

Manejo integrado de la nutrición de la palma de aceite: experiencias en América tropical

Integrated management of oil palm nutrition: experiences in tropical America

AUTOR



Álvaro Acosta García, PhD.

Rebiotec Ltda. Colombia
acostaalvar@gmail.com

Palabras CLAVE

Nutrición de la palma de aceite,
balance hídrico,
manejo integrado de la nutrición

Oil palm nutrition, water balance,
integrated nutrition management



Resumen

El tema de este documento es una recopilación de experiencias y conceptos que se han ido desarrollando sobre nutrición de la palma de aceite, durante el tiempo que se ha trabajado en Centroamérica, Colombia y Brasil. En cualquier caso, la nutrición deben abordarse una vez se hayan resuelto puntos especialmente importantes que afectan su efectividad y también la expresión del potencial productivo de las plantaciones: el riego, el drenaje y las enfermedades. Si los problemas asociados a ellos no se corrigen, será muy difícil lograr buenas eficiencias en fertilizante.

Abstract

This document presents a compilation of experiences and concepts that have been developed on oil palm nutrition in Central America, Colombia and Brazil. In any case, nutrition must be addressed once particularly important points that affect its effectiveness have been solved, considering also the expression of the production potential of plantations: irrigation, drainage and diseases. If the problems associated with them are not corrected, it will be very difficult to achieve good efficiencies in fertilizer management.



Introducción

Las zonas donde se encuentran las plantaciones involucradas en este trabajo abarcan desde Chiapas, al sur México, hasta Río Mojú, en el estado brasileño de Pará. Entre esos límites se incluyen las regiones de Petén, Fray Bartolomé, Valle del Río Polochic y Valle del Motagua, en Guatemala; la de Kukra Hill en el Atlántico nicaragüense; las costarricenses en la Península de Osa y en el Pacífico, y el departamento de Casanare, en Colombia.

Esas plantaciones (Tabla 1) se ubican entre los 16° de latitud norte y los 5° de latitud sur, lo que supone una amplia zona de trabajo (Figura 1); y como cada región y cada plantación tienen sus características particulares, cabe esperar también un rango amplio de variación para la situación química de los suelos.

En efecto, el nivel de pH varía entre 4.24 y 5.45, el de fósforo entre 1,3 y 31 ppm; el de potasio entre 0,03

y 0,9 mEq; el de calcio entre 0,17 y 31 mEq, y el de magnesio entre 0,1 y 5,31. Asimismo, las capacidades de intercambio catiónico pueden ir desde 1,35 hasta 22, y la acidez intercambiable de 3,9 hasta 88 mEq.

Aunque lo descrito representa una pequeña muestra de la variedad de los suelos disponibles en América tropical, es al mismo tiempo un buen indicador de la gran variabilidad de condiciones en las que se desarrolla la palma de aceite de manera eficiente, a pesar de que se presentan extremos de características químicas y de concentración de nutrientes. Así las cosas, resulta por lo menos interesante tener que desarrollar estrategias de manejo nutricional particulares dependiendo de la región de estudio, de manera que las mismas permitan obtener la máxima eficiencia de los fertilizantes y el máximo rendimiento del cultivo.

Balance hídrico y enfermedades

Entre los puntos especialmente importantes que afectan la efectividad de la nutrición y también la expresión del potencial productivo de las plantaciones, se cuentan sin duda el riego, el drenaje y las enfermedades. Si los problemas asociados a ellos no se corrigen, será muy difícil lograr buenas eficiencias en fertilizante.

En el caso del balance hídrico, resulta de suma importancia definir con precisión las necesidades de riego y de drenaje, porque en ambos casos el impacto se refleja directamente en la producción.

Riego

La Figura 2 ilustra una prueba de riego entre zonas, una de las cuales recibía riego y la otra no. Las líneas indican la producción de racimos durante los meses del año, en el período 2005-2008. La línea azul corresponde a la zona que recibía riego, y la roja a la que no lo hacía. Como se ve, hay una gran diferencia, especialmente en la época seca, comprendida entre finales de noviembre y abril. Los datos se refieren a unas parcelas sembradas en el año 2001 y en las cuales el sistema de riego se instaló en 2003.

En este caso específico, la respuesta al riego se reflejó en mayor cantidad de racimos durante la época seca. Por supuesto, ello no significa que se produzcan los racimos en el momento en el que se aplica riego, pero se observa que 24 meses antes

Tabla 1. Plantaciones involucradas en el estudio.

	País	Plantación
Chiapas	México	Palma Tica México
Petén	Guatemala	Palmeras del Ixcán
Fray Bartolomé	Guatemala	Padesa
Valle del Polochic	Región	Indesa
Valle del Motagua	Guatemala	Agrocaribe
Kukra Hill	Nicaragua	Cukra Dev. Corp.
Pacífico Central	Costa Rica	Palma Tica Quepos
Península de Osa	Costa Rica	Palmar y Jiménez
Pacífico Sur	Costa Rica	Palma Tica Coto
Casanare	Colombia	Soagrocol
Río Mojú. Pará	Brasil	Biopalma

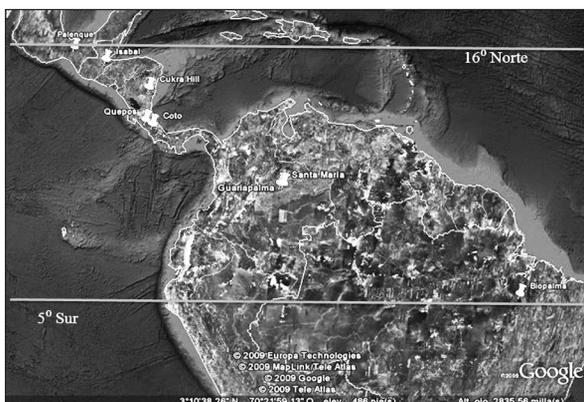


Figura 1. Distribución geográfica de las plantaciones involucradas en el trabajo.

