

CUAL ES LA MEJOR FORMA DE APLICAR FOSFORO AL SUELO

P. Fixen*

Introducción

Qué es mejor, aplicación de fósforo (P) en banda o al voleo?. Son todos los métodos de aplicación en banda igualmente efectivos?. Cuánto se puede reducir de la recomendación de P si este es aplicado en banda en vez de al voleo?. Todas estas preguntas sobre las ventajas de los varios métodos de aplicación de P resultan de investigación que ha producido en ocasiones resultados contradictorios.

Factores que influyen en la respuesta al fósforo

Varios factores influyen en la respuesta a la aplicación de fertilizantes fosfatados, entre ellos se pueden incluir a los siguientes:

- Contenido de P en el suelo
- Contacto de las raíces con el suelo fertilizado
- Concentración de P en la solución del suelo fertilizado.

Contenido de fósforo en el suelo

A medida que el contenido de P en la capa superficial del suelo se incrementa, la absorción relativa del P proveniente del fertilizante disminuye. A contenidos altos de P en el suelo, la adición de fertilizante tiene poco efecto en la absorción de este elemento. Esto parece simple, pero la concentración de P en el suelo a la cual no hay respuesta a la aplicación de fertilizante fosfatado varía de suelo a suelo y de año en año. Sin embargo, se puede decir, con cierta seguridad, que la probabilidad de respuesta a la

aplicación de fertilizante fosfatado disminuye a medida que la concentración de P en el suelo se incrementa. Las fluctuaciones en la liberación de P de la materia orgánica pueden en parte ser responsables de esta variabilidad en la respuesta.

La concentración de P en el subsuelo puede incidir en la respuesta a la aplicación de P si existe suficiente desarrollo de las raíces en el subsuelo. La longitud total y la distribución relativa de la parte aérea de la planta es probablemente uno de los factores más importantes en la determinación de la concentración de P en el suelo necesaria para rendimiento óptimo, así como de la respuesta a la aplicación de fertilizante fosfatado. Una planta con mayor cantidad de raíces, en relación a la parte aérea, requiere de una concentración de P en el suelo considerablemente menor, para óptimo crecimiento, que cuando el crecimiento de las raíces es limitado. El desarrollo del sistema radicular se discutirá en detalle más adelante.

Contacto de las raíces con el suelo fertilizado

Ningún factor que incide en la respuesta de la planta a la localización del fertilizante fosfatado es más importante que el grado de contacto entre la raíz y el suelo fertilizado. En

CONTENIDO

	Página
● Cual es la mejor forma de aplicar fósforo al suelo	1
● El manejo de fertilizantes a través de los sistemas de riego (Fertigación)	5
● Máxima explotación del rendimiento genético potencial de la palma aceitera en el sur de Tailandia	10
● Efecto del fósforo en la fijación biológica de nitrógeno	13
● Reporte de Investigación Reciente	14
● Cursos y Simposios	15
● Publicaciones de INPOFOS	16

Editado por: Dr. José Espinosa

* Artículo escrito por el Dr. Paul Fixen, Northcentral Director, Potash and Phosphate Institute.

relación al contacto con la raíz, los principales factores son: La longitud/actividad total de las raíces, el volumen del suelo fertilizado y la localización del suelo fertilizado dentro del volumen total de suelo.

Longitud total de las raíces

La longitud total de las raíces generalmente se incrementa a medida que se incrementa el rendimiento, pero varios factores afectan la magnitud de este incremento. Estudios en varios cultivos han demostrado que el crecimiento de la parte aérea es mayor que el de las raíces a medida que se incrementa la disponibilidad de agua en el suelo. Las condiciones que estimulen un crecimiento extensivo de las raíces en relación a la parte aérea pueden producir muy poca respuesta a la aplicación de P, aún en suelos bajos en este elemento, ya que las plantas son capaces de obtener adecuada cantidad de P del suelo no fertilizado.

La temperatura baja y la humedad excesiva en el suelo disminuyen la longitud total y la actividad metabólica de las raíces y pueden ser un factor muy importante en la respuesta al P, aún en suelos con altos contenidos de este elemento. Las enfermedades y daños por insectos a las raíces, la compactación del suelo, el tipo de cultivo y el contenido de amonio en el suelo son algunos de los factores que modifican la longitud y actividad radicular. La infección por micorrizas (un hongo benéfico de la raíz) puede incrementar la longitud y actividad efectiva de las raíces y mejorar la habilidad de las plantas para extraer P.

Volumen del suelo fertilizado

El volumen del suelo fertilizado afecta el grado de contacto de la raíz con los nutrientes añadidos. Si una aplicación de fertilizante al voleo incorporada con rastra afecta el 100 % del suelo, una aplicación en banda a 75 cm de espaciamiento fertiliza solamente alrededor del 1 % del volumen del suelo. Aún, cuando solamente el 1 % del volumen del suelo puede ser fertilizado en una banda típica de presembrado, más del 1 % del sistema radicular es afectado debido a la proliferación de raíces en la

banda. Estudios han demostrado que una banda que ocupe el 1 % de suelo puede contener aproximadamente 4 % del sistema radicular, dejando todavía el 96 % de raíces que no son afectadas por la aplicación del fertilizante fosfatado. No es lo más adecuado el tomar estrictamente el concepto de contacto entre la raíz y el suelo. Por ejemplo, se ha demostrado que la presencia de N amoniacal (NH_4^+) en la banda de P incrementa la proliferación de las raíces y promueve la absorción de P.

En sistemas de labranza reducida, donde las bandas de P no son disturbadas por subsecuentes operaciones de labranza, los efectos residuales de la fertilización fosfatada pueden ser significativos. En casos cuando el efecto residual de las bandas se destruye por labranza, el efecto residual en general sería igual al efecto residual de las aplicaciones al voleo.

Localización del suelo fertilizado

La localización del suelo fertilizado también afecta el contacto de las raíces con los nutrientes aplicados. El P es relativamente inmóvil en el suelo y el objetivo de la localización es el de colocar los nutrientes donde se encuentra la mayor concentración de raíces activas. Los datos de un experimento conducido en Dakota del Sur que se presenta en la **Figura 1** demuestran este hecho.

En este experimento, el P se aplicó al voleo y solo se incorporó superficialmente en el suelo antes de la siembra. Los datos del experimento demostraron que los rendimientos de trigo continuaron incrementándose incluso al nivel más alto de aplicación de P, 220 kg/ha de P_2O_5 , lo que era de esperarse. Obviamente la eficiencia de uso del fertilizante fosfatado había sido reducida por la aplicación superficial del fertilizante. Un muestreo de suelos detallado indicó que esta mínima incorporación incrementó la concentración del P en la solución del suelo solamente en los 5 cm superficiales. La actividad de las raíces en esta zona es limitada en el ambiente seco y cálido de Dakota del Sur y en esta forma el P aplicado en el fertilizante

era posicionalmente no disponible y por lo tanto no eficiente.

Además de la humedad del suelo, otros factores que influyen la actividad de la raíz como temperatura del suelo, distancia de la banda de fertilizante a la semilla, compactación, etc. afectan también la localización óptima del suelo fertilizado. La severa estratificación del P (acumulación en las capas superficiales), que resulta en muy pobre eficiencia, es consecuencia de continuas aplicaciones de P al voleo.

Concentración de Fósforo en el suelo fertilizado

Básicamente, la relación entre fertilizante fosfatado y la concentración de P en la solución del suelo está representada por la línea A en la **Figura 2**. Las dosis bajas de P aplicado tienen solamente un impacto pequeño en el P usable en la solución del suelo, debido a que el P reacciona con los componentes del suelo, los cuales lo hacen menos disponible (fijación). A medida que las dosis de aplicación se incrementan, más y más P permanece en la solución del suelo de donde puede ser absorbido inmediatamente por la planta.

Se requieren dosis substancialmente más altas de P para incrementar la disponibilidad de este elemento en suelos que tienen una alta capacidad para reaccionar con el fertilizante fosfatado (línea B, **Figura 2**). Factores como baja concentración de P en el suelo, alto contenido de arcilla, alto contenido de carbonato de calcio y alto contenido de Oxidos de Fe y Al hacen que los suelos reaccionen más activamente con el P, fijándolo o haciéndolo menos disponible.

Si solamente se considerara la habilidad del suelo para reaccionar con el P, se debería mezclar el fertilizante lo menos posible con el suelo. Esto resultaría en una mínima cantidad de reacciones de fijación y en una máxima cantidad de P en la solución del suelo.

Sin embargo, las concentraciones altas de P en la solución del suelo mejoran la absorción de este elemento solamente hasta cierto punto (**Figura 3**).

Inicialmente la absorción se incrementa rápidamente con el incremento de la concentración de P en la solución del suelo, pero gradualmente se acerca a un máximo de absorción donde se estabiliza. Si el fertilizante aplicado en banda incrementa la concentración de P en la solución del suelo más allá de lo que las raíces de las plantas pueden utilizar, la absorción de P no se incrementa y la eficiencia del P declina.

