



INVESTIGACION  
INPOFOS K P  
EDUCACION

INSTITUTO DE LA POTASA Y EL FOSFORO  
POTASH & PHOSPHATE INSTITUTE  
POTASH & PHOSPHATE INSTITUTE OF CANADA

## ESTRATEGIA DE MANEJO DE NUTRIENTES POR SITIO ESPECIFICO EN MAIZ

Tasnee Attanandana y R.S. Yost\*

### Introducción

Las recomendaciones de fertilización en Tailandia se obtienen de experimentos simples que luego se extrapolan a suelos de las mismas características. Investigación reciente usando el Sistema de Decisión y Soporte para Transferencia de Agrotecnología (DSSAT-CERES-Maíz) y el Sistema de Decisión y Soporte de Fósforo (PDSS), conjuntamente con el uso de equipos simples de análisis de suelo permitieron obtener rendimientos más altos de maíz, mayor retorno económico y fertilización balanceada. Esta tecnología fue desarrollada y probada en el cinturón maicero de cuatro provincias de Tailandia. Se entrenaron en esta estrategia a más de 200 agricultores y 1 000 extensionistas y profesores. Los extensionistas, profesores y líderes de la comunidad están usando más de 1 000 equipos simples de análisis.

El maíz es un cultivo importante en Tailandia, con aproximadamente 1.7 millones de hectáreas de producción que se usa en su mayoría como alimento animal. El gobierno de Tailandia desea incrementar la producción y productividad total del maíz como parte de sus esfuerzos para mejorar la seguridad alimentaria y la rentabilidad para los agricultores, particularmente en el cinturón maicero (provincias de Lop Buri, Nakhon Sawan, Petchaboon y Nakhon Ratchasima) donde se siembran alrededor de 0.5 millones de hectáreas ó el 30% del total de maíz sembrado en el país. El tamaño aproximado de una finca maicera en Tailandia es de 10 hectáreas y el rendimiento promedio nacional es de alrededor de 3.7 t/ha (Estadísticas Agrícolas, 2001), pero se han obtenido rendimientos mayores a 6.0 t/ha en lotes experimentales (Attanandana, et al., 2000).

La aplicación de las cantidades adecuadas de nutrientes es un aspecto clave en el incremento de la producción y productividad del maíz, particularmente cuando los agricultores usan maíces híbridos de alto potencial de rendimiento. Al momento, las recomendaciones de fertilización para los agricultores son muy generales (y a menudo limitadas por el contenido de nutrientes en los fertilizantes compuestos disponibles en los mercados locales) y no se relacionan con los requerimientos de nutrientes del cultivo que son específicos para cada sitio de siembra. Además, la mayoría de los equipos para aplicación de fertilizantes no son ajustables (Attanandana, et al., 2002a). El efecto de estos factores

**ABRIL 2004**

**No. 53**

### Contenido

	Pág.
Estrategia de manejo de nutrientes por sitio específico en maíz	1
Crecimiento y dinámica de acumulación de nutrientes en maíz en Venezuela	5
Manejo de nutrientes en la producción de menta	9
Nueva Publicación: Guías de Campo de Palma Aceitera	12
Reporte de investigación reciente	13
Cursos y Simposios	15
Publicaciones de INPOFOS	16

Editor: Dr. José Espinosa

Se permite copiar, citar o reimprimir los artículos de este boletín siempre y cuando no se altere el contenido y se citen la fuente y el autor.

\* Tomado de: Attanandana, T., and R.S. Yost. 2003. A site-specific nutrient management approach for Maize. Better Crops International (17): 3-7.

promueve el uso desequilibrado e ineficiente de los fertilizantes lo que resulta en baja rentabilidad y uso ineficiente de los costosos fertilizantes importados. Además, cuando se usa nitrógeno (N) y fósforo (P) en programas desbalanceados de fertilización, estos nutrientes pueden aplicarse en exceso a la demanda, lo que resulta en pérdidas que contribuyen a la carga de nutrientes en arroyos, ríos y otros cuerpos de agua. El uso desbalanceado de fertilizantes también causa degradación del suelo, particularmente cuando se usan solamente fertilizantes nitrogenados que promueven la remoción de P y potasio (K) del suelo que no son repuestos con la adición de fertilizantes portadores de estos nutrientes.

Por todas estas razones, existe urgente necesidad de recomendaciones de fertilización para cada sitio específico que puedan ser transferidas por los extensionistas o por los líderes de la comunidad y que se ajusten a las metas de producción y recursos de los agricultores. Los análisis de suelos son una importante herramienta para diseñar recomendaciones de fertilización por sitio específico, pero los agricultores lo usan poco ya sea por la falta de investigación de soporte, el costo de los análisis o la limitada capacidad de proveer servicio a nivel provincial. Todo esto resulta en retrasos inaceptables entre el tiempo de la toma de la muestra y la entrega de las recomendaciones a los agricultores. Además, los agricultores no tienen el suficiente entrenamiento para elegir los fertilizantes adecuados y a menudo son presa de mal asesoramiento. Para satisfacer estas necesidades, se inició en Tailandia un programa de revisión de las recomendaciones de fertilización en el año 1998, con los recursos del Fondo de Investigación de Tailandia. Los pasos para revisar los programas de recomendaciones de fertilización se describen a continuación.

## Descripción de los pasos para revisar y generar recomendaciones de fertilización

### Paso 1: Desarrollo del equipo simple de análisis

Se probó un equipo portátil simple de análisis (**Fotos 1 y 2**) para la determinación rápida de pH, N, P y K en el suelo. El equipo usa un sistema colorimétrico para determinar el contenido de estos nutrientes. Se utilizan soluciones indicadoras que se aplican con goteros a muestras de suelo medidas con cucharitas calibradas. El suelo y la solución se mezclan en botellas plásticas para iniciar el análisis. Una comparación entre los métodos convencionales de análisis en un laboratorio y los métodos rápidos del equipo portátil (**Tabla 1**) indican un 100% de correlación para nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ), 80% para P y 90% para K (Attanandana, et al., 2002b).

### Paso 2: Método simple para identificar las series del suelo

Las propiedades químicas y físicas del suelo que no son determinadas con el equipo se estiman de los datos que describen las series de suelos locales. Los extensionistas y líderes de la comunidad fueron entrenados para identificar las series del suelo usando una clave simple que se desarrolló e imprimió en una guía de bolsillo. La determinación de las características del suelo como pH, textura, color, presencia o ausencia de grava a una profundidad en particular, carbonato de calcio libre y la profundidad del perfil del suelo se basan en la información contenida en la clave de la guía de bolsillo. La identificación de las series de suelo y la comparación de las diferentes series se logra utilizando como referencia las ilustraciones de perfiles de cada serie de suelo presentadas en la guía de bolsillo (**Fotos 3 y 4**).

**Tabla 1.- Comparación de los datos de análisis de suelos obtenidos con el equipo portátil simple y en el laboratorio.**

Series Suelos	----- Contenido de $\text{NO}_3^-$ -----			----- Contenido de P -----			----- Contenido de K -----		
	--- Lab. (Mehlich) --- mg N/kg	--- Nivel* ---	Equipo Nivel	--- Lab. (Mehlich) --- mg P/kg	--- Nivel ---	Equipo Nivel	--- Lab. (Mehlich) --- mg K/kg	--- Nivel ---	Equipo Nivel
Lb1	2.00	MB	MB	4.50	M	A+	80	M	M
Lb2	18.00	B	B	0.25	MB	MB	130	A	A
Lb3	3.47	MB	MB	3.50	M	M	82	M	M
Ln1	4.38	MB	B	6.75	M	A+	89	M	M
Ln2	4.37	MB	MB	1.00	B	B	71	M	M
Tk1	2.67	MB	B	3.25	B	B	277	A	A
Tk2	12.92	B	B	0.56	B	MB	174	A	A
Pc	7.00	MB	B	6.00	M	M	39	B	B
Ct	3.00	MB	MB	2.00	B	B	266	A	M+
Lb	18.00	B	B	19.60	MA	A	628	A	A

\* Indica una diferencia significativa entre el análisis en el laboratorio y el equipo portátil.  
+ MB = muy bajo; B = bajo; M = medio; A = alto.



Foto 1.- Equipo portátil simple para análisis de suelos.



Foto 2.- Entrenamiento en el equipo portátil.

Los resultados del análisis con el equipo portátil indicaron niveles muy bajos de N y P y los Sistemas de Decisión y Soporte predijeron que se necesitaba cantidades más altas de fertilizantes portadores de N y P de lo que normalmente se usa en las fincas. Los resultados del campo indicaron que los Sistemas de Decisión y Soporte para la predicción de fertilizantes produjeron rendimientos más altos cuando se los comparó con las prácticas normales de los agricultores (Tabla 2). Cuando se

usa el equipo portátil de análisis de suelo y los Sistemas de Decisión y Soporte para preparar las recomendaciones de fertilizantes se mejoró la rentabilidad de las fincas, a pesar del incremento en los costos debido a los fertilizantes (Tabla 3).

