

## RENTABILIDAD DE LA FERTILIZACION: ALGUNOS ASPECTOS A CONSIDERAR

Fernando García\*

### Introducción

Evaluaciones de la rentabilidad de explotaciones agropecuarias generalmente indican que las empresas más rentables se caracterizan por presentar menores costos, altos rendimientos y mayor atención al manejo de suelos y cultivos. Estas condiciones caracterizan a los productores más eficientes y de mejor manejo empresarial. La fertilización forma parte integral del manejo rentable de los cultivos. En este artículo se discuten algunos aspectos de importancia acerca del manejo rentable de esta práctica agronómica.

### Principios económicos básicos de la fertilización

Para alcanzar una mayor rentabilidad se debe invertir más tiempo evaluando distintas situaciones y buscando información que ayude a tomar decisiones correctas. Siempre es importante, no solamente cuando los precios de los granos son bajos, basar las decisiones de manejo de nutrientes en principios científicos probados. Un principio científico probado es aquel que puede ser reproducido en distintas situaciones. La investigación en fertilidad de suelos y fertilización de cultivos se ha desarrollado durante mucho tiempo y ha establecido principios básicos, evaluados por diversos investigadores en muchas situaciones. A continuación se presentan algunos conceptos básicos que deben tenerse en cuenta para evaluar la rentabilidad de la fertilización.

### Costos e ingresos asociados con el uso de fertilizantes

Los análisis económicos precisos deben considerar todos los costos e ingresos asociados con la fertilización (Tabla 1). Al calcular los costos debe tenerse en cuenta que hay insumos que deben amortizarse en un período mayor al año. Este sería el caso del muestreo de suelos y análisis para nutrientes de baja movilidad como fósforo (P) y potasio (K) que pueden ser evaluados cada dos o tres años. Lo mismo sucede con el costo de aplicaciones de reposición para cubrir requerimientos nutricionales de más

ABRIL 2000

No. 39

## CONTENIDO

	Pág.
Rentabilidad de la fertilización: Algunos aspectos a considerar	1
Deficiencia de Ca en tomate ( <i>Lycopersicon esculentum</i> L.)	7
Manejo de nutrientes en agricultura por sitio específico en cultivos tropicales	9
Reporte de investigación reciente	14
Cursos y Simposios	15
Nuevo servicio de INPOFOS	15
Publicaciones de INPOFOS	16
Editor: Dr. José Espinosa	

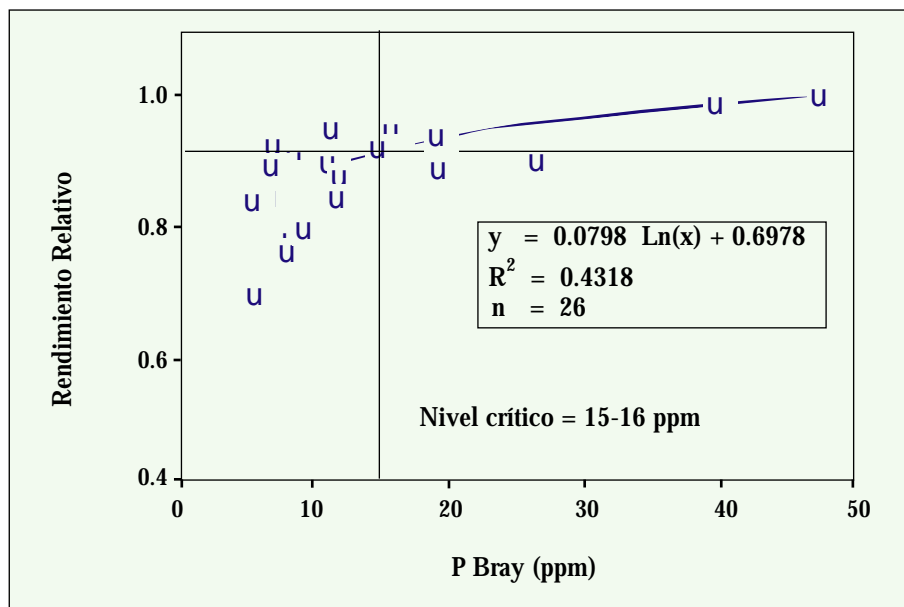
\* Artículo adaptado por el Dr. Fernando García de: Murrell S., y R. Munson. 1999. Phosphorus and potassium economics in crop production. *Better Crops with Plant Food* 83 (3):28-32. El Dr. García es Director de la oficina para el Cono Sur de INPOFOS. E-mail: fgarcia@ppi-ppic.org

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

de un cultivo. La Tabla 2 presenta ejemplos de algunos costos anuales asociados con la fertilización y su posible amortización.

El cálculo de los ingresos generados por la fertilización se realiza a partir del incremento en rendimiento obtenido. Estudios de campo a largo plazo han demostrado que el análisis de suelos es un importante indicador para determinar la probabilidad de respuesta a la fertilización. A partir de estos estudios se ajustan curvas de calibración que permiten determinar niveles de disponibilidad de nutrientes óptimos para la producción de cultivos (Figura 1). Estas curvas de calibración relacionan el análisis de suelos, los rendimientos esperados y las probabilidades de respuesta. Las curvas se generan a partir de la respuesta del cultivo a niveles de fertilización en estudios conducidos en numerosos sitios y bajo diferentes niveles de disponibilidad inicial de los nutrientes.

En la Figura 1, la curva de calibración ajusta la relación entre el rendimiento relativo de maíz y el nivel de P disponible en el suelo (P analizado con Bray 1). Los



**Figura 1. Rendimiento relativo de maíz en función del nivel de P disponible (Bray 1) en el sudeste de Buenos Aires (Argentina). Datos de 26 sitios-años de García y colaboradores (EEA INTA-FCA Balcarce).**

rendimientos relativos para un sitio y año específico se calculan dividiendo el rendimiento promedio del tratamiento sin fertilizar por el rendimiento promedio del tratamiento fertilizado con dosis no limitantes para la producción del cultivo. Esta relación se convierte en un porcentaje que se relaciona con el nivel de disponibilidad del nutriente en el sitio, de manera que cada sitio-año genera un punto en la curva de calibración.

La Figura 1 muestra también el nivel crítico de disponibilidad del nutriente. El nivel crítico indica un nivel particular de nutriente en el suelo. A contenidos del nutriente menores al nivel crítico la probabilidad de respuesta es mayor. A valores mayores del nivel crítico no se espera que la disponibilidad del nutriente limite los rendimientos.

Utilizando una curva de calibración como la de la Figura 1 se puede estimar la respuesta en rendimiento. Así, si consideramos un suelo con un análisis de suelo

**Tabla 1. Ingresos y costos asociados con la fertilización.**

Costo	Ingresos
Muestreo de suelos	Mayor rendimiento
Análisis de suelos	Mejoras de calidad
Fertilizante	
Aplicación	
Gastos adicionales (por mayor rendimiento) de cosecha, secado y almacenaje	

**Tabla 2. Ejemplo de cálculos de costos anuales asociados con la fertilización.**

Actividad	Costo US \$	¿Amortizable?	Años de amortización	Costo anual US \$
Muestreo	1 por ha	si	4	0.25
Análisis de suelo para pH, P, K	20 por muestra	si	2	10
Fertilizante (P, K)	1.6 por kg P	si	2	0.8 por kg P
Aplicación	7 por ha	si	2	3.50
Adicional de cosecha	Variable	no	-	
Adicional de transporte y almacenaje	0.11-0.21 por ton	no	-	
Adicional de secado	0.9-1.0 por ton	no	-	
Adicional de almacenaje	Variable	no	-	

de 6 ppm P Bray, la respuesta esperada a la aplicación de P es de 16%. Para un rendimiento objetivo de 9000 kg/ha, esta respuesta será de 1440 kg/ha ( $9000 \text{ kg/ha} \times 0.16$ ).

### Ingresos por fertilización no relacionados con incrementos de rendimiento

Los beneficios de la fertilización con nutrientes como P y K no se limitan al incremento en rendimiento. Estos nutrientes también mejoran la calidad del producto. Algunos beneficios de la aplicación de P y K se presentan en la Tabla 3.