Consecuentemente, la mejor localización de P en un suelo en particular sería aquella que permita un óptimo balance entre minimizar los efectos detrimentales de las reacciones del P con el suelo y maximizar el contacto del fertilizante con las raíces. Considerando el número de factores que influyen en este balance, no es sorprendente que los estudios de localización del P no siempre presenten los mismos resultados y que las recomendaciones de localización de P generen debate.

Métodos comunes de aplicación

Existe una variedad de alternativas para aplicar P, las principales se presentan en la **Tabla 1**, junto con un estimado del volumen de suelo que cada una de ellas afecta. La profundidad de incorporación y el método de localización de las aplicaciones superficiales afecta el volumen de suelo fertilizado y su localización. Para las aplicaciones en banda, el espaciamiento y la localización en relación a las hileras del cultivo en el campo, pueden afectar el porcentaje de suelo fertilizado y el uso eficiente de P.

El estrechar el espacio entre bandas, a una dosis constante de P, incrementa el volumen de suelo afectado, pero no proporcionalmente porque el P es aplicado en bandas individuales de menor diámetro. Los volúmenes de suelo afectados que se presentan en la **Tabla 1** son estimativos calculados de estudios de movimiento de P.

Considerando los factores discutidos anteriormente, se ha estimado que en suelos con probabilidad de producir respuesta a la aplicación de P, el volumen óptimo a ser fertilizado, para

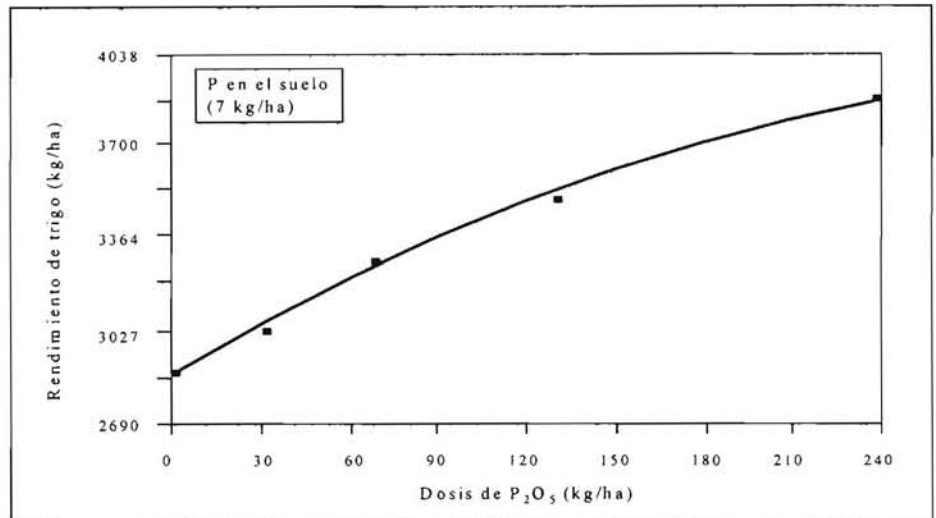


Figura 1. Rendimiento de trigo a varias dosis de P aplicado al voleo con ligera incorporación antes de la siembra

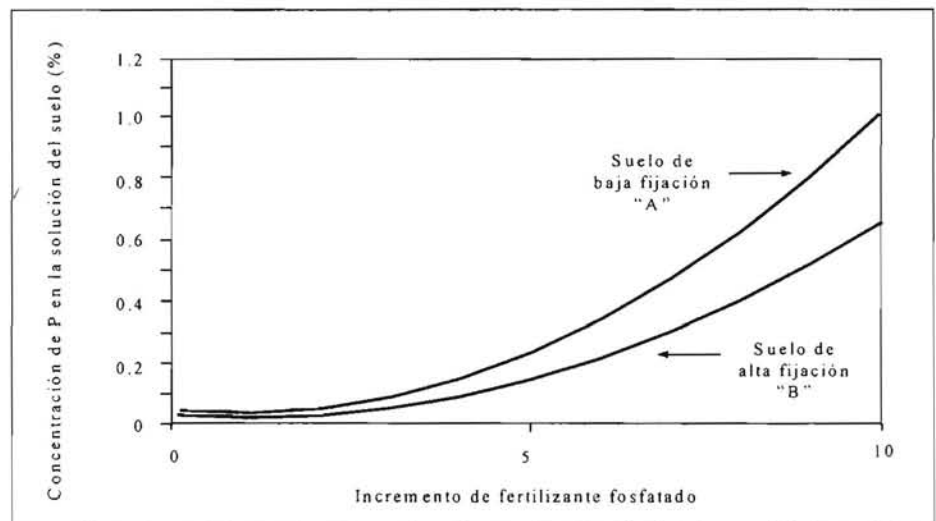


Figura 2. Relación entre el fertilizante fosfatado y la concentración de P en el suelo. Se necesitan dosis mayores en suelos que tienen una alta capacidad de fijar P.

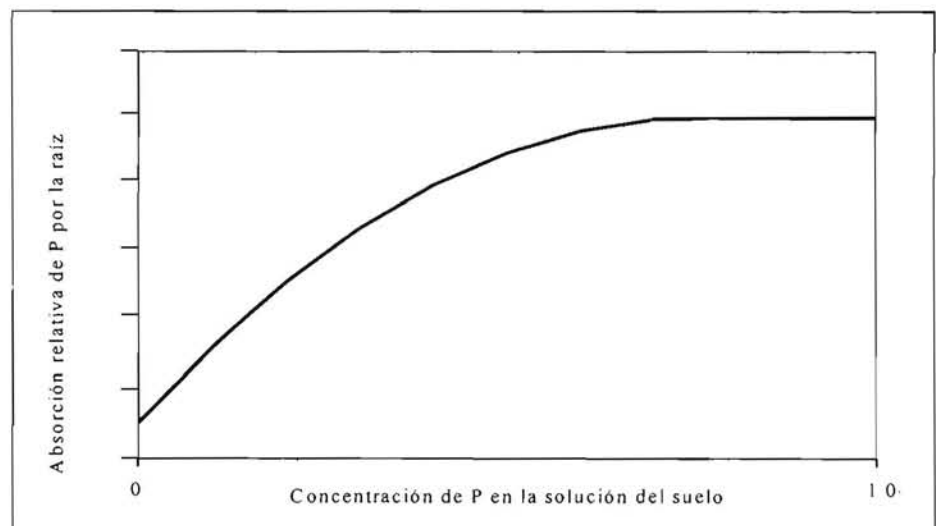


Figura 3. El potencial de absorción de P por las raíces se incrementa rápidamente a mayor concentración de P en la solución del suelo pero gradualmente llega a un máximo estable.

una dosis de 56 kg/ha de P_2O_5 , varía de 1 a 20%.

Comparaciones entre aplicaciones en banda y al voleo

Las discusiones en relación a como colocar el P en el suelo generalmente terminan en dos preguntas básicas:

1. Se aplica el P en banda o al voleo?
2. Si se aplica en banda, que ajustes en las dosis son posibles.

No existe una respuesta generalizada para estas preguntas ya que la efectividad relativa de las aplicaciones en banda o al voleo varían dependiendo de situaciones específicas. Se ha demostrado con investigación que existen por lo menos cuatro relaciones entre aplicaciones en banda o al voleo. Estas se describen a continuación como situaciones A, B, C y D.

Situación A: Aplicación al voleo igual a la aplicación en banda

Esta situación se ha observado donde los contenidos de P en el suelo son relativamente altos y la fijación es limitada. La incorporación completa de P resulta en un buen contacto con la raíz e incrementa la probabilidad de que el fertilizante se localice en suelo húmedo. Cultivos como el sorgo, soya, girasol y en menor grado el maíz, tienen más probabilidad de

exhibir este tipo de respuesta.

Situación B: Los rendimientos con banda son mayores que al voleo a dosis bajas de P e iguales a dosis altas

Esta respuesta se ha verificado en numerosos estudios y está asociada con bajos contenidos de P en el suelo, alta capacidad de fijación y condiciones de suelo frías y húmedas. Este tipo de investigación ha sido la base para recomendar reducir las dosis de aplicación de P si el fertilizante es aplicado en banda.

Situación C: La aplicación al voleo nunca se iguala a la aplicación en banda

Por lo menos dos condiciones pueden llevar a este tipo de respuesta. Un ejemplo de la primera condición es un suelo frío y húmedo que permite una alta respuesta (crecimiento abundante en la primera parte del ciclo del cultivo) a la aplicación de P en banda. Esto es importante cuando es crítico un crecimiento acelerado en la parte inicial del cultivo para obtener todo el potencial de crecimiento en todo el ciclo.

La segunda condición es la de un suelo con un contenido relativamente bajo en P, mínima incorporación del P aplicado al voleo y superficie del suelo relativamente seca. Contraria-

mente a las recomendaciones que aconsejan menos fertilizante fosfatado para aplicaciones en banda comparadas con voleo (situación B), la dosis óptima de P a aplicarse en banda en esta condición, puede ser mayor que las aplicaciones al voleo.

Situación D: Aplicación al voleo más eficiente que en banda.