### Paso 3: Simplificación del programa computarizado de simulación para la estimación de N y P

Después que se han identificado las series de suelo y se han cargado los datos pertinentes de suelo y clima, se puede usar el programa DSSAT-CERES-Maíz (versión 3.0) (Tsuji, et al., 1994) para predecir el rendimiento económico máximo y los requerimientos de N del maíz. Se usa el PDSS para calcular los requerimientos de fertilizantes portadores de P basándose en los coeficientes tampón, que son simples funciones del porcentaje de arcilla en el suelo (Cox, 1994). Se utilizan estos coeficientes, junto con los resultados de los niveles de análisis de P en el suelo para calcular las necesidades de fertilizantes portadores de P (Yost, et al., 1992). Las recomendaciones de N y P (tipo de fertilizante, cantidad y cronograma de aplicación) se imprimieron en un manual para uso de los extensionistas y agricultores líderes.

Se compararon los rendimientos predichos y los rendimientos reales del híbrido de maíz Suwan 3601 en sitios importantes en cuatro provincias del cinturón maicero de Tailandia, basándose en las recomendaciones de fertilizantes N, P y K diseñadas con el procedimiento descrito anteriormente. Se utilizó el rendimiento relativo para comparar el rendimiento observado con el rendimiento calculado con el modelo (Willmott, 1982). En ocho experimentos, el índice de correlación se mantuvo en un rango de 0.90 a 0.99, indicando que existe una fuerte relación entre el rendimiento predicho y el rendimiento real en siete series de suelos (Attanandana, et al., 2002b).

### Paso 4: Entrenamiento de los agricultores

Sesiones de aprendizaje participatorias fueron exitosas para identificar y seleccionar líderes entre los agricultores. Se solicitó a los agricultores identificar los líderes de la comunidad y a los mejores y más conocidos productores de maíz, estimar el área y el rendimiento de maíz en la comunidad y determinar el precio del maíz, el costo de los fertilizantes y las oportunidades de inversión en la comunidad local.

Aquellos agricultores que concluyeron este ejercicio fueron seleccionados para futuros contactos. Los agricultores reaccionaron en forma positiva al empezar por iniciativa propia su propia red de contactos con los extensionistas. La Foto 5, muestra a los agricultores analizando y resolviendo sus problemas.



Foto 3.- Toma de muestras para caracterización del perfil.



Foto 4.- Caracterización del perfil en el campo.

**Tabla 2.- Comparación de la recomendación de NPK diseñadas usando los Sistemas de Decisión y Soporte, las prácticas normales del agricultor y la predicción estimada con DSSAT 3.0 en el rendimiento de maíz.**

Series de suelos	pH	Textura	Contenido N - P - K	Recomendación NPK		----- Rendimiento, t/ha -----		
				Práctica del agricultor	CERES maíz y PDSS	Práctica del agricultor	CERES maíz y PDSS	Rendim. óptimo predicho
Lampaya	7.5	Arcilloso	MB-MB-A	25-25-0	94-44-0	2.78	6.06	5.5
Chatturat	7.0	Franco	MB-MB-A	19-25-0	94-50-0	2.93	4.47	7.0
Lop Buri	8.0	Arcilloso	MB-MB-A	69-38-0	125-69-0	2.71	3.43	6.9

### Paso 5: Refinamiento la simulación de N

Inicialmente se simplificó la versión de CERES-Maíz 3.0 para calcular las necesidades de fertilizante nitrogenado basándose en los datos de carbono orgánico del análisis de suelo de cada perfil de referencia. Esta simplificación fue modificada por DSSAT 3.5 que usa directamente los resultados del análisis de  $\text{NO}_3^-$  en el suelo conducidos con el equipo portátil. Se ajustaron también otros parámetros del programa (la profundidad del sistema radicular del maíz se redujo en 50 cm, se permitió la adición de 3 t/ha de residuos y se redujo la aplicación de fertilizante nitrogenado en 10 kg/ha). Se desarrolló una curva de respuesta al N en campos de los agricultores probando un testigo y varios niveles de N que fueron mayores y menores a la cantidad recomendada por los Sistemas de Decisión y Soporte. Esta respuesta está siendo usada para evaluar las actuales predicciones por la versión

DSSAT 3.5 y se planean futuras revisiones. Hubieron diferencias relativamente grandes entre las recomendaciones de fertilizante nitrogenado producidas por la versión DSSAT 3.0 y 3.5 (Tabla 4).

### Conclusiones

Después del entrenamiento y con la asesoría de los extensionistas, los agricultores fueron capaces de identificar las series de los suelos usando una guía de bolsillo y determinar la fertilidad básica con un equipo simple de análisis de suelo. Los requerimientos de fertilizantes nitrogenados y fosfóricos, predichos por DSSAT-CERES y PDSS, respectivamente, resultaron en incrementos de rendimiento y en rentabilidad de la finca. El programa de DSSAT 3.5 predijo los requerimientos de nitrógeno basándose en la determinación de  $\text{NO}_3^-$  en el suelo con el equipo portátil antes de la siembra y el modelo permitió añadir el efecto de lluvia en posibles pérdidas de N por lixiviación (basándose en la distribución histórica de la lluvia) y el abastecimiento de N nativo del suelo y el proveniente de los residuos del cultivo.

Las sesiones de entrenamiento fueron muy exitosas para estimular a los agricultores a organizarse y pensar por si mismos. Los agricultores fueron capaces de determinar sus necesidades de fertilizantes y formaron una red de contactos para compartir sus recursos e información.

El Dr. Attanandana es profesor de Ciencia del Suelo, Universidad de Kasetsart, Bangkok, Tailandia, e-mail: agrtna@nontri.ku.ac.th. El Dr. Yost es profesor de Ciencia del Suelo, Universidad de Hawaii en Manoa, e-mail:rsyost@hawaii.edu

### Bibliografía

Agricultural Statistics. 2001. Agricultural Statistics of Thailand, crop year 2001/02. Center for Agricultural Statistics, Office of Agricultural Economics, Ministry of Agriculture and Cooperatives, Bangkok, Thailand.

**Tabla 3.- Análisis económico de la producción de maíz usando Sistemas de Decisión y Soporte y de la producción común en la zona.**

Tratamientos	Rentabilidad, US \$/ha
Práctica del agricultor	261.3 a *
CERES-MB**	316.1 b
CERES-PDSS-MB	319.6 b

\* Números seguidos de la misma letra no son significativamente diferentes a  $p = 0.05$ .

\*\* MB = Mitscherlich - Bray.



Foto 5.- Sesión de entrenamiento con agricultores.

Continúa en la página No. 11

# CRECIMIENTO Y DINAMICA DE ACUMULACION DE NUTRIENTES EN MAIZ (*Zea mays* L.) EN VENEZUELA

Marcos L. Rengel\*

## Introducción

El manejo eficiente de cualquier cultivo se basa en el conocimiento adecuado de las diferentes etapas de crecimiento durante el ciclo de vida. Las características de estas etapas están determinadas por la constitución genética de la planta y por las condiciones climáticas y edáficas predominantes en el entorno. En el caso particular del manejo de la fertilización, es importante conocer como crece la planta y la dinámica de acumulación de los nutrientes esenciales en las diversas etapas del ciclo de vida del cultivo (Solórzano, 1999).

En los últimos años se han desarrollado en Venezuela y se han importado al país nuevos genotipos de maíz con mayor capacidad productiva. Estos nuevos materiales, por su mayor potencial productivo, tienen mayor exigencia nutricional. El manejo de la fertilización es importante para lograr que estos nuevos cultivares expresen el potencial de rendimiento. El conocimiento de la fenología y la dinámica de nutrientes en la planta es una excelente ayuda para ajustar el manejo de la nutrición.

El presente artículo discute los resultados de investigación que evaluó la relación entre el crecimiento de un híbrido de maíz de alto potencial y los patrones de acumulación de nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg), hierro (Fe), cobre (Cu), zinc (Zn) y manganeso (Mn). Esta información permite el uso eficiente de los fertilizantes en la nutrición del cultivo del maíz.

## Materiales y métodos

A fin de realizar las mediciones de crecimiento y acumulación de nutrientes esenciales en la planta, se realizó una evaluación en un campo sembrado con maíz (híbrido SK-198) en la Estación Experimental de INIA, ubicada en Agua Blanca, Estado Portuguesa, Venezuela. Dicha evaluación constó de 9 muestreos de la parte aérea de las plantas a lo largo del ciclo de cultivo, desde los 27 días después de la siembra (dds) en la fase vegetativa hasta el día 88, que coincide con el inicio de la etapa de grano dentado (Tabla 1).

En cada muestra se determinó el contenido de materia seca total para estimar el crecimiento de la planta y la concentración de nutrientes esenciales, para conocer sus patrones de acumulación. Dichas

**Tabla 1.- Número y fechas de muestreo en maíz híbrido SK-198.**

No. de Muestreo	Fecha	Edad cultivo (dds)*
1	06/07/2000	27
2	13/07/2000	34
3	20/07/2000	41
4	25/07/2000	46
5	01/08/2000	53
6	10/08/2000	62
7	14/08/2000	66
8	24/08/2000	76
9	05/09/2000	88

\* dds = días después de la siembra.

determinaciones se hicieron por separado para hojas, tallos, panojas y mazorcas, para obtener información de la distribución de biomasa y nutrientes en los diversos órganos de la planta.