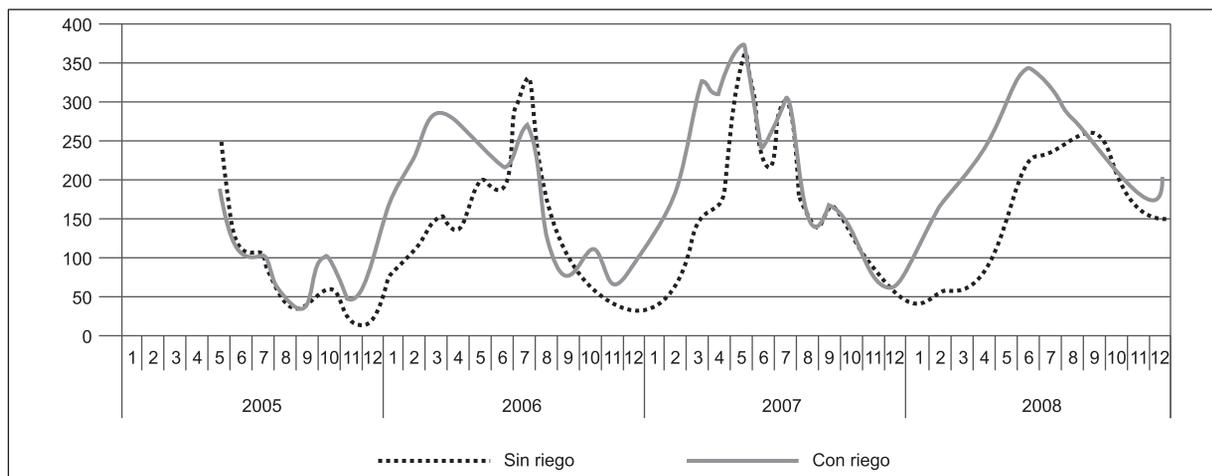


Figura 2. Mejoramiento de la productividad por efecto del riego. Pacífico Central, Costa Rica.

es la diferenciación sexual y 12 meses antes es el aborto de inflorescencias, o sea que coincide con los períodos anuales de producción.

Drenaje

La Figura 3 muestra la producción en dos zonas de una plantación situada en el Pacífico central de Costa Rica, que fueron sembradas en el mismo año y con materiales idénticos, pero que se diferenciaban en que una de ellas tenía problemas de drenaje, lo que generaba una brecha en la producción entre ambas cercana a las 5 toneladas. Se observó que una vez instaladas estaciones de bombeo y mejoradas las condiciones de drenaje, esa brecha se eliminó, a tal punto que hoy día el área que presentaba dificultades se muestra con todo su potencial.

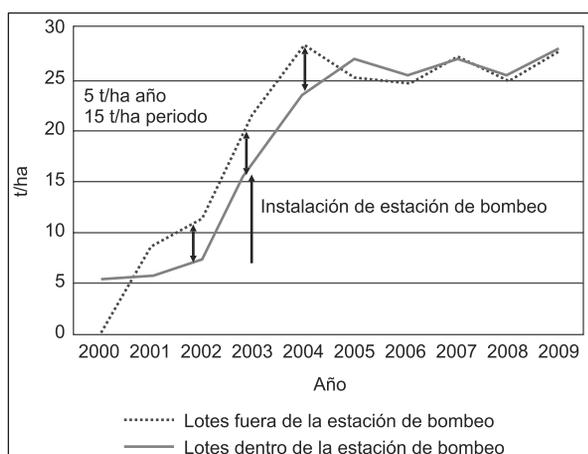


Figura 3. Mejoramiento de la productividad por mejoramiento de drenaje. Pacífico Central, Costa Rica.

Eso significa que, en lo fundamental, y aparte de lo que tiene que ver con nutrición, basta con corregir la problemática de carencia o de exceso de agua, para lograr obtener el potencial de los materiales.

Enfermedades

En lo relacionado con enfermedades, en particular se hará referencia a la pudrición del cogollo (PC). La Figura 4 ilustra la productividad media por hectárea de dos fincas en el Pacífico central de Costa Rica: la finca Capital (línea punteada) y la finca Marítima (línea gris). La primera fue atacada por la PC en el año 1999 y, como en general ha sucedido, se afectó más del 90% de las palmas de aceite; ello, por supuesto, causó una importante pérdida en la productividad, que se redujo de 27 a 7 toneladas, en cerca de dos años y medio.

Por su parte, el 100% de las palmas de aceite de algunos de los lotes de la finca Marítima también se enfermó por PC (si se contabiliza la re-infección, se podría decir que cerca del 103% se vio afectado). Ello ocurrió en el año 2004, y como consecuencia la productividad cayó de 27 toneladas a solo 20; cabe agregar que tres años después se logró una recuperación bastante significativa de la producción, superior inclusive a la registrada antes de presentarse la enfermedad.

La Figura 5 ilustra la situación de la PC en la finca. Como se aprecia, en el año 2006 se había reducido un poco la densidad de la enfermedad, en 2007 quedaban algunos puntos particulares, y en 2008 prácticamente había desaparecido de la plantación.

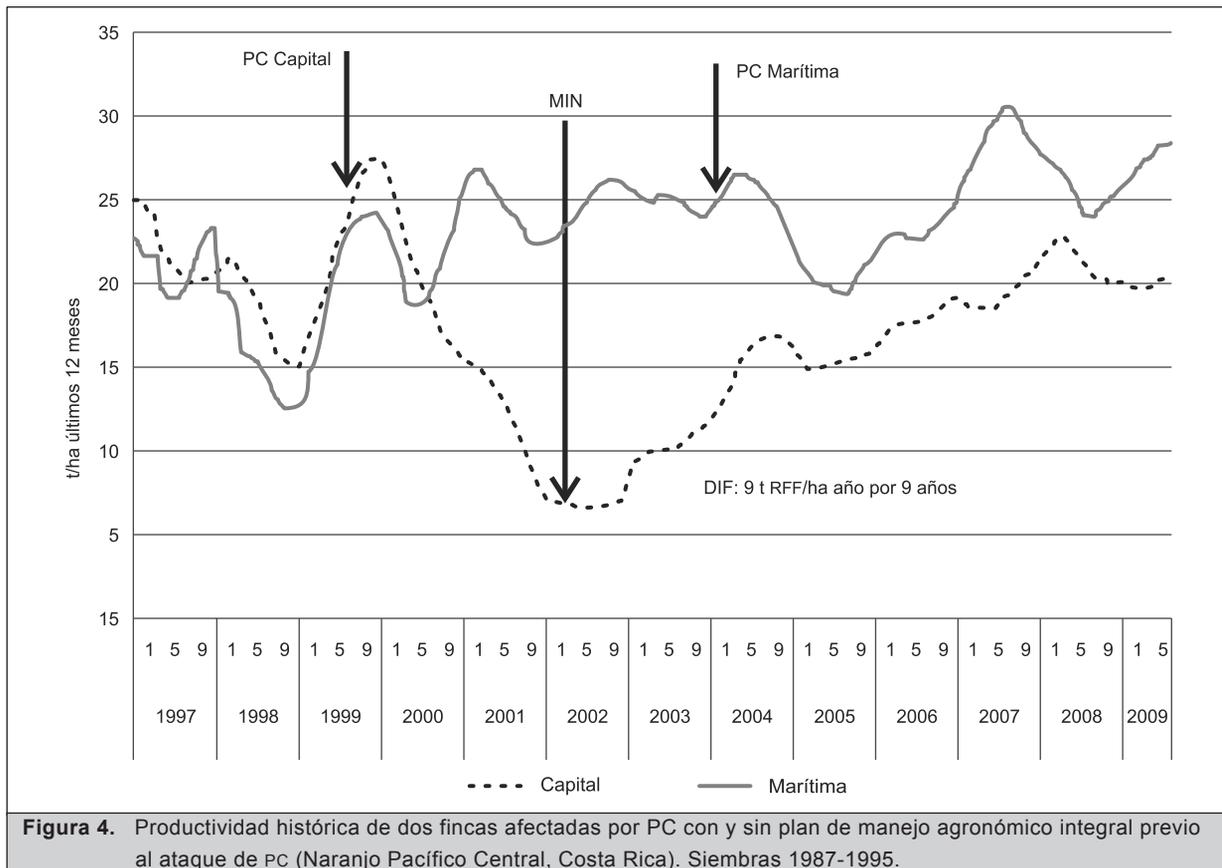


Figura 4. Productividad histórica de dos fincas afectadas por PC con y sin plan de manejo agronómico integral previo al ataque de PC (Naranjo Pacífico Central, Costa Rica). Siembras 1987-1995.

