



INVESTIGACION
INPOFOS K P
EDUCACION

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

CRECIMIENTO Y NUTRICION DEL ARROZ (*Oryza sativa* L.) EN VENEZUELA

Pedro Raúl Solórzano*

Introducción

En los trópicos bajos, durante mucho tiempo se cultivaron variedades de arroz bastante rústicas, con limitado potencial de rendimiento. Sin embargo, en los últimos 30 años se ha mejorado la productividad de este cultivo con el desarrollo de nuevas variedades de mayores rendimientos, pero también de mayores exigencias en el manejo agronómico. Hoy existen variedades de alto rendimiento, buena resistencia a plagas y enfermedades, alta calidad de grano, que tienen también altos requerimientos nutricionales. En estas condiciones, es necesario determinar los requerimientos totales y la dinámica de los nutrientes para diseñar planes acertados de fertilización para lograr que estas nuevas variedades de arroz sean capaces de mostrar toda su capacidad productiva.

El manejo eficiente de cualquier cultivo se basa en el conocimiento de las diferentes etapas fenológicas durante el ciclo de vida de las plantas. Estas etapas están definidas por la constitución genética de la planta y por las condiciones climáticas y edáficas predominantes en el entorno. Para el manejo de la fertilización es importante, además, conocer la acumulación de materia seca y de nutrientes esenciales durante cada una de las diversas etapas fenológicas del cultivo.

Este artículo presenta la información obtenida en las evaluaciones del crecimiento y nutrición del arroz en las áreas arroceras de Venezuela. Esta información es la base para la elaboración de programas de fertilización que permitan alcanzar rendimientos rentables de grano de calidad.

Materiales y métodos

Para determinar la acumulación de materia seca y nutrientes en la variedad de arroz Cimarrón, se evaluó el crecimiento del material en un campo comercial en Calabozo, Estado Guárico, Venezuela. El estudio se inició midiendo el crecimiento de las plantas desde los 30 días de edad, cuando ya había ocurrido el macollamiento y comenzaba la elongación de los tallos, punto que marca el inicio de una acumulación relativamente rápida de materia seca. A partir de los 30 días se realizaron 8 muestreos con intervalos variables hasta los 109 días, cuando ya se consideró que el grano había alcanzado la madurez fisiológica. Los momentos de muestreo y algunos eventos importantes en estas etapas se presentan en la **Tabla 1**.

* Departamento de Fertilizantes, AGROISLEÑA, C. A., Caracas, Venezuela. E-mail: prsolorzano@agroisleña.com

OCTUBRE 2003

No. 51

Contenido

	Pág.
Crecimiento y nutrición del arroz (<i>Oryza sativa</i> L.) en Venezuela	1
Efectos de la inundación y secado del suelo en las reacciones del fósforo	5
Productividad de los sistemas orgánicos y convencionales de producción de cultivos	8
Tecnologías de sitio específico en el cultivo de la caña de azúcar	11
Reporte de investigación reciente	13
Cursos y Simposios	14
Página Web-INPOFOS	15
Publicaciones de INPOFOS	16
Editor: Dr. José Espinosa	

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

Tabla 1. Epocas de muestreo en el estudio de acumulación de materia seca y nutrientes de la variedad de arroz Cimarrón.

Nº	Fecha	DDS*	Eventos
1	07/01/1998	30	
2	21/01/1998	44	
3	04/02/1998	58	
4	06/02/1998	60	Primer reabono con nitrógeno
4	19/02/1998	73	
5	27/02/1998	81	Emergencia de panículas (floración)
6	07/03/1998	89	
6	12/03/1998	94	Segundo reabono con nitrógeno
7	14/03/1998	96	
8	27/03/1998	109	Madurez fisiológica

* DDS = Días después de la siembra

Tabla 2. Acumulación de materia seca por plantas de arroz variedad Cimarrón, a lo largo del ciclo de cultivo.

Edad (días)	Hojas + tallos ----- kg de materia seca/ha -----	Panículas	Total	Porcentaje del Total
30	893		893	7.13
44	1246		1246	9.95
58	2416		2416	19.30
73	4016		4016	32.08
81	5680		5680	45.38
89	5736	398	6134	49.00
96	6412	514	6926	55.33
109	6578	5940	12518	100.0

Tabla 3. Tasas de crecimiento de plantas de arroz variedad Cimarrón, a lo largo del ciclo del cultivo.

Período (días)	Hojas + tallos ----- kg de materia seca/ha/día -----	Panículas	Total
30 - 44	25.21		25.21
44 - 58	83.57		83.57
58 - 73	106.67		106.67
73 - 81	208.00		208.00
81 - 89	56.75		56.75
89 - 96	96.57	16.57	113.14
96 - 109	12.77	417.38	430.15

En cada muestreo se retiró la parte aérea de las plantas, separando luego las hojas y tallos de las panículas. En cada una de estas muestras se determinó el peso total de materia seca y la concentración de nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) para estimar los patrones de acumulación de estos nutrientes en los diferentes órganos de la planta. Con estos datos se calcularon las tasas de crecimiento del cultivo y las tasas de acumulación de N, P y K según los parámetros establecidos (Radford, 1967).

Resultados y discusión

Los resultados de la evaluación de la acumulación de materia seca de la variedad de arroz Cimarrón se presentan en la **Tabla 2**. Se observa que se llegan a acumular hasta 12 toneladas de materia seca/ha, de las

cuales la mitad aproximadamente corresponden a las panículas y la otra mitad se reparte entre hojas y tallos. Con estos datos se calcularon las tasas de crecimiento diario que se presentan en la **Tabla 3**. Las tasas de crecimiento se incrementan progresivamente hasta el período 73-81 días, luego bajan bruscamente en el período 81-89 días coincidiendo con la emergencia de las panículas, la antesis y el comienzo de la fertilización de las flores. Al final del ciclo, el crecimiento está representado principalmente por el desarrollo de la panícula y el crecimiento del grano (400 kg de materia seca/ha/día), frente al escaso crecimiento del resto de la planta (12 kg de materia seca/ha/día en hojas y tallos).

En la **Figura 1** se representan las curvas de crecimiento de la variedad de arroz Cimarrón. Se observa que a partir de los 89 días casi toda la acumulación de materia seca se debe al desarrollo de la panícula. En la **Figura 2** se representan las tasas de crecimiento del cultivo, destacándose que en el último período de desarrollo se logran las mayores tasas debido al pronunciado crecimiento del grano.

En la **Tabla 4** y en la **Figura 3** se presentan los datos del patrón de acumulación de N, P y K en la variedad de arroz Cimarrón a lo largo del ciclo del cultivo. El elemento acumulado en mayor cantidad es el K con un total de 195 kg/ha (234 kg de K_2O /ha), luego sigue el N con 151 kg/ha, y finalmente el P con 30 kg/ha (70 kg de P_2O_5 /ha). La información también revela que existen dos períodos críticos de alto requerimiento de N y K, uno a los 58-73 días y otro a los 96-109 días.

Cuando se calculan las tasas de acumulación de estos nutrientes (**Tabla 5**) se aprecia que los valores mayores son del orden de 4.24 y 3.99 kg de N/ha/día para los períodos 58-73 días y 96-109 días, respectivamente, y del orden de 3.65 y 4.19 kg de K/ha/día para los mismos períodos. Esto indica que debe haber una alta disponibilidad de estos nutrientes en estas etapas para poder cubrir requerimientos de las plantas.

El potencial de pérdidas de N en los sistemas de producción de arroz bajo inundación es alto y la información discutida anteriormente permite manejar este nutriente de tal forma que se minimicen las pérdidas. La aplicación de fertilizantes nitrogenados debe realizarse inmediatamente antes de los períodos

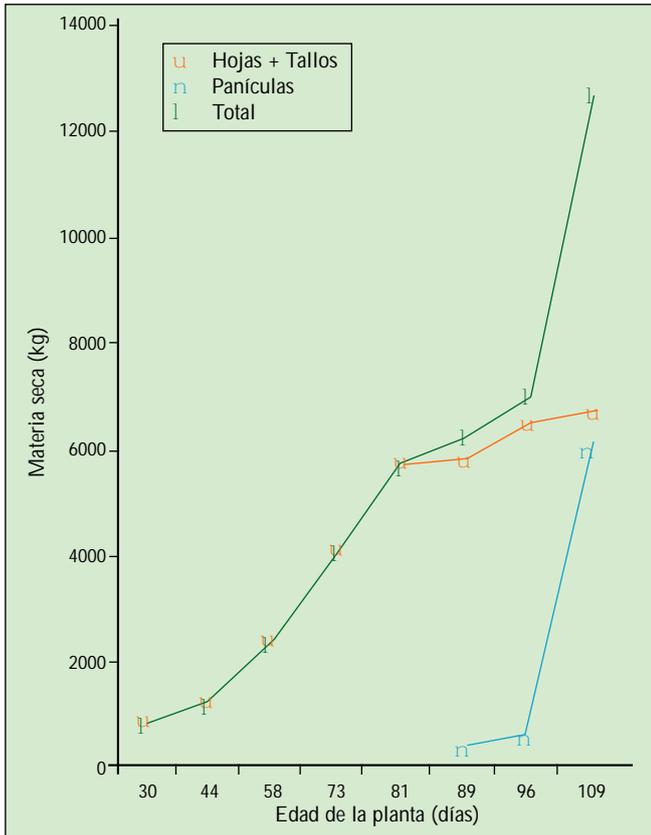


Figura 1. Crecimiento de la variedad de arroz Cimarrón.