## Resultados y discusión

Los resultados de la evaluación de crecimiento del maíz híbrido SK-198 se presentan en la **Tabla 2**. Se observa que el cultivar de maíz utilizado puede acumular casi 18 toneladas de materia seca por hectárea. Cerca del 53% corresponde a la producción de mazorcas, mientras que el restante 47% lo constituyen hojas, tallos y panojas.

En la **Figura 1** se presentan las curvas de crecimiento total y de los diferentes órganos del híbrido de maíz

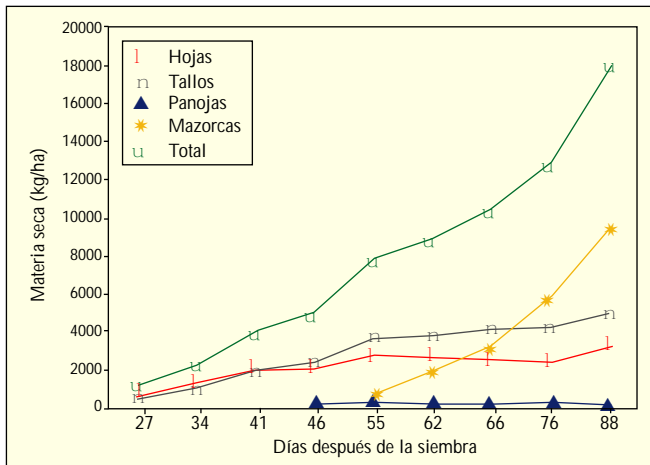
**Tabla 2. Acumulación de materia seca por plantas de maíz híbrido SK-198, a lo largo del ciclo. Agua Blanca, Portuguesa, Venezuela.**

Edad (dds)*	Hojas	Tallos	Panojas	Mazorcas	Total	% Total
	---- Acumulación de materia seca (kg/ha) ----					
27	685	406			1 091	6
34	1 276	953			2 229	12
41	2 017	1 909			3 926	22
46	2 096	2 456	370		4 922	28
53	2 875	3 624	590	665	7 754	43
62	2 656	3 723	290	2 073	8 742	49
66	2 675	4 058	329	3 240	10 302	58
76	2 452	4 129	302	5 854	12 737	71
88	3 267	4 971	198	9 440	17 876	100

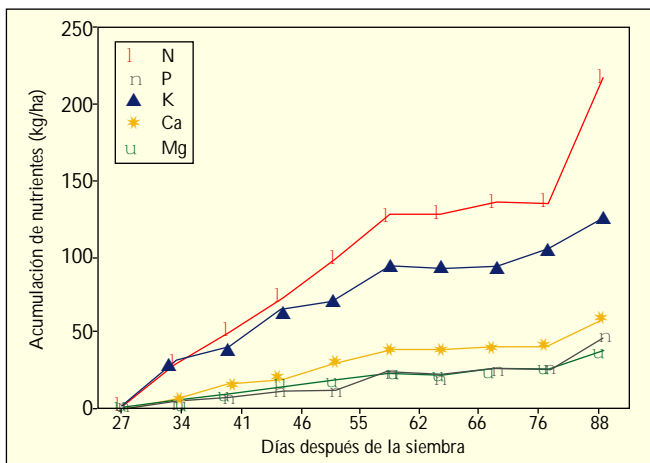
\* dds = días después de la siembra.

\* Departamento de Fertilizantes, AGROISLEÑA, C.A., Caracas, Venezuela. Correo electrónico: prsolozano@agroisleña.com

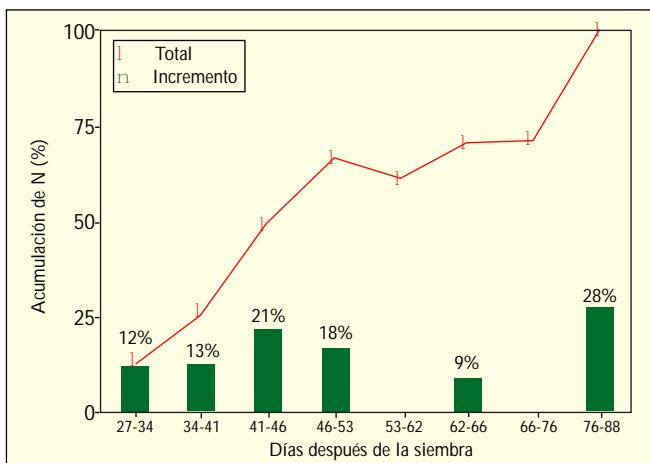
SK-198. Los datos muestran que 70 dds, la mazorca es el órgano con mayor crecimiento y desarrollo, indicando que desde este punto se empieza a acumular el rendimiento de grano.



**Figura 1.-** Curva de acumulación de materia seca en los diferentes órganos del híbrido de maíz SK-198. Agua Blanca, Portuguesa, Venezuela.



**Figura 2.-** Acumulación de N, P, K, Ca y Mg en el híbrido de maíz SK-198 durante el ciclo de cultivo. Agua Blanca, Portuguesa, Venezuela.



**Figura 3.-** Acumulación total de N y porcentajes de incremento en el híbrido de maíz SK-198 durante el ciclo de cultivo. Agua Blanca, Portuguesa, Venezuela.

En las **Figuras 2, 3, 4, 5, 6 y 7** se presentan las curvas de acumulación de N, P, K, Ca y Mg del híbrido de maíz SK-198. Se observa que para este híbrido el elemento acumulado en mayor cantidad es N (215.6 kg/ha), seguido de K (122.6 kg/ha), Ca (58.4 kg/ha), P (45.8 kg/ha) y Mg (37.7 kg/ha). En la **Tabla 3** se presenta la acumulación diaria de los mismos nutrientes.

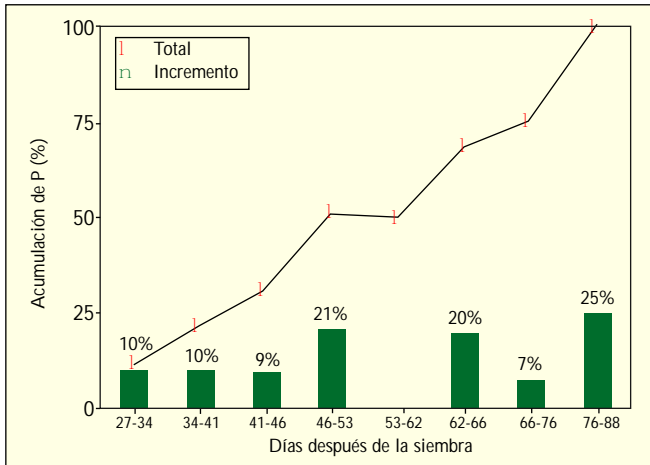
En la **Figura 3** y en la **Tabla 3** se observa la dinámica de la absorción de N en el híbrido de maíz SK-198. Se evidencian dos períodos críticos de absorción de N, el primero de los 41 a 46 dds que corresponde al inicio de la diferenciación floral y que acumula 5.20 kg de N/ha/día y el segundo periodo de los 76 a 88 dds que coincide con el llenado de granos y que registra una acumulación de 6.82 kg de N/ha/día.

El N se acumula progresivamente y en apreciables cantidades en la fase vegetativa, desde el día 27 al 46 después de la siembra. La época de floración ocurre durante el periodo comprendido entre los 53 y 66 dds, durante esta etapa prácticamente no existe acumulación de N. Finalmente se produce una alta demanda en el periodo comprendido entre los 76 y 88 dds. Estos patrones de acumulación permiten diseñar las estrategias de fraccionamiento del N durante el ciclo del cultivo. De los datos presentados se observa también que híbridos de maíz con alto potencial de rendimiento pueden responder a aplicaciones tardías de N, incluso hasta el inicio de la diferenciación floral, como lo demuestran los datos de acumulación de N en este estudio.

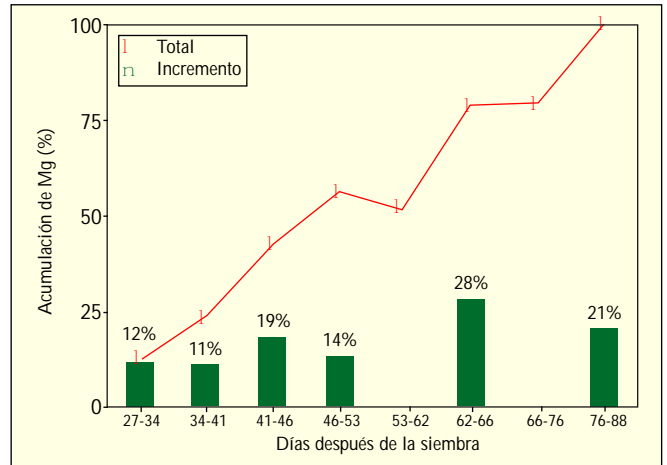
En la **Figura 4** y en la **Tabla 3** se observa la dinámica de la absorción de P en el híbrido de maíz SK-198. El P registra tasas de acumulación bajas y casi constantes a inicios del ciclo (0.5 kg/ha/día), para luego casi duplicar las cantidades acumuladas durante las etapas de diferenciación floral y el llenado de grano. Conociendo que el P tiene movilidad limitada en el suelo, este nutriente se debe incorporar antes o al momento de la siembra para asegurar su disponibilidad

**Tabla 3.-** Acumulación diaria de N, P, K, Ca y Mg en el híbrido de maíz SK-198 durante el ciclo del cultivo. Agua Blanca, Portuguesa, Venezuela.