En general, estos beneficios son difíciles de cuantificar. Por ejemplo, muy pocas veces se tiene en cuenta la calidad en la evaluación económica de la

fertilización. La Figura 2 muestra los efectos de la fertilización fosfatada en la nodulación de soya en un ensayo realizado en el Oeste de Buenos Aires (Argentina).

### Mayores rendimientos disminuyen los costos de producción por unidad de rendimiento

Al presentarse dificultades financieras, los productores tratan de bajar los costos fijos y variables. Los costos fijos son más inflexibles y no hay muchas oportunidades para reducirlos. Sin embargo, los costos fijos pueden ser manejados mejorando la eficiencia con decisiones que disminuyan gastos, tales como el mantenimiento adecuado en lugar de la compra de equipos nuevos. Muchos productores buscan

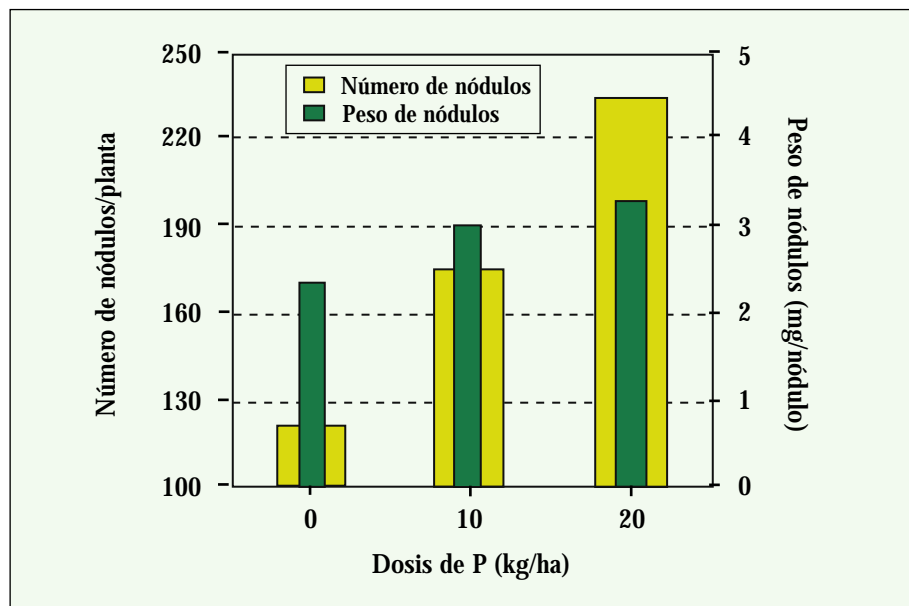
reducir costos variables y uno de ellos es la reducción del uso de fertilizantes. La alternativa de disminuir los costos variables reduciendo el uso de fertilizantes debe ser cuidadosamente considerada. El uso apropiado de fertilizantes puede resultar en incrementos de rendimiento que ayudan a diluir los costos fijos y variables en más toneladas por unidad de área, disminuyendo el costo total de producción por tonelada. La reducción de los costos por tonelada indica que la empresa está operando de forma más eficiente, una característica de las explotaciones más rentables.

El cálculo de los costos por tonelada requiere no solamente de los costos del fertilizante, sino también de todos los costos fijos, indirectos o de explotación y de los costos directos asociados con el establecimiento y el manejo del cultivo en particular. Los costos promedio de producción pueden ser obtenidos de cada finca, o de asociaciones de productores, cooperativas, etc.

Como ejemplo, la Tabla 4 muestra los costos de producción por tonelada de trigo para el tratamiento testigo sin fertilizar y para el tratamiento fertilizado con 22 kg/ha de P, bajo distintos niveles de disponibilidad de P (Bray I) en ensayos de fertilización conducidos en 1996 y 1997 en Balcarce (Buenos Aires, Argentina) por Berardo y colaboradores (1998b). Los costos por tonelada se estimaron dividiendo los costos totales de producción por las toneladas obtenidas en cada tratamiento y situación. En los costos totales se incluyeron los costos fijos o indirectos para una explotación típica del área y los costos variables correspondientes. El precio de trigo considerado fue de US\$70 descontando los gastos de comercialización. El precio del

**Tabla 3. Beneficios de la aplicación.**

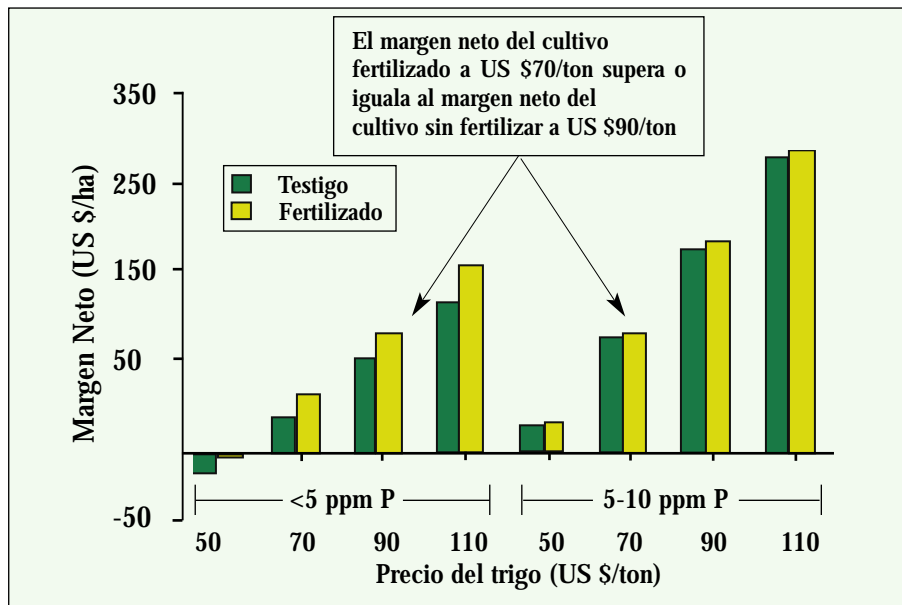
Fósforo	Potasio
Mayor nodulación de leguminosas Mejor eficiencia de uso del agua	Mayor nodulación de leguminosas Mayor resistencia a condiciones de estrés
Mayor resistencia a enfermedades Mejor calidad	
Maduración más rápida Mayor crecimiento radicular	Mayor desarrollo de granos Mayor eficiencia de uso de nitrógeno



**Figura 2. Efecto de la fertilización fosfatada en la nodulación de soya (Díaz Zorita et al., 2000).**

**Tabla 4. Costo por tonelada de trigo producido en el tratamiento testigo y en el tratamiento fertilizado (22 kg/ha P) bajo distintos niveles de P disponible (Bray 1). Adaptado de Berardo et al., 1998b.**

P. Bray ppm	Costo por tonelada de trigo	
	Fertilizado	Testigo
>5	43.9	56.2
5-10	43.2	50.7
10-15	42.4	45.8
15-20	41.7	41.7
20-25	41.0	38.3
>25	40.3	35.4



**Figura 3. Márgenes netos de trigo para distintos tratamientos de fertilización (testigo, fertilizado) y precios de grano (50, 70, 90 y 110 US\$ por tonelada descontados gastos de comercialización) en suelos con menos de 5 ppm y de 5-10 ppm P Bray I. Adaptado de Berardo et al. (1998b).**

fertilizante fue de 1.6 US\$/kg P. Los resultados demuestran que la fertilización fosfatada disminuye los costos por tonelada de grano con respecto al tratamiento testigo para niveles de P ubicados por debajo de 20 ppm, que es el nivel crítico observado en el estudio.

### Precios y fertilización

Con frecuencia se afirma que el precio del producto tiene mayor efecto sobre la rentabilidad que la obtención de altos rendimientos. Si se analiza con cuidado se puede observar que por el contrario, en muchas oportunidades, el obtener rendimientos altos compensa las caídas de precios y permite mantener niveles de rentabilidad

aceptables. La Figura 3, utilizando los datos de Berardo et al. (1998b), muestra los márgenes netos por hectárea obtenidos en los tratamientos testigo y fertilizado para distintos precios de trigo (50, 70, 90 y 110 US\$ por tonelada de trigo, descontados los gastos de comercialización), y en dos situaciones de disponibilidad de P del suelo (menos de 5 ppm y 5-10 ppm P Bray I). A niveles de P menores de 5 ppm, los márgenes netos son superiores para el tratamiento fertilizado a US\$70 que para el tratamiento testigo a US\$90. Para niveles de P de 5 a 10 ppm, los márgenes netos de US\$70 no difieren de US\$90. Bajo estas condiciones, es más rentable la

aplicación de nutrientes que los incrementos de precios de trigo del orden del 28%. Por supuesto, la mayor rentabilidad se observa con el tratamiento fertilizado a US\$110.