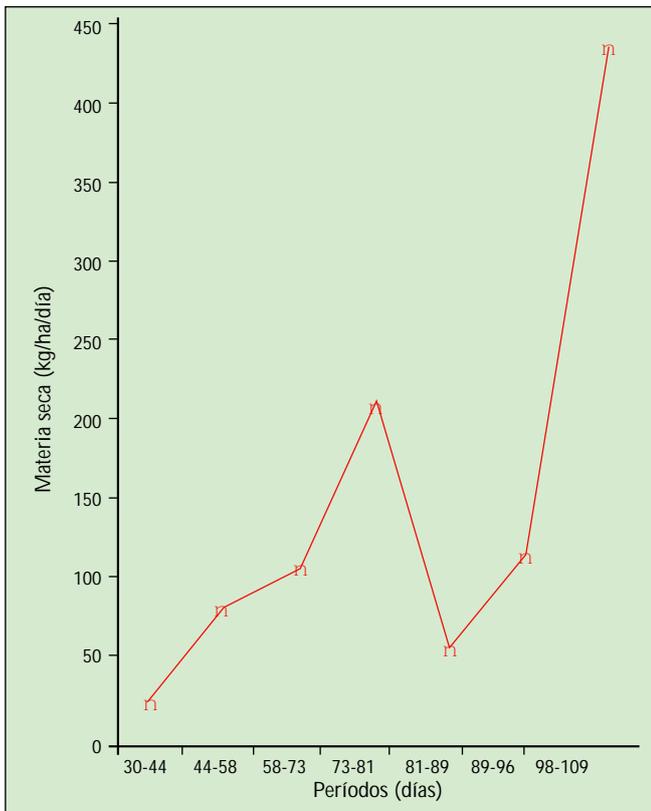


Figura 2. Tasas de crecimiento de la variedad de arroz Cimarrón.

de alta demanda determinados por este estudio. En el caso del K, teniendo en cuenta que en la producción de arroz deben utilizarse suelos de texturas finas, de baja

Tabla 4. Acumulación de N, P y K por plantas de arroz variedad Cimarrón, a lo largo del ciclo del cultivo.

Edad (días)	Nitrógeno	Fósforo	Potasio
	-----	kg/ha	-----
30	17.86	2.23	21.70
44	24.42	2.62	27.29
58	34.06	6.04	53.63
73	97.59	10.04	108.43
81	99.40	14.20	123.26
89	99.40	16.02	141.00
96	99.40	17.85	141.00
109	151.34	30.57	195.48

Tabla 5. Tasa de acumulación de N, P y K por plantas de arroz variedad Cimarrón, a lo largo del ciclo del cultivo.

Edad (días)	Nitrógeno	Fósforo	Potasio
	-----	kg/ha/día	-----
30 - 44	0.47	0.03	0.40
44 - 58	0.69	0.24	1.88
58 - 73	4.24	0.27	3.65
73 - 81	0.23	0.52	1.85
81 - 89	0.00	0.23	2.22
89 - 96	0.00	0.26	0.00
96 - 109	3.99	0.98	4.19

permeabilidad y de alta capacidad de intercambio catiónico, el fertilizante potásico se puede incorporar al suelo antes de la siembra. Esto permite que el K esté protegido de pérdidas por lavado y esté disponible en cantidades suficientes para cubrir los requerimientos del cultivo a través del ciclo de crecimiento. Las tasas de acumulación de P en la parte aérea de las plantas son más o menos uniformes a lo largo del ciclo, y si se tiene en cuenta la poca movilidad de este nutriente en el suelo, se puede aplicar e incorporar todo el P al suelo al momento de la siembra y de esta forma se asegura también un suministro uniforme a lo largo del ciclo.

Los datos obtenidos con este estudio demuestran que durante los períodos de 81-89 días y 89-96 días, las tasas de acumulación de N son prácticamente nulas. Lo mismo sucede con el K en el período 89-96 días. Esto indica que no hay acumulación de estos nutrientes desde la emergencia de las panículas e inicio de la antesis y fertilización de las flores. En el cultivo de sorgo granífero ocurre lo mismo con la acumulación de N, la cual es prácticamente nula desde el estado de bota (embuchamiento) hasta el final de floración (Lane and Walker, 1961; Solórzano, 1974). Por esta razón, aplicaciones tardías de N y K no son eficientes en estos dos cultivos.

En la **Figura 4** se presenta la distribución relativa de N, P y K en los órganos de la planta de arroz para el momento

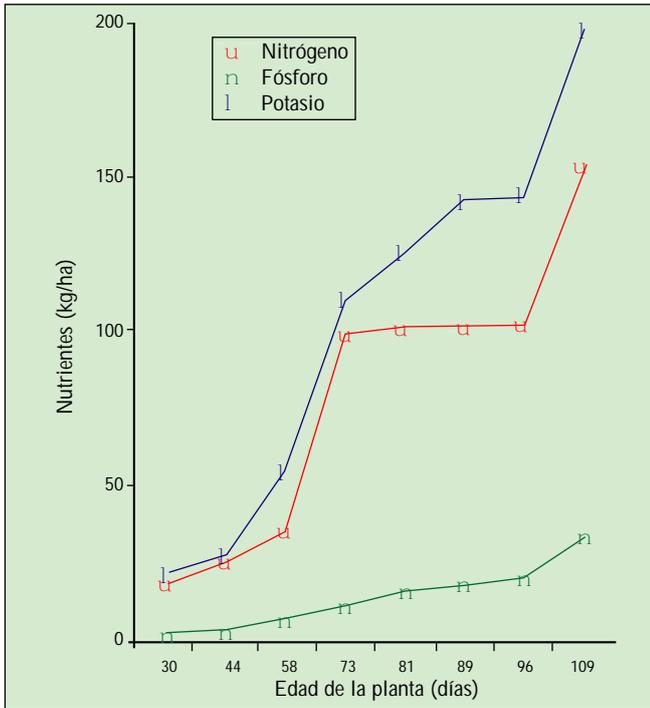


Figura 3. Acumulación de N, P y K por la variedad de arroz Cimarrón.

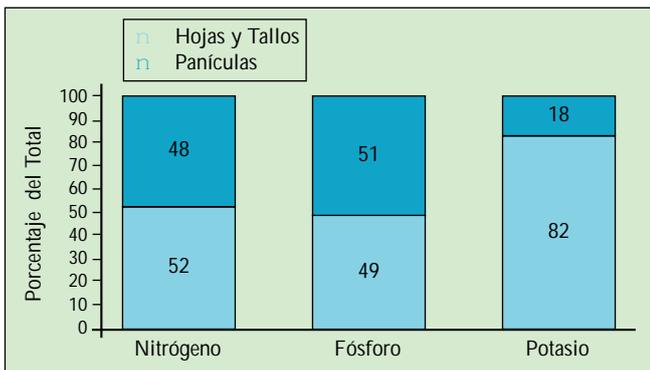


Figura 4. Distribución del N, P y K en los órganos de la planta de arroz.

de madurez fisiológica. Se aprecia que una alta proporción del N y P (alrededor de 50%) se acumula en el grano, mientras que solamente una pequeña cantidad de K pasa al grano (18,2% en este estudio). Cuando se incorporan los restos de la cosecha de arroz al suelo se está reciclando una alta proporción del K. Es importante tener en cuenta este hecho cuando se elaboran programas de fertilización para el arroz que deben considerar la cantidad de K reciclada que se debe restar del requerimiento interno de K que es de 195 kg de K/ha (230 kg de K_2O /ha). Sin embargo, cuando se retiran del campo los residuos de la cosecha, como cuando se elaboran pacas de heno para alimentación de ganado, no hay reciclaje significativo y en los programas de fertilización se deben incrementar las dosis de K. No debe olvidarse que el K hace que la utilización de N por la planta sea más eficiente y este es un factor importante en un cultivo donde la eficiencia de uso de N es baja.

Tabla 6. Rangos de suficiencia de la concentración de nutrientes en hojas nuevas totalmente expandidas al momento de la diferenciación de la panícula en arroz.