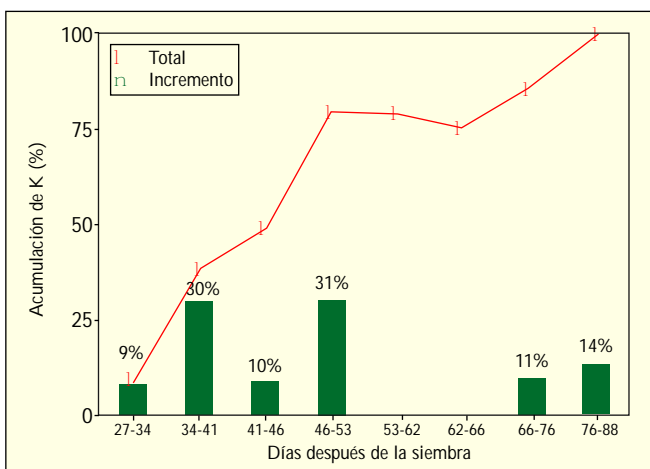
Periodo (dds)	Tasas de acumul. de macronutrientes (kg/ha/día)				
	N	P	K	Ca	Mg
27-34	2.97	0.58	0.98	1.44	0.63
34-41	3.14	0.58	3.42	0.27	0.54
41-46	5.20	0.52	1.08	1.62	0.98
46-53	4.34	1.20	3.45	1.80	0.70
53-66	2.25	1.12		0.48	1.40
66-76	0.39		1.27	0.03	0.01
76-88	6.82	1.39	1.59	1.56	1.07



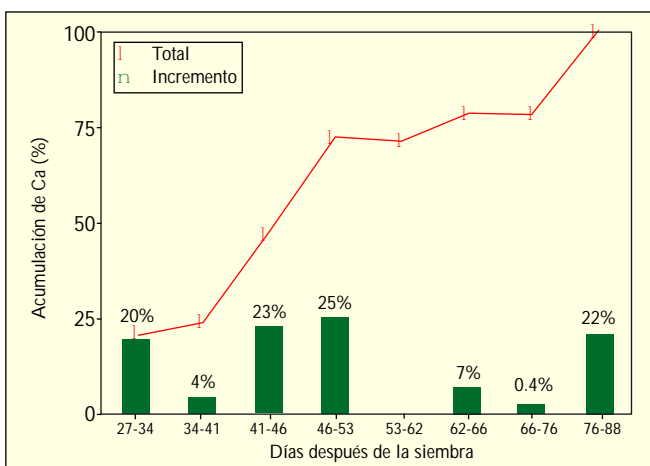
**Figura 4.- Acumulación total de P y porcentajes de incremento en el híbrido de maíz SK-198 durante el ciclo del cultivo. Agua Blanca, Portuguesa, Venezuela.**



**Figura 7.- Acumulación total de Mg y porcentajes de incremento en el híbrido de maíz SK-198 durante el ciclo de cultivo. Agua Blanca, Portuguesa, Venezuela.**



**Figura 5.- Acumulación total de K y porcentajes de incremento en el híbrido de maíz SK-198 durante el ciclo del cultivo. Agua Blanca, Portuguesa, Venezuela.**



**Figura 6.- Acumulación total de Ca y porcentajes de incremento en el híbrido de maíz SK-198 durante el ciclo de cultivo. Agua Blanca, Portuguesa, Venezuela.**

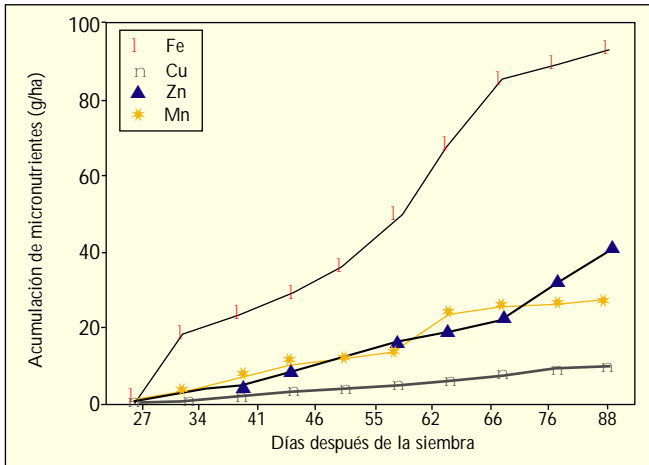
durante el ciclo del cultivo. Se han reportado incrementos en el rendimiento de maíz cuando se localiza el P en bandas profundas en el perfil del suelo

(Fontanetto y Darwich, 1995).

En la **Figura 5** y en la **Tabla 3** se observa la dinámica de la absorción de K en el híbrido de maíz SK-198. Las mayores tasas de acumulación de K ocurren durante la fase vegetativa hasta el inicio de la floración con cerca de 3.5 kg/ha/día, luego disminuye drásticamente para después repuntar durante el periodo de desarrollo de granos (1.27 y 1.59 kg/ha/día). En esta etapa es particularmente importante la presencia de K por su papel en la formación del rendimiento al promover el transporte de los productos de la fotosíntesis de las hojas a las mazorcas, acumulando de esta forma el rendimiento. Sin embargo, los fertilizantes potásicos deben aplicarse al momento de la siembra ya que los iones  $K^+$  son retenidos por el suelo y de este modo permanecen disponibles y protegidos del lavado. Se recomiendan aplicaciones fraccionadas en suelos arenosos donde pueden esperarse grandes pérdidas por lixiviación. Este fraccionamiento se realiza conjuntamente con el N (IFA., 1992).

En la **Figura 6** y en la **Tabla 3** se observa la dinámica de la absorción de Ca en el híbrido de maíz SK-198. El Ca se acumula paulatinamente en la fase vegetativa hasta registrar un máximo de 1.8 kg/ha/día al inicio de la diferenciación floral, que coincide con el período 46 a 53 dds. Al igual que los otros nutrientes, el Ca no se acumula durante la etapa de plena floración, pero su absorción alcanza un marcado incremento (1.56 kg/ha/día) a partir del llenado de granos. Esta considerable acumulación de Ca puede obedecer a un alto requerimiento de este elemento durante el proceso de división celular en las etapas señaladas.

En la **Figura 7** y en la **Tabla 3** se observa la dinámica de la absorción de Mg en el híbrido de maíz SK-198. La acumulación de Mg ocurre de forma similar a la del Ca, pero con tasas de acumulación menores. Las tasas



**Figura 8.- Acumulación de micronutrientes en el híbrido de maíz SK-198 durante el ciclo de cultivo. Agua Blanca, Portuguesa, Venezuela.**

más altas se observan durante los periodos de 62 a 66 y 76 a 88 dds con 1.4 y 1.07 kg/ha/día, respectivamente.

En la **Figura 8** se presentan las curvas de acumulación de micronutrientes. Se observa que el micronutriente más acumulado es el Fe con 1.098 g/ha, seguido por el Zn con 483 g/ha, el Mn con 330 g/ha y por último el Cu con sólo 102 g/ha durante el ciclo del cultivo.

El periodo de mayor absorción de Fe está comprendido entre los 46 y 66 dds. La acumulación de Zn es progresiva a lo largo del ciclo, sin embargo, a partir del día 46 se incrementa apreciablemente la absorción, con un repunte cerca de los 66 días. En el caso del Mn el periodo crítico de absorción se encuentra entre los 53 y 62 dds. La acumulación de Cu es más o menos constante a través de todo el ciclo.

## Conclusiones

- ✓ Los patrones de acumulación de materia seca y nutrientes esenciales indican que el híbrido de maíz SK-198 requiere de un adecuado suministro de nutrientes desde las primeras etapas de crecimiento. Por esta razón, los programas de fertilización deben garantizar la buena disponibilidad de estos elementos desde el inicio del ciclo del cultivo.
- ✓ Se observan dos periodos críticos de absorción muy bien definidos en el híbrido de maíz SK-198 que coinciden con la fase vegetativa y el llenado de granos. Es necesario asegurar un alto suplemento de nutrientes durante estos periodos.
- ✓ Los requerimientos internos de N, P, K, Ca y Mg del híbrido de maíz SK-198 son 216, 46, 123, 58 y 38 kg/ha, respectivamente y los de Fe, Cu, Zn y Mn son 1.098, 102, 483 y 330 g/ha, respectivamente.
- ✓ El fraccionamiento de N en maíces híbridos es una herramienta de manejo que permite una alta

eficiencia de los fertilizantes nitrogenados. En estos híbridos de alto rendimiento se justifican aplicaciones de la última fracción de N en periodos cercanos a la floración, basándose en los patrones de absorción de este nutriente por la planta.

- ✓ Los requerimientos totales de P, K y Mg deben suministrarse al momento de la siembra. Los suelos de textura media y pesada retienen el K y Mg. Estos nutrientes pueden ser absorbidos por la planta en los periodos de mayor demanda durante el ciclo de cultivo. El P es inmóvil en el suelo y por esta razón también debe ser aplicado a la siembra. En suelos de textura arenosa se recomienda fraccionar también el K y Mg.
- ✓ Los micronutrientes, en especial el Zn, se deben suministrar durante la fase vegetativa del cultivo, en el periodo de 30 a 46 dds. La aspersión foliar es un método eficiente de aplicación de micronutrientes.