Este tipo de respuesta es más probable en suelos con baja fijación de P que tienen una cobertura abundante de residuos y una superficie húmeda y caliente. Estas condiciones pueden existir en sistemas de labranza cero en ambientes húmedos o en labranza cero con irrigación. Cuando existen estas condiciones, la densidad de raíces es frecuentemente mayor en la parte superior del suelo donde se localiza el P. Aplicaciones en bandas pueden ser menos efectivas debido a insuficiente contacto con la raíz.

La última pregunta

Es mejor aplicar el P en banda o al voleo?. La respuesta depende de las condiciones específicas a encontrarse. Los factores que afectan la respuesta de los cultivos a la aplicación de fertilizante fosfatado deben considerarse conjuntamente con los tipos hipotéticos de respuesta, discutidos arriba, y que sean posible encontrarse en estas condiciones. Los ajustes de las dosis, si son necesarios, deberán hacerse cuando se haya determinado cual es la forma de aplicación de P que tenga mayor probabilidad de respuesta. La pregunta parece simple pero la respuesta envuelve la integración de varios factores complejos.

Resumen

Las discusiones que frecuentemente ocurren sobre la localización de P tienen un problema en común: "la generalización". Existen excepciones a casi cada una de las formas de aplicación de P conocidas.

En general, si hay una diferencia en respuesta del cultivo debido al método de aplicación de P, las aplicaciones en banda sería iguales o mejores que las aplicaciones al voleo. *

Tabla 1. Efecto del método de aplicación de P en la proporción del volumen del suelo fertilizado a una profundidad de 15 cm.

Método de localización	Profundidad de incorporación	Distancia entre bandas cm	Porción teórica suelo fertilizado %
Aplicaciones superficiales			
Voleo/incorporado	15		100
Voleo/incorporación mínima	5		33
Voleo/sin incorporación	1		7
Banda superficial presiembra	0-15		1-100
Aplicaciones en banda*			
Banda profunda		15	1.9
Banda cerca de la semilla		38	1.5
Banda sobre la semilla		76	1.1

* La porción de suelo fertilizado depende de la distancia entre bandas y la profundidad de aplicación.

EL MANEJO DE FERTILIZANTES A TRAVÉS DE LOS SISTEMAS DE RIEGO (FERTIGACION)

Al Ludwick*

Introducción

Fertigación se define como la aplicación de fertilizantes en el agua de irrigación (*FERTILIZACIÓN + irriGACION*). Es común también el uso del término fertiirrigación para referirse al mismo concepto. Se puede practicar fertigación en riego por aspersión, pivote central y líneas transportables, y más comúnmente con riego por goteo, microjets y microaspersores.

Aún cuando esta práctica ha adquirido popularidad en los últimos años, el disolver productos fertilizantes en el agua de riego es un proceso conocido desde hace mucho tiempo. En California, por ejemplo, se disolvía sulfato de potasio en el agua de riego utilizada en huertos de cítricos desde 1928. La aplicación de amoníaco anhidro a través del riego se conoce desde 1932, fue así como se acuñó el término "nitrogación". Sin embargo, la primera aplicación de fertilizante químico comercial a través de un sistema de riego por aspersión no fue reportada sino hasta 1958. Hoy en día, es común la aplicación de soluciones y suspensiones fertilizantes a través de sistemas bien calibrados de inyección y bombeo. El manejo de fertigación ha demostrado su eficiencia y precisión a través del tiempo en muchos lugares del mundo especialmente durante las últimas dos décadas.

Para que la fertigación sea realmente efectiva es necesario conocer algunas características importantes del cultivo. Se debe en primer lugar conocer los hábitos de crecimiento de la especie vegetal a cultivar. Por ejemplo, entre otras cosas es importante conocer los requerimientos nutricionales diarios de la planta para poder satisfacer esta demanda, determinar el tipo de raíz o sistema radicular y la variación estacional en la absorción de nutrientes. Además, es importante manejar ade-

cuadamente los conceptos básicos de química de suelos y los conceptos de solubilidad y movilidad de los nutrientes, así como las condiciones del agua utilizada para riego en la finca (pH, sales disueltas, toxicidad de ciertos iones, etc.).

La necesidad y condiciones del sistema de riego son los factores más importantes a considerar cuando se diseña un programa de fertigación, ya que el equipo instalado tiene como objetivo principal el entregar agua en el momento oportuno y en cantidades adecuadas para el óptimo desarrollo del cultivo. Un buen diseño del sistema de riego incrementa la eficiencia de los programas de fertigación. A continuación se discuten algunas consideraciones de importancia cuando se busca obtener los máximos beneficios de la fertigación.

Consideraciones nutricionales (N, P y K)

El nitrógeno (N) es el nutriente que con más frecuencia se inyecta en los sistemas de fertigación. Esto se debe a que todos los cultivos requieren cantidades relativamente grandes de este nutriente, a que existe en el mercado muchos productos nitrogenados altamente solubles y a que el N en forma de nitrato (NO_3) es muy móvil en el suelo y puede ser fácilmente lavado del perfil.

Debido a todo lo anterior, el N ha sido tradicionalmente el nutriente de mayor interés para el agricultor y también es el que ha generado mayor preocupación con respecto al ambiente. Muchos estudios han demostrado que para evitar el lavado hacia los mantos acuíferos, así como para aumentar la eficiencia de absorción por el cultivo, es recomendable el fraccionar las aplicaciones de N a través del ciclo de desarrollo de la planta. Una manera

muy conveniente de lograrlo es a través de la fertigación. Existe abundante información que indica la cantidad de nutrientes requeridos por los diferentes cultivos durante su ciclo de desarrollo. La **Tabla 1** presenta ejemplos de dos cultivos: pepino y pimiento. El agricultor, utilizando fertigación, puede variar la nutrición que recibe el cultivo, cambiando la cantidad de fertilizante que aplica en cada riego. Estas prácticas se utilizan actualmente en cultivos de alta rentabilidad como las hortalizas y frutales. Sin embargo, este mismo principio se puede aplicar a cualquier especie vegetal. La urea y las soluciones de nitrato de amonio son las fuentes nitrogenadas más usadas en fertigación.

La **Tabla 2** presenta datos que demuestran la ventaja de fraccionar las aplicaciones de N en maíz (7 aplicaciones de soluciones nitrogenadas comparadas con 2 aplicaciones en banda). Como ya se mencionó anteriormente, el fraccionamiento de las aplicaciones de N, de acuerdo con las necesidades del cultivo, aumentan la eficiencia del uso de fertilizante.

Lo anterior también es cierto para el fósforo (P) y el potasio (K). El entregar P y K a la solución del suelo durante épocas de alta demanda del cultivo ayuda a evitar deficiencias a mitad del ciclo. La fertigación puede ser realmente útil en cultivos que requieren altas cantidades de nutrientes en momentos breves de tiempo (floración, llenado de fruto, movilización de azúcares) o cuando se tiene un suelo que fija grandes cantidades de P y K. Las **Tablas 3 y 4** presentan datos de absorción de N y K a través del ciclo de cultivo de maíz y algodón.

El P tiene muy poca movilidad en el suelo, de modo que el lavado de este nutriente no representa problema como lo es en el caso del N. Las

* Artículo escrito por el Dr. Albert Ludwick. Western Director, Potash and Phosphate Institute.

Tabla 1. Requerimientos de nitrógeno para fertilización de pepino y pimiento en California.

Cultivo	Etapa de desarrollo	Requerimiento de N* kg/ha/semana
Pepino	Crecimiento vegetativo	5-10
	Floración/amarre de fruto	10-20
	Llenado de fruto	10-15
	Primera cosecha	5-10
Pimiento	Crecimiento vegetativo	5-10
	Flor/amarre de fruto	15-25
	Llenado de fruto	15-20
	Primera cosecha	5-10

* Los requerimientos más altos representan la fertilización necesaria en suelos con bajo nivel residual de N y/o condiciones de alta temperatura (crecimiento rápido).

Tabla 2. Efecto de aplicaciones múltiples de nitrógeno en maíz bajo riego.

Momento de aplicación	Momento de la última aplicación *	Nº. de aplicaciones	Rendimiento relativo %
Presiembra + dos aplicaciones en banda	8	3	72
Aplicaciones cada dos semanas.	12	7	100

* Semanas después de la emergencia
El riego por aspersión se inició después de la emergencia.
Fuente: F. M. Rhoads, U. de Florida, Quincy

Tabla 3. Nutrientes absorbidos por 11,300 kg/ha de maíz.

Días después de la Emergencia	----- Absorción (%) -----	
	N	K
0-25	8	9
26-56 (flor)	35	44
51-75	31	31
76-100 (llenado de grano)	20	14
101-125	6	2

Tabla 4. Nutrientes absorbidos por una cosecha de 1.5 pacas de algodón.

Etapa de desarrollo del cultivo	----- % de absorción -----	
	N	P
Plántula	6	5
Floración temprana	14	19
Belloteo temprano	42	36
Madurez	38	40

Fuente: Universidad de California

aplicaciones de P al voleo, sin incorporarlo, dejan el nutriente en la superficie del suelo y penetra muy poco con el agua de riego.