N	2.8 - 4.2	%
P	0.18 - 0.30	%
K	1.20 - 2.53	%
Ca	0.2 - 0.4	%
Mg	0.16 - 0.4	%
Mn	250 - 790	ppm
Fe	75 - 192	ppm
Zn	33 - 160	ppm

Ward, Whitney y Westfall, 1973

Evaluación del estado nutritivo de la planta de arroz

Una herramienta de diagnóstico para determinar el estado nutricional de la planta de arroz es el análisis foliar. En la **Tabla 6** se presentan los rangos de suficiencia de la concentración foliar de nutrientes en arroz, determinados en hojas nuevas totalmente expandidas al momento de la diferenciación de la panícula. Esta etapa fenológica ocurre aproximadamente a los 60 días después de la siembra, aunque difiere con la variedad.

Conclusiones

Las curvas de crecimiento de la planta de arroz y la de sus patrones de acumulación de nutrientes indican que existen dos períodos críticos claramente demarcados durante los cuales debe haber un adecuado suplemento de nutrientes, especialmente N y K. En el caso del N, esto se logra con la aplicación fraccionada del fertilizante nitrogenado inmediatamente antes de cada uno de estos períodos críticos. El P se acumula en forma continua a lo largo del ciclo de vida de la planta, y por su estabilidad en el suelo, se debe aplicar e incorporar al suelo antes de la siembra en la zona de mayor desarrollo radical. Al inundar un suelo la concentración de P aprovechable tiende a aumentar, y con dosis exageradas de P se pueden inducir deficiencias de zinc (Zn). Para el caso del K, también se puede aplicar e incorporar todo el nutriente al momento de la siembra ya que es retenido por los coloides y protegido de pérdidas por lavado.

Los requerimientos internos de N, P y K de la variedad de arroz Cimarrón fueron los siguientes: 151 kg de N/ha, 31 kg de P/ha que equivalen a 70 kg de P_2O_5 /ha y 195 kg de K/ha que equivalen a 230 kg de K_2O /ha. Esta información y la información de la dinámica de nutrientes en la planta ayuda a diseñar programas de fertilización eficientes que hacen rentable el uso de fertilizantes.

Continúa en la página No. 7

EFECTOS DE LA INUNDACION Y SECADO DEL SUELO EN LAS REACCIONES DEL FOSFORO

Cliff Snyder y Nathan Slaton*

Introducción

En los últimos tiempos se han incrementado los reportes de deficiencia de fósforo (P) en el cultivo del arroz y en los cultivos de rotación con arroz en suelos de textura media (franco limosos y franco arcillo limosos). También se ha reportado este problema en suelos arcillosos recientemente nivelados.

El comportamiento del P no es el mismo en suelos que permanecen continuamente inundados que en suelos donde se alterna la inundación con secamiento. La duración y profundidad de la capa de inundación afectan a los niveles de oxígeno (O_2) del suelo, el pH, la disponibilidad de P y la cantidad y tipo de ciertos microorganismos. El propósito de este artículo es explicar las reacciones de P bajo diferentes condiciones de suelo, sugerir formas de evitar la deficiencia de P y proveer información para incrementar la respuesta a las aplicaciones de fertilizantes fosfatados.

Qué pasa a los suelos en condiciones de inundación?

Niveles de Oxígeno: Cuando el suelo está inundado (condiciones anaeróbicas), los microorganismos usan el O_2 disponible para sobrevivir. La concentración de O_2 libre se reduce completamente alrededor de dos días después de la inundación. Mientras más tiempo pasa el suelo inundado menor es el contenido de O_2 (más reducido). Algo de O_2 se mueve desde el aire, a través del agua de inundación, y oxigena una capa de 2 – 3 cm en superficie del suelo. Mientras más profunda sea la lámina de agua, menor la cantidad de O_2 que se puede mover desde el aire al suelo. La mayoría de los cultivos de secano no pueden tolerar prolongada inundación, sin embargo, el arroz tiene la habilidad de transportar O_2 de las hojas y tallos a las raíces. El área alrededor de las raíces del arroz es oxigenada en comparación con el resto del suelo.

El contenido de O_2 se puede medir con electrodos especializados y se expresa como potencial rédox. El potencial rédox se mide en milivoltios. Cuando el potencial rédox es menor (más negativo), el suelo está más reducido (menos O_2). Si el suplemento de O_2 es deficiente, las bacterias del suelo se ven forzadas a obtener O_2 de otros compuestos en el siguiente orden:

nitrito (NO_2^-), óxido de manganeso (MnO_2), hidróxido de hierro ($Fe(OH)_3$) y sulfato (SO_4^{2-}). Si se agotan estos compuestos, los microorganismos pueden utilizar parte de la energía almacenada en los compuestos orgánicos del suelo o pueden fermentar la materia orgánica para formar dióxido de carbono (CO_2) y metano (CH_4).

El pH del Suelo: Después que se inunda el suelo, sin importar el pH original antes de la inundación, el pH del suelo inundado tiende a ser neutro (pH 6.5 a 7.5). El pH de suelos alcalinos se reduce y el pH de suelos ácidos se incrementa. El cambio de pH después de la inundación puede tardar varias semanas, dependiendo del tipo de suelo, niveles de materia orgánica, población microbiana, temperatura y otras propiedades químicas del suelo (**Figura 1**).

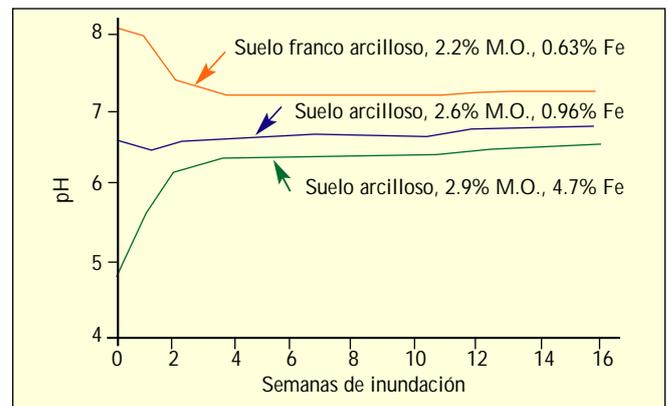


Figura 1. Efectos de la inundación en el pH del suelo. Adaptado de Chemistry of Submerged Soils. Advances in Agronomy, 1972.

P del Suelo: Existen dos categorías de P en el suelo: orgánico e inorgánico. Las formas de P orgánico no están disponibles para las plantas. El P inorgánico se agrupa en 5 categorías generales: fosfatos de hierro (Fe), fosfatos de aluminio (Al), fosfatos de calcio (Ca), fosfatos solubles reductores (solubles bajo condiciones de suelo reducidas), fosfatos ocluidos de Fe y Al (fosfatos cubiertos con capas de Fe_2O_3 o Al_2O_3 y que no son disponibles hasta que se remueva la cubierta). El P debe estar en forma de ortofosfato soluble (HPO_4^{2-} y $H_2PO_4^-$) para que sea absorbido por el arroz y todas las demás plantas.

La inundación (saturación) generalmente incrementa las disponibilidad de P en el cultivo de arroz?

* Tomado de: Snyder, C. and N. Slaton. 2002. Effects of soil flooding and drying on phosphorus reactions. News and Views Newsletter. Potash and Phosphate Institute. Atlanta, Georgia.

El incremento en la disponibilidad P en condiciones de inundación tiene que ver con la reducción de fosfatos férricos (Fe^{+3}) a fosfatos ferrosos (Fe^{+2}), a la liberación de P de componentes insolubles de Fe y Al y a cierta disolución de fosfatos de Ca cuando existen altos niveles de CO_2 en la solución del suelo. La liberación de P mediante estos procesos puede tomar varias semanas después de la inundación (**Figura 2**). Este flujo inicial de P liberado puede fijarse en las partículas de arcilla e hidróxidos de Al (AlOOH), y en algunos suelos con altas cantidades de Fe y Al activo puede aun resultar en una reducción en la disponibilidad de P en el suelo.

El mantener niveles medios a altos de P en el suelo ayuda a protegerse de la potencial fijación de P y asegura que el P pueda ser reabastecido rápidamente a la solución de P del suelo tan pronto como las raíces depriman la concentración de iones fosfato en la solución. Los iones de fosfato se mueven por el proceso de difusión, o sea se mueven de áreas de alta concentración a áreas de menor concentración en el suelo. Este proceso es más rápido en suelos húmedos o inundados que en suelos secos. Sin embargo, la distancia de difusión es menor a 2 mm.