La única diferencia entre las dos fincas del ejemplo lo constituyó el hecho de que en la Marítima se estableció en el año 2002 un programa de manejo integrado de nutrición, el cual permitió que las palmas se defendieran mejor, se afectaran menos y se recuperaran más rápido.

Nutrición

El manejo de la nutrición puede basarse en una ecuación de balance de masa, esto es, que la reserva de nutrientes en el follaje o el cambio en la reserva de nutrientes en el follaje de las palmas en una unidad de tiempo debe ser igual al cambio de la reserva de nutrientes en el suelo, más la cantidad de fertilizantes aplicados, más el reciclaje de nutrientes proveniente de las podas y control de malezas, menos lo que se está exportando por fruta, todo esto multiplicado por tres factores de eficiencia: eficiencia de aplicación, eficiencia de absorción y eficiencia de conversión. La ecuación es la siguiente:

Existen varios factores que afectan el balance de masa (Figura 6). En efecto, la palma de aceite es un

sistema semi-cerrado, con entradas de nutrientes, cuya eficiencia dependerá del tipo y el balance de las fuentes utilizadas, de la frecuencia de aplicación de los fertilizantes y de la distribución espacial que se haga de ellos en el suelo. Luego hay una recirculación de nutrientes, afectada por la frecuencia de las podas, la distribución de las hojas en el campo y el control de malezas. Vale recordar en este punto que hay momentos en los que los palmeros permiten que la maleza crezca en exceso y entonces ésta comienza a competir por nutrientes con la palma de aceite, pero cuando se corta, se descompone y le aporta nutrientes al sistema.

La reserva de suelo genera cambios en el medio, y depende principalmente del pH, de la capacidad de intercambio catiónico efectiva, de la capacidad total del balance de nutrientes y también de la volatilización, la lixiviación, la escorrentía, y la fijación y movilización de nutrientes en el suelo.

También se tienen unas reservas en follaje, las mismas que se ven afectadas por el tamaño de las hojas, por su concentración de nutrientes y por la

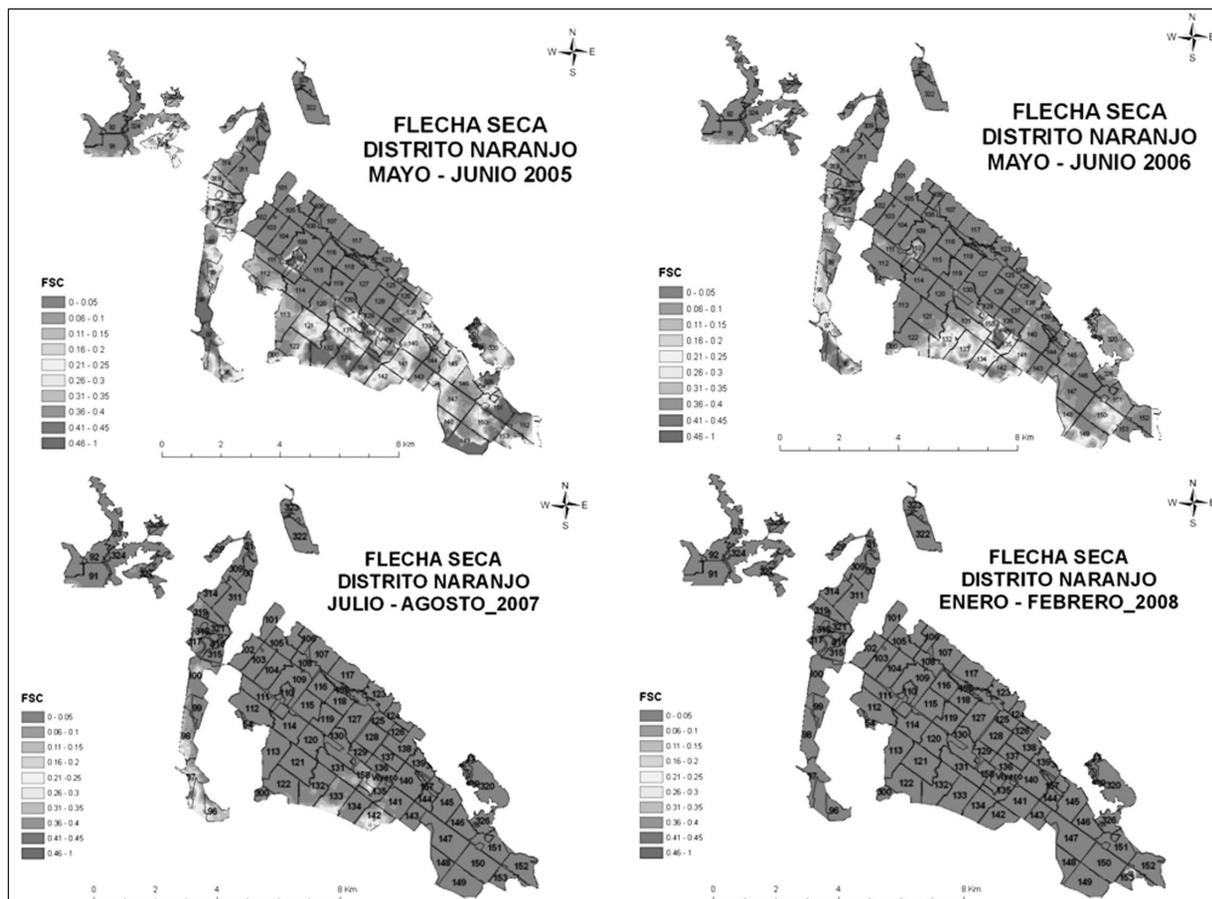


Figura 5. Reducción en pc (flecha seca) 2005-2008. Pacífico central, Costa Rica.