La aplicación de P a través de los sistemas de riego por goteo puede incrementar significativamente la absorción de P por la planta ya que concentra el fertilizante en la zona de mayor humedad y desarrollo de raíces. Comparaciones del movimiento de P en el perfil del suelo han mostrado que se alcanza a desplazar este nutriente a mayor profundidad cuando se utilizan sistemas de goteo que cuando se utiliza cualquier otro sistema de riego.

La movilidad del P está relacionada con la concentración y el contacto con el suelo. Cuando mayor sea la concentración y menor el contacto con el suelo, la movilidad del P a través del perfil del suelo es mayor. La **Tabla 5** muestra un movimiento significativo de P, a profundidades entre 25-30 cm, en un suelo franco bajo riego por goteo.

La **Tabla 6** ilustra el movimiento de diferentes fuentes de P en varios sistemas de cultivo. El fosfato amónico y el ácido fosfórico son las fuentes de P más comunes en fertilización. La principal limitación de estos productos es la susceptibilidad para formar precipitados en aguas de riego con alto contenido de calcio.

En la fertilización con K se usa principalmente cloruro de potasio (KCl), debido a su alta solubilidad, independientemente de la calidad del agua utilizada. Muchas veces se prefiere el KCl a otras fuentes de K debido a su bajo costo. Sin embargo, en cultivos sensibles al cloro o en cultivos que requieren cantidades grandes de otros nutrientes como N o azufre (S), se pueden usar otros productos con mucha eficiencia. El nitrato de potasio (KNO_3), el sulfato de potasio (K_2SO_4) o el tiosulfato de potasio ($K_2S_2O_8$) son buenas fuentes de K para ser usadas en fertilización.

Actualmente, los investigadores tienen mucho interés en conocer las tasas de absorción de K por los cultivos (kg/ha/día). Esto sucede especial-

Tabla 5. Distribución del P en el perfil, directamente abajo del emisor, en un sistema de riego por goteo en un suelo franco arcilloso. Acido fosfórico como fuente de P.

Profundidad del Perfil ¹ cm	15 kg P ₂ O ₅ /ha	90 kg P ₂ O ₅ /ha
	Contenido de P ² , kg/ha	
0-5	20	687
5-10	5	506
10-20	0	55
20-25	0	43
25-30	0	10

1. El movimiento horizontal de P fue menor que el movimiento vertical.
2. P extraído con bicarbonato

Tabla 6. Fuentes de fósforo usadas en riego por goteo.

Fuente de P	Dosis de P kg/ha	Suelo	Cultivo	Profundidad * (cm)
K ₂ HPO ₄	129-532	Arenoso	Tomate	30-40
H ₃ PO ₄	112	Arenoso	-	60
	113	Franco	-	20
	-	Franco-Arcilloso	Manzana	60
	620 ppm	Arcilloso	-	15
DAP	620 ppm	Areno-Franco	-	30
MAP	2	Franco-Arenoso	Flores	20
APP	185	Arcilloso	Manzana	90

* Profundidad de movimiento del fósforo
MAP = Fosfato monoamónico ;
DAP = Fosfato diamónico ;
APP = Poli fosfato de amonio
Fuente : R. L. Mikkelsen, 1989, Journal of Production Agriculture

Tabla 7. Absorción de potasio de algunos cultivos.

Cultivo	Periodo de Crecimiento días	Rend. ton/ha	Absorción de K kg/ha	Dosis Diaria kg/ha/día
Algodón	75-100	1.7	62(50%)	2.5
Tomates	0-120	73.9	504	4.3
Papas	30-90	50.4	269(80%)	4.5
Apio	122-164	188.2	784	12.8

Fuente : UNOCAL

mente en lugares donde los suelos presentan alta capacidad de fijación de K. Información como la que se presenta en la **Tabla 7** está constantemente en evaluación para poder determinar el mejor sistema de entregar K a la planta a través del ciclo de crecimiento del cultivo.

El movimiento del K en el suelo es limitado y está muy relacionado con las reacciones de intercambio catiónico. El K se mueve mas que el P, pero mucho menos que el nitrato (NO₃⁻) y no presenta peligro de contaminación del manto freático. La aplicación de K al voleo, sin una buena incorpora-

ción, no es muy eficiente. Sin embargo, al igual que el P, la aplicación de K en sistemas de riego por goteo son muy eficientes. Los datos de las **Tablas 8 y 9** demuestran como el K puede penetrar significativamente en el perfil del suelo cuando este se aplica mediante riego por goteo o cuando se aplica al suelo directamente abajo del gotero.

Calidad del Agua

La calidad del agua es un componente básico en fertigración y necesita cuidadosa atención. Este aspecto es especialmente crítico en los sistemas de riego por goteo que deben mantenerse libres de sólidos en suspensión y microorganismos que pueden taponar los orificios de los emisores. En la **Tabla 10** se presentan ciertas condiciones bajo las cuales se pueden presentar problemas de taponamiento en los emisores.

Los fertilizantes añadidos en los sistemas de irrigación se precipitan si se excede la solubilidad de los fertilizantes o la solubilidad de los productos de la reacción entre el fertilizante y las impurezas del agua. A menudo se presentan problemas con el calcio (Ca), cuando las concentraciones de este elemento en el agua son superiores a 100 ppm. A medida que se incrementa la concentración de Ca se incrementa la probabilidad de precipitación de los fosfatos añadidos. El producto precipitado se deposita en las paredes de los tubos, en los orificios de los goteros y en los aspersores, taponando completamente el sistema. Se puede también producir precipitación cuando se incrementa el pH del agua con la adición de amoniaco anhidro por ejemplo.

Si el agua de riego tiende a ser salina, se debe considerar la cantidad total de sales aplicadas al cultivo y no solamente la cantidad aplicada en cada fertigración. Los cultivos varían ampliamente en su tolerancia a las sales y una acumulación que causa daños en ciertos cultivos puede no causar problemas en otros.

Tabla 8. Potasio disponible en la zona de goteo al inicio y después de 2 años de fertirrigación de un viñedo con K_2SO_4 *.

Profundidad cm	Inicial	Después de 2 años	
		0 kg/planta** ppm	3.6 kg/planta
0-30	199	130	2850
30-60	148	77	1520
60-90	101	48	680

* Uva variedad Pinot noir crecimiento en suelo franco arcilloso con grava.

** K_2SO_4 aplicado sobre el suelo exactamente abajo del gotero.

Fuente : Universidad de California

Tabla 9. Distribución del K en el suelo directamente abajo del gotero. Potasio aplicado como K_2SO_4 en fertirrigación (9kg/árbol, 2 temporadas) en un suelo franco arcilloso.

Profundidad cm	Sin K	K en goteo
	K disponible ppm	
0-15	221	919
15-30	123	774
30-45	88	483
45-60	63	567
60-75	63	90
75-90	61	65

* K extraído con acetato de amonio

Fuente : Universidad de California

Tabla 10. Condiciones en las cuales se pueden presentar problemas de taponamiento en los emisores de los sistemas de riego por goteo.

Tipo de problema	Intensidad del problema		
	Baja	Moderada	Alta
	ppm		
Físicos			
Sólidos en suspensión	<50	50-100	>100
Químicos			
pH	<7.0	7.0-8.0	>8.0
Sales	<500	500-2000	>2000
Bicarbonatos		<100	
Manganeso ¹	<0.1	0.1-1.5	>1.5
Hierro total ¹	<0.2	0.2-1.5	>1.5
Sulfuro de hidrógeno	<0.2	0.2-2.0	>2.0
Biológico			
Población de bacterias	<10 ³ /ml	10 ³ -50 ³ /ml	>50 ³ /ml

¹ Cuando se desea analizar por Fe y Mn de debe acidificar la muestra a pH 3.5.

Adaptado de Bucks y Nakayama, 1980.

Compatibilidad de los fertilizantes

Se pueden presentar problemas de compatibilidad entre los diferentes fertilizantes cuando éstos se combinan entre sí. Si se conoce un problema específico, éste se puede evitar con el uso de otro producto o simplemente se puede aplicar los materiales en forma individual en riegos separados. Se deben considerar los siguientes aspectos cuando se preparan soluciones de fertilizantes.

- Seguridad al preparar las soluciones
- Efectos de las soluciones nutritivas cuando se combinan en el mismo tanque
- Reacciones de los fertilizantes dentro del sistema de riego
- Tipo de riego y susceptibilidad al taponamiento y otros problemas

La **Figura 1** presenta la compatibilidad de los fertilizantes comunes. Es mejor el preparar una pequeña cantidad para probar la compatibilidad de los fertilizantes antes de preparar una cantidad grande de solución. Cuando existe duda y poco tiempo para probar es mejor dejar ese material fuera de la mezcla.

Antes de inyectar la solución en el agua de riego es aconsejable hacer una prueba en un recipiente claro. Esta prueba simple y práctica evita muchos problemas. Se procede a colocar una cantidad de la solución en recipiente conteniendo el agua de riego a utilizarse, tratando de llegar a la misma concentración que se utilizará en la fertirrigación que se planifica. Se deja en reposo el recipiente por una o dos horas y se observa si se han formado precipitados o la solución se ha vuelto lechosa. Si esto sucede existe una alta probabilidad de que la inyección de esta solución cause problemas de taponamiento en las líneas o en los emisores.