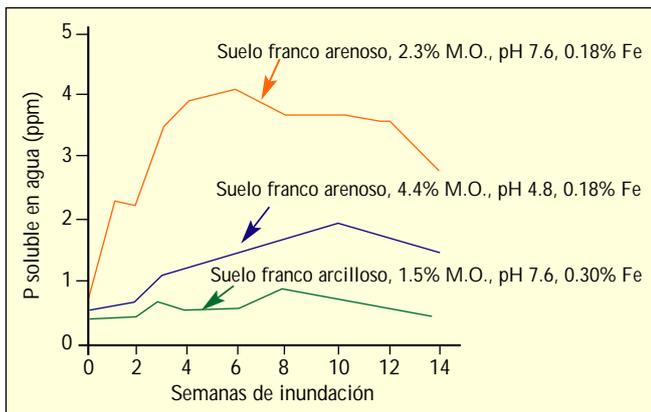


Figura 2. Efectos de inundación en la disponibilidad de P. Adaptado de Chemistry of Submerged Soils. Advances in Agronomy, 1972.

Los análisis de suelo comunes predicen acertadamente la necesidad de P en el arroz?

Existe preocupación de que los análisis de suelo de uso común (Bray 1, Mehlich 3, Bray 2, Olsen, etc.), usados normalmente en cultivos de secano (condiciones aeróbicas) por laboratorios públicos y privados no sería una herramienta adecuada para determinar las necesidades P en arroz. La mayoría de los métodos de análisis de suelo miden solo una parte de la fracción inorgánica de P. Estudios conducidos recientemente en las Universidades de Arkansas y Texas A&M han determinado que los niveles de P extractable tienden a incrementarse a medida que se incrementa el tiempo después de la inundación. La misma investigación

demonstró que la correlación del P extractable bajo condiciones de reducción con el rendimiento no mejoró mucho la habilidad para predecir la absorción de P por las plantas de arroz, en comparación con la extracción en condiciones de oxidación.

El uso prolongado de agua de pozo con alta concentración de calcio (Ca^{+2}), magnesio (Mg^{+2}) y bicarbonato (HCO_3^-) incrementa el pH del suelo de los campos de arroz. En campos con suelos alcalinos, la mayoría del P se puede encontrar en forma de compuestos de Ca que no liberan P en condiciones de inundación. La alta concentración de Ca en el suelo y en el agua de riego puede resultar en la precipitación de fosfatos de Ca insolubles por un corto periodo de tiempo y de esta forma reducir la disponibilidad de P. Investigación con arroz en Arkansas demostró que existe una mayor posibilidad de respuesta a P por el arroz en suelos con pH alto (> 6.5) comparado con suelos de menor pH. Como consecuencia, la Universidad de Arkansas toma en cuenta el pH del suelo y la concentración de P extraído con Mehlich 3 para hacer las recomendaciones de P para el arroz.

La variación estacional en el contenido de P detectado por el análisis de suelos está relacionada con el contenido de O_2 en el suelo, los cambios en temperatura, la actividad microbiana y la mineralogía del suelo. Generalmente, los niveles de P extractable bajan después que se drenan los lotes inundados. Esto hace que sea bastante difícil el desarrollar un método válido de interpretación del análisis de P en arroz y en los cultivos de rotación. Estudios de la Universidad de Arkansas encontraron que los contenidos de P extraídos con Mehlich 3 pueden ser mucho menores cuando las muestras de suelo se toman después de cosechar arroz, en comparación con muestras colectadas después de soya, en el mismo suelo que había recibido diferentes dosis de P (**Tabla 1**).

Estas observaciones traen inquietudes con respecto a la época de muestreo (condiciones ambientales) y a su

Tabla 1. Efecto del P aplicado al cultivo previo (soya o arroz) en 1998 en el contenido de P (Mehlich 3) de muestras tomadas en 1999.

Dosis de P 1998 kg P_2O_5 /ha	Contenido de P 1999		Diferencia ¹	
	Arroz	Soya	Arroz	Soya
0	12	25	-13	8
24	12	31	-18	15
48	12	34	-16	16
96	14	47	-17	31
134	14	50	-15	34

¹ Contenido original de P según el análisis en 1998, menos contenido de P según el análisis en 1999.

efecto sobre el contenido de P detectado por el análisis de suelo, así como en la habilidad de predecir las necesidades de P para el arroz y los cultivos en rotación.

A medida que los suelos se secan después de drenar el lote, los compuestos de Fe y Al (solubles durante el periodo de inundación) pasan a reaccionar con el P nativo y con el P aplicado como fertilizante formando fosfatos insolubles. A medida que el suelo se va secando se van formando compuestos amorfos de Fe (FeOOH) que tienen una alta reactividad. Estos compuestos fijan rápidamente los fosfatos solubles y reducen la disponibilidad de P. Esta fijación de P es más alta y menos reversible en condiciones de inundación y secado alterno que bajo condiciones de continua humedad o inundación. Como consecuencia de estas reacciones se pueden presentar deficiencias de P en los cultivos que se siembran después de arroz. El maíz es particularmente susceptible y debe recibir consideraciones especiales cuando se siembra después de arroz.

Cómo se pueden evitar las deficiencias de P en los cultivos sembrados después de arroz o en los cultivos sembrados en lotes que han permanecido inundados durante la época lluviosa?

Muchos agricultores usan dosis de P que van de 50 a 100 kg de P_2O_5 /ha antes o justo al momento de la siembra, para evitar de esa forma las potenciales deficiencias de P. Si se siembra maíz o sorgo después de arroz, probablemente existe necesidad de incrementar las dosis de P para prevenir la potencial fijación. En estos cultivos, la deficiencia temprana de P puede reducir sensiblemente el rendimiento y prologar la madurez. En suelos que mantienen ciclos secos e inundados alternos, y que tienen contenidos medios o bajos de P, es importante hacer aplicaciones anuales de P a la siembra para prevenir el desarrollo de deficiencias.

Cuál es la mejor época para aplicar P al arroz?

Datos de estudios sobre la mejor época de aplicación de P en arroz, sembrado con máquina, indican que es mejor aplicar el P antes de la inundación y no antes de la siembra. En las otras modalidades de siembra se puede aplicar antes de la siembra o antes de la inundación y la forma de aplicación está determinada por las consideraciones prácticas dentro del esquema de manejo del cultivo.

Conclusiones

Los agricultores y los extensionistas deben entender bien los cambios estacionales del contenido de P en el suelo que ocurren con los ciclos húmedos y secos. Estos ciclos son reales y afectan los resultados de los análisis de suelos y pueden afectar la recomendación de fertilización. Las recomendaciones de P para arroz y para los cultivos en rotación que se basan estrictamente en el contenido de P en el suelo según el análisis deben ser refinados con la inclusión de la información de pH, temperatura del suelo a la siembra, sistema de labranza (directa y convencional), sistema de siembra (siembra con máquina, siembra al voleo o transplante) y si el lote ha sido recientemente nivelado o no.

Los rendimientos de los cultivos de secano sembrados después de arroz de inundación (maíz, sorgo, soya) pueden ser bajos si no se mantienen niveles de medios a altos de P en el suelo y si no se aplican las cantidades requeridas de P. Este efecto puede durar dos a más años en los cultivos de secano y puede estar también relacionado con malas condiciones físicas de suelo, limitado crecimiento radicular y baja colonización de micorrizas.

Una forma de reducir el riesgo de deficiencias de P en los cultivos después del arroz, o cultivos sembrados después de periodos de inundación, es el incrementar el contenido de P en el suelo a niveles medios o altos aplicando dosis de 50 a 100 kg de P_2O_5 /ha justo antes de la siembra. ✎

Crecimiento y nutrición del arroz ...

Bibliografía

Ferraz, E.C. 1987. Ecofisiologia do arroz. En: Ecofisiologia da producao agricola. Associacao Brasileira para Pesquisa da Potasa e do Fosfato. Piracicaba-SP. P.R.C. Castro, S.O. Ferreira y T. Yamada, Editores.

Lane, H.C. and H.J. Walker. 1961. Mineral accumulation and distribution in grain sorghum. Texas Agr. Exp. Sta. MP-533.

Radford, P.J. 1967. Growth analysis formulae-their use and abuse. Crop Sci. 7:171-175.

Solórzano, P.R. 1974. Growth analysis of grain sorghum (Sorghum bicolor (L) Moench) under differing

populations and nutritional regimes. MSc Thesis, North Carolina State University at Raleigh, U.S.A.

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. Presentado en el XV Congreso Venezolano de la Ciencia del Suelo, 30 de noviembre al 4 de diciembre de 1999. Barquisimeto-Lara, Venezuela.