## Bibliografía

- Fontanetto, H. and N. Darwich. 1995. Effects of phosphorus placement for corn with and without irrigation. *Better Crops* 79 (2): 26-27. En: *Informaciones Agronómicas* N° 21. INPOFOS.
- IFA. 1992. *World Fertilizer Use Manual*. International Fertilizer Industry Association, Paris.
- Mariga, I. K., M. Jonga, and O. A. Chivinge. 2000. The effect of timing of application of basal and topdressing fertilizers on maize (*Zea mays* L.) yield at two rates of basal fertilizer. *Crop Research Hisar*, 20: 3, 372-380.
- Solórzano, P. R. 1999. Crecimiento de la planta de arroz y acumulación de N-P-K a lo largo de su ciclo de vida, en Calabozo-Guárico, Venezuela. Trabajo presentado en el XV Congreso Venezolano de la Ciencia del Suelo, 30 de noviembre al 4 de diciembre de 1999. Barquisimeto-Lara, Venezuela.
- Vasconcellos, C. A., J. V. A. Barbosa, H. L. Santos, and G. E. Franca. 1983. Dry matter and nutrient accumulation by two maize cultivars with and without supplemental irrigation. *Pesq. Agropec. Bras.*, Brasília, 18 (8): 887-901. ♦





# MANEJO DE NUTRIENTES EN LA PRODUCCION DE MENTA

B. Brown, J. M Hart, M. P. Wescott y N. W. Christensen\*

## Introducción

La menta (menta verde y menta picante) se ha sembrado en los Estados Unidos como cultivo de especialidad durante cientos de años. La menta se cultiva principalmente por el aceite producido en las hojas. Aun cuando relativamente pocos agricultores producen menta, Estados Unidos el líder mundial en la producción de aceite de menta. Los estados que más producen menta se encuentran en el norte del paralelo 41, donde la cantidad de luz y condiciones favorables permiten producir rendimientos altos de aceite de calidad (**Figura 1**).

La menta, una planta perenne que no produce semilla, se siembra en hileras usando raíces excavadas de campos viejos. Generalmente, al segundo año los rizomas de la menta se han extendido lo suficiente para formar un cultivo sólido. El aceite se almacena en glándulas dentro de las hojas. La planta se corta y se seca y luego el material seco pasa por un proceso de destilación para recuperar el aceite.

Un hectárea de menta produce entre 95 a 125 kg de aceite. En la **Tabla 1** se presenta una lista con la cantidad de aceite de menta utilizada en algunos productos.

Es necesario un cuidadoso manejo de nutrientes para balancear el alto crecimiento de la biomasa con la alta producción de aceite de calidad, dos factores esenciales para la producción rentable de menta. Este artículo resume los resultados de investigación regional conducida en el noreste de los Estados Unidos.

## Manejo del nitrógeno (N)

El manejo del N es un reto en la producción de menta. Debido a que no existen posibilidades de incorporación mecánica, los fertilizantes nitrogenados se aplican en la superficie del suelo.

La menta requiere de aproximadamente 225 a 280 kg de N/ha para mantener un crecimiento óptimo. Comúnmente, se realizan frecuentes aplicaciones de N durante el ciclo de crecimiento para mantener un suplemento continuo del nutriente para lograr máxima producción de aceite. Se pueden usar fuentes de N de lenta liberación, pero deben liberar los nutrientes lo suficientemente rápido para mantener un activo crecimiento vegetativo y desarrollo de hojas nuevas para la máxima producción de aceite.

**Tabla 1. Producción aproximada de artículos en base a menta.**

### Un contenedor de 400 libras de aceite de menta

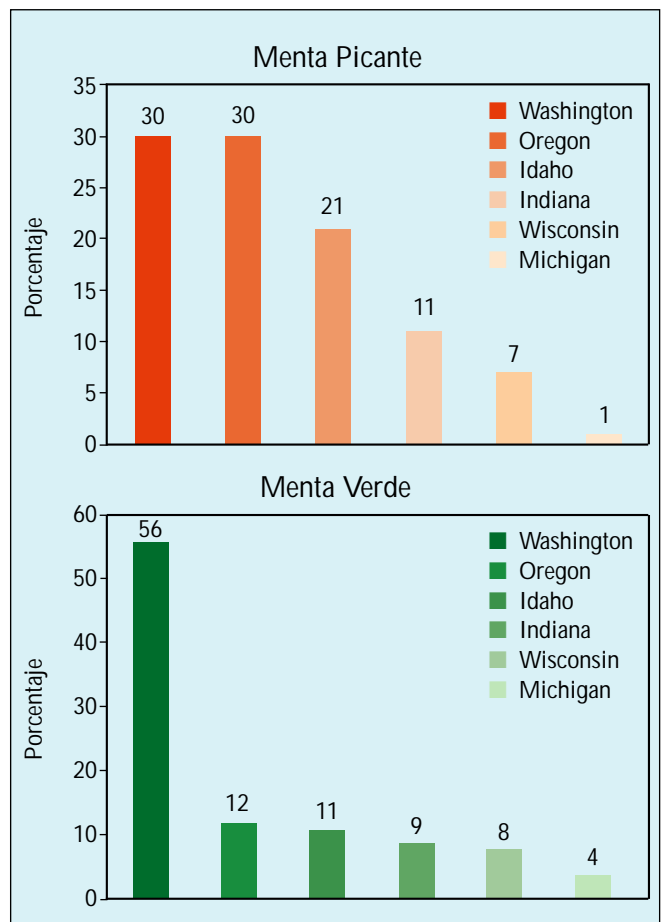
400 000 tubos de pasta dental  
5 000 000 de barras de chicle  
20 000 000 caramelos de menta

### Una onza de aceite de menta

62 tubos de pasta dental  
780 de barras de chicle  
3 125 caramelos de menta

### Una gota de aceite de menta

2.5 tubos de pasta dental  
31.25 de barras de chicle  
125 caramelos de menta



**Figura 1. Distribución de la producción de menta en los Estados Unidos.**

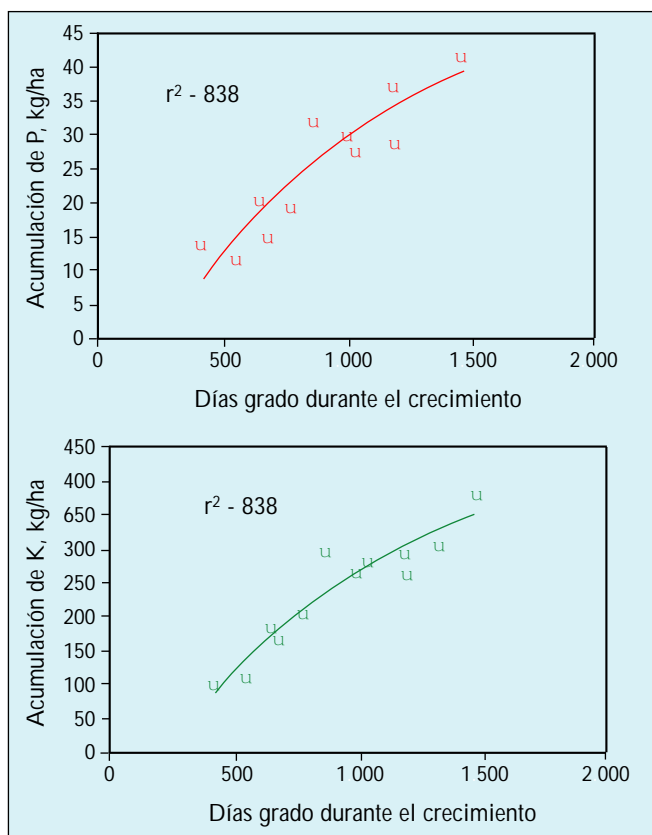
\* Tomado de: Brown, B., J. M Hart, M. P. Wescott y N. W. Christensen. 2003. The critical role of nutrient management in mint production. *Better Crops with Plant food* 87 (4): 9-11.

Se han determinado valores críticos de las concentraciones de nitrato en el tallo como guía para la fertilización durante el ciclo de crecimiento. Adicionalmente, se han establecido niveles críticos de contenido de clorofila en las hojas, usando un medidor SPAD de

clorofila, para ajustar las dosis de fertilizantes nitrogenados dentro del ciclo. El limitado abastecimiento de N reduce la biomasa de la planta y los rendimientos del aceite.



Esta planta de menta creció con nutrición completa. Varias deficiencias de nutrientes pueden afectar la producción.



**Figura 2.** La acumulación de P y K en menta picante durante el ciclo de crecimiento en el Valle de Willamette de Oregon, usando como base de 5°C (Hart et al., 2003).

### Manejo del fósforo (P)

Es importante el suplemento adecuado de P durante el ciclo de crecimiento (**Figura 2**) y para estimular el nuevo crecimiento radicular después de la cosecha. Generalmente, el fertilizante fosfórico se aplica antes de establecer el cultivo y luego se hacen aplicaciones superficiales después de la cosecha como lo recomienda el análisis de suelos. El P removido en la cosecha varía de 50 y 100 kg de  $P_2O_5$ /ha, basándose en la biomasa removida.