Comentarios finales

Existen otros factores que son importantes en fertirrigación y que deben tomarse en cuenta :

- La distribución uniforme del agua de riego es crítica para la uniforme aplicación del fertilizante.
- Se debe conocer cuanta agua se necesita para recargar la zona radicular durante el riego. La fertigración debe planificarse de acuerdo a esto. La sobre irrigación no solamente desperdicia agua sino que puede provocar lixiviación de los nutrientes (principalmente N) a zonas fuera del alcance de las raíces.
- Es importante conocer el tipo de equipo de fertigración en uso. Algunos equipos inyectan una cantidad uniforme y otros no.
- Es necesario conocer los requerimientos de lavado del sistema de fertigración en uso. Puede tomar de 10 a 15 minutos.

Bibliografía

- Burt, C., K. O'Conor, and T. Ruehr. 1995. Fertigation. Irrigation Training and Research Center, Calif. Polytechnic State Univ., San Luis Obispo, CA.
- Calif. Fertilizer Assn. 1995. Western Fertilizer Handbook, 8th de. Interstate Publishers, Inc., Danvill, IL.
- Doerge, T. A., R. L. Roth, and B. R. Gardner. 1991. Nitrogen fertilizer management in Arizona. College of Ag., The Univ. Of Arizona, Tucson.

IMC Global, Inc. Fertigation. 1996. In press. Personal communication with Dr. Sam Kincheloe, IMC-Agrico, Bannockburn, IL.

Hochmuth, G. J. and G. A. Clark. 1991. Fertilizer application and management for micro (or drip) irrigated vegetables in Florida. Coop. Ext. Special Series Report, SS-VEC-45. 39 pp.

Doerge, T. A., T. L. Thompson. 1996. Trickle irrigation: One answer to site-specific nutrient management. Fluid Jornal 4 (Nº 3):22-26. ★

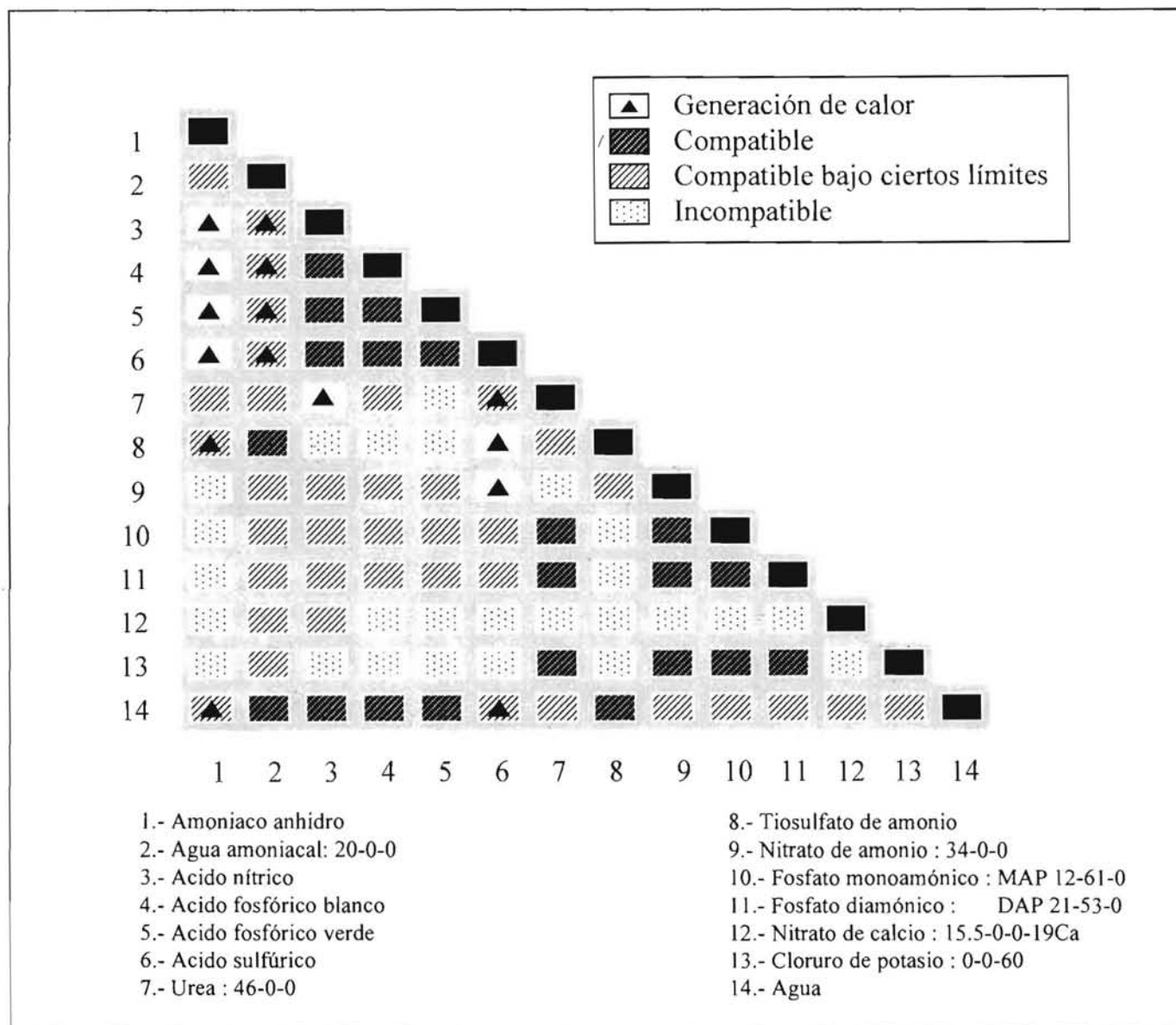


Figura 1. Compatibilidad de los materiales comúnmente utilizados en fertigración.

MAXIMA EXPLOTACION DEL RENDIMIENTO GENETICO POTENCIAL DE LA PALMA ACEITERA EN EL SUR DE TAILANDIA*

Introducción

La palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) es superior a otras especies vegetales en su habilidad para interceptar y transformar la energía solar en aceite vegetal (Tabla 1). El rendimiento más alto alcanzado a escala comercial hasta la fecha fue reportado en Malasia en 1990. La producción fue de 46 t/ha de racimos de fruta fresca (RFF) = 10.6 t/ha de aceite crudo de palma (ACP) obtenida de híbridos Dura x Tenera.

En Malasia, en un intento por maximizar la explotación del rendimiento genético potencial de los híbridos de palma aceitera, Ng et al. (1990) desarrollaron métodos de aplicación y manejo de la mayoría de los nutrientes esenciales en tres suelos de fertilidad pobre. Al comparar los rendimientos de estos suelos con aquéllos de un suelo en óptimas condiciones de manejo y contenido de nutrientes, se observó un incremento aproximado en rendimiento de 10 t/ha de ACP entre el octavo y décimo año después de la siembra (Figura 1).

Explotación del potencial del rendimiento genético en Tailandia

Al sur de Tailandia se cultivan 140 000 - 150 000 has de palma aceitera y se estima que esta área produce una cosecha anual de 1.8 a 1.9 millones de toneladas RFF (Figura 2) basándose en un rendimiento promedio aproximado de 13 t/ha de RFF. Los rendimientos son limitados principalmente por períodos anuales secos de 3-4 meses. Sin embargo, los programas de fertilización de palma aceitera en Tailandia tienden a enfatizar el alto uso de N y P antes que K.

Ensayos de campo demostraron que

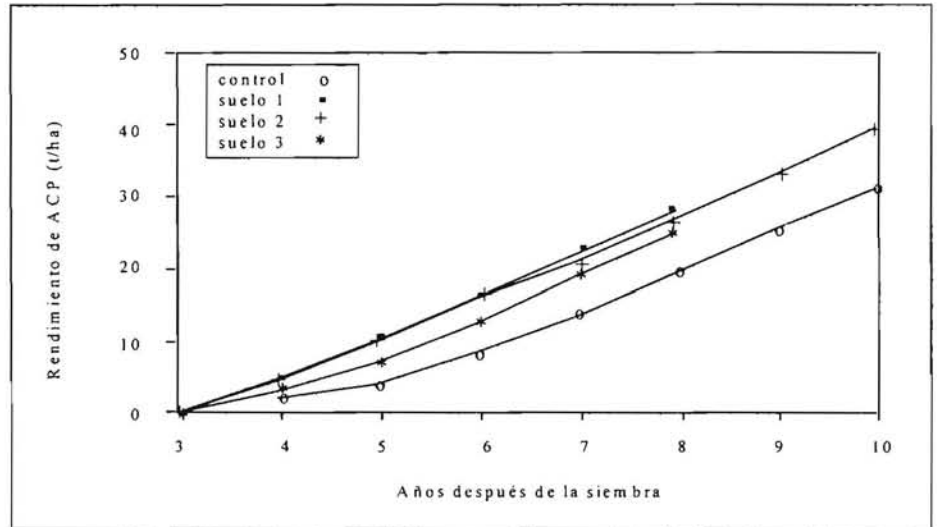


Figura 1. Explotación máxima del potencial de rendimiento genético de palma aceitera en Malasia en tres suelos diferentes (Ng, S. et al., 1990).