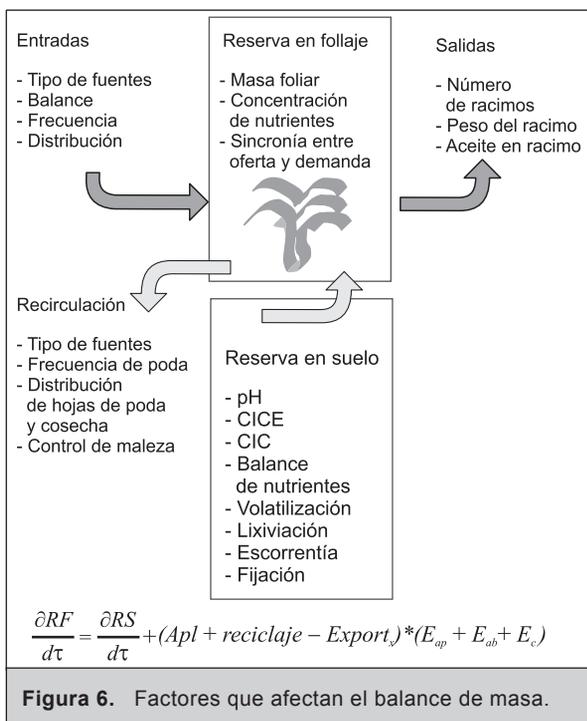


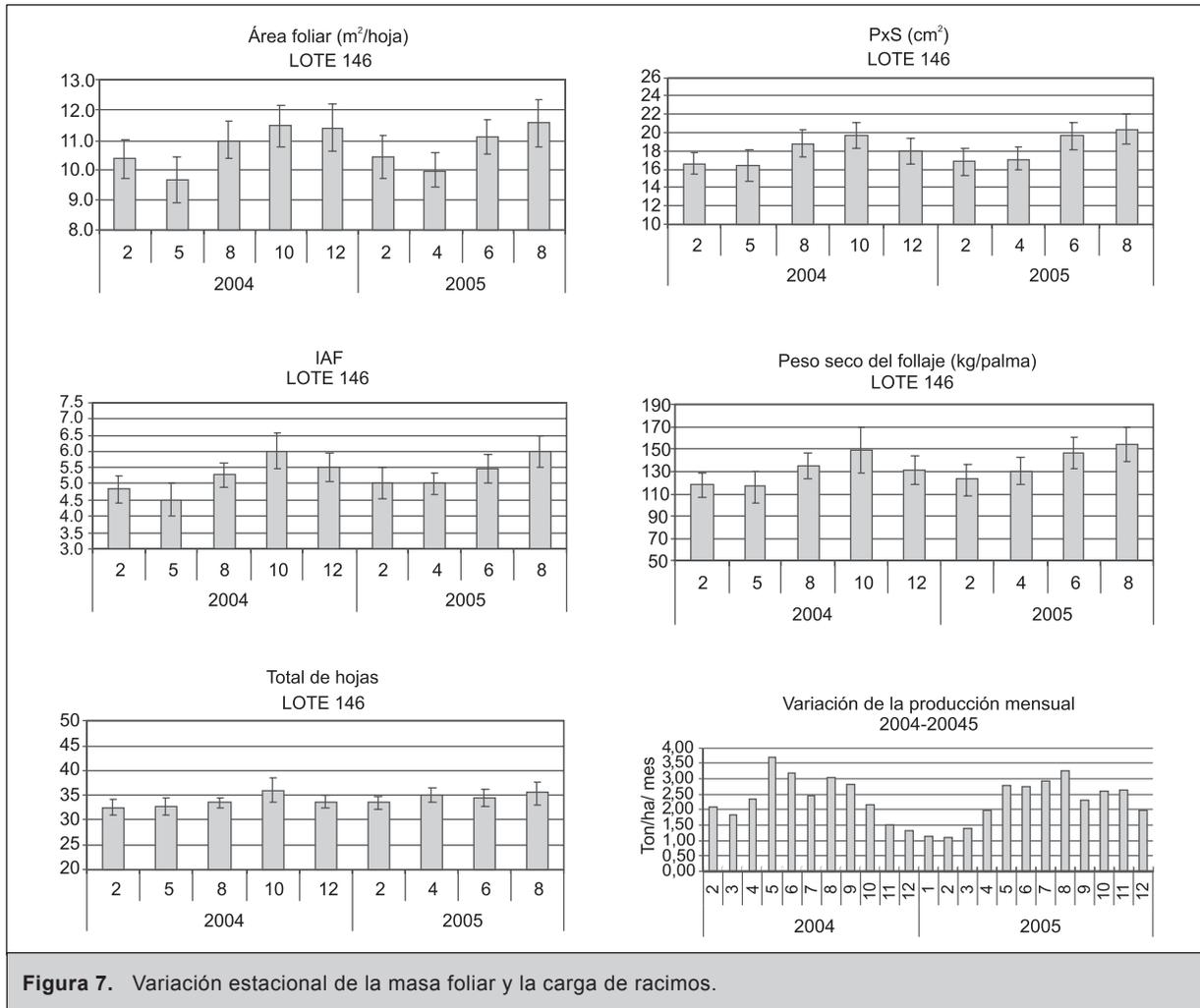
Figura 6. Factores que afectan el balance de masa.

sincronía que se logre obtener entre la demanda y la oferta de nutrientes.

Por último, se tiene unas salidas de nutrientes que van con la cosecha y que se relacionan con el número de racimos y con el peso de los racimos que se cosechan, es decir, con la cantidad de aceite en racimo; todo esto permite concluir la cantidad de nutrientes que se exporta con cada tonelada de racimos.

Es pertinente concentrarse en la primera parte, que se refiere a lo que afecta el cambio en la reserva de nutrientes en el follaje.

El primer cuadro a la izquierda de la Figura 7 ilustra una serie de mediciones del área foliar de las hojas, que se hacen cada dos meses en unos lotes específicos. Se cuenta con observaciones realizadas en 2004 y 2005, solo para ilustrar, pero lo que se ve en Rebiotec con mucho interés es que hay unas épocas del año en las que se producen hojas que miden 9,5 m², pero cuatro meses después se logran hojas de 11,5 m².



En la misma figura, en el cuadro superior derecho, se tienen los mismos muestreos, pero nótese que el PxS, es decir, la sección transversal de la base del peciolo, que es un indicador de la masa foliar, en algunas épocas tiene 16 cm², mientras que en otras alcanza los 20 cm²; la pregunta es entonces ¿por qué hay unas épocas del año en las que se producen hojas grandes y otras en las que se producen hojas pequeñas?

Esto, por supuesto, se refleja en el índice de área foliar, que oscila entre 4.5 y 6, y también en el peso seco del follaje, que se registra entre 100 y 150 kilos. Otro punto muy importante es el relacionado con la distribución de la cosecha. Hay épocas del año en las que se cosechan 3 toneladas por hectárea y otras en las que apenas se logra 1 o menos.

Entonces, ¿qué es lo que está pasando y cómo se comportan los nutrientes bajo este esquema dinámico en el que todos los parámetros están cambiando?