### Beneficios a largo plazo de la fertilización fosfatada y potásica

Se ha mencionado el efecto de P y K a largo plazo. El P y K aplicados con los fertilizantes reaccionan en el suelo y pasan a formar parte, en proporciones variables según el tipo de suelo, de la fracción disponible para los cultivos. Este efecto a largo plazo es también conocido como efecto residual. La Tabla 5 muestra los efectos residuales de aplicaciones de 44 y 88 kg/ha de P (equivalentes a 220 y 440 kg/ha de superfosfato triple) sobre la respuesta en rendimiento de trigo y la evolución de los niveles de P (Bray I) a lo largo de 7 años desde las aplicaciones iniciales. Como se observa, el efecto residual sobre el rendimiento es de largo plazo, superior a 5 años, por lo que limitando los plazos de amortización de P y K a corto plazo resulta en estimaciones conservadoras de los retornos económicos.

### Manejo del riesgo

Hay tres tipos básicos de riesgo que los productores enfrentan en un programa de fertilización:

1. Que la aplicación de fertilizantes no sea rentable.
2. Que los niveles de disponibilidad de nutrientes sean limitantes para el rendimiento.
3. Que los niveles de disponibilidad de nutriente no sean suficientemente altos para compensar errores o tiempos económicamente difíciles (flexibilidad reducida).

La Figura 4 muestra como estos riesgos se relacionan con los niveles de disponibilidad de nutrientes en el suelo. A baja disponibilidad existen menores riesgos de que la fertilización no sea rentable, pero mayores riesgos de que los rendimientos sean limitados por la baja disponibilidad o por errores de manejo.

Niveles de fertilidad medios, basados en calibraciones generales, requieren que el muestreo haya sido cuidadosamente realizado y que el lote tenga niveles de disponibilidad uniformes (la variabilidad del campo tiene gran efecto en los resultados del análisis). Además, los niveles medios de disponibilidad requieren aplicaciones anuales de fertilizantes, o al menos aplicaciones suficientes como para cubrir los requerimientos del cultivo. El mejorar los niveles de disponibilidad de medios a altos evita errores y reduce el riesgo de que los contenidos de nutrientes en el suelo sean limitantes para el rendimiento. Además, los productores que han mejorado los niveles de nutrientes en sus suelos pueden dejar de aplicar P o K un año para reducir costos. Sin embargo, el mejoramiento de la disponibilidad de nutrientes a niveles altos aumenta el riesgo de que los beneficios en rendimiento no cubran los costos de fertilización. Cada productor debe tener en cuenta los riesgos asociados con los distintos niveles de disponibilidad y tomar las decisiones basándose en los riesgos que decida aceptar.

### Manejo de los niveles de los nutrientes en el suelo

El análisis de suelos constituye una herramienta básica para realizar estimaciones razonables de respuestas a la fertilización y, como se vio previamente, es

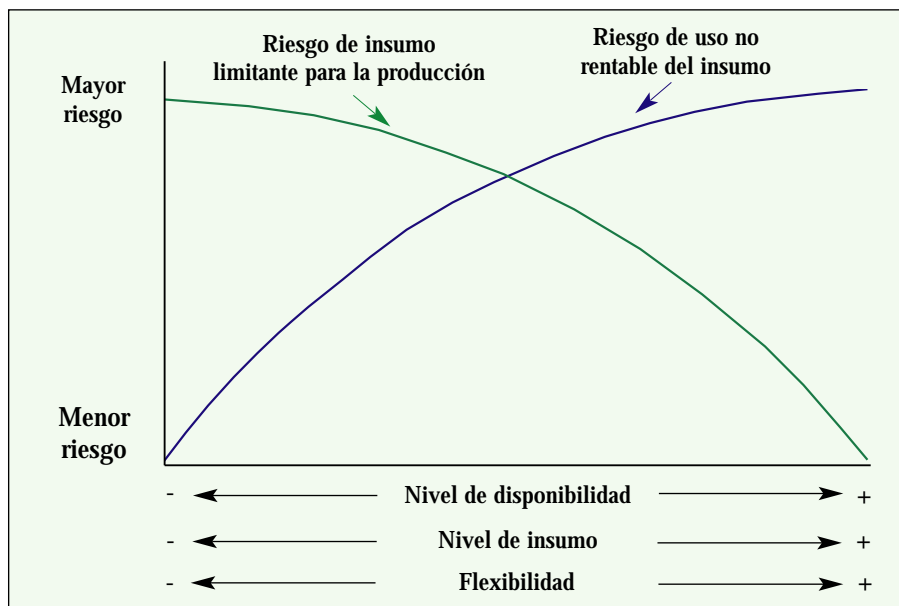
**Tabla 5. Efectos residuales de una aplicación de 44 y 88 kg/ha P en los rendimientos de trigo y el nivel de P disponible (Bray I). Adaptado de Berardo et al. (1998a).**

Año	Incremento en rendimiento de trigo		Nivel de P disponible (P Bray)		
	44 P	88 P	Testigo	44 P	88 P
	----- kg/ha -----		----- ppm -----		
1989	1161	1073	10	16	22
1990	719	974	9	14	17
1991	718	994	11	12	15
1992	612	935	8	11	14
1993	681	746	7	9	10
1994	717	914	8	10	11
1995	279	444	9	11	12

**Tabla 6. Remoción promedio de N, P y K en granos de maíz, trigo, soja y girasol.**

Cultivo	N	P	K
	----- kg/ton grano -----		
Maíz	15	3	4
Trigo	20	4	3
Soya	60 <sup>1</sup>	7	19
Girasol	24	4	7

<sup>1</sup> La fijación simbiótica de N aporta una importante cantidad de N en soya.



**Figura 4. Relación entre los tipos de riesgo y los niveles de disponibilidad de nutrientes en el suelo (D. Leikam, com. pers.).**

importante para el manejo del riesgo. El análisis de suelos es una práctica de manejo de bajo costo en base a la cual se toman decisiones de alto costo.

Es importante recordar que cuando cosechamos un cultivo estamos removiendo o exportando nutrientes del lote. La Tabla 6 muestra la remoción promedio de nitrógeno (N), P y K en distintos cultivos.

La remoción de nutrientes del campo por los cultivos reduce su disponibilidad en el suelo (Tabla 4). Es interesante notar que la disponibilidad de P y K en el suelo disminuye más rápidamente cuando los niveles de disponibilidad iniciales son más altos, por lo tanto, aquellos productores que manejan niveles de disponibilidad elevados y decidan saltar una aplicación de P y/o K deberán monitorear cuidadosamente los cambios que se produzcan para asegurarse que no se afecten los rendimientos.

### Interacciones entre nutrientes

Los efectos de los nutrientes sobre los cultivos son interactivos, generándose beneficios superiores con la aplicación conjunta que con la aplicación individual de cada uno de ellos. De la interacción entre nutrientes surge el concepto de Fertilización Balanceada que no es más que el suministro simultáneo de todos los nutrientes necesarios para alcanzar un determinado rendimiento. Los datos de la Tabla 7 proveen un ejemplo de interacción nitrógeno-fósforo-azufre (S) en maíz. La aplicación conjunta de los tres nutrientes resulta en el mayor rendimiento y la mayor rentabilidad (margen neto).