Tabla 1. Comparación de los rendimientos récord de cultivos aceiteros (Corley, 1983, 1985).

Cultivo	Rendimiento de aceite (t/ha/año)
Palma aceitera	10 - 12
Girasol	4 - 5
Oliva	3 - 4
Colza	3 - 4
Soya	2 - 3

los síntomas de deficiencia de K (puntos amarillentos o anaranjados en las hojas) eran comunes mientras que la decoloración anaranjada aparecía durante la estación seca.

Ng et al. (1989) iniciaron estudios de campo en una área aproximada de 1600 ha en la provincia de Surat Thani para implementar un adecuado y balanceado programa de nutrición de palma aceitera.

Condiciones generales del área experimental

Las condiciones climáticas de Sur de Tailandia están caracterizadas por clima tropical húmedo, con una esta-

ción seca pronunciada (diciembre-febrero), precipitación anual de 1400-1800 mm, y un déficit de humedad acumulativo de 250-350 mm.

La topografía está dominada por terrazas disectadas, en su mayor parte onduladas con alguna influencia calcárea en las capas inferiores.

Los suelos clasificados como Paleudults tienen predominantemente una textura que va de franco arenoso fino a arena fina franca, cambiando con la profundidad a franco arenoso arcilloso o arcillo arenoso con moteados rojos. Estos suelos son además moderadamente bien drenados, con una tabla de aguas fluctuante y contienen bajas

* Mutert, E. and Woo Yin Chow. 1992. Maximum economic yield research in S. E. Asia. Examples from Thailand. Proceedings of the third international symposium on maximum yield research. September 6-8, 1992. Beijing China. Potash and Phosphate Institute of Canada, Chinese Academy of Agricultural Sciences.

Tabla 2. Propiedades físico químicas del área general del experimento en la provincia de Thani, Sur de Tailandia.

Prof. cm	pH H ₂ O	C	N	P _{disp}	P _{tot}	-- Cationes Intercam --			K _{ext} 6N HCl meq/100g	Arena gruesa %	Arena fina %	Limo	Arcilla
						Ca	Mg	K					
0-15	4.8	0.73	0.10	6	104	0.80	0.30	0.05	0.21	8	70	10	12
15-30	4.4	0.23	0.06	8	68	0.75	0.26	0.04	0.20	9	68	10	13
30-45	4.8	0.18	0.06	5	78	1.54	0.78	0.04	0.20	10	65	9	16
46-60	5.1	0.17	0.05	4	87	2.54	1.58	0.07	0.27	11	56	10	23
60-75	6.3	0.17	0.06	4	129	4.64	2.51	0.09	0.64	16	36	6	42
75-90	7.2	0.10	0.04	4	129	7.08	4.74	0.13	0.65	13	33	7	47

cantidades de materia orgánica, P y K (Tabla 2). La vegetación previa estuvo dominada por *Imperata cylindrica*.

Comparación de áreas grandes con diferente manejo de fertilizantes

lo Estrategias de estudio

Las dos estrategias de aplicación de nutrientes se presentan en la Tabla 3. Estos tratamientos fueron estudiados durante los seis primeros años después de la siembra.

Se comparó una área de 296 ha sembradas en 1970/1980 en la cual se había aplicado un régimen de fertilización con énfasis en N y P, con dos áreas plantadas en 1984 (384 ha) y 1985 (528 ha) las cuales recibieron la misma cantidad de N y P que el primer lote, pero tuvieron una óptima nutrición con K con aplicaciones adicionales que totalizaron 788 kg K₂O/ha durante 6 años (Tabla 4).

Resultados

La cosecha de RFF en áreas bajo fertilización balanceada empezó a los 32 meses después de la siembra, lo cual es más temprano de lo que generalmente ocurre en Tailandia. Los rendimientos de RFF del tercero a sexto años de edad en las tres áreas de estudio se presentan en la Tabla 4.

Los resultados demuestran claramente la superioridad de la fertilización balanceada. Al finalizar el sexto año, ambas áreas con óptima nutrición de K rindieron de 17.1 y 18.7 t/ha de RFF o 54.1 y 57.3% respectivamente más que la siembra sin adecuado K.

Tabla 3. Estrategias de aplicación de fertilizantes en palmas aceiteras jóvenes. Sur de Tailandia.

Año	Sin óptimo K			Con óptimo K		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	52	52	52	52	52	118
2	83	83	83	83	83	194
3	104	104	104	104	104	237
4	124	124	124	124	124	280
5	125	125	192	125	125	358
6	135	135	207	135	135	363
Total	623	623	762	623	623	1550

Tabla 4. Comparación de rendimientos de RFF en el estudio de áreas grandes.

Año	Sin óptimo K		Con óptimo K			
	----- 1979 -----		----- 1984 -----		----- 1985 -----	
	anual	acumul.	anual	acumul.	anual	acumul.
3	0.00	0.00	3.12	3.1	3.94	3.9
4	3.56	3.6	11.631	14.4	8.31	12.2
5	10.31	13.9	15.94	30.4	15.19	27.4
6	17.75	31.6	18.38	48.7	22.31	49.7

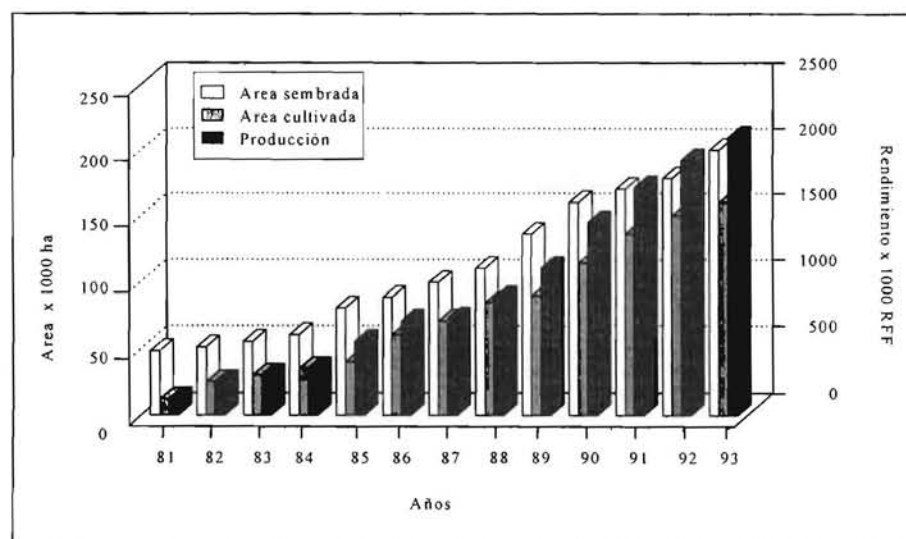


Figura 2. Área y producción de palma aceitera de Tailandia de 1981 a 1993 (Oil Palm Res. Cent. Pos Univ. 1992).

Tabla 5. Relación costo beneficio del estudio en áreas grandes (dólares/ha).

Parámetros	Año de Siembra		
	----- 1984 -----	----- 1985 -----	
Ingreso por RFF adicionales		1.231	1.346
Costo del muriato de K (MOP) adicional	216	216	
Costo del incremento en transporte	135	351	145
Retorno Neto		880	984
Relación costo beneficio		2.51	2.73

1 t RFF=72 dólares; 1 t MOP=176 dólares

Tabla 6. Disposición de los tratamientos en el experimento de dosis de potasio y boro en el sur de Tailandia.

Año	Año en el campo	N	P ₂ O ₅ kg/ha	K ₂ O kg/ha		B ₂ O ₃ kg/ha	
1986	1	52	52	120		-	
1987	2	84	84	197		5.0	
1988	3	105	105	240		6.6	

Inicio de experimento	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	B ₁	B ₂			
1989	4	127	127	99	224	484	472	3.3	13.2
1990	5	127	127	99	224	348	472	3.3	13.2
1991	6	135	135	99	224	348	472	3.3	13.2

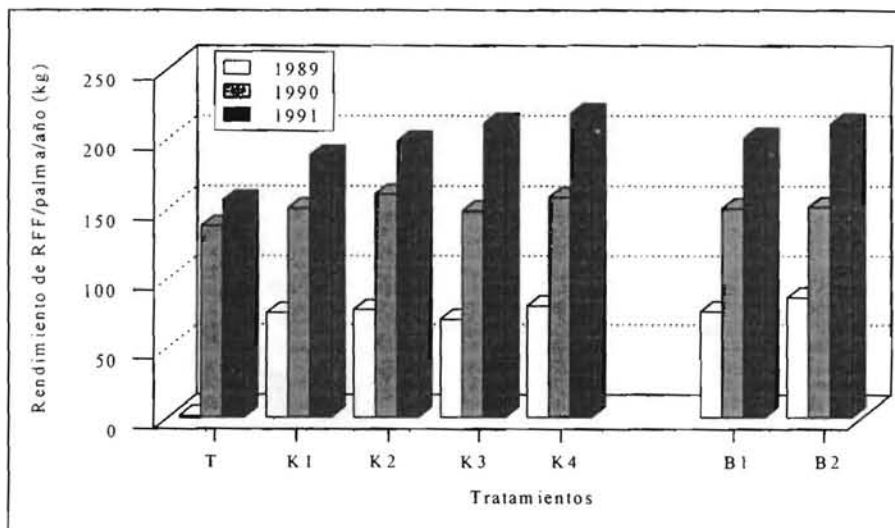


Figura 3. Efecto del potasio y el boro en el rendimiento de palma aceitera en Tailandia.