La línea gris punteada en el cuadro superior de la Figura 8 indica el comportamiento de la cosecha durante los últimos tres meses, que es cuando se presenta la mayor demanda de nutrientes. La línea gris con rombo muestra los cambios en el área foliar, y la línea negra refleja la concentración foliar de potasio durante los mismos períodos. Con el fin de ajustar el tamaño de las hojas al mismo momento en el que se están produciendo la cosecha y la medición de concentración de potasio en follaje, se realizó un desplazamiento horizontal en el tiempo.

Lo que se aprecia es que cuando se están produciendo muchos racimos y hay una carga alta de racimos, se obtienen hojas pequeñas y bajas concentraciones de potasio; en contraste, cuando baja la cosecha durante el año, se consiguen hojas más largas, más grandes, al tiempo que se aumenta la concentración foliar de potasio. Dicho de otra forma, cuando hay

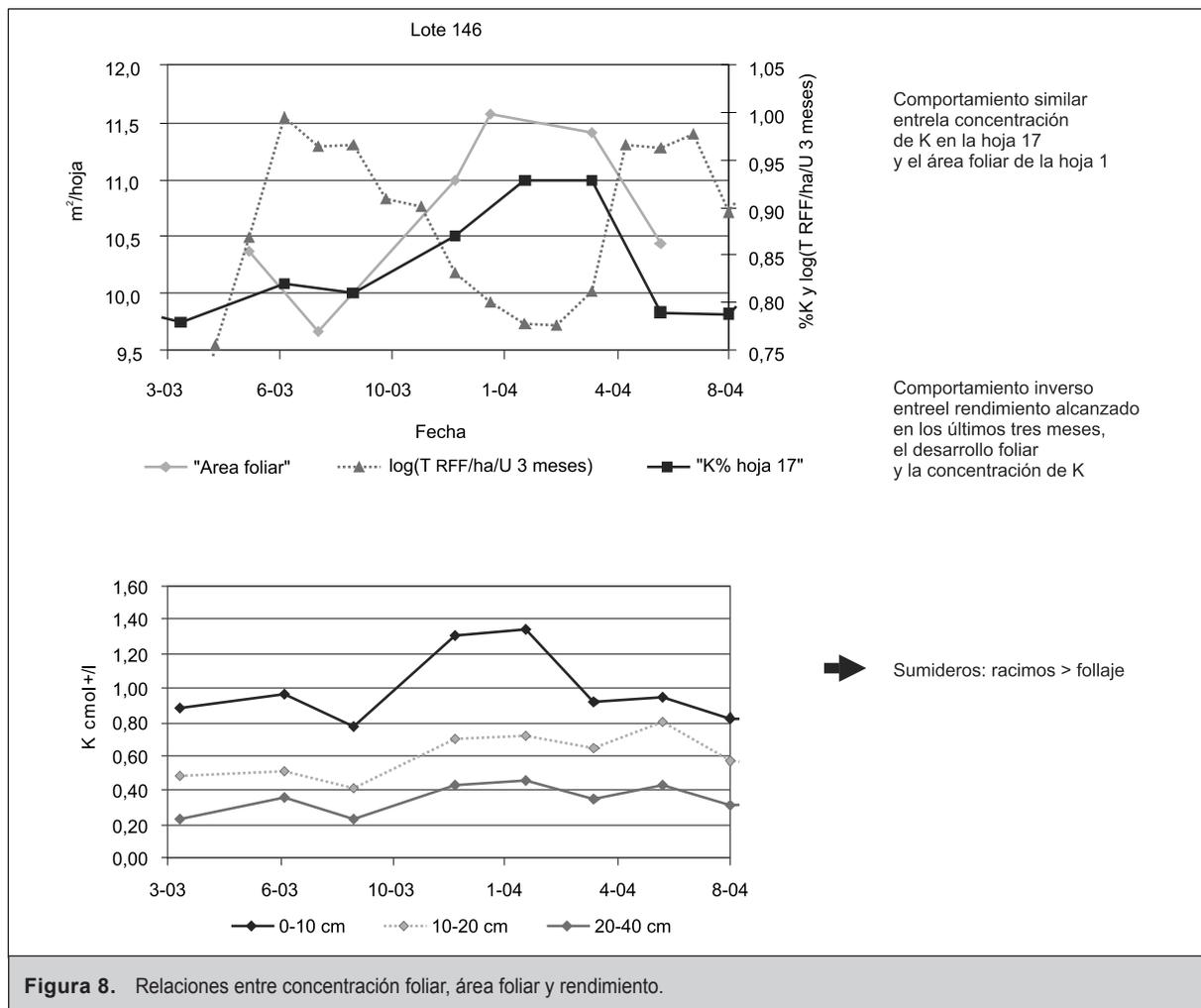


Figura 8. Relaciones entre concentración foliar, área foliar y rendimiento.

mayor demanda por racimos, la palma sacrifica el tamaño de las hojas y se reduce la concentración de nutrientes, y viceversa.

En el suelo también pasa lo mismo. En las épocas de alta cosecha, es baja su concentración de potasio, y cuando la cosecha disminuye, se logra subir la concentración de nutrientes.