### Conclusión

Es posible manejar la rentabilidad del sistema considerando otros factores y no solamente a través de la reducción de costos. Se pueden obtener mayores beneficios por medio de:

1. Planificación a largo plazo
2. Análisis de suelos periódico

**Tabla 7. Rendimientos de maíz y márgenes netos con diferentes tratamientos de fertilización NPS. Información: Est. San Marcelo, Juelen S.A.-U.T.E., Teodelina (Santa Fe).**

Tratamiento	Rendimiento kg/ha	Margen neto US\$/ha
Testigo	5695	-
NP	9782	170
NS	9395	175
NPS	10562	209

3. Fertilización específica por lote y cultivo
4. Desarrollo de base de datos.

### Referencias

- Berardo A. y F. Grattone. 1998a. Efecto de la aplicación de P y de su residualidad sobre la producción de trigo (8 años). Actas IV Congreso Nacional de Trigo. EEA INTA-FCA Balcarce. Mar del Plata, Argentina.
- Berardo A., F. Grattone y G. Borrajo. 1998b. Efecto de la forma de aplicación del P sobre la producción de trigo. Actas IV Congreso Nacional de Trigo. EEA INTA-FCA Balcarce. Mar del Plata, Argentina.
- Díaz Zorita M., G. Grosso, M. Fernandez Caniggia y G. Duarte. 2000. Efectos de la ubicación de un fertilizante nitrógeno-fosfatado en la producción de soja en siembra directa. Ciencia del Suelo. En prensa.
- Murrell S. y R. Munson. 1999. Phosphorus and potassium economics in crop production. Parts 1, 2 and 3. Better Crops with Plant Food. No. 3, p. 20-31. Potash and Phosphate Institute. Norcross, Georgia, EE.UU.



# DEFICIENCIA DE CALCIO EN TOMATE (*Lycopersicon esculentum* L.)

Ignacio Lazcano\*

## Introducción

Uno de los principales problemas en la producción de tomate, en campo abierto o en invernadero, es la pudrición apical de la fruta asociada con la deficiencia de calcio (Ca). Esta condición se presenta cuando existe baja humedad relativa, en combinación con alta temperatura del aire y del suelo, incrementando la evapotranspiración y promoviendo un vigoroso crecimiento de la planta y el fruto y una mayor demanda de nutrientes. Lo anterior provoca la acumulación de Ca en las hojas, pero puede al mismo tiempo ocasionar deficiencia de este nutriente en los frutos, debido a que la movilidad del Ca dentro de la planta es baja y el crecimiento del fruto es muy intenso. De esta forma, la cantidad de Ca que llega al fruto no es suficiente para cubrir la demanda nutricional de las actuales variedades de alto rendimiento.

Si además se considera que durante épocas de alta temperatura el funcionamiento de la raíz es afectado por la tensión osmótica ocasionada por la mayor concentración de sales en el suelo, se puede esperar una menor cantidad de Ca en el sistema en general. Condiciones de salinidad del agua o del suelo agravan la situación ya que las sales dificultan la absorción de agua y Ca incrementando la pudrición apical del fruto. Existe evidencia científica que demuestra que la salinidad afecta los vasos conductores de agua y nutrientes en el fruto, bloqueando la asimilación de Ca y otros nutrientes.



Foto 1. Deficiencia de Ca en tomate.

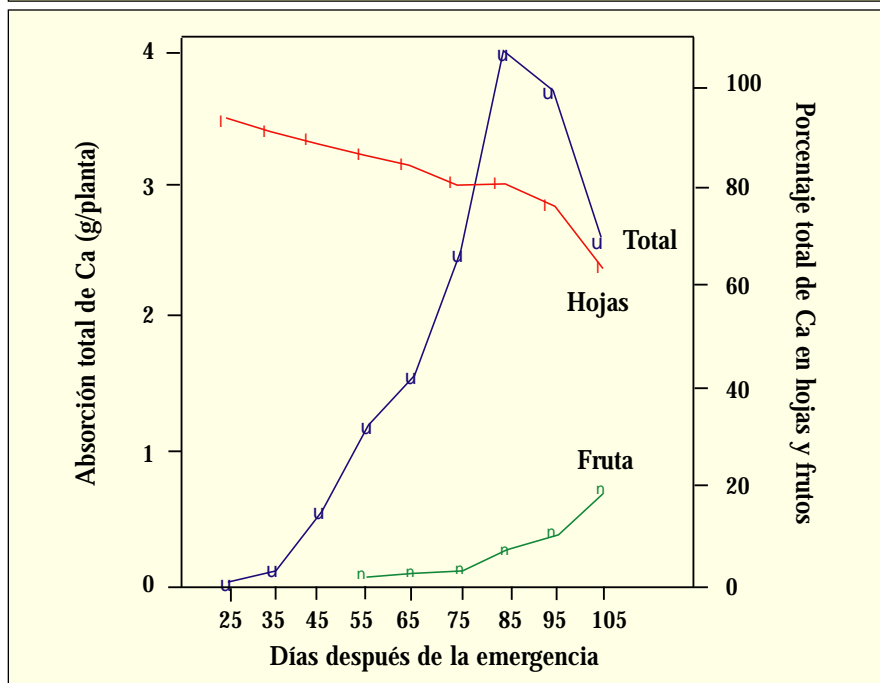


Figura 1. Curva de acumulación de Ca por la planta de tomate.

## Síntomas de deficiencia de Ca

La planta de tomate con deficiencia de Ca tiene hojas nuevas que presentan márgenes necróticos y en plantas jóvenes las hojas se doblan hacia arriba

formando una copa. Además, se reduce la tasa de crecimiento y las partes nuevas de la planta no crecen. La punta de la raíz muere y la radícula se ramifica. El síntoma más conocido de la deficiencia de Ca en tomate es la pudrición apical de la fruta (Foto 1). Aplicaciones

\* El Dr. Ignacio Lazcano es Director de la Oficina para México y Norte de Centroamérica de INPOFOS. E-mail: lazcano@ppi-ppic.org

**Tabla 1. Concentraciones de Ca en diferentes tejidos de la planta de tomate durante el ciclo de cultivo.**

Días después de la emergencia	Parte de la planta	Concentración del nutriente (% base seca)
21	Toda la Planta	2.58
28	Toda la planta	2.92
35	Toda la planta	2.63
42	Toda la planta	2.59
49	Ramas	1.22
	Hoja	2.95
	Fruto	0.12
56	Ramas	1.40
	Hoja	3.08
	Fruto	0.12
63	Ramas	1.13
	Hoja	3.06
	Fruto	0.14
70	Ramas	1.07
	Hoja	3.09
	Fruto	0.30
77	Ramas	1.25
	Hoja	4.31
	Fruto	0.23
84	Ramas	1.38
	Hoja	3.49
	Fruto	0.16
91	Ramas	1.63
	Hoja	4.22
	Fruto	0.17
105	Toda la planta	3.28
	Fruto	0.18

excesivas de nitrato de potasio ( $\text{KNO}_3$ ) pueden intensificar la deficiencia de Ca y se debe tener cuidado con la aplicación foliar de este fertilizante sin antes chequear los niveles de Ca en el suelo y en los tejidos de la planta, particularmente en las épocas de mayor demanda de Ca.

La Figura 1 presenta la curva de acumulación de Ca en la planta de tomate. Se observa como a 65 días después de la siembra de absorción de Ca por el fruto se incrementa,

mientras que el de las hojas disminuye drásticamente. También se puede observar que el porcentaje de Ca en el fruto llega hasta 20% y que el Ca absorbido por toda la planta puede representar hasta 4 gramos por planta en base seca.

Es importante el monitoreo de los niveles de Ca en las hojas durante los momentos de expansión del fruto. En el momento de llenado, las hojas deben tener más de 3%, niveles menores al 1% representan

deficiencia y a niveles entre 1.5 y 3% se logra respuesta a las aplicaciones foliares de Ca. La Tabla 1 presenta las concentraciones de Ca en diferentes partes de la planta del tomate a través del ciclo de cultivo.

### Formas de prevenir la deficiencia de Ca en tomate

Conociendo que la deficiencia de Ca se produce por la pobre llegada del nutriente al fruto debido a altas temperaturas, se podría mejorar esta condición reduciendo la temperatura para así reducir la tasa de crecimiento del fruto y la demanda de Ca. Sin embargo, esto en muy pocas ocasiones es posible y solo se logran resultados parcialmente exitosos. La mejor manera de evitar la deficiencia es mantener un buen nivel de Ca en la solución del suelo o en la solución nutritiva en caso de producir tomate por hidroponía. Se debe considerar los momentos de mayor extracción para controlar posibles deficiencias temporales del nutriente.