Ward, R.C., D.A. Whitney and D.G. Westfall. 1973. Plant Analysis as an Aid in Fertilizing Small Grains. In: Soil Testing and Plant Analysis. SSSA, Inc. Madison, Wisconsin, U.S.A. ✎

PRODUCTIVIDAD DE LOS SISTEMAS ORGANICOS Y CONVENCIONALES DE PRODUCCION DE CULTIVOS

Tom Bruulsema*

Comparación de la productividad

Al comparar los sistemas orgánicos y convencionales en este artículo, los términos convencional e integrado se utilizan alternadamente para describir los sistemas de cultivos que no entran en la actual definición de la producción orgánica. Se prefiere el término integrado ya que éste implica el uso de todas las tecnologías apropiadas y disponibles que la ciencia ha demostrado benefician la producción de cultivos. El uso del término convencional refleja la literatura citada, pero no debe tomarse como que convencional implica un sistema estático de producción, sino más bien, un sistema que continúa evolucionando. Si se tiene en cuenta que la producción depende de varios insumos de diversa naturaleza (tierra, agua, nutrientes, recursos genéticos, trabajo, energía, tecnología, etc.) la definición de productividad depende de la eficiencia del insumo en consideración y en la interacción entre insumos. Afortunadamente en agricultura, en el corto y largo plazo, el rendimiento por unidad de área es el componente más crítico de la productividad. Aun así, la habilidad de comparar la productividad del sistema orgánico con el convencional es limitada debido a que ambos a menudo producen un diferente conjunto de cultivos.

El rendimiento por unidad de área es importante no solamente desde el punto de vista económico, sino también desde el punto de vista ambiental, ecológico y social. Para que la agricultura sea sostenible y compatible con la biodiversidad de las áreas no agrícolas, es consenso general que se deben incrementar los rendimientos en la tierra agrícola existente y que se deben reducir las pérdidas de nutrientes al agua y al aire. Para que la agricultura sea ecológica, social y económicamente viable es mejor incrementar la productividad en la tierra que al momento se encuentra bajo cultivo antes que expandir la agricultura a áreas marginales o ecosistemas frágiles. Los fertilizantes manufacturados, los productos de protección de cultivos y el mejoramiento genético de las variedades contribuyen extensivamente a que esto sea posible y permiten que los agricultores incrementen la productividad por unidad de área. El uso y aplicación de estos productos tiene que adaptarse a las condiciones locales, al mercado y a las demandas del

consumidor. Los sistemas agrícolas integrados, que incluyen un conjunto de prácticas agrícolas que científicamente han demostrado ser las mejores, continúan siendo la forma más apropiada de lograr los objetivos de la sostenibilidad agrícola (IAFN, 2000).

En las comparaciones reportadas en la literatura entre los rendimientos de los sistemas orgánicos y convencionales, los cálculos de la productividad a menudo se basan en el rendimiento por unidad de área de cultivos específicos en una rotación, sin tener en cuenta el tiempo en la evaluación. Si la rotación orgánica tiene tiempos de descanso o años en los cuales se incluye un cultivo de limitado valor de mercado, los rendimientos específicos del cultivo pueden ser engañosos. Las comparaciones deben hacerse en base al rendimiento de producto con calidad de mercado por unidad de área y por unidad de tiempo.

En la mayoría de los casos, los cultivos producidos orgánicamente rinden menos. Por ejemplo, un estudio de 21 años en Suiza encontró que los rendimientos fueron 20% menores en una rotación de trigo, papas y pastos que se cultivó en el sistema orgánico (Mäder et al., 2002). Sin embargo, la papa, el cultivo de más importancia económica, sufrió la reducción más alta (38%). Estas reducciones de rendimiento ocurren a pesar de la mejor estructura y calidad de los suelos debido a la adición de materiales orgánicos externos que no se aplicaron en el sistema convencional. La rotación tuvo un 43% de cultivos forrajeros, los que implicaría un énfasis en ganadería que no sería justificado por la demanda local o global. Como lo indica Pinstrup-Andersen (2002), "los rendimientos por unidad total de área usados en agricultura orgánica, incluyendo la tierra necesaria para producir abonos verdes y residuos animales, no están al nivel necesario para evitar problemas en los suelos ecológicamente frágiles y al mismo tiempo satisfacer las futuras demandas de alimentos".

Las fuentes orgánicas de nutrientes externas contienen, en la mayoría de los casos, nutrientes que fueron originalmente suplementados en forma inorgánica con fertilizantes minerales, o contienen nutrientes que fueron extraídos de suelos ubicados afuera de la finca. Esto último llevaría a un extensivo empobrecimiento de los suelos, si el sistema orgánico fuera aceptado en

* Artículo presentado por el Dr. Tom Bruulsema en el Taller de Agricultura Orgánica organizado por la OECD en Septiembre del 2002 en Washington, DC. USA. El Dr. Bruulsema es Director de la Oficina regional del Instituto de la Potasa y el Fósforo del Canadá y Noreste de los Estados Unidos.

forma más amplia. Al momento, por ejemplo, los cultivos producidos en Canadá y los Estados Unidos remueven aproximadamente la misma cantidad de fósforo (P) y mayor cantidad de potasio (K) que aquel contenido en la suma total de todos los residuos de corral recuperables más todos los fertilizantes utilizados (PPI, 2002).

Restricciones en el uso de nutrientes

Debido a que la producción orgánica tiene mayores restricciones en los insumos a utilizarse, es más difícil el mantener los mismos niveles de rendimiento en forma sostenible. Los estándares orgánicos minimizan o eliminan el uso de insumos sintéticos o manufacturados y promocionan el máximo uso de las fuentes naturales locales. Los productores de alimentos orgánicos usan muy pocos nutrientes minerales rápidamente solubles. También excluyen el uso de ciertas formas orgánicas como los residuos municipales y los compost hechos con estos residuos. Por esta razón, los productores orgánicos dependen en gran parte de abonos verdes, rotación de cultivos y residuos de corral (preferiblemente compostados).

Los fertilizantes permitidos en la producción orgánica son generalmente de bajo y muy variable contenido de nutrientes en comparación con los fertilizantes minerales de uso común. Para satisfacer las necesidades del cultivo son necesarias cantidades muy altas de los insumos permitidos y en esta forma existe una alta probabilidad de que suplementen ciertos nutrientes en dosis excesivas, lo que incrementa el riesgo de pérdida de estos nutrientes del suelo con el consecuente negativo impacto ambiental. Un comentario publicado en la revista *Nature* recientemente por Trewavas (2001) resalta el peligro de depender solamente en fuentes orgánicas de nutrientes. El autor indica que "la descomposición de los residuos orgánicos no puede ser sincronizada con los requerimientos del cultivo a medida que éste crece, como es lo deseable, sino que continúa a través de todo el ciclo de crecimiento del cultivo. La incorporación de leguminosas (una parte necesaria del método orgánico para elevar la fertilidad del suelo) y la continua descomposición de los residuos de corral y otros materiales orgánicos promueve la lixiviación de nitratos a los cuerpos de agua subterráneos y superficiales en la misma forma como ocurre en las fincas de manejo convencional". Ambos sistemas necesitan ser manejados para evitar el movimiento de nitratos desechando la idea de que los sistemas orgánicos, por su naturaleza, no tienen el potencial de contaminar los cuerpos de agua con nitratos.

Los sistemas orgánicos dependen de la labranza para incorporar los materiales orgánicos y para control de malezas. La labranza incrementa la mineralización

(descomposición) de la materia orgánica del suelo. Los sistemas integrados de manejo de cultivos actuales han venido reduciendo o eliminando la labranza, permitiendo que los residuos de los cultivos dejados sobre el campo contribuyan a incrementar el contenido de materia orgánica en el suelo.

Los suelos bajo sistemas orgánicos también varían ampliamente en la disponibilidad de nutrientes, debido a la dependencia de estos sistemas en la fertilidad natural del suelo que exhibe una fuerte variabilidad espacial (Brandt and Molgaard, 2001). Los niveles de nutrientes en los sistemas orgánicos tienden a ser menores que los utilizados en los sistemas convencionales debido a la filosofía que busca producir cultivos bajo condiciones más naturales. Las deficiencias de nitrógeno, fósforo, potasio y otros nutrientes son condiciones naturales del suelo. Estas deficiencias reducen la productividad.

Importancia de la calidad del suelo

La productividad depende de la calidad del suelo. La calidad del suelo – su estructura y su capacidad de retener agua y nutrientes – depende de los aportes de materiales orgánicos los mismos que ayudan a mantener apropiados niveles de humus en el suelo. El suplemento de nutrientes tiene un efecto muy grande en la cantidad total material orgánico producido (biomasa) que estará disponible para incrementar la cantidad de humus en el suelo. Cuando las deficiencias nutricionales limitan los rendimientos de los cultivos, esta condición también limita la contribución de materiales orgánicos (residuos del cultivo) al suelo. El nitrógeno es de particular importancia ya que el humus en el suelo mantiene una relación carbono a nitrógeno de 10 y se ha demostrado que el suplemento de nitrógeno estabilizan el carbono del suelo a largo plazo (Paustian et al., 1997).