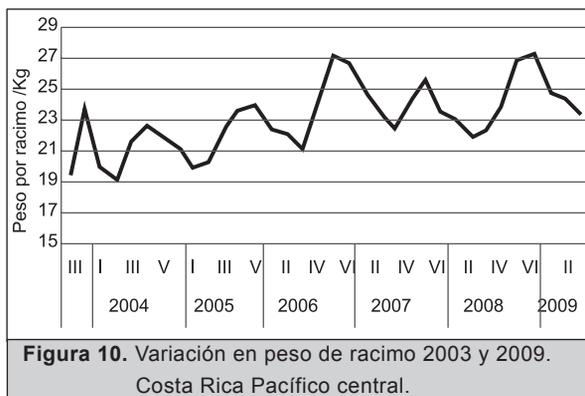
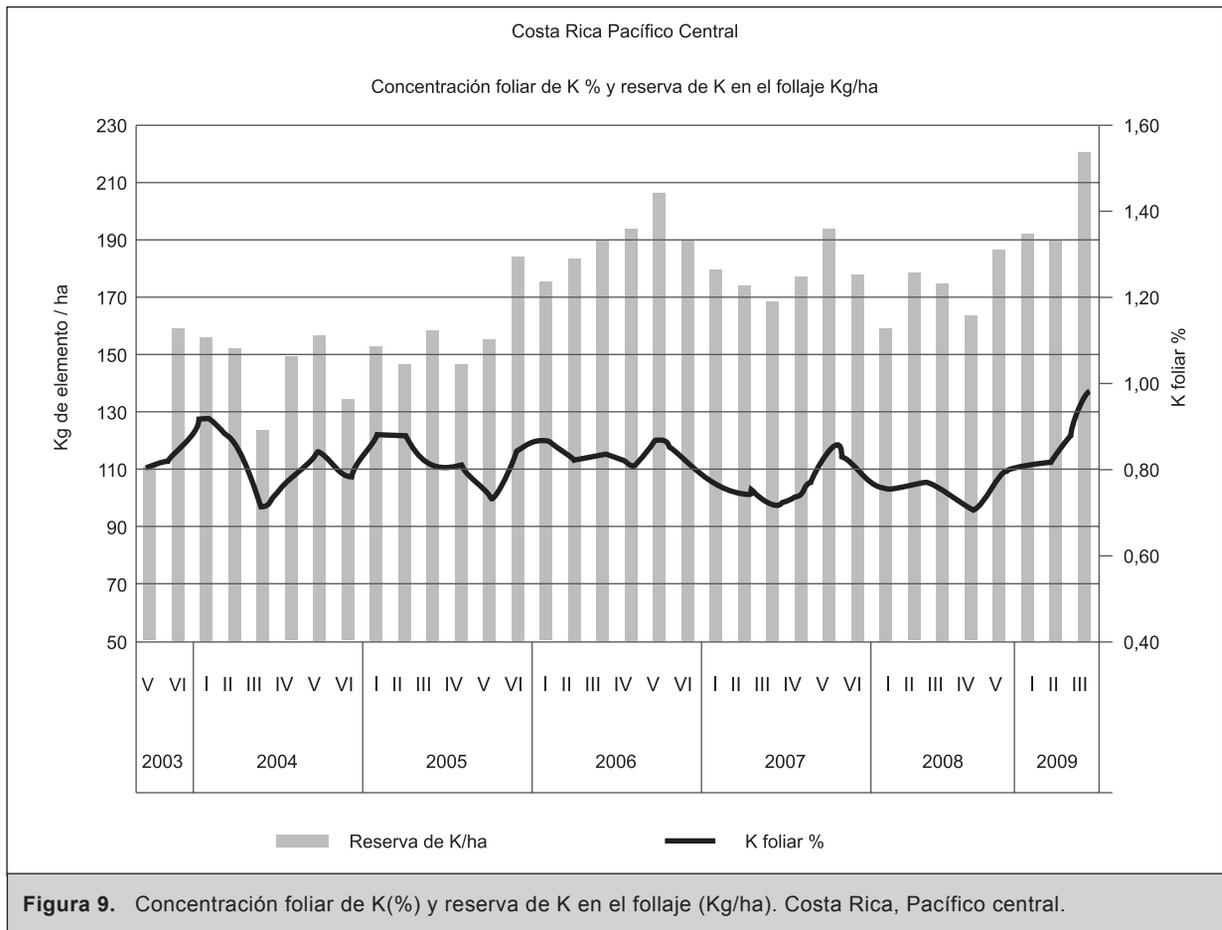
A lo largo del año se pueden ver hojas de diferentes tamaños, dependiendo de la demanda de nutrientes que se está entregando a los racimos, pero también de la concentración de nutrientes en el follaje.

La línea negra en la Figura 9 muestra el comportamiento de la concentración de potasio en el período 2003-2009; se aprecia cómo sube y baja permanentemente durante el año, a lo largo de todo el período. Las columnas grises reflejan la reserva de potasio en el follaje, que es simplemente el resultado de multi-

plicar la concentración de potasio en el follaje por la masa foliar; lo que se aprecia es que con la misma concentración foliar de un elemento, es posible tener una reserva.

Si se toman como ejemplo los valores que tienen 0,8 ó 0,9 de potasio foliar, al mismo tiempo se logran reservas del elemento que oscilan entre 130 y 140 kilos, pero con igual concentración foliar es posible tener reservas por encima de los 180 ó 190 kilos. Esto significa que la sola concentración de potasio foliar o de un nutriente en particular, no es un indicador suficiente para evaluar el tamaño de la reserva de nutrientes que se está obteniendo en la palma.

En la Figura 10 se muestra la variación mensual del peso promedio de los racimos. Como se puede ver, éste oscila entre 19 y 23 kilos. Obviamente esto depende mucho de la polinización; los racimos que se polinizan en la época seca, cuando hay mejor viabili-



dad del polen y mayor actividad de los polinizadores, son más pesados, mientras los que se polinizan en la época húmeda son menos pesados. Lo interesante es que durante el período 2000-2005 se produjeron racimos con una media de 21 kilos, y entre 2007 y 2009 la misma aumentó a 24 kilos.

Si se intenta relacionar la concentración de potasio con el peso de los racimos, el resultado es una nube de datos que no permite mayor interpretación. Sin

embargo, cuando se relaciona el peso de los racimos con la reserva de potasio en kilogramos por palma o en kilogramos por hectárea, se encuentra una correlación bastante significativa; ello indica que la reserva de nutrientes en el follaje es la que está definiendo con mayor precisión el peso de los racimos.

Otro punto interesante arrojado por el estudio es el que se refiere a que los niveles críticos, que por muchos años se han entendido como fijos, no lo son tanto. En cada zona la palma responde de un modo diferente a la concentración de nutrientes. En la Figura 11, la línea situada más a la izquierda muestra la respuesta de la palma a diferentes concentraciones de potasio en la zona de Damas en el Pacífico central de Costa Rica, y la siguiente muestra la misma respuesta, pero en la zona de Coto.

Como se ve, las máximas producciones se obtienen en la zona de Damas con potasios de 0,9, pero en la de Coto se obtienen con potasios de 0,96. Eso significa que se deben utilizar diferentes niveles críticos. Si no se utiliza el

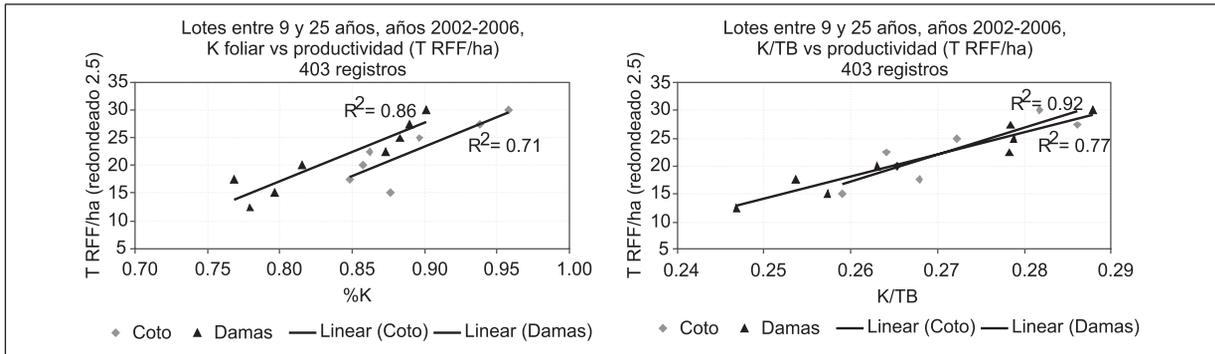


Figura 11. Niveles críticos variables. Potasio.

valor absoluto de la concentración de nutrientes, sino el valor relativo, o sea la participación del potasio en el total de bases, se encuentra que las dos líneas se juntan; en este ejercicio se concluyó que cuando la participación de potasio está por encima de 0,3, se obtienen las máximas producciones en todos los diferentes escenarios.