La fertilización foliar o al suelo con fertilizantes portadores de Ca es una buena alternativa si se buscan rendimientos altos de buena calidad. En el caso de fertilización foliar se puede utilizar nitrato de calcio  $[\text{Ca}(\text{NO}_3)_2] \cdot \text{H}_2\text{O}$  o cloruro de calcio ( $\text{CaCl}_2$ ) en una concentración del 0.5%.

### Bibliografía

- Bennet, W. 1994. Nutrient Deficiencies & Toxicities in Crop Plants, APS Press pp 139
- Nuez, F. 1995. El cultivo del tomate, Ed. Mundi Prensa.



# MANEJO DE NUTRIENTES EN AGRICULTURA POR SITIO ESPECIFICO EN CULTIVOS TROPICALES

José Espinosa\*

## Introducción

Los condicionamientos económicos y ambientales del momento han promovido el desarrollo de nuevas técnicas de manejo de los sistemas agrícolas. Con el rápido desarrollo de la tecnología en información y comunicaciones se han diseñado sistemas alternativos de manejo como la agricultura de precisión, mejor definida como agricultura por sitio específico. Este sistema de manejo utiliza los sistemas de posicionamiento global, los sistemas de información geográficos y los modelos de simulación para elevar los rendimientos y la eficiencia de los insumos utilizados al determinar en forma exacta la variabilidad espacial de las condiciones de suelo y de los requerimientos del cultivo.

## Manejo de nutrientes en agricultura por sitio específico

Tradicionalmente, el manejo de la nutrición se ha basado en el promedio del contenido de nutrientes medido por el análisis de suelos. Este método de diagnóstico trata de definir el manejo nutricional sobre la premisa de que la variabilidad intrínseca del suelo está bien cubierta cuando se muestrea para obtener una media de la fertilidad del lote. Sin embargo, han ido apareciendo formas particulares de manejo que incentivan la imaginación al obtener rendimientos muy altos en forma sostenida. Uno de estos ejemplos es el manejo diseñado por Sr. Herman Warsaw, quien se convirtió en el productor de cosechas récord de maíz en Illinois, Estados Unidos. El

sistema del Sr. Warsaw se basa simplemente en el riguroso manejo de un plan diseñado para un suelo, clima y manejo específicos. El plan es específico para un sitio particular básicamente haciendo las cosas correctas, por la razón correcta en el sitio y épocas correctas. Se empiezan entonces a dar los primeros pasos en lo que posteriormente sería el manejo por sitio específico. La búsqueda de rendimientos altos sostenidos es fuerza detrás del sistema.

Este nuevo tipo de manejo aparece como respuesta a inquietudes nuevas. Es común el encontrar que los rendimientos promedio no sobrepasan las expectativas o rendimientos bajos en suelos con altos contenidos de nutrientes. Se empieza a sospechar que la variabilidad espacial del campo es un factor que limita severamente los rendimientos. Cuando se dividen los lotes para muestreo tradicional se asume que cada lote es uniforme pero en realidad la variabilidad intrínseca es muy grande y lamentablemente no se dimensiona con esta forma de muestreo (Brouder, 1999).

## Causas de la variabilidad en el campo

La variabilidad en el campo se debe a varios factores naturales y antropogénicos. El factor natural más importante es el tipo de suelo cuyas características están definidas por el material parental y la topografía. La actividad humana promueve la variabilidad a través de la distribución de residuos reciente y en el pasado lejano afectando la acumulación de materia orgánica con todas sus implicaciones. Además, son

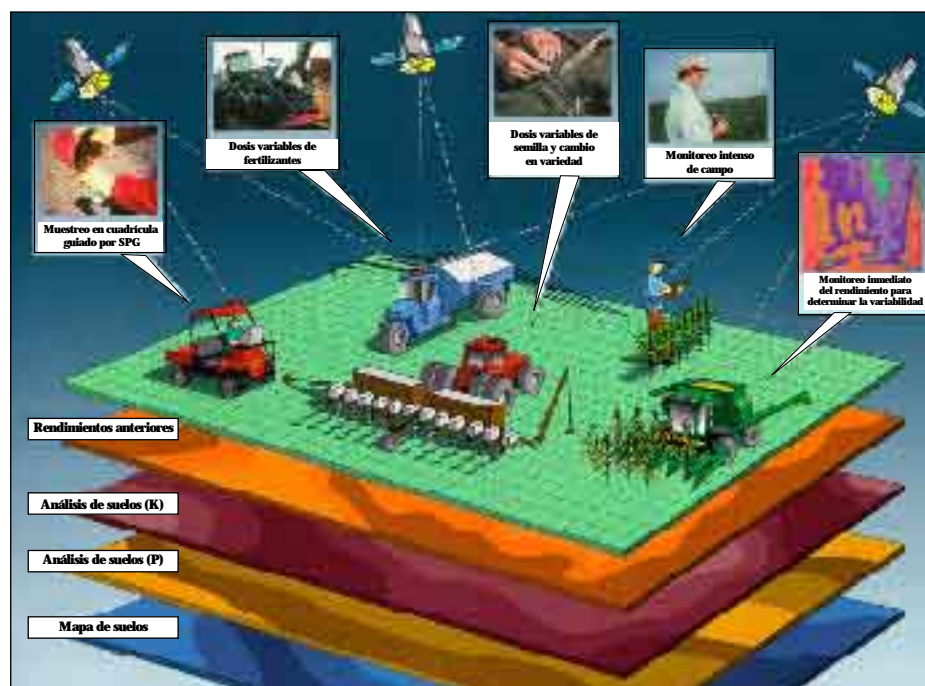
factores importantes en la variabilidad antropogénica la distribución de fertilizantes, la diferente remoción de nutrientes causada por diferentes tipos de cultivos y rotaciones y el efecto significativo de la erosión (Brouder, 1999).

En estos momentos, es claro que el manejo basado en la media de la fertilidad ya no es suficiente para mantener rendimientos altos sostenibles en agricultura empresarial y aun en agricultura de menor intensidad. Es común observar que se sobrefertiliza las áreas de bajo rendimiento y que no usan suficientes nutrientes en las áreas de alto rendimiento. El continuar con el manejo basándose en la media de la fertilidad solamente incrementa la variabilidad y reduce la productividad de la finca. Cuando estas condiciones se hacen aparentes es necesario iniciarse con manejo por sitio específico.

## Objetivos del manejo por sitio específico

El manejo por sitio específico busca identificar y cuantificar la variabilidad espacial presente en la finca, para luego determinar el impacto de esta variabilidad en el rendimiento. Una vez que se entiende el efecto de la variabilidad se pueden determinar las estrategias que permitan manejarla de modo que se incrementen los rendimientos, se mejore la rentabilidad y reduzca el potencial impacto ambiental de la actividad.

En el manejo por sitio específico, la búsqueda de rendimientos continua siendo la fuerza de



**Figura 1. Sistemas integrados intensivos, de sitio específico para manejo de suelos y cultivos.**

empuje. Más aun, el rendimiento permite cuantificar la variabilidad ya que el rendimiento es el indicador biológico que integra el impacto acumulado del recurso natural, los insumos utilizados, el clima y el manejo. El manejo por sitio específico considera la respuesta en rendimiento a cada uno de los factores antes mencionados y a su interacción. Por esta razón, uno de los puntales del manejo por sitio específico es la medición exacta de los rendimientos obtenidos en cada uno de los lotes de la finca. Cuando se empieza a cuantificar cuidadosamente el rendimiento dentro de la finca se observa claramente la variabilidad y se desarrolla el deseo de conocer bien cuales son los factores que están limitando la producción.

En los cultivos que se cosechan con maquinaria se puede cuantificar el rendimiento por medio de los monitores que miden la cantidad de grano cosechada a medida que la combinada se mueve en el campo. De esta forma se puede hacer un mapa de rendimiento que indica exac-

tamente el rendimiento de cada sitio en el campo. Con la ayuda del satélite se puede hacer un mapa de rendimientos que permite observar claramente la variabilidad del lote.