Los nutrientes críticos para la productividad fotosintética (la fuente original de toda la materia orgánica) deben suplementarse en una combinación de fuentes orgánicas y minerales en lo que se define como nutrición integrada de cultivos. "El concepto de nutrición integrada de cultivos promueve el uso de diferentes fuentes de nutrientes con especial énfasis en aquellos que pueden ser movilizados localmente por los mismos agricultores. El beneficio del uso de materiales orgánicos va más allá que el simple valor nutricional, los materiales orgánicos mejoran las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. Sin embargo, los materiales orgánicos no son suficientes para reponer los nutrientes removidos del campo por los cultivos en la cosecha. El uso de fertilizantes minerales es esencial para mantener la fertilidad del suelo y lograr los necesarios incrementos en la

producción" (IFA, 1996). "El uso de insumos externos en la finca o en la comunidad debe complementar el uso del material orgánico disponible, la rotación de cultivos y otras mejoras en los sistemas de producción" (Pinstrup – Andersen, 2002).

El peligro de que las deficiencias de nutrientes limiten la producción primaria de materiales orgánicos para mejorar el suelo se enfatiza con la siguiente afirmación "en la mayoría de los países en desarrollo la baja intensificación de la producción agrícola es la principal causa de la degradación de los recursos naturales, ya que los agricultores pobres agotan la fertilidad del suelo y se mueven hacia las áreas de más pendiente en un esfuerzo desesperado para sobrevivir.... La baja fertilidad del suelo y la falta de acceso a fertilizantes con precio razonable limitan el desarrollo de los agricultores en muchos países. Las políticas de desarrollo deben motivar a los agricultores a hacer uso apropiado de los fertilizantes orgánicos y minerales y de las técnicas adecuadas de manejo del suelo" (IFPRI, 2002).

Distinción entre lo natural y lo sintético

A menudo se indica que los nutrientes usados en los sistemas de agricultura orgánica son naturales contrariamente a los sintéticos o químicos utilizados en la agricultura convencional. La verdad es que cualquier esfuerzo para diferenciar los alimentos desde el punto de vista de fuentes de nutrientes es inútil ya que independiente de la fuente (orgánico o inorgánico) todos los nutrientes son absorbidos del suelo por la planta en forma inorgánica (iones químicos).... todos son naturales.... existen en la naturaleza. La distinción entre natural y sintético no es defendible desde ningún ángulo de la ciencia.

Impacto ambiental y sostenibilidad

La producción de cultivos usa recursos naturales como suelo, agua y aire, así como recursos genéticos. La producción de cultivos de alto rendimiento deja espacio para los entornos naturales. El manejo adecuado de los insumos para la producción rentable de cultivos de alto rendimiento minimiza las pérdidas de nutrientes que potencialmente podrían afectar la calidad de las aguas superficiales que rodean la finca y el agua subterránea que se encuentra bajo ella. El impacto de la producción agrícola en la atmósfera es también importante. El incremento en la producción agrícola ayuda a secuestrar más carbón en el suelo para mitigar la acumulación de gases invernadero.

Los sistemas integrados de cultivo enfrentan los retos de productividad manejando cada sitio en forma específica, ajustándose a las necesidades específicas del sitio en términos de suelos y cultivos. El uso

científicamente probado y prudente, específico para el sitio, de la tecnología, en un programa de manejo sistemático, es esencial para la sostenibilidad a largo plazo. Los materiales genéticos mejorados y adaptados son un componente fundamental. Se debe incluir el manejo integrado de plagas, usando las mejores prácticas (culturales, biológicas y químicas). Son esenciales también la labranza de conservación y otras prácticas de control de erosión que mantienen la calidad del agua y reducen el uso de herbicidas.

Muchos investigadores han indicado que el impacto ambiental de los sistemas orgánicos de producción de cultivos es todavía desconocido y que se necesita más investigación que demuestre el real efecto (Condrom et al., 2000; Hansen et al., 2001). Mientras que el riesgo ambiental por unidad de área de finca puede ser bajo cuando se practica en un porcentaje pequeño de tierra agrícola, el riesgo ambiental total de la producción orgánica puede incrementarse dramáticamente a medida que el sistema se expanda. Pocos estudios han comparado los sistemas orgánicos y convencionales por su riesgo por unidad de producción.

La producción sostenible de cultivos requiere de esfuerzos de todos los agricultores del mundo. Tanto las operaciones de alta escala como los pequeños productores tiene un rol que desempeñar en el intensivo y creciente negocio de la producción de cultivos. Para sostener la producción de los agricultores grandes y pequeños, el público debe continuar proveyendo de la infraestructura para la entrega de insumos a la finca y la comercialización de los productos cosechados, los recursos educacionales necesarios para generalizar el conocimiento y transferirlo y el marco regulatorio para asegurar un clima racional de negocios. Esto incluye el desarrollo de mecanismos que aseguren al consumidor la calidad y seguridad de los alimentos y de otros productos agrícolas.

Conclusiones

El reto de la agricultura contemporánea es incrementar la cantidad y calidad de los alimentos producidos, con un menor impacto ambiental. Para que exista suficiente flexibilidad para enfrentar el reto, los sistemas integrados de manejo de cultivos deben tener acceso a los recursos necesarios en una producción bio-intensiva eficiente. Si la agricultura orgánica se define solamente como un sistema que produce con una restringida lista de insumos, su habilidad para enfrentar el reto será menor que los sistemas integrados de cultivos. La baja o ninguna utilización de insumos se refleja en la baja cantidad y calidad de los alimentos producidos y en un mayor riesgo ambiental.

Continúa en la página No. 12

TECNOLOGIAS DE SITIO ESPECIFICO EN EL CULTIVO DE LA CAÑA DE AZUCAR

Ignacio Lazcano*

El uso de tecnologías modernas de Sitio Específico está marcando una nueva etapa en la historia del cultivo de la caña de azúcar. Los Sistemas de Información Geográfica y los Sistemas de Posicionamiento Global (GIS y GPS, por sus siglas en inglés), están abriendo nuevas posibilidades para el manejo agronómico del cultivo y de la información administrativa en la industria azucarera. Estas tecnologías, aplicadas debidamente a los campos cañeros, benefician tanto a los agricultores como a los ingenios y tienen la ventaja de establecer un sistema operativo a largo plazo, que mejora los resultados de las operaciones industriales en forma integral.

Conociendo que la caña de azúcar es un cultivo industrial semi-perenne, todo cambio en las condiciones dentro de las cuales se desarrollan las plantas tiene un impacto a mediano plazo en la cadena productiva y en la calidad industrial del producto final. También pueden afectarse significativamente las estrategias integrales de la empresa. Los registros de información agronómica obtenidos utilizando GPS y GIS son de gran utilidad para incrementar la eficiencia de producción del cultivo.

La información acumulada en bases de datos permite tomar decisiones inmediatas para intervenir favorablemente en el manejo de los factores controlables de la producción. Se requiere recopilar la mayor cantidad de información en forma sistemática y ordenada. Esta información sirve además para desarrollar un historial que ayuda en el manejo del cultivo al conocerse la relación causa-efecto que determinado tratamiento ha provocado en el rendimiento y calidad del cultivo. Es decir que se puede determinar en forma rápida y efectiva cual es el factor limitante que estaría restringiendo la producción.

En la caña de azúcar, como en otros cultivos, se requiere de un adecuado conocimiento de las características fisicoquímicas de los suelos en donde crecen las plantas, para poder planificar el manejo de la nutrición. El diseño de programas efectivos de nutrición se basa en un buen muestreo y análisis de suelo. Al aplicar las tecnologías de sitio específico se deben usar receptores GPS que registran el punto exacto de muestreo. Estos datos, junto con otra información de campo, se descargan en las bases de datos que luego son analizadas por programas de

computación especializados. Estos programas contienen mapas digitales y fotografías aéreas que permiten visualizar las áreas muestreadas y permiten relacionar el sitio georeferenciado con las propiedades químicas y físicas de suelo determinadas por el análisis de laboratorio.

Al tener en el sistema toda la información organizada, se pueden elaborar mapas que se superponen a las fotografías aéreas. Los mapas permiten entonces visualizar las áreas de muy buena producción, las áreas con problemas potenciales y aquellas áreas con problema definitivos. Cada una de estas áreas necesita atención individual para diseñar su particular programa de fertilización y enmiendas que permita obtener los mayores rendimientos y la mayor eficiencia del uso de los fertilizantes.