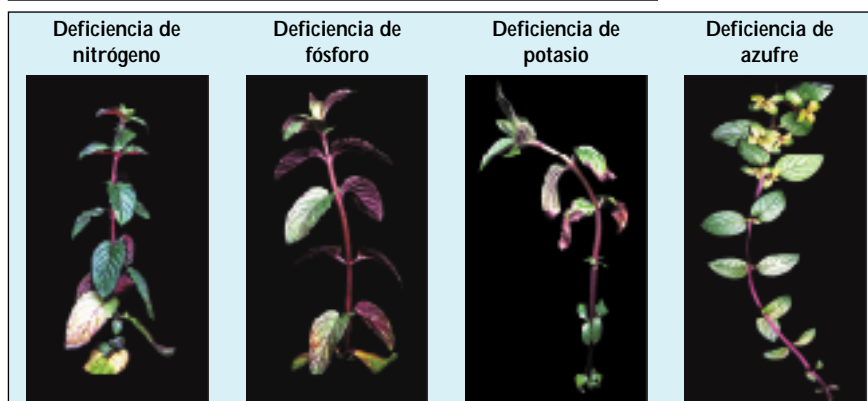
### Manejo del potasio (K)

La menta tiene una constante demanda de K durante el ciclo de crecimiento (**Figura 2**) y un rendimiento promedio 6.7 t/ha de biomasa, remueve más de 335 kg de  $K_2O$ . Suelos con bajo contenido de K pueden agotarse fácilmente si se tiene en cuenta la alta remoción de este nutriente por el cultivo. Los fertilizantes potásicos se pueden aplicar después de la cosecha de acuerdo con los análisis de suelos.

Un rápido crecimiento de tallo y raíces durante el periodo de mayor acumulación de biomasa puede disminuir las reservas de K del suelo y limitar el crecimiento si no existen reservas adecuadas del nutriente en el suelo.

### Manejo del azufre (S)

El S se aplica con más frecuencia en menta producida en áreas con mayor lluvia. Las dosis de sulfato ( $SO_4$ ) aplicadas no tienen efecto en la calidad del aceite. Sin embargo, las aplicaciones de S elemental en las hojas promueven el cambio de un componente del aceite (Germacrene-D) a sulfito de menta, un compuesto indeseable. Cuando se necesita usar S elemental para control de enfermedades, se lo debe usar en dosis bajas por lo menos 30 días antes de la cosecha.



La deficiencia de N se manifiesta como una clorosis que empieza en las hojas viejas y avanza hacia toda la planta.

Los síntomas de deficiencia de P incluyen el incremento en la pigmentación púrpura en las hojas y tallos. Las plantas tienen crecimiento lento y pueden tener hojas de color verde oscuro que son más pequeñas de lo normal.

Bajas reservas de K en el suelo se reflejan en plantas de crecimiento lento que presentan un quemado en los márgenes de las hojas y clorosis intervenal.

Los síntomas de bajo contenido de S se presentan en plantas de crecimiento lento que tienen clorosis que se inicia en las hojas jóvenes.



Estados Unidos es el mayor productor de menta, planta que se cultiva para aprovechar el aceite acumulado en las hojas.

## Conclusiones

La fertilización es una parte importante en el manejo general de la menta. Los análisis de suelos y foliares conducidos a tiempo son herramientas importantes para la producción de altos rendimientos de aceite de menta de calidad.

## Estrategia del manejo de nutrientes...

**Tabla 4. Recomendaciones de fertilizante nitrogenado y rendimiento óptimo económico predicho (híbrido de maíz Suwan 3601) en tres series de suelos usando DSSAT 3.0 y 3.5.**

Series de suelos	Niveles de NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	----- DSSAT 3.0 -----		----- DSSAT 3.5 -----	
		Requerimiento de N, kg/ha	Rendimiento predicho, t/ha	Requerimiento de N, kg/ha	Rendimiento predicho, t/ha
Cd	Muy bajo	95	6.97	90	7.45
	Bajo	65	6.96	80	7.54
	Medio	35	6.92	40	7.51
Pc	Muy bajo	95	7.21	70	7.28
	Bajo	35	6.93	30	7.27
	Medio	35	7.18	20	7.28
Suk	Muy bajo	125	6.46	140	7.83
	Bajo	35	6.07	100	7.66
	Medio	35	6.51	90	7.73

Attanandana, T., C. Suwannarat, T. Veerasilp, S. Kongton, R. Meesawat, P. Bunampol, K. Soitong, C. Tipanuka, and R.S. Yost. 2000. NPK fertilizer management for maize: decision aids and test kits. *Thai Journal of Soil and Fertilizer* 22: 174-186.

Attanandana, T., T. Veerasilp, and K. Soitong. 2000a. Decision support system for fertilizer application in maize production: phase III. Progress report.

Attanandana, T., C. Suwannarat, T. Veerasilp, S. Kongton, R. Meesawat, P. Bunampol, K. Soitong, C. Tipanuka, and R.S. Yost. 2000b. Use of decision aids in on farm experiments in Thailand. Paper presented at the Regional Workshop on Decision-aids for Nutrient Management Support System (NuMaSS). PhilRice, January 21-24, 2002.

El Dr. Brown (bradb@uidaho.edu) trabaja en la Universidad de Idaho. El Dr. Hart y el Dr. Christensen trabajan en la Universidad Estatal de Oregon. El Dr. Westcott trabaja en la Universidad Estatal de Montana.

## Bibliografía

Brown, B. 2003. Mint soil fertility research in the PNW. *Western Nutrient Management Conf.* 5:54-60.

Hart, J., N. Christensen, M. Mellbye, and G. Gingrich. 2003. Nutrients and biomass accumulation of peppermint. *Western Nutrient Management Conf.* 5:63-70.

Westcott, M.P. 2003. Peppermint nutrient deficiency symptoms. *Western Nutrient Management Conf.* 5:61-62.❖

Cox, F.R. 1994. DSSAT 3, Vol. 1, 2 and 3. International Benchmark Sites Network for Agrotechnology Transfer, University of Hawaii, Honolulu, Hawaii.

Tsuji, G., G. Uehara, and S. Balas. 1994. DSSAT 3, Vol. 1, 2 and 3. International Benchmark Sites Network for Agrotechnology Transfer, University of Hawaii, Honolulu, Hawaii.

Willmott, C.J. 1982. Some comments on the evaluation of model performance. *American Meteorological Society* 63: 1309-1313.

Yost, R.S., F.R. Cox, A.B. Onken, and S. Reid. 1992. The Phosphorus Decision Support System. In *Proceedings Phosphorus Decision Support System*, Texas A & M University, College Station, Texas.❖

## NUEVA PUBLICACION

### GUIAS DE CAMPO DE PALMA ACEITERA



La producción de palma aceitera requiere de una atención meticulosa a todos los detalles en el desarrollo del vivero y la plantación, si se quiere alcanzar la rentabilidad en el presente ambiente económico. El ritmo de los cambios actuales obliga a los gerentes o encargados de fincas ha adquirir e implementar conocimientos de una forma mucho más rápida que antes. La tendencia de un acelerado cambio en la tecnología y en la información continuará en el futuro, haciendo que el cambio y la toma rápida de decisiones sea una parte integral del manejo de la palma de aceite. Sin embargo, para lograr atraer a personal calificado, los dueños de plantaciones deben convencer al nuevo personal que están entrando a una profesión en la que pueden desarrollarse y surgir. Claramente, esto requiere de una inversión en entrenamiento y desarrollo tecnológico.

Durante los últimos años, se ha observado que el personal que labora en las fincas de palma aceitera, a todo nivel de autoridad, busca guías de manejo consistentes que contengan toda la información esencial para implementar adecuadamente una operación de campo. Con frecuencia, los encargados de fincas tienen que repetir instrucciones, debido a que no existe un conjunto de procedimientos estándar a seguir. A menudo, se nota también que el personal de mando medio comete errores en el campo, no porque carecen de motivación, sino porque no son informados apropiadamente de lo que se requiere de ellos.

La presente serie de Guías de Campo desea cubrir esta necesidad. Esta serie en palma aceitera se fundamenta en la rica experiencia acumulada, en el conocimiento disponible y ha sido diseñada para presentar toda la información esencial para cada aspecto del manejo en una forma clara, consistente y amigable para el usuario.

Estas publicaciones son parte integral del compromiso que tiene el Instituto de la Potasa y el Fósforo (INPOFOS) para brindar productos, información y entrenamiento de calidad para gerentes y personal de campo de la industria de la palma. El costo de estas publicaciones es de US \$ 20.00 dólares por cada volumen.

Información de como obtener estas publicaciones se puede encontrar en la siguiente página web: [www.inpofos.org](http://www.inpofos.org) y en la siguiente dirección electrónica: [aormaza@ppi-ppic.org](mailto:aormaza@ppi-ppic.org) ♦

## REPORTE DE INVESTIGACION RECIENTE

### PRODUCTIVIDAD Y CALIDAD DE LOS BULBOS DE CEBOLLA Y CONTENIDOS DE NUTRIENTES EN LA PLANTA Y EL SUELO INFLUENCIADOS POR LAS FUENTES DE POTASIO Y LAS DOSIS DE YESO

Paula, M.B. de., J.G. de Papua, P.C.R. Fontes, J.C. Bertoni. 2002. Productividade, qualidade de bulbos de cebola e tenores de nutrientes na planta e no solo influenciados por fontes de potássio e doses de gesso. *Revista Ceres* 49: 231-244.