En la Figura 12 se ve el comportamiento de la concentración de potasio en el suelo a diferentes profundidades: de 0 a 10, de 10 a 20 y de 20 a 40 cm de profundidad entre los años 2002 y 2009 en un Inseptisol del Pacífico central de Costa Rica. Como se aprecia, durante los primeros años se tenían niveles de alrede-

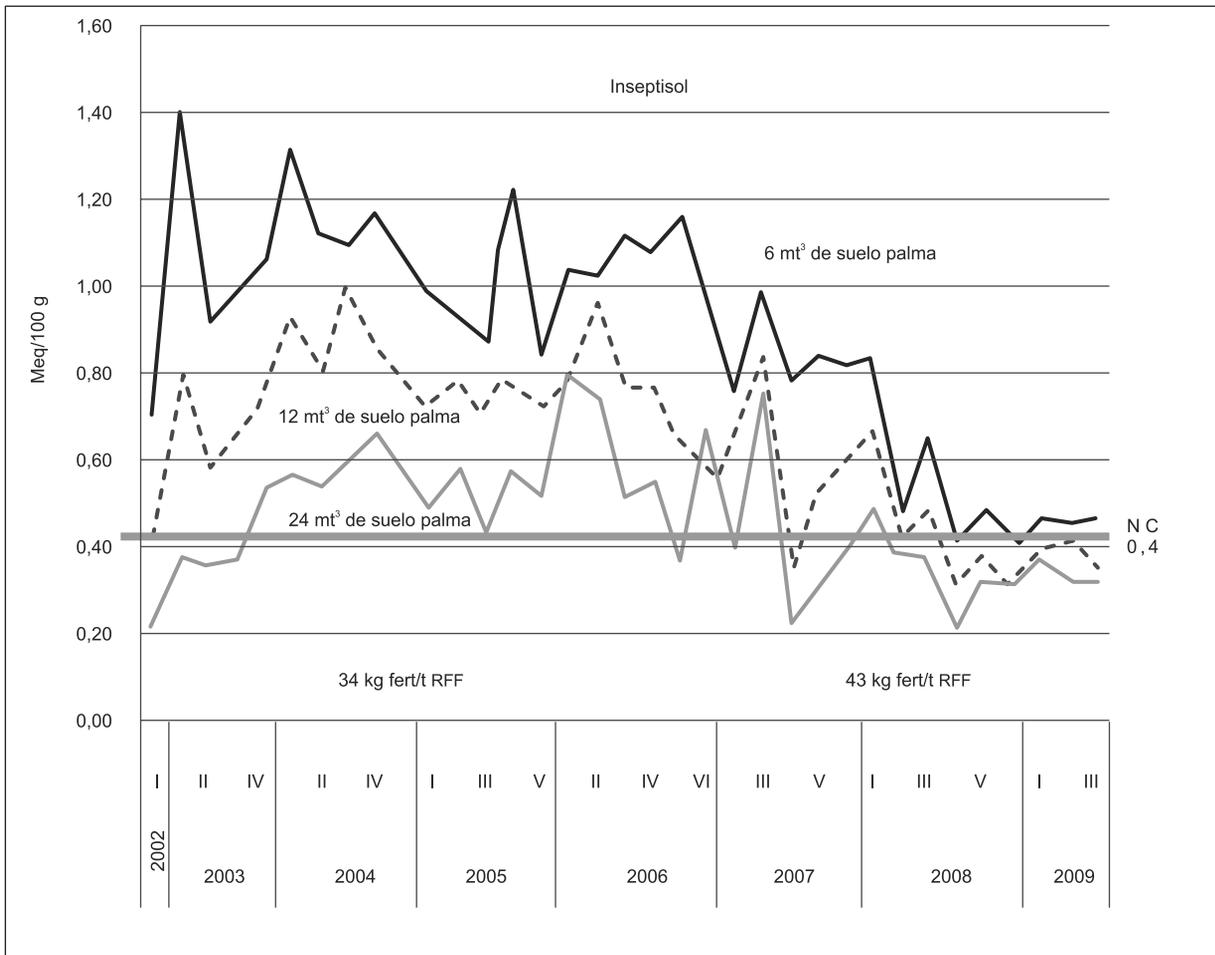


Figura 12. Evolución de la concentración de potasio en el suelo 2002-2009 (Costa Rica, Pacífico central).



dor de 1 mEq por 100 g, que es una concentración bastante alta, pero como se mencionó atrás, cuando se tiene 31 mEq de calcio, la concentración de potasio que se necesita para balancear es muy alta.

En una condición de este tipo se pueden aplicar alrededor de 34 kg de fertilizante total por tonelada de racimos. Cuando esto se baja a 0,4, como evidentemente sucedió, hay que subir la cantidad aplicada de fertilizante, porque ya se han consumido las reservas de éste. Si se tiene las raíces entre 0 a 10 cm, solamente se dispone de una reserva de 6 m³ de suelo por palma. Si se mejoran las condiciones de drenaje y se profundiza el sistema radicular a 40 cm, se aumenta el tamaño de esa reserva de 6 a 24 m³, y por supuesto ahí caben muchos más nutrientes, mucho más oxígeno que cuando se dispone de un sistema radicular muy superficial.

La situación de un Andisol en el Pacífico sur se muestra en la Figura 13, donde se inició con potasios de 0,1 y

0,2 y poco a poco se fue mejorando la reserva durante los años; en este caso, el nivel crítico para ese tipo de suelo es de 0,2 y no de 0,4, porque la concentración de calcio es mucho menor y permite muy buenas respuestas con este tipo de niveles críticos.