Una evaluación costo beneficio para las dos áreas, basándose en los precios actuales de RFF (72 dólares/t), demostró la existencia de relaciones costo beneficio de 2.5 y 2.7 para las

plantaciones sembradas en 1984 y 1985 respectivamente (Tabla 7).

Experimento de fertilización balanceada en parcelas pequeñas

Diseño Experimental

El área experimental fue sembrada en 1985 con una densidad de 138 palmeras/ha. Se empleó un diseño de bloques completos al azar en parcela dividida con cuatro repeticiones. Los tratamientos de K (K₁-K₄ = parcelas principales) y B (B₁, B₂ = subparcelas) se instalaron en el campo en el cuarto años después de la siembra (1989) como se indica en la Tabla 5. Se incorporaron dos parcelas testigo (K₀B₀) al ensayo y se iniciaron observaciones desde 1990. El N y P fueron aplicados como Urea, fertilizante compuesto 20:20:0 en mezcla con roca fosfórica local y el K se aplicó en forma de KCl.

Resultados

Las respuestas a los dos nutrientes en estudio (K y B) fueron significativas al tercer año (1991) con un incremento en el rendimiento de RFF/palma de 16% para K₁, 23.8% para K₂, 27.3% para K₃ y 31.9% para K₄ comparados con las parcelas testigo. La aplicación alta de Boro (B₂) en combinación con la aplicación de K resultaron en un incremento de 5.5% en el rendimiento en comparación con B₁ (Figura 3). A pesar de que los tratamientos con K se reflejan bien en el contenido de K en el raquis, se encontró una interacción negativa con Boro en la subparcela B₂ (Figura 4).

La transformación de los datos de rendimiento por palma a plantas/ha (138 palmas/ha) produce un rendimiento de 24.9 t/ha de RFF para el tratamiento K₄ y 24.2 t/ha de RFF para el B₂ lo cual corresponde a un incremento de 5.5 a 6.0 t/ha de RFF (alrededor de 1 t/ha de ACP) comparado con el testigo. Se espera que los rendimientos continúen incrementándose en las sucesivas cosechas. Los resultados preliminares de este experimento demuestran claramente que el efecto de nutrientes individuales puede incrementarse apreciablemente cuando se integran en un concepto de

fertilización balanceada y óptimo manejo.

Conclusión

Debido a que la mayor parte de los suelos de Tailandia donde se cultiva palma son de textura gruesa y pobres en K, se logra una sustancial mejora en los rendimientos de aceite de palma a través de nutrición balanceada con K. Una adecuada nutrición potásica acelera la madurez, y permite rendimientos máximos cercanos a 25 t/ha de RFF, como se demostró en un experimento de dosis balanceadas de K y B y con un estudio en áreas comerciales que documentó incrementos acumulados de rendimiento de hasta 50%, después de 6 años de siembra, en comparación con áreas normalmente cultivadas (sin adecuado suplemento de K). La relación costo benéfico bajo fertilización balanceada excedió 2.5.

Bibliografía

Corley, R.H.V., 1985, Yield Potentials of Plantation Crops, Proc. 19th Coll. Int. Potash Institute, 61-95.

Friesen, D.K. and Sri Adiningsih, M. Sudjadi, PT Soeipto, 1990, Nat. Workshop on Fertilizer Efficiency (unpublished).

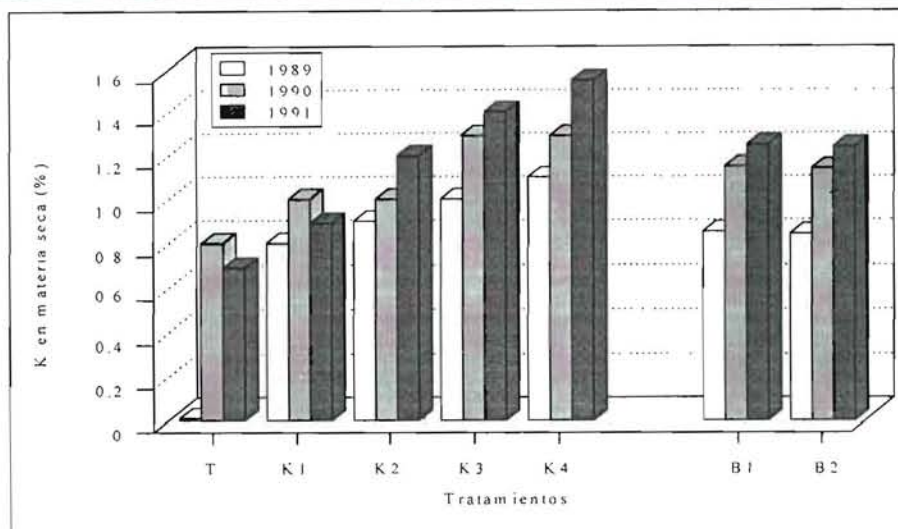


Figura 4. Efecto de la aplicación de potasio y boro en el contenido de K en el raquis.

Mutert, E. W. and S. H. Ooi, Y. C. Woo, The Oil Palm - Balanced Nutrition for High Yield, 1992. The Role of Potassium as an Integrated Nutrient Factor. PPI/PSU - Oil Palm Workshop, , Krabi, Thailand (unpublished).

Ng, S.K. and K.C. Thong, 1985. Nutrient Requirements for Exploiting Yield Potentials of Mayor Plantation Tree Crops in the Tropics, Proc. 19th Coll. Int. Potash Inst. 81-95.

Mg S.K. and H.R. von UexÜll, K.C. Thong, S.H. Ooi, 1989, Maximum Yield Research (14th Int.

Cong. Soil Sci), Kyoto Japan: 120-130.

Mg S.K. and H.R. von UexÜll, K.C. Thong, 1992, It Pays to Keep Potassium in Optimal Balance for Young Oil Palm Nutrition and Yield - A Case Study in southern Thailand (to be published in Better Crops International).

Ooi, 24 S.H. and K.Y. Leng. Prasert Awabark, 1992, Oil Palm Responses to Potassium and Boron in South Tailand, PPI/PSU - Oil Palm Workshop, Krabi, Thailanda (unpublished).*

EFFECTO DEL FOSFORO EN LA FIJACION BIOLÓGICA DE NITROGENO

El fósforo (P) juega un papel muy importante en los procesos de fijación biológica de nitrógeno (N). Numerosos experimentos conducidos en todo el mundo han demostrado el efecto positivo de la aplicación de P en suelos donde se cultiva leguminosas. En estas condiciones el P trabaja de varias formas :

- Incrementa el crecimiento de la parte aérea y las raíces de las plantas (cualquier factor que restrinja el desarrollo de la raíz y la actividad de los nódulos de la leguminosa reduce la habilidad de la planta para fijar (N).
- Reduce el tiempo necesario para que los nódulos se desarrollen e inicien actividad, todo esto en beneficio de la planta hospedera.
- Incrementa el número, tamaño y la cantidad de N asimilado por unidad de peso de nódulos.
- Incrementa el porcentaje y la cantidad total de N acumulado en la leguminosa.

Las leguminosas demandan apreciables cantidades de P debido a la producción de compuestos que contienen proteína de los cuales el N y P son importantes constituyentes. El contenido de P de las leguminosas es generalmente mucho más alto que el de las gramíneas. EL rol vital que juegan en las leguminosas los compuestos que almacenan P, en relación con el proceso de transferencia de energía, especialmente aquellos relacionados con la enzima nitrogenasa, que es la que permite la fijación de N, es quizá la razón principal por la cual las leguminosas tienen una demanda más alta de P que las gramíneas que dependen más del N.