Se condujo un experimento en la finca experimental EPAMIG, en Sao Sebastiao do Paraíso en un suelo con un contenido de  $4.5 \text{ mg/dm}^3$  de  $\text{S-SO}_4$  y  $47 \text{ mg/dm}^3$  de K, con el objetivo de verificar el efecto de fuentes de K y de dosis de yeso en la producción y calidad del bulbo de cebolla, en la composición mineral de la hoja y en las características químicas del suelo. En el primer año se utilizaron tres fuentes de K ( $\text{KCl}$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_4$  y  $\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{MgSO}_4$ ) y cuatro dosis de yeso agrícola adicionadas al  $\text{KCl}$  (0.5, 1.2 y 3 veces la cantidad de  $\text{S-SO}_4$  proveída por el tratamiento con  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ). En el segundo cultivo se utilizaron las mismas parcelas con la adición de los mismos tratamientos, con excepción del yeso. La mayor producción de bulbos se obtuvo con  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{MgSO}_4$  y  $\text{KCl} + 388 \text{ kg/ha}$  de yeso. La adición del yeso al  $\text{KCl}$  también mejoró resistencia al almacenamiento de los bulbos y aumentó los contenidos de S en la hoja y en el suelo en comparación con el  $\text{KCl}$  solo. Los contenidos de sólidos solubles, ácido pirúvico y acidez titulable en los bulbos y los contenidos de K, Ca y Mg en las hojas no fueron influenciados por los tratamientos. ❖

### EFFECTIVIDAD RELATIVA DEL SUPERFOSFATO Y DE LA ROCA FOSFORICA EN SUELOS DONDE EXISTE LIXIVIACION LATERAL Y VERTICAL DE FOSFATOS.

Bolland, M. D. A. and R. J. Gilkes. 1998. The relative effectiveness of superphosphate and rock phosphate for soils where vertical and lateral leaching of phosphate occurs. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 51:139-153.

Estudios de laboratorio han demostrado que hasta el 70% de roca fosfórica reactiva se disuelve en tres tipos de suelos ácidos localizados en el área de alta precipitación (> 800 mm de lluvia anual) del sur oeste de Australia. Se condujeron 3 experimentos de campo para comparar la roca fosfórica de Carolina del Norte (RFCN) con superfosfato simple (SFS) como fuentes de P para trébol (*Trifolium subterraneum*). Se detectó lixiviación vertical de fósforo (P) en uno de los suelos

caracterizado por tener un perfil profundo de suelo muy arenoso. En el segundo suelo se pudo observar lixiviación lateral de P debido a la presencia de una capa de arena poco profunda (3 cm) sobre un suelo areno-arcilloso de poca permeabilidad. No existió lixiviación de P en el tercer suelo caracterizado por un horizonte uniforme y permeable de textura franco arenosa con moderada capacidad para absorber P. Todos los suelos permanecieron de húmedos a muy húmedos en los 6 a 8 meses del periodo de crecimiento. Se aplicó fertilizante una sola vez a un cuarto de las parcelas en el primer año, una vez al otro cuarto en el segundo año, una vez a tercer cuarto en el tercer año y finalmente una vez al cuarto final en último año (1992 a 1995). Cada año se determinó la efectividad de las dos fuentes de P utilizadas en relación a la efectividad de aplicaciones anuales de SSP (cada cuarto fertilizado anualmente) usando el rendimiento y el contenido de P en el trébol y el P extraído del suelo con bicarbonato como índices de efectividad. En los suelos que lixivian P, en los diferentes años del estudio, la RFCN fue menos, igual o más efectiva que el SFS aplicado anualmente. Esta variación se atribuye al diferente comportamiento de la lixiviación de P del SFS, debido a que estos suelos experimentaron diferentes cantidades de lluvia en diferentes años. Para el suelo que no lixivió P, la efectividad de la aplicación anual de la RFCN fue de 5% y la efectividad residual del 80% del valor del SFS. Cuando se estimó la efectividad de la RFCN mediante el análisis de suelo, se encontró que la aplicación anual y el efecto residual de la aplicación inicial fue solamente 40% efectiva, igual ó 130% más efectivo que el SFS en los diferentes años en un sitio y en los otros dos fue solamente 20% efectiva en comparación con el SFS. Para los suelos que lixivian P, en algunos años, el valor residual de la RFCN fue más alto que el SFS anual, tal vez debido a la rápida lixiviación del P soluble en agua del SFS. Las estimaciones de rendimiento, contenido de P en la planta y el análisis de P en el suelo indican que la efectividad relativa del SFS se reduce consistentemente con el paso del tiempo después de la aplicación, la reducción fue mucho menos obvia para RFCN. ❖

### MICRONUTRIENTES EN LA PRODUCCIÓN DE CULTIVOS

Fageria, N.K., V.C. Baligar, and R.B. Clark. 2002. *Advances in Agronomy* 77: 185-268.

Los micronutrientes esenciales para la producción de cultivos son B, Cu, Fe, Mn, Mo y Zn. Otros nutrientes considerados esenciales a bajas concentraciones son Ni

y Co. La incidencia de deficiencias de micronutrientes en los cultivos se ha incrementado marcadamente en los últimos años debido a la intensidad de los cultivos, pérdida de suelo superficial por erosión, pérdida de micronutrientes por lixiviación, enclavado de suelos ácidos, mayor pureza de los fertilizantes y uso de tierra marginal para la producción. Los problemas de deficiencia de micronutrientes también se han agravado por la alta demanda de los cultivares modernos. Se ha reportado respuestas en rendimiento a la aplicación de micronutrientes en muchas partes del mundo. Factores como pH, potencial redox, actividad biológica, materia orgánica del suelo, capacidad de intercambio catiónico y contenido de arcilla son importantes para determinar la disponibilidad de micronutrientes en el suelo. También tienen profunda importancia en la habilidad de la planta para absorber y utilizar micronutrientes factores como morfología de la raíz (longitud, densidad y área superficial), cambios inducidos en la raíz (secreción de  $H^+$ ,  $OH^-$  y  $HCO_3^-$ ), exudación de ácidos orgánicos por la raíz (cítrico, málico, tartárico, oxálico y fenólico), azúcares y aminoácidos no proteínogénicos (fitosideróforos), secreción de enzimas (fosfatasa), demanda de la planta, especies/cultivares y asociaciones microbiológicas (mayor producción de  $CO_2$ , rizobium, micorrizas, rizobacterias). El objetivo de este artículo es reportar los avances en la investigación sobre la disponibilidad y requerimientos de micronutrientes por los cultivos, corrección de deficiencias y toxicidades en suelos y en plantas y el incremento de la habilidad de las plantas para absorber las cantidades necesarias de estos elementos. ❖

### CONTENIDO DE NUTRIENTES EN LOS COMPONENTES DE LA BIOMASA DE LA NARANJA HAMLIN

Mattos, Jr. D., J.A. Quaggio, H. Cantarella, e A.K. Alva. 2003. Conteúdo de nutrientes em componentes da biomassa de laranja Hamlin. *Sciencia Agricola* 60 (1): 101-105.

El entender la distribución de nutrientes en los árboles es importante para el establecimiento de programas de manejo nutricional para la producción de cítricos. Los árboles de naranja Hamlin [*Citrus sinensis* (L.) Osb.] injertados en citromelo Swingle [*Poncirus trifoliata* (L.) Raf. x *Citrus paradisi* Macfad.], de seis años de edad, cultivados en un Entisol de Florida, fueron escogidos para investigar la distribución y contenido de macro y micronutrientes en componentes de la biomasa. La distribución de nutrientes, en peso seco, de la biomasa total del árbol fue: frutos = 30.3%, hojas = 0.7%, ramas = 26.1%, tronco = 6.3% y raíces = 27.8%. La concentración de nutrientes en las hojas recientemente maduras estuvo entre los niveles adecuado y óptimo para la tabla de interpretación de

análisis foliar de Florida. La mayores concentraciones de Ca se observaron en las hojas viejas y en los tejidos leñosos. Las concentraciones de micronutrientes fueron significativamente mayores en las raicillas en comparación con las raíces leñosas. El nutriente de mayor contenido en el árbol fue Ca (273.8 g/árbol), seguido por N y K (243.7 y 181.5 g/árbol, respectivamente). Los otros macronutrientes sumaron cerca del 11% del contenido total de nutrientes. El contenido de varios nutrientes en la fruta fresca, en kg/t, fue: N = 1.20, K = 1.54, P = 0.18, Ca = 0.57, Mg = 0.12, S = 0.09, B =  $1.63 \times 10^{-3}$ , Cu =  $0.30 \times 10^{-3}$ , Fe =  $2.1 \times 10^{-3}$ , Mn =  $0.38 \times 10^{-3}$  y Zn =  $0.40 \times 10^{-3}$ . El contenido total de N, K y P en el pomar correspondió a 66.5, 52.0 y 8.3 kg/ha, respectivamente, los cuales fueron equivalentes a las cantidades de nutrientes aplicadas anualmente con la fertilización. ❖

### VOLATILIZACION DE $NH_3$ DE FUENTES NITROGENADAS EN CAÑA DE AZUCAR COSECHADA SIN QUEMA

Costa, M.C.G., G.C. Vitti, H. Cantarella. 2003. Volatilização de  $N-NH_3$  de fontes nitrogenadas em cana de açúcar colhida sem despalha a fogo. *Revista Brasileira de Ciencia do Solo* 27: 631-637.