Por ejemplo, si se identifica una zona con valores bajos de fósforo (P) y potasio (K) disponibles en el suelo en más del 60% del área de influencia de un ingenio de 20000 has, esto representa alrededor de 12000 has. Con esta información, los técnicos de campo podrán reunirse con los superintendentes y administradores para tomar decisiones con mayor confianza, basándose en información precisa. Se puede discutir sobre el efecto de la intensidad y cantidad de cosecha en los contenidos de P y K en las áreas identificadas y sobre las dosis de fertilizante y formas de localización que se están utilizando. En esta reunión podrán surgir nuevas ideas para corregir estos problemas. Además, se puede determinar la logística que permita fertilizar los campos con el fertilizante requerido de la forma más eficiente. Esto permite atender a los agricultores dependientes del ingenio en forma eficiente y rápida. Esto es posible porque cada uno de los lotes individuales está perfectamente georeferenciado en el mapa. Conociendo el problema y diseñada la solución, se puede planificar la logística porque en el mapa digital del terreno aparecen los caminos y otras obras de infraestructura que permiten una efectiva distribución de los fertilizantes. Estas nuevas tecnologías están cambiando la forma como el ingenio, los productores y sus consultores toman las decisiones.

Para que la utilización de los sistemas de manejo por sitio específico sean eficiente es importante una adecuada planificación de la toma de datos de campo.

* El Dr. Ignacio Lazcano es Director de la Oficina para México y Norte de Centro América del Instituto de la Potasa y el Fósforo (INPOFOS). E-mail: lazcano@ppi.ppic.org.

Estos datos deben ser acumulados por individuos con el nivel suficiente de capacitación. La implementación del sistema en los campos cañeros depende de estos datos. Por otro lado, se debe recordar que cada ingenio es muy particular y que las variables analizadas en un ingenio no pueden ser utilizadas en otro. Un sistema particular de manejo por sitio específico debe ser diseñado y discutido en conjunto con todas las personas que lo van a implementar, así como con los productores, personal de campo y personal administrativo. De esta manera se pueden unificar los criterios para diseñar el sistema más adecuado a las condiciones del ingenio.

También se pueden ligar al sistema los datos que utilizan los ingenios de manera cotidiana para fines administrativos y así construir con un sistema central

de información para consulta por agricultor, zona, lote, capacidad de rendimiento en campo, rendimiento en fábrica, etc. En fin, aún no se conocen completamente las posibilidades de los sistemas de manejo por sitio específico en el campo. ↘



Productividad de los sistemas orgánicos y convencionales ...

El atractivo del término "orgánico" demuestra la preocupación del público por la producción segura, saludable y ambientalmente sostenible de alimentos. Por esta razón, la filosofía y políticas de la agricultura orgánica deben reconocer que la simple prohibición de utilizar ciertos insumos no asegura que esta preocupación del público sea cubierta. La producción orgánica debe también reconocer su responsabilidad en estas preocupaciones.

El concepto de agricultura orgánica se debe definir de manera que explique al público esta práctica en forma precisa y no de manera engañosa. La descripción de estándares orgánicos debe evitar la implicación de que la producción orgánica entrega beneficios que no han sido establecidos con base científica (sabor, olor, salubridad, contenido nutritivo). Estos estándares deben reconocer que los sistemas integrados de manejo de cultivos producen también alimentos seguros y sanos en una manera ambientalmente sostenible.

Bibliografía

- Brandt, K. and J.P. Molgaard. 2001. Organic agriculture: Does it enhance or reduce the nutritional value of plant foods?. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 81: 294-931.
- Condrón, L.M., K.C. Cameron, et al. 2000. A comparison of soil and environmental quality under organic and conventional farming systems in New Zealand. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 43(4): 443-466.
- Hansen, B., H.F. Alroe, et al. 2001. Approaches to assess the environmental impact of organic farming with particular regard to Denmark. *Agriculture Ecosystems & Environment* 83(1-2): 11-26.
- IAFN, 2000. Statement of Industry, Topic 1. Choices in agricultural production techniques, consumption

- patterns and safety regulations: potentials and threats to sustainable agriculture. International Agri Food Network. Discussion paper, 24 April 2000. United Nations Commission for Sustainable Development 8 Multi-stakeholder dialog segment on sustainable agriculture. New York, NY.
- IFA, 1996. Plant Nutrients for Food Security. International Fertilizer Industry Association, FAO World Food Summit, November 1996.
- IFPRI, 2002. Achieving Sustainable Food Security for All by 2020: Priorities and Responsibilities. May 2002. International Food Policy Research Institute. Washington, DC.
- Mader, Paul, Andreas Fliebbach, David Dubois, Lucie Gunst, Padruot Fried, and Urs Niggli. 2002. Soil Fertility and Biodiversity in Organic Farming. *Science* 296:1694-1697.
- Paustian, K., H.P. Collins, and E.A. Paul. 1997. Management controls on soil carbon. p. 39-41, Chpt. 2 in: E A. Paul, K. Paustian, E. T. Elliot, C.V. Cole (eds.) *Soil Organic Matter in Temperate Agroecosystems*, CRC Press, Inc.
- Pinstrup-Andersen, Per. 2002. Towards a Sustainable Global Food System: What Will It Take? Keynote presentation for the annual John Pesek Colloquium in Sustainable Agriculture, Iowa State University, March 26-27, 2002. International Food Policy Research Institute (IFPRI), Washington, DC.
- PPI, 2002. Plant Nutrient Use in North American Agriculture. PPI/PPIC/FAR Technical Bulletin 2002-1. Published by Potash & Phosphate Institute, 655 Engineering Drive, Suite 110, Norcross, GA, USA 30092-2837. ISBN # 0-9629598-4-7.
- Trewavas, A. 2001. Urban myths of organic farming - Organic agriculture began as an ideology, but can it meet today's needs? *Nature* 410:409-410. ↘

REPORTE DE INVESTIGACION RECIENTE

EFFECTO DE LA LOCALIZACION DE LA FERTILIZACION NPK Y LA APLICACION EN COBERTERA DE CLORURO DE POTASIO SOBRE EL RENDIMIENTO DE SOYA

Lech, V.A., e C.G. Bortolini. 2002. Efeito da localização da adubação NPK e da cobertura com cloreto de potássio sobre o rendimento de grãos de soja. In: Memórias del Congreso Brasileño de Soya y la Mercosoya. Foz do Iguacu. Brasil.

La forma de aplicación de los fertilizantes NPK puede alterar la capacidad de la planta para aprovechar los nutrientes o puede influenciar el rendimiento del cultivo de soya. Este trabajo tiene como objetivo el evaluar el efecto de la localización del fertilizante NPK y la aplicación en cobertera de cloruro de potasio (KCl) sobre el rendimiento de soya. El experimento se instaló en el sistema de siembra directa en sitios distintos en el municipio de Lucas do Río Verde, MT. Los tratamientos consistieron en tres formas de aplicación de la fórmula 02-20-18 en la siguiente forma: T1: 50% de la dosis de la fórmula aplicados a la superficie antes de la siembra + 50% al surco al momento de la siembra, con y sin KCl en cobertera; T2: 100% de la dosis NPK al surco a la siembra con y sin KCl en cobertera; T3: 100% de la dosis NPK al voleo antes de la siembra con y sin KCl en cobertera. El tratamiento T1 + KCl en cobertera presentó los valores más altos de rendimiento en los tres sitios evaluados en relación de los demás tratamientos, siendo la diferencia promedio de 2.5 sacas/ha en relación a T2 + KCl en cobertera y de 4.0 sacas/ha en relación a T3 + KCl en cobertera. Independientemente del sitio, la aplicación en cobertera con KCl incrementó el rendimiento en cerca de 4.0 sacas/ha. ↘

ABSORCION FOLIAR Y TRANSLOCACION DE BORO EN PLANTAS JOVENES DE CITRICOS

Boaretto, R.M., A.E. Boaretto, T. Muraoka, D.H. da Silva. 2002. Absorción foliar e tranlocação do boro em plantas jovens de citro. In: Reunión Brasileña de Fertilidad de Suelo y Nutrición de Plantas, Río de Janeiro. SBSCS.

La fertilización foliar se utiliza para prevenir o corregir las deficiencias de micronutrientes. En cítricos, la eficiencia de absorción de B aplicado vía foliar y su translocación en la planta todavía no están bien establecidas. El objetivo de este experimento fue estudiar la absorción foliar de soluciones con diferentes concentraciones de B en función del tiempo y la movilidad del B absorbido por las hojas hacia los órganos que crecerán después de la aplicación foliar. Se hicieron aspersiones foliares a plantas jóvenes de naranja Valencia injertadas en limonero Cravo con

soluciones de diferente concentración de B (0, 0.085, 0.170, 0.225 y 0.340 g/L). Se cortaron las plantas después de 3, 6, 12 y 24 horas y 5, 15 y 30 días de la aplicación y la parte aérea se dividió en parte vieja (existente en el momento de la aplicación) y parte nueva (nacida después de la aplicación). Los resultados verificaron que todas las dosis elevaran el contenido foliar de B de la parte vieja pero no elevaron el contenido de B de la parte nueva. La eficiencia de la absorción foliar fue aproximadamente de 9%, valor obtenido 15 días después de la pulverización. ↘

APLICACION FOLIAR DE CALCIO Y BORO Y COMPONENTES DE RENDIMIENTO Y LA CALIDAD DE SEMILLA DE SOYA

Bevilaqua, G.A.P., P.M. Silva Filho, e J.C. Possenti. 2002. Aplicação de cálcio e boro e componentes de rendimento e qualidade de sementes de soja. Ciencia Rural, v. 32, n. 1, p. 32-34, 2002.