Por otro lado, el manejo por sitio específico requiere que el productor conozca lo mejor que pueda el suelo de su finca. Para esto es necesario hacer un muestreo de suelos intenso y cuidadoso. Esto se logra dividiendo los lotes en cuadrículas y tomando muestras de cada una de las cuadrículas. Los sitios de muestreo son georeferenciados con el satélite de modo que se puede confeccionar un mapa donde se observe la variabilidad de suelos en el lote y que ayude a entender la fertilidad y otras condiciones del sitio.

Al comparar el mapa de rendimientos con el mapa de suelos se puede correlacionar las áreas de bajo rendimiento con las condiciones particulares del sitio. Esto permite desarrollar una estrategia de manejo que elimine el factor(s) limitante o que reduzca la variabilidad que impide obtener rendimientos altos.

El mapa de rendimientos y el mapa de suelos se confeccionan rápidamente usando los Sistemas de Posicionamiento Global (GPS, Global Positioning System) y los Sistemas de Información Geográfica (GIS, Geographic Information System), una vez que han colectado y digitalizado los resultados de la medición del rendimiento y del muestreo de suelo en cuadrículas. El GPS está conformado por una red de satélites que transmiten señales que pueden ser captadas por receptores en el suelo. De esta forma se puede identificar la latitud y longitud (posición exacta del sitio) en cualquier parte de la tierra. Al medir el rendimiento como al muestrear el suelo se puede determinar exactamente el sitio en el campo para poder regresar exactamente al mismo sitio cuando sea necesario. De esta forma es posible comparar los mapas de rendimiento y de suelo por ejemplo. El GIS es un sistema detallado de mapeo que puede delinear en forma digital la variabilidad dentro de un lote como el rendimiento, tipo de suelo, niveles de fertilidad, pH, humedad, etc. Esta variabilidad es la que determina la variabilidad en rendimientos y es la que se debe manejar (Figuras 1 y 2).

### **Ventajas y desventajas del manejo por sitio específico**

El manejo por sitio específico mejora la rentabilidad al incrementar los rendimientos y reducir el costo de los insumos. Esto no implica tácitamente que se vayan a utilizar menos insumos sino más bien que se hace más eficiente su uso, obteniendo más rendimiento por unidad de superficie. El mejor manejo asegura una producción de mejor calidad que también aporta para la rentabilidad. Además, el manejo por sitio específico permite un mejor manejo ambiental.



**Figura 2. Distribución de dosis variables de fertilizantes de acuerdo al mapa de suelos digitalizado por GIS.**

Entre las desventajas se pueden citar el costo de implementación (equipo, muestreo, mapas) y del entrenamiento para hacer uso de la tecnología. Además, los cambios reales por uso de la tecnología, y en consecuencia el ahorro, se ven en tres o cuatro años. Esta es una inversión a largo plazo que empezará a pagarse a mediano y largo plazo.

### **Manejo por sitio específico en cultivos tropicales**

En cultivos tropicales de plantación como banano, café, cacao, palma aceitera, etc., la adopción del manejo por sitio específico, en la forma utilizada en cultivos extensivos en climas templados, presenta retos. La utilización de alta tecnología es limitada por el alto costo inicial y por un relativamente bajo conocimiento de las herramientas tecnológicas. Quizá el limitante más importante sea el monitoreo del rendimiento por el simple hecho de que estos cultivos se cosechan manualmente por el bajo

costo de la mano de obra y la dificultad de implementar un sistema mecánico de cosecha que sea rentable y eficiente. Sin embargo, es posible desarrollar sistemas de menor tecnología, con el soporte de GPS y GIS pero que dependa más del conocimiento y experiencia de los productores. En este caso la inversión inicial debe ser baja, el sistema debe ser económicamente atractivo y debe basarse en cosecha manual (Stoorvogel, et al., 1999). A continuación se describe brevemente el caso de la implementación de un sistema de manejo por sitio específico para banano.

El banano se cultiva en sistema de producción continuo y los rendimientos promedio de las fincas comerciales de áreas bananeras de América Latina varían entre 1000 y 4500 cajas/ha/año de banano de exportación. Cada caja tiene un peso de 18.14 kg. Dentro de las fincas, la variabilidad en el rendimiento es también grande. El obtener altos rendimientos requiere

de alta utilización de insumos para mantener la fertilidad del suelo y para controlar las enfermedades y plagas. La recomendación general de fertilización es de 400, 150 y 650 kg/ha de N,  $P_2O_5$  y  $K_2O$ , respectivamente.

Los nemátodos y la sigatoka negra son los principales problemas sanitarios del banano. Dos a tres ciclos de nematicidas se aplican rutinariamente y la sigatoka se controla con aplicaciones aéreas de mezclas de fungicidas. Cuando es necesario se controlan malezas con el uso de herbicidas o manualmente. Todas las labores, con excepción de las aplicaciones de fungicidas se llevan a cabo manualmente.

Los trabajadores de campo chequean constantemente el campo para determinar que racimos están listos para cosecha. Los racimos son cosechados manualmente y transportados al galpón de clasificación y empaque mediante un sistema de rieles de transporte (Figura 3). Las plantaciones de

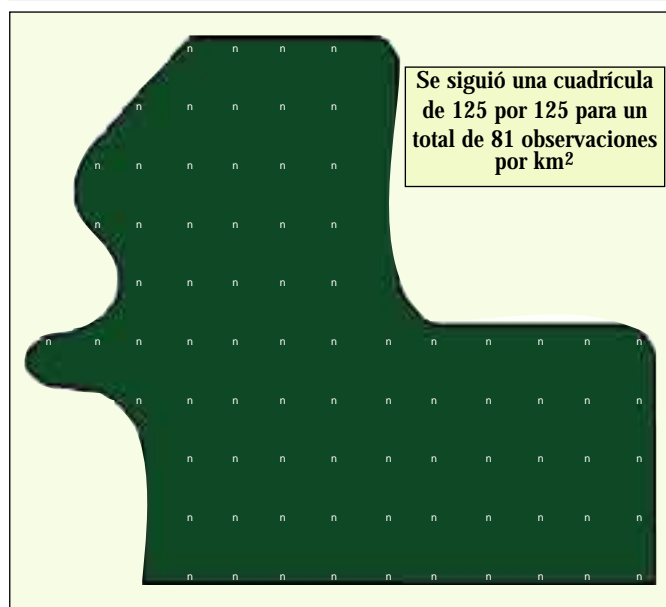
banana se dividen en bloques de acuerdo a su localización con respecto a los cables de transporte. Estos bloques tienen una superficie que varía entre 0.1 y 1.0 hectáreas y pasan a ser las unidades básicas de manejo de la finca.

### Manejo por sitio específico en banano

Conociendo las circunstancias particulares de las fincas bananeras es posible diseñar un sistema de manejo que lleve finalmente a manejo por sitio específico con



**Figura 3.** Transporte de banano desde el sitio de cosecha al galpón de clasificación y empaque (Soto, 1992).



**Figura 4.** Muestreo intensivo para elaborar el mapa de aptitud de suelos para banano (López y Espinosa, 1995).

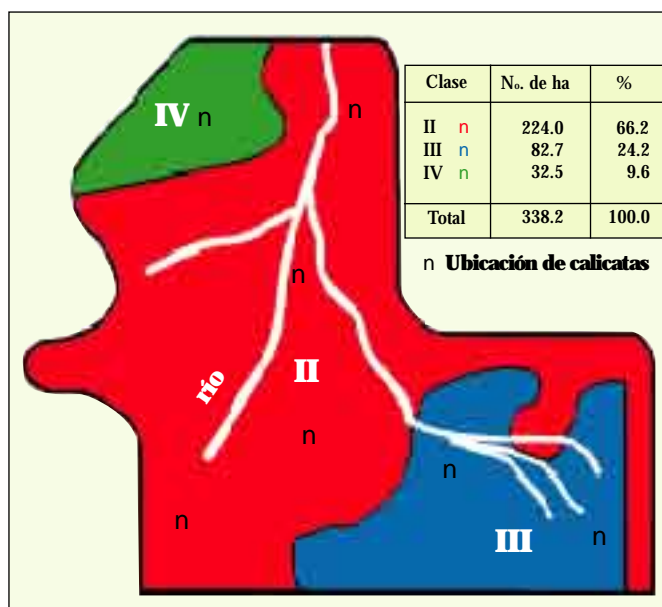
menor tecnología que se base en GPS y GIS pero que dependa del conocimiento y experiencia del agricultor en lo que se refiere al cultivo. Para iniciar manejo por sitio específico la finca debe tener infraestructura y administración organizada (Maning, 1999).