REPORTE DE INVESTIGACION RECIENTE

EFICIENCIA DE LA APLICACION DEL SULFATO DE AMONIO Y UREA EN MAIZ Y ALGODON

Oliveira, E.F. de. 1995. *Eficiencia do modo de aplicacao do sulfato de amonio e ureia nas culturas de milho e algodao. Resultados de Pesquisa 1/95. OCEPAR, Cascavel.*

La práctica de aplicar N al voleo ha despertado gran interés entre los agricultores en los últimos años. Algunos cultivos como el trigo, han respondido a este método de aplicación, mientras que otros cultivos no han presentado resultados positivos, probablemente debido al daño y lesiones que causa en las hojas dicho método de aplicación. El presente trabajo se llevó a cabo en el período de cosecha 1993-1994 en maíz en Cascavel (latosol rojo distrófico) y de algodón en Goioere (latosol amarillo oscuro), con el objeto de evaluar la eficiencia de aplicación al voleo de sulfato de amonio y urea versus aplicación incorporada de sulfato de amonio. El mayor rendimiento de grano de maíz y algodón en rama se obtuvo cuando

se incorporó sulfato de amonio al suelo (Tablas 1 y 2). Las aplicaciones al voleo de urea y sulfato de amonio provocaron daños y lesiones en las hojas de ambos cultivos, pero el maíz mostró mayor sensibilidad. ★

DEFICIENCIA DE MANGANESO EN LA IMPLANTACION Y EN LA RECUPERACION DE CAFETALES EN LA ZONA DE MATA DE MINAS.

Barros, U.W. Russo, A.F. Matiello, J.B. 1994. *Deficiencia de manganes na implantacao e na recuperacao de cafezais, na zona da Mata de Minas. In: Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 20., Guarapari, 1994. Anais. MAARA/PROCAFE/DNAC, Rio de Janeiro.*

En una finca del municipio de Manhumirim en Minas Gerais, cultivada con café (Catauí) de 15 años de edad y con un espaciamiento de 3.0 x 1.5 cm, se realizó la renovación y la recuperación de cafetales. Los cafetos nuevos plantados en el área presentaron síntomas típicos de deficiencia de

Mn. Con el objeto de determinar las condiciones que inciden en el amarillamiento identificado en las plantas y de estudiar la formas de corrección del problema, se tomaron muestras de suelo y de hojas de plantas con deficiencias y de plantas sanas de la misma área. A la vez se hicieron pulverizaciones con sulfato de Mn al 1%. Treinta días después de la primera pulverización se colectaron nuevas muestras de suelo y de hojas para su análisis, luego se hizo una nueva pulverización, repitiéndose el análisis 30 días después de la segunda pulverización.

Las plantas consideradas como normales presentaron niveles de Mn de 19 ppm y las plantas consideradas como deficientes 6 ppm de Mn, lo que demostró que había realmente deficiencia del nutriente en las plantas que presentaron los síntomas del amarillamiento. Además se observó que bajos contenidos de Mn estuvieron correlacionados con contenidos de Ca, Mg y pH elevados (superiores a 5.7 y hasta 6.9), con lo que se verificó que el encalado excesivo fue uno de los factores responsables de la deficiencia. Las hojas de las plantas normales presentaron contenidos de 46 ppm de Mn mientras que las plantas con amarillamiento presentaron 13 ppm. Sin embargo, después de la 1era y 2da pulverización con sulfato de Mn, los contenidos pasaron a 30 ppm y 112 ppm respectivamente, demostrando que se corrigió la deficiencia.

El análisis de suelo, el análisis de las hojas y la observación de los síntomas en el campo permitieron concluir que: 1) El síntoma típico del amarillamiento en plantas jóvenes de café, replantadas en cultivos adultos cuyos suelos fueron corregidos con aplicaciones necesarias de cal, se debe efectivamente a la deficiencia de Mn, relacionada con la elevación del pH del suelo; y 2) La corrección de la deficiencia se puede obtener a corto plazo, mediante aplicaciones foliares de sulfato de Mn al 1%.★

Tabla 1. Respuesta de maíz (híbrido C-901) a la aplicación al voleo de urea y sulfato de amonio*.

Tratamiento	Rendimiento de grano (kg/ha)	Peso de grano/mazorca (g)	Tiempo de aplicación (min/ha)
Urea al voleo	5270	131.8	7 :07
Sulfato de amonio al voleo	5640	140.9	7 :42
Sulfato de amonio incorporado	7030	175.8	21 :28

* Población de 40.000 plantas/ha y humedad de grano ajustado al 13%.

Tabla 2. Rendimiento de algodón IAC-20 a la aplicación al voleo de urea y sulfato de amonio.

Tratamiento	Rendimiento (kg/ha)	Tiempo de aplicación (min/ha)
Urea al voleo	3020	7 :95
Sulfato de amonio al voleo	3200	8 :14
Sulfato de amonio incorporado	3320	18 :10

CURSOS Y SIMPOSIOS

1.- XXVI CONGRESO BRASILEIRO DE LA CIENCIA DEL SUELO

ORGANIZA : Sociedad Brasileira de la Ciencia del Suelo
LUGAR : Centro de Convenciones, Hotel Gloria, Río de Janeiro, Brasil
FECHA : 20-26 de Julio, 1997
INFORMACION : EMBRAPA-CNPS
 Rua Jardim Botánico 1024
 Cep 22460-000
 Río de Janeiro, Brasil
 Telf : 55 0 21 274 4999
 Fax : 55 0 21 274 5201
 E-Mail : cbcsc@cnps.embrapa.br

2.- II CONFERENCIA SOBRE SISTEMAS DE MANEJO ESPECIFICO DE SUELOS Y CULTIVOS Y SISTEMAS DE COMUNICACION COMPUTARIZADA PARA AGRICULTURA

ORGANIZA : PPI y FAR
LUGAR : University of Illinois, Urbana, Il.
FECHA : 6 - 9 de Agosto, 1997
INFORMACION : Dr. Bob Darst, PPI
 655 Engineering Drive,
 Suite 110
 Norcross, GA 30092-2843
 USA
 Telf : 770 448 0335
 Fax : 770 448 0439

3.- CURSO INTERNACIONAL DE MANEJO DE NUTRIENTES PARA AGRICULTURA SOSTENIBLE

ORGANIZA : International Agricultural Center (IAC)
LUGAR : Wageningen, Holand
FECHA : 24 Agosto - 22 Sept., 1997
INFORMACION : IAC
 P.O. Box 88
 6700 Ab Wageningen
 Holanda
 Telf : 31 317 490111
 Fax : 31 317 418552

4.- V CONGRESO NACIONAL DE SIEMBRA DIRECTA

ORGANIZA : Asociación Argentina de productores de siembra directa (AAPRESID)
LUGAR : Mar del Plata, Argentina
FECHA : 20-23 de Agosto, 1997
INFORMACION : AAPRESID
 Corrientes 763, 2º Piso, Of. 8
 200 Rosario
 Argentina
 Telf. : 54 041 260745
 Fax. : 54 041 260745

5.- IV CONGRESO CUBANO DE LA CIENCIA DEL SUELO Y REUNION INTERNACIONAL DE LA RHIZOSFERA

ORGANIZA : Sociedad Cubana de la Ciencia del Suelo
LUGAR : Universidad de Matanzas
FECHA : 5-7 de Noviembre, 1997
INFORMACION : Ing. Jorge Luis Alvarez
 Facultad de Agronomía
 Universidad de Matanzas
 Autopista Varadero Km 3 1/2
 Matanzas, Cuba
 Argentina
 Telf. : 53 52 61251

6.- XXVI CONGRESO MUNDIAL DE LA CIENCIA DEL SUELO

ORGANIZA : Sociedad Internacional de la Ciencia del Suelo
LUGAR : Montpellier, Francia
FECHA : 20 - 26 de Agosto, 1998
INFORMACION : Secretario del Congreso
 Le Corum, Service Gestion
 Esplanade Charles de Gaulle-
 BP 2200
 34027 Montpellier Cedex 01.
 France
 Telf.: 33 467 616761
 Fax : 33 467 616684

PUBLICACIONES DE INPOFOS

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

- | | |
|--|----------|
| * Manual de Fertilidad de Suelos. Publicación didáctica sobre uso y manejo de suelos y fertilizantes. | \$ 20.00 |
| * POTASA: Su Necesidad y Uso en Agricultura Moderna. Esta publicación cubre aspectos como funciones de potasio en las plantas, necesidad, síntomas de deficiencia y el eficiente uso de fertilizantes potásicos. | \$ 4.00 |
| * Manual de Nutrición y Fertilización del Banano: Una Visión práctica de la fertilización. 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 |
| * Fertilización del Algodón para Rendimientos Altos. Publicación que cubre en forma detallada los requerimientos nutricionales, análisis foliar y de suelos y fertilización del cultivo del algodón. | \$ 5.00 |
| * Diagnóstico Nutricional de los Cultivos. Publicación que cubre en forma completa, pero razonablemente simple, todos los factores que permiten diagnosticar los problemas nutricionales, para evitar que éstos sean limitantes en la producción de cultivos. | \$ 5.00 |
| * Nutrición de la Caña de Azúcar. Este manual de campo es una guía completa para la identificación y corrección de los desórdenes y desbalances nutricionales de la caña de azúcar. El tratamiento completo de la materia y las excelentes ilustraciones hacen de este manual una importante herramienta de trabajo en la producción de caña. | \$ 20.00 |
| * Nutrición y Fertilización del Maracuyá. 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 |
| * Conozca y Resuelva los Problemas Nutricionales de los Cultivos. 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 |
| * Conceptos Agronómicos. Panfletos que describen conceptos agronómicos básicos que ayudan en el manejo eficiente de suelos y nutrientes. Disponible: El Cloro, verdades y mitos. | \$ 0.50 |