipo y cantidad de arcilla y materia orgánica. Estas y otras características del suelo en su conjunto forman el almacén de elementos nutritivos para las plantas.

El almacén de nutrientes del suelo funciona de manera muy parecida a una cuenta de cheques. A menos que existan depósitos, los retiros continuos de la cuenta ocasionaran tarde o temprano que los fondos se acaben.

Entender que hay que depositar nutrientes al suelo para mantener productivo nuestro campo es fundamental en la producción rentable de cultivos. Considere lo siguiente cada vez que decida planear su programa de inversión de nutrientes para su cultivo:

### ***Depósito de Nutrientes:***

- Atmósfera.....algo de N y azufre.
- Orgánicos.....estiércol y residuos de cosecha
- Fijación de N....leguminosas, algas y bacterias.
- Mineralización..... de residuos de cosecha y minerales del suelo.
- Uso de fertilizantes comerciales.

### ***Retiros de Nutrientes:***

- Por el cultivo.....semilla, forrage, animales, etc..
- Inmovilización.....Química, física y biológica.
- Erosión..... pérdidas por viento y agua.

- Lavado..... Pérdida de nitrógeno, potasio, magnesio, azufre y boro especialmente en suelos arenosos con baja capacidad de intercambio catiónico.
- Denitrificación.....de nitrógeno en suelos muy húmedos.
- Volatilización.....de amoniaco en suelos muy secos y con altas temperaturas.

El objetivo principal de mantener un suelo fértil es el de asegurar que la nutrición no sea un factor limitante para el crecimiento óptimo del cultivo.

La investigación ha demostrado que las plantas sanas pueden tolerar mejor los estreses debidos a sequía, daño de plagas y enfermedades o temperaturas extremas. En la actualidad el agricultor y el técnico de campo tienen acceso a diferentes herramientas que ayudan a lograr estos objetivos:

- **Análisis de suelo.-** nos ayuda a conocer el estado de reservas de nutrientes del suelo y los factores que afectan su disponibilidad.
- **Reportes de investigación.-** ofrecen información de hechos probados en relación a la nutrición y rendimientos. Identifica la necesidad de algunos nutrientes en las proporciones adecuadas. Establece las mejores practicas y manejo del cultivo. Relaciona el estres con la función de los nutrientes para las plantas.
- **Análisis de planta.-** Provee una medida de la eficiencia de absorción de nutrientes por el cultivo.
- **Trabajo de campo.-** Provee de información específica del efecto del insumo o insumos en los rendimientos del cultivo.
- **Registro de información.-** Ayuda en la toma de decisiones después de un análisis de datos.
- **Monitoreo y mapeo del campo.-** Ayuda en la evaluación de problemas y resultados en sitios específicos. Es la base la tecnología computarizada.



## FACTORES DE CONVERSION DE UTILIDAD.

Preparado por

*“The Potash and Phosphate Institute”*

**Para convertir de la  
columna 1 a la  
columna 2 ,  
multiplique por:**

**Para convertir de la  
columna 2 a la  
columna 1,  
multiplique por:**

**COLUMNA 1**

**COLUMNA 2**

### Longitud

0.621	kilómetro, km.	milla, mi	1.609
1.094	metro, m	yarda, yd	0.914
0.394	centímetro, cm	pulgada, in	2.54

### Área

0.386	kilómetro <sup>2</sup> , km <sup>2</sup>	milla <sup>2</sup> , mi	2.590
247.1	kilómetro <sup>2</sup> , km <sup>2</sup>	acre, A	0.00405
2.471	hectárea, ha	acre, A	0.405

### Volumen

0.00973	metro cúbico, m <sup>3</sup>	acre-pulgada <sup>3</sup>	102.8
3.532	hectolitro, hl	pie cúbico, ft <sup>3</sup>	0.2832
2.838	hectolitro, hl	bushel, bu	0.352
0.0284	litro, l	bushel, bu	35.24
1.057	litro, l	quart (liquido), qt	0.946

### Masa

1.102	toneladas (métricas)	toneladas (cortas)	0.9072
2.205	quintal, q	undredweight, cwt	0.454
2.205	kilogramo, kg.	libra, lb	0.454
0.035	gramo, g	onza (advdp), oz	28.35

### Rendimiento

0.446	tons (métrica)/ha	tons (corta)/acre	2.240
0.891	kg./ha	lb/acre	1.12
0.891	quintal/ha	cwt/acre	1.12
1.15	hectolitro/ha, hl/ha	bu/acre	0.87

### Temperatura

(1.8 x °C) + 32	Centígrados, °C	Fahrenheit, °F	.56 x (°F-32)
	-17.8°C	0°F	
	0°C	32°F	
	20°C	68°F	
	100°C	212°F	