### Mapa de suelos

Es necesario partir de un mapa general de suelos que debe utilizar un sistema de cuadrícula y GPS para localizar permanentemente el sitio de muestreo en el campo. El mapa general de suelos puede hacerse por medio de cualquiera de los GIS existentes en el mercado. Estos sistemas de información geográfica permiten digitalizar las diferentes unidades de suelo. En banano es importante más bien hacer un mapa de aptitud de suelo para cultivo del banano. Este mapa delimita claramente las unidades de suelo dependiendo de las limitantes presentes para el desarrollo óptimo del cultivo. Este es un sistema de aptitud que tiene la ventaja de determinar los particulares factores limitantes para el cultivo del banano (drenaje, textura, profundidad del perfil, acidez), pero al mismo tiempo acumula los datos necesarios para un mapa específico como el de dinámica de nutrientes. El mapeo utiliza el sistema de cuadrículas y puede utilizar fácilmente GPS para precisión del muestreo (Figuras 4 y 5).

### Mapa de rendimientos

Debe existir una forma de registro del rendimiento de la fruta para poder diseñar un sistema de manejo por sitio específico. La fruta se cosecha y es transportada al galpón de procesamiento donde se pesa cada racimo en una balanza computarizada, registrándose el peso y



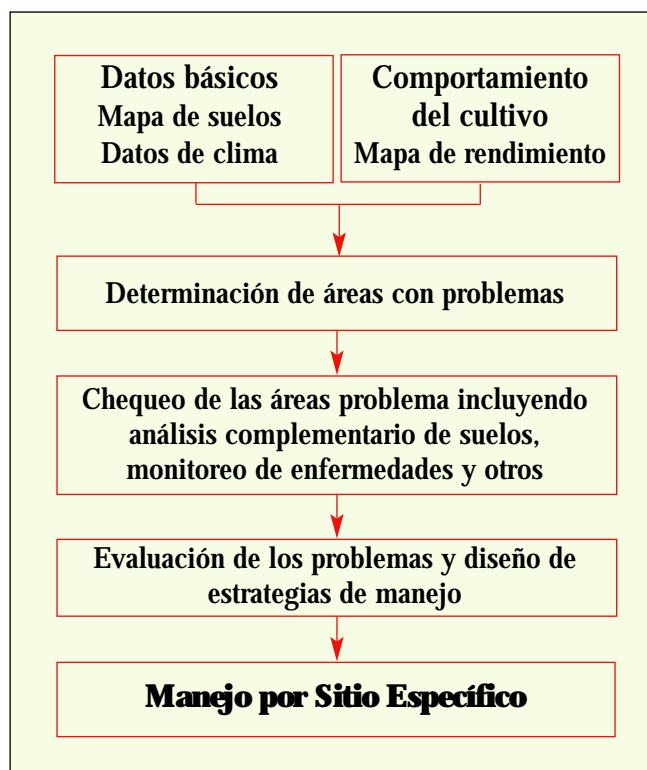
**Figura 5.** Mapa de aptitud de suelos en una finca de banano (López y Espinosa, 1999).

cable de donde procede. En este caso se debe desarrollar un sistema particular de acumulación de datos porque toda la cosecha es manual y no existe la posibilidad de usar medidores de rendimiento enlazados con GPS. El sistema de cables para transporte de fruta también delimita las áreas y el rendimiento por área puede ser de esta forma monitorizado. Este tipo de medición del rendimiento puede en principio ser difícil e inexacto hasta que todo el personal envuelto en la tarea se halle completamente entrenado. Sin embargo, es la única forma de conseguir información que determine la variabilidad de rendimientos en el campo. En esta forma se pueden hacer mapas detallados de rendimiento semanal, quincenal o mensual (Maning, 1999).

### Desarrollo del sistema de manejo por sitio específico

Al comparar los mapas de rendimiento se puede observar los bloques que rinden por debajo o por arriba de los rendimientos promedios esperados. Estos mapas de rendimiento pueden entonces superponerse con los mapas de suelos y se puede determinar la razón de la variabilidad en rendimiento. El análisis de esa variabilidad permite determinar cuáles serían los factores de suelo que estarían limitando el rendimiento y se puede diseñar una estrategia de manejo que permita eliminar estos factores limitantes para elevar los rendimientos a todo su potencial. El propósito es lograr más rendimiento por unidad de área y de insumo. En ocasiones será necesario aumentar el uso de insumos para lograr alcanzar el potencial de rendimiento del sitio y en otros será necesario reducir el uso porque el potencial de rendimiento del suelo de ese bloque es bajo. Incluso se pueden eliminar ciertas áreas donde la producción no es rentable por condiciones muy pobres de suelo.

La variabilidad en rendimiento puede ser también causada por errores en el manejo. Debido a que todas las actividades se hacen manualmente es posible que ciertos trabajos no se realicen con la presión requerida (aplicación de fertilizantes, nemátodos, drenaje, etc). Al comparar los mapas de rendimiento se puede determinar zonas de conflicto respecto al manejo actual y se pueden hacer los correctivos correspondientes. En la Figura 6 Se presenta un diagrama de flujo donde se ilustran los pasos para iniciar un sistema de manejo por sitio específico en banano.



**Figura 6. Diagrama de flujo de los pasos necesarios para implementar un sistema de manejo por sitio específico en cultivos tropicales de plantación (Maning, 1999).**

### Bibliografía

- Brouder, S. M. 1999. Applying site-specific management in soil fertility research and developing management information for variable rate technologies. In Proceedings of Information Agriculture Conference. Purdue University. p. 321.
- López, A., y J. Espinosa. 1995. Manual de nutrición y fertilización del banano. INPOFOS. p. 43.
- Maning, L. 1999. BanMan, A decision support system from inventory to management recommendations. MSc. Thesis. Agriculture University of Wageningen.
- Soto, M. 1992. Bananos, cultivo y comercialización. Imprenta LIL, S. A. Costa Rica. p. 385. 1992.
- Stoorvogel, J. J., R. A., Orlich, R. Vargas, and J. Bouma. 1999. Linking information technology and farmer's knowledge in a decision support system for improved banana management. Memorias del Simposio Internacional sobre Sistemas de Manejo Integrado de la Nutrición en la Producción de Banano. EARTH, Costa Rica.

## REPORTE DE INVESTIGACION RECIENTE

### ALTERACIONES QUIMICAS EN SUELOS ACIDOS DESPUES DE LA APLICACION DE RESIDUOS VEGETALES

Franchini, J. C., Malavolta E., Miyazawa, M. y M. A. Paván. 1999. Alteracoes químicas em solos ácidos após a aplicacao de residuos vegetais. *R. Bras. Ci. Solo*, 23:533-542.

El conocimiento del comportamiento químico de los suelos ácidos durante la descomposición de residuos vegetales tiene gran importancia en su manejo. En 1995 y 1996 en Londrina, se evaluó el efecto de la incubación (0, 15, 30, 60 y 90 días) de residuos de nabo, soya y trigo (dosis de 2 y 4%) finamente molidos y muestras del horizonte Bw de 3 unidades de suelo (Latossol Rojo-Amarillo, Latossol Rojo y Latossol Rojo-Oscuro) en el pH, carbono orgánico disuelto (COD) y Al, Ca, Mg, y K intercambiable y soluble. Se determinaron el COD y el Ca, Mg y K total y soluble en los residuos vegetales. Se produjeron incrementos del pH, y el Ca, Mg y K intercambiable y soluble, en el Al soluble y en el COD y una reducción en el Al intercambiable, inmediatamente después de la aplicación de los residuos vegetales (tiempo cero). En los diferentes residuos, la intensidad de esas alteraciones se relacionaron con el COD y el Ca, Mg y K soluble, en el siguiente orden: nabo>soya>trigo. El COD en la solución del suelo disminuyó rápidamente durante el tiempo de incubación. La reducción del COD en el tiempo de incubación no alteró el contenido de K, pero redujo drásticamente el de Al, Ca y Mg en la solución del suelo, lo que demuestra la importancia del COD en el mantenimiento de cationes polivalentes en solución por medio del mecanismo de acomplejamiento orgánico. La especiación química demostró que sobre el 90% del Al total en solución estaba en forma orgánica. La composición orgánica e inorgánica de la fracción hidrosoluble de residuos vegetales demostró ser el principal responsable por las alteraciones químicas observadas en las muestras de suelos ácidos.