La cosecha de caña sin quema deja sobre el suelo una capa gruesa de residuos. La presencia de estos residuos modifica el agroecosistema y exige una reformulación de la tecnología de manejo del cultivo. La urea es la fuente de N más utilizada para la fertilización nitrogenada de la caña, pero cuando se aplica sobre los residuos se presentan altas pérdidas por volatilización de N como  $NH_3$ . El objetivo de este estudio fue evaluar la eficiencia agronómica de fuentes de N, en un sistema de cosecha de caña sin quema previa, por medio de la medición de las pérdidas de N por volatilización y de la calidad y productividad del cultivo. Este estudio de campo se condujo en la región cañera de Piracicaba (SP) con la tercera soca del cultivar SP 80-1842, cultivado en un suelo arcillo distrófico arenoso cosechado sin quema y mecánicamente. La dosis de N fue de 100 kg/ha. Los tratamientos estudiados fueron: T0 = testigo, T1 = urea, T2 = uran, T3 = urea + sulfato de amonio y T4 = residuo enriquecido con N. Las pérdidas por volatilización del  $NH_3$  se midieron por medio de colectores semi abiertos estáticos. Los tratamientos T1 y T3 presentaron las mayores pérdidas por volatilización de  $NH_3$  (36 y 35%, respectivamente) y los tratamientos T2 y T4 presentaron las menores pérdidas (15 y 9%, respectivamente). Las socas respondieron en productividad a la fertilización nitrogenada y a las pérdidas por volatilización de  $NH_3$ . ❖

## CURSOS Y SIMPOSIOS

### 1. Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo

**Organiza** : Facultad de Ciencias Agropecuarias  
**Lugar y Fecha** : Paraná, Argentina  
 Junio 22-25, 2004  
**Información** : xixcacs@fca.uner.edu.ar  
 xixcacs@paran.inta.gov.ar

### 2. Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo

**Organiza** : Centro Internacional de Convenciones  
**Lugar y Fecha** : Cartagena de Indias, Colombia  
 26 Septiembre – 1 Octubre, 2004  
**Información** : Dr. Germán Peñalosa  
 scsuelo@cable.net.co  
 Dr. Alvaro García  
 scsueloagarcia@uniweb.net.co

### 3. I Congreso sobre Suelos Forestales

**Organiza** : INISEFOUR-UNA  
**Lugar y Fecha** : San José - Costa Rica  
 Octubre 25-27, 2004  
**Información** : Instituto de Investigación y Servicios Forestales de la Universidad de Costa Rica  
 Tel.: 506 2 774 151  
 Fax.: 506 2 773 852  
 apaniag@una.a.c.cr

### 4. XVI Reunión Internacional ACORBAT 2004

**Organiza** : ACORBAT 2004  
**Lugar y Fecha** : Oaxaca, México  
 26 Septiembre - 1 Octubre, 2004  
**Información** : Tel.: 951 5130 882  
 info@acorbat2004.org  
 www.acorbat2004.org

### 5. IX Congreso Ecuatoriano de la Ciencia del Suelo

**Organiza** : Universidad de Loja  
**Lugar y Fecha** : Loja, Ecuador  
 Octubre 6-8, 2004  
**Información** : Ing. Bosco Bravo  
 bravo@interactive.net.ec  
 Dr. José Espinosa  
 jespinosa@ppi-ppic.org

### 6. 3<sup>ra</sup> Conferencia Internacional de Nitrógeno

**Organiza** : ISSAS  
**Lugar y Fecha** : Nanjing, China  
 Octubre 12-16, 2004  
**Información** : Sr. Zhengqin Xiong  
 P. O. Box 821  
 Institute of Soil Science,  
 Chinese Academy of Sciences  
 Nanjing, 210008, China  
 Tel.: 86 25 6881019  
 Fax.: 86 25 6881028  
 n2004@ns.issas.ac.cn  
 www.issas.ac.cn

### 7. Congreso Peruano de la Ciencia del Suelo

**Organiza** : Sociedad Peruana de la Ciencia del Suelo  
**Lugar y Fecha** : Cuzco, Perú  
 Noviembre 15-19, 2004  
**Información** : SPCS  
 Telfax.: 51 1 3495622  
 j.alegre@cgjar.org  
 braulio@lamolina.edu.pe

### 8. 9<sup>no</sup> Simposio Internacional de Análisis de Suelos y Plantas

**Organiza** : ISSPA  
**Lugar y Fecha** : Cancún, México  
 30 Enero - 4 Febrero, 2005  
**Información** : ISSPA  
 Turnstrasse 11  
 67706 Krickenbach  
 Germany  
 Fax.: 49 6307 401104  
 www.spcouncil.com



## PUBLICACIONES DE INPOFOS

Las siguientes publicaciones de INPOFOS se encuentran disponibles al siguiente costo



- **NUEVA PUBLICACION: Guía de Campo, Serie en Palma Aceitera, Volumen 1: Vivero.** Guía de campo preparada específicamente para uso práctico en el manejo diario de la palma aceitera. El volumen 1 cubre el manejo del vivero para producir plántulas de calidad que deben estar disponibles para la siembra en el campo en el momento requerido. \$ 20.00



- **NUEVA PUBLICACION: Guía de Campo, Serie en Palma Aceitera, Volumen 2: Fase Inmadura.** Guía de campo preparada específicamente para uso práctico en el manejo diario de la palma aceitera. El volumen 2 cubre el manejo de la fase inmadura de la plantación para lograr una población uniforme de palmas productivas en cada bloque del campo. \$ 20.00



- **NUEVA PUBLICACION: Guía de Campo, Serie en Palma Aceitera, Volumen 3: Fase Madura.** Guía de campo preparada específicamente para uso práctico en el manejo diario de la palma aceitera. El volumen 3 cubre el manejo de la fase madura de la plantación para lograr rendimientos sostenidos de racimos de fruta fresca a través de toda la etapa productiva del cultivo. \$ 20.00



- **Manual de Nutrición y Fertilización de Pastos.** Esta publicación ofrece a las personas envueltas en la producción ganadera una visión amplia del potencial productivo, de los requerimientos nutricionales y de los factores limitantes impuestos por el ambiente tropical a la producción de forrajes. \$ 15.00



- **Síntomas de Deficiencias Nutricionales y Otros Desórdenes Fisiológicos en Banano.** Guía de Campo para técnicos y agricultores que permite identificar en el campo los síntomas de deficiencia nutricional, conocer sus causas y determinar una estrategia de prevención o recuperación. \$ 8.00



- **Síntomas de Deficiencias de Nutrientes y Desórdenes en Palma Aceitera.** Guía de Bolsillo para técnicos a cargo del manejo de plantaciones que deseen identificar los síntomas de deficiencia en el campo, conocer algo de sus causas y como éstas podrían prevenirse o remediarse. \$ 8.00



- **Estadística en la Investigación del Uso de Fertilizantes.** Publicación que presenta conceptos actuales de diseño experimental e interpretación estadística de los datos de investigación de campo en el uso de fertilizantes. \$ 6.00



- **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. \$ 8.00



- **Manual de Nutrición y Fertilización del Café.** Este manual presenta conceptos modernos del manejo de la nutrición y fertilización del café como herramienta para lograr rendimientos altos sostenidos. \$ 20.00



- **Manual Internacional de Fertilidad de Suelos.** Publicación didáctica sobre uso y manejo de suelos y fertilizantes con datos y ejemplos de diferentes partes del mundo \$ 15.00

- **POTASA: Su Necesidad y Uso en Agricultura Moderna.** Esta publicación cubre aspectos como funciones de potasio en las plantas, necesidad, síntomas de deficiencia y el eficiente uso de fertilizantes potásicos. \$ 4.00

- **Fertilización del Algodón para Rendimientos Altos.** Publicación que cubre en forma detallada los requerimientos nutricionales, análisis foliar y de suelos y fertilización del cultivo del algodón. \$ 5.00

- **Conceptos Agronómicos.** Panfletos que describen conceptos agronómicos básicos que ayudan en el manejo eficiente de suelos y nutrientes. Disponible: El Cloro, verdades y mitos. \$ 0.50

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

**COLOMBIA:** Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo (SCCS). Carrera 11 No. 66-34, Oficina 204. Telf. y Fax.: 211-3383. E-mail: scsuelo@cable.net.co. Bogotá, Colombia.

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

**PERU:** Corporación MISTI S.A. Ing. Federico Ramírez, Tudela y Varela 179, San Isidro. Telf.: 222-6722 Fax: 442-9881 E-mail: framirez@corpomisti.com.pe. Lima, Perú.

**EN OTROS PAISES:** Solicitar las publicaciones a las oficinas de INPOFOS en Quito. Adjuntar cheque girado contra una plaza de los Estados Unidos a nombre del Instituto de la Potasa y el Fósforo (INPOFOS) por el valor de las publicaciones más costo de correo (US \$ 4.00 dólares por publicación).