### Para convertir rendimientos en bushels por acre (bu/A) al sistema métrico:

Maíz-- bu/A x 0.063 = tons/ha

Trigo -- bu/A x 0.067 = tons/ha

Frijol Soya -- bu/A x 0.067 = tons/ha

Sorgo -- bu/A x 0.056 = tons/ha



## PUBLICACIONES DE INPOFOS

Las siguientes publicaciones de INPOFOS se encuentran disponibles con un costo nominal

Clave	Descripción	Costo US
SP-5052	Manual de Fertilidad de los Suelos: Publicación didáctica sobre uso y manejo de suelos y fertilizantes.	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 éste manual una importante herramienta de trabajo en la producción de la caña.	15.00
SP-0801	Conozca y Resuelva los problemas del 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.	.50
SP-0510	Balance para el Éxito...Maíz	.50
SP-0520	Balance para el Éxito...Algodón	.50
SP-0535	Balance para el Éxito...Trigo	.50
SP-0550	Balance para el Éxito...Alfalfa	.50
SP-0560	Balance para el Éxito... Soya	.50
SP-0590	Balance para el Éxito... Sorgo para Grano	.50
SP-0901	Nutri-Verdades-Nitrógeno : Es Verdad las-Plantas Necesitan Nitrógeno	.50
SP-0902	Nutri-Verdades-Fósforo : Es Verdad las-Plantas Necesitan Fósforo	.50
SP-0903	Nutri-Verdades-Potasio : Es Real las-Plantas Necesitan Potasio	.50
SP-0904	Nutri-Verdades-Azufre : Es el Eslabón Perdido-las Plantas Necesitan Azufre	.50
SP-0905	Nutri-Verdades-Magnesio : Es una Regla-las Plantas Necesitan Magnesio	.50
SP-0906	Nutri-Verdades-Calcio : Es Bien Sabido-las Plantas Necesitan Calcio	.50
SP-0907	Nutri-Verdades-Boro : Es un Hecho-las Plantas Necesitan Boro	.50
SP-0908	Nutri-Verdades-Zinc : Es la Ley-las Plantas Necesitan Zinc	.50
SP-0909	Nutri-Verdades-Manganeso : Es Indispensable-las Plantas Necesitan Manganeso	.50
SP-0910	Nutri-Verdades-Cobre : Está Comprobado-las Plantas Necesitan Cobre	.50
SP-0911	Nutri-Verdades-Hierro : No es una Sorpresa-las Plantas Necesitan Hierro	.50
SP-0912	Nutri-Verdades-Cloro, Molibdeno, Cobalto y Vanadio : Es Comprendido-las Plantas Necesitan Cloro, Molibdeno, Cobalto y Vanadio	.50
SP-4001	Volcamiento del Maíz (Lodged Corn)	.25
SP-4002	Pobre Crecimiento Inicial del Trigo (Poor Early Wheat Growth)	.25
SP-4006	Deficiencia de Potasio en Algodón a Medios de la Estación de Crecimiento (Mid-season Potassium Deficiency of Cotton )	.25
SP-4010	La Compactación del Suelo Limita el Crecimiento del Maíz	.25
SP-4013	Lento Crecimiento Inicial y Atraso en la Madurez de Sorgo p/Grano	.25
SP-4014	Deficiencia de Zinc en Soya y Maíz	.25
SP-4018	Lento Crecimiento Inicial, Plantas de Color Verde Claro-Deficiencia de Azufre	.25
SP-4027	Deficiencia de K en el Cultivo de la Papa	.25
SP-4028	Deficiencia de P en el Cultivo de la Papa	.25
SP-4031	Deficiencia de Nutrientes en Maíz	.25

SP-4512 El Fósforo Reduce la Humedad del Grano y Mejora la Rentabilidad del Maíz .30

Clave	Descripción	Costo US
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.	10.00
QSP-0005	Diagnóstico Nutricional de los Cultivos : Publicación que cubre en forma completa, pero razonablemente simple, todos los factores que permiten diagnosticar los problemas nutricionales, para evitar que éstos sean limitantes en la producción de cultivos.	4.00
QSP-0009	Fertilización del Algodón : Publicación que cubre en forma detallada los requerimientos nutricionales, análisis foliar y de suelos fertilización del cultivo del algodón.	4.00
QSP-0010	Nutrición y Fertilización del Maracuya : 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.	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 potasios.	2.00
QSP-0013	Conozca y Resuelva los problemas nutricionales de los cultivos:ESPARRAGO : Plegable que describe los síntomas de deficiencia de nutrientes y otros síntomas relacionados con la nutrición, para obtener rendimientos altos.	.50
QSP-0015	Conceptos Agronómicos #1: El cloro en el suelo y en los cultivos	.50
QSP-0048	Manejo-Maíz Duro	10.00
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.	.50
MSP-0002	Encalado : Tríptico que describe cómo mejorar la calidad de su suelo y cosechar más maíz.	.20