### ENCALADO Y FERTILIZACION FOSFATADA EN ARROZ EN SUELOS INUNDADOS: II. DISPONIBILIDAD DE FOSFORO

Mello, J. W. V., A. C. Ribeiro., V. H. Alvarez. y R. F. Novais. 1999. Calagem e adubacao fosfatada para o arroz em solos inundados: II. Disponibilidade de fósforo. *R. Bras. Ci. Solo*, 23:855-862.

La dinámica y disponibilidad de P para las plantas en suelos inundados envuelven procesos complejos que difieren sustancialmente de aquellos observados en suelos bien drenados. Se realizó un experimento en invernadero, con el objeto de estudiar la disponibilidad de P en arroz en suelos inundados con 9 muestras de suelos de Minas Gerais. Los tratamientos constaron de combinaciones de 6 dosis de P y 2 dosis de Ca. Se evaluó la producción de materia seca y el contenido de P en la parte aérea de plantas cultivadas por 60 días. Los resultados revelaron efectos divergentes de

encalado sobre la disponibilidad de P, dependiendo de las características de los suelos: (a) El encalado limitó la disponibilidad de P en suelos de baja capacidad de retención de P y con óxidos de Fe inestable frente a condiciones de inundación. (b) En suelos de alta capacidad de retención de P y con óxido de Fe más estable, se observó lo contrario. Además de los factores cantidad y capacidad tampón, el contenido de Fe activo (extraíble con acetato de amonio) en el suelo parece influir la disponibilidad de P en arroz en suelos inundados.

### RELACION ENTRE EL ZINC DISPONIBLE, MEDIANTE DIFERENTES EXTRACTORES, Y LAS FRACCIONES DE ZINC EN MUESTRAS DE SUELO

Oliveira, M. F. G., R. F. Novais, J. C. L. Neves, C. A. Vasconcellos y V. M. C. Alves. 1999. Relacao entre o zinco "disponible", por diferentes extractores, e as fracoes de Zn em mostras de solos. *R. Bras. Ci. Solo*, 23:827-836.

Se han desarrollado varios procedimientos de extracción para determinar el Zn disponible para las plantas en el suelo. Una alternativa utilizada en el estudio de extractores del Zn disponible se refiere al fraccionamiento del Zn total del suelo, para comprender las reacciones en el suelo y el comportamiento de los extractores. Este trabajo tuvo como objetivo evaluar la dependencia existente entre el contenido de Zn disponible, por diferentes extractores, las fracciones de este elemento en el suelo y las características de los suelos. Para esto se aplicaron dosis de 0 y 20 mg/dm<sup>3</sup> de Zn a 12 muestras de suelo que posteriormente se incubaron por 30 días. Las muestras se colectaron de la capa de 0-20 cm de profundidad y correspondieron a los grandes grupos: Latossol rojo-oscuro (LE), Latossol rojo-amarillo (LV), Latossol amarillo (LA), Podzólico rojo-amarillo (PV) y Arena Quartzosa (AQ). Se determinó Zn mediante DTPA-TEA-CaCl<sub>2</sub>, HCl (0.1 mol L<sup>-1</sup>), Melich-1 (M-1) y Mehlich-3 (M-3). Las muestras de suelos se sometieron además al fraccionamiento de Zn, determinándose Zn intercambiable (Zntr), ligado a la materia orgánica (Znmo), ligado al óxido de manganeso (ZnMn), ligado al óxido de Fe amorfo (ZnFea) y ligado al óxido de Fe cristalino (ZnFec). Se concluye que los extractores DTPA y M-3 revelaron mayor sensibilidad a las características del suelo relacionadas con el factor capacidad (poder tampón). Los extractores M-1 y HCl mostraron menor sensibilidad y menor correlación con estas características, considerando su mayor poder de extracción y consecuente menor desgaste. La relación Zn recuperado por el extractor/Zn aplicado al suelo demostró ser la característica que mejor se correlacionó con características del suelo relacionadas con el factor capacidad de Zn. La fracción de Zn intercambiable fue la mayor responsable por la cantidad de Zn obtenido por los extractores probados. Las fracciones de Zntr, Znmo, ZnMn, ZnFea y ZnFec no fueron suficientes para explicar en todos los casos, el Zn recuperado por los extractores.

## CURSOS Y SIMPOSIOS

### 1. XIV REUNION DE LA ASOCIACION PARA LA COOPERACION EN INVESTIGACIONES BANANERAS EN EL CARIBE Y AMERICA TROPICAL

**Organiza** : ACORBAT 2000  
**Lugar y Fecha** : San Juan - Puerto Rico, 31 Julio - 4 Agosto, 2000  
**Información** : Sra. Fátima Ortíz C., Of. de Programas Internacionales  
 Colegio de Ciencias Agrícolas  
 Recinto Universitario de Mayaguez  
 P. O. Box 9030  
 Puerto Rico 00681-9030  
 Fax.: 787 834 3413 - E-mail: f\_ortiz@rumac.upr.clu.edu

### 2. X CONGRESO COLOMBIANO DE LA CIENCIA DEL SUELO

**Organiza** : SCCS  
**Lugar y Fecha** : Medellín - Colombia, 11 - 13 Octubre, 2000  
**Información** : Dr. Francisco Silva Mojica, Carrera 11 No. 66-34, Of. 601  
 Bogotá - Colombia  
 Telf.: 211 3383 - Fax.: 211 3383 - E-mail: scsuelo@ibm.net

### 3. VII CONGRESO ECUATORIANO DE LA CIENCIA DEL SUELO

**Organiza** : SECS  
**Lugar y Fecha** : Quito - Ecuador, 19 - 20 Octubre, 2000  
**Información** : Dr. Marcelo Calvache  
 Casilla Postal 17-16-38  
 Quito - Ecuador  
 Telf.: 2 463175 - Fax.: 2 464104 - E-mail: secs@uio.satnet.net

### 4. XI INTERNATIONAL SOIL CONSERVATION ORGANIZATION CONFERENCE

**Organiza** : ISCO  
**Lugar y Fecha** : Bs. As., Argentina, 22 - 27 Octubre, 2000  
**Información** : Secretaría Científica ISCO 2000, FAUBA  
 Av. San Martín 4453, (1416)  
 Buenos Aires - Argentina  
 Telf.: 11 44811688 - Fax.: 11 45148739 - E-mail: isco2000@mail.agro.uba.ar

## NUEVO SERVICIO DE INFOFOS

**INFOFOS** ha venido organizando por varios años una biblioteca especializada en nutrición y fertilización de cultivos y áreas relacionadas. Al momento se cuenta con una base de datos con más de 15000 entradas correspondientes a libros, revistas científicas, boletines diversos, artículos científicos sueltos, etc. La información acumulada en esta base de datos está a disposición de todos los lectores de Informaciones Agronómicas. El mecanismo de uso de este servicio es simple, solamente necesita enviar por correo electrónico o fax una lista de las palabras claves de interés para iniciar una búsqueda computarizada en la base de datos. El resultado de la búsqueda, en forma de una lista de los documentos disponibles se enviará de vuelta por los mismos medios. El interesado escogerá el material que le sea de utilidad y solicitará que se le envíen fotocopias por correo. El costo del servicio incluirá el costo de las fotocopias y el costo de envío. El servicio está a disposición en la siguiente dirección de correo electrónico: [ininfos@uio.satnet.net](mailto:ininfos@uio.satnet.net) o al fax 593 246 4104.



## PUBLICACIONES DE INPOFOS

**Las siguientes publicaciones de INPOFOS se encuentran disponibles al siguiente costo**

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

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

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

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

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