El objetivo de este trabajo fue de evaluar el efecto de la aplicación de calcio (Ca) y boro (B), vía foliar en las fases vegetativas y reproductivas del cultivo de soya (*Glycine max* L. Merrill), cv. FT Cometa y BR 16, en los componente de rendimiento y la calidad fisiológica de la semilla. El trabajo fue conducido en invernadero. El suelo usado fue un Planosol, con las siguientes características físico-químicas: K = 1.67 mmolc/dm³, P = 3.5 mg/dm³, materia orgánica = 16.6 g/dm³, Ca + Mg = 18 mmolc/dm³, pH = 4.7 y arcilla = 11%. Las unidades experimentales fueron bandejas con capacidad de 20 kg de suelo, mantenidas con humedad cercana a la capacidad de campo (20%), durante el experimento. Los tratamientos consistieron en las aplicaciones de la solución Ca + B en cuatro épocas: prefloración, floración, postfloración y precosecha, comparados con un testigo no tratado. La solución se preparó usando cloruro de calcio (0.5% de Ca) y borato de sodio (0.25% de B), cuyo pH se corrigió a un valor de 7.0. Se usó un volumen de 100 litros de solución/ha. Los componentes del rendimiento evaluados fueron: número de vainas, peso de granos/planta y números de granos/vaina. En las semillas se evaluó la emergencia de campo, velocidad de emergencia y peso de materia seca de las plántulas. Los resultados obtenidos permiten concluir que: a) La aplicación de Ca y B aumento el peso de los granos por planta; b) El Ca y B no afectan la calidad fisiológica de semillas; c) Las mayores respuestas a Ca y B en los componentes de rendimiento se observaron en las fases de floración y post-floración. ↘

CURSOS Y SIMPOSIOS

1. Conferencia Fertilizantes Cono Sur British Suphur

Organiza : Conrad Resort
Lugar y Fecha : Punta del Este, Uruguay
 Diciembre 7-9, 2003
Información : Mati Díaz
 matty.diaz@crgroup.com

2. Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo

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

3. 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

4. VII Conferencia Mundial de Soya

Organiza : EMBRAPA
Lugar y Fecha : Foz de Iguazu- Brasil
 29 Febrero - 5 Marzo, 2004
Información : EMBRAPA
 cms@cnpso.embrapa.br
 www.cnpso.embrapa.br/soy

5. 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^{ra} 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 Internacional 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^{no} Simposio Internacional de Análisis de Suelos y Plantas

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



NUESTRO SITIO WEB:

<http://www.inpofos.org/ppiweb/ltamn.nsf>

El sitio de Internet del Instituto de la Potasa y el Fósforo (PPI) y del Instituto de la Potasa y el Fósforo de Canadá (PPIC) está en constante cambio.

El sitio de las oficinas para América Latina - www.inpofos.org - presenta información actualizada

en Español sobre el manejo de nutrientes en diferentes cultivos de la región, las actividades de investigación y educación del Instituto, así como también estadísticas de producción de cultivos, uso de fertilizantes, publicaciones disponibles y otros aspectos relevantes en agricultura.



POTASH & PHOSPHATE INSTITUTE
POTASH & PHOSPHATE INSTITUTE OF CANADA
Northern Latin America (INPOFOS)

Regional Home
Profile
Informaciones Agronómicas
Publicaciones de INPOFOS
Nutrición de Cultivos
Herramientas

SEARCH

REGISTER

STORE

Novedades

- 1 Dinámica del P en el suelo
- 2 Cómo aplicar el P al suelo

Ambiente

- 1 Intensificación de la agricultura
- 2 Nutrientes inorgánicos y orgánicos
- 3 Ecología y fertilizantes

Investigación

- 1 Fósforo y potasio en soya
- 2 Fertilización y riego en palma aceitera

Banano

- 1 Porque comemos banano
- 2 Respuesta del banano en suelos altos en K
- 3 Deficiencia de la K en banano
- 4 Respuesta del banano al potasio

Plátano

- 1 Plátano altas densidades - Nueva opción
- 2 Fertilización plátano altas densidades

Papa

- 1 Respuesta de la papa al P en suelos volcánico
- 2 Respuesta de la papa al K en suelos volcánicos

Café

- 1 Deficiencias en café
- 2 Fertilización del café

Cacao

- 1 Deficiencias y Fertilización del cacao
- 2 Fertilización del cacao

Mango

- 1 Fertilización Balanceada del mango
- 2 Fertilización del mango en el trópico

What's New

Manejo del Potasio en Arroz

Manejo del Fósforo en Arroz

Toxicidad de Hierro en Arroz

Nutri – Verdades



IMAGE GALLERY



PRESENTATIONS



Regional Update



Pineapple exports are steadily growing in Costa Rica

The value of pineapple exports in Costa Rica recently approached those of coffee, which is historically the leading export crop for the country. This trend is a reflection of a continued fall in coffee exports, a symptom of long standing conditions of poor prices. There is solid efforts to expand pineapple production in the south and Atlantic areas of the country.

Dr. José Espinosa

Past Updates

A propósito de Ecología Agricultura y Fertilizantes

La propuesta agroecológica concede una gran ventaja cuando arremete indiscriminadamente contra los fertilizantes (sintéticos o minerales). Los fertilizantes son substancias que sirven para nutrir (alimentar con el aporte de elementos esenciales). Este artículo discute el papel de los fertilizantes en agroecología.

Dinámica del Fósforo en el suelo y en los cultivos

Con excepción de la pequeña contribución hecha por la meteorización de los minerales primarios, los fertilizantes fosfatados representan la única fuente nueva de P disponible que ingresa en el sistema. El P en los residuos animales y vegetales se originaron en el suelo y por esta razón no son ganancias sino simplemente redistribuciones de P dentro del sistema. Este artículo discute la dinámica del P en el suelo y en la planta con relación al manejo de los fertilizantes fosfatados.

Como aplicar P al suelo

Como es mejor aplicar fósforo al suelo: en banda o al voleo?... Son todos los métodos de aplicación en banda igualmente efectivos?... En cuanto se puede reducir de la recomendación si el fósforo es aplicado en banda en vez de al voleo?... Las respuestas a todas estas preguntas se discuten en este artículo.

Fertilización del palmito

El palmito requiere, para crecimiento y producción, de abundante cantidad de nutrientes que con frecuencia no pueden ser suministrados totalmente por el suelo. Los nutrientes absorbidos por el cultivo deben ser reemplazados para mantener el nivel de fertilidad del suelo y la continua producción de altos rendimientos. Una manera eficiente de conseguir este propósito es mediante el uso racional de fertilizantes y enmiendas. El propósito de este artículo es discutir algunos aspectos básicos del manejo de la nutrición y fertilización del cultivo.

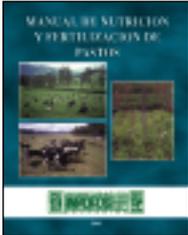
Deficiencias nutricionales en uva

El cultivo de la uva se adapta a un amplio rango de suelos y condiciones en América Latina. El rendimiento y la calidad del fruto dependen mucho de la nutrición del cultivo y del clima prevalente en la zona. A continuación se discuten e ilustran los síntomas de deficiencia de fósforo, potasio y otros nutrientes en los viñedos.

INFORMACIONES AGRONOMICAS No. 51

PUBLICACIONES DE INPOFOS

Las siguientes publicaciones de INPOFOS se encuentran disponibles al siguiente costo

- | | | |
|---|----------|---|
| <p>☼ 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.</p> | \$ 15.00 |  |
| <p>☼ 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.</p> | \$ 8.00 | |
| <p>☼ 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.</p> | \$ 8.00 |  |
| <p>☼ 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.</p> | \$ 4.00 | |
| <p>☼ 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.</p> | \$ 8.00 |  |
| <p>☼ 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.</p> | \$ 20.00 | |
| <p>☼ 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.</p> | \$ 15.00 |  |
| <p>☼ 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.</p> | \$ 4.00 | |
| <p>☼ 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.</p> | \$ 5.00 |  |
| <p>☼ Conceptos Agronómicos. Panfletos que describen conceptos agronómicos básicos que ayudan en el manejo eficiente de suelos y nutrientes. Disponible: El Cloro, verdades y mitos.</p> | \$ 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).