Otro punto muy importante es el relacionado con las bombas de nutriente, que constituyen una característica particular de cada tipo de suelo (Figura 14). Esta muestra qué tanto se puede enriquecer o incrementar la concentración de un determinado nutriente en el suelo y qué tan rápido el suelo entrega ese nutriente a la palma de aceite. La figura exhibe diferentes muestreos en distintas épocas del año sucesivas en los mismos lotes y en los mismos sitios a diferentes profundidades; asimismo, la variable expresada en c/mol por litro, pero es posible convertirla a kilogramos por hectárea si se quiere. Valga decir que cada tipo de suelo tiene un comportamiento particular, y así las cosas, debe tenerse claro que el conocimiento de

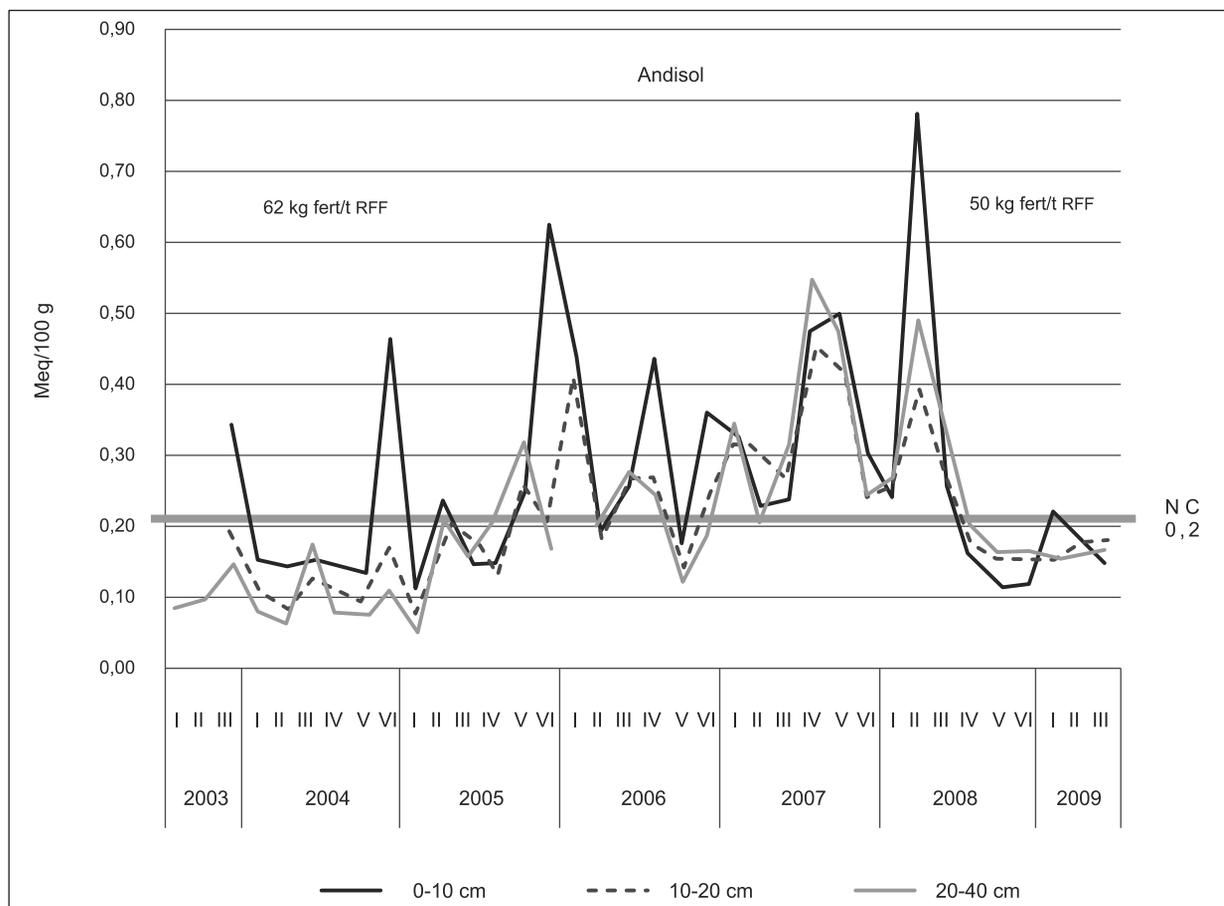
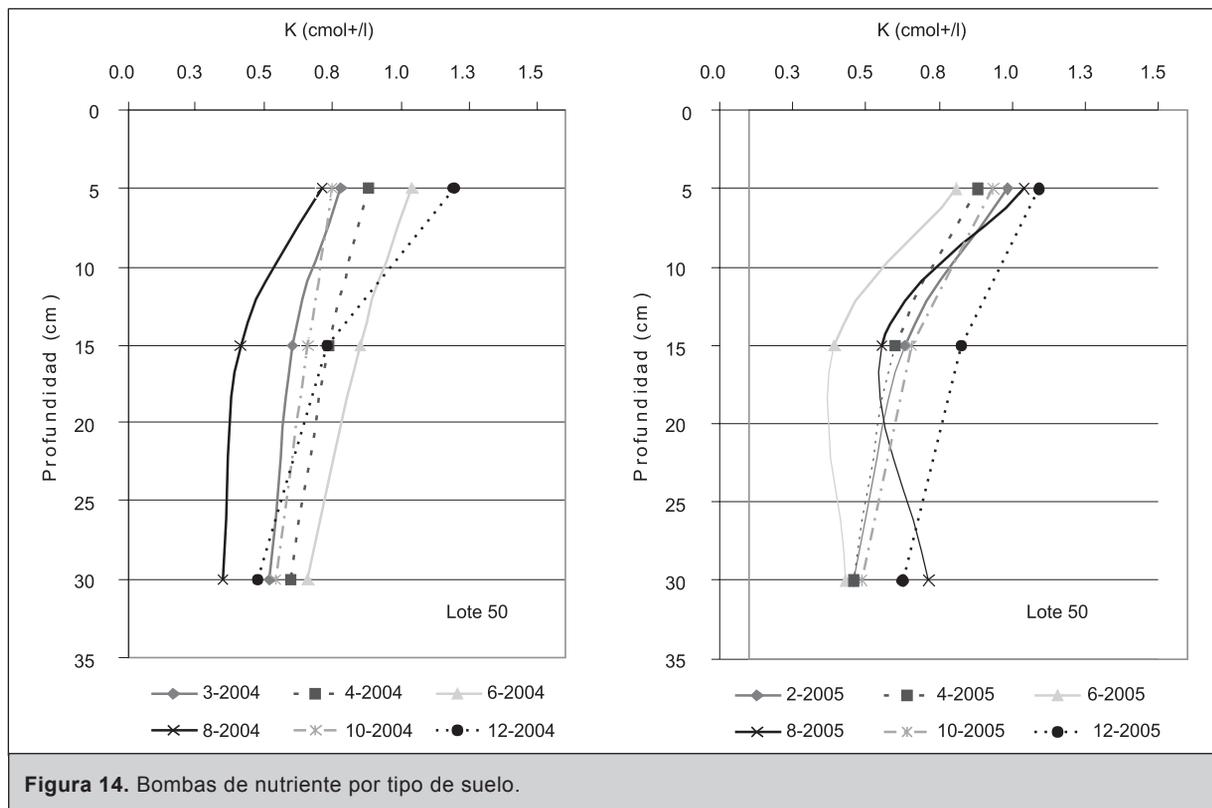


Figura 13. Evolución de la concentración de potasio en suelo 2002-2009. Pacífico sur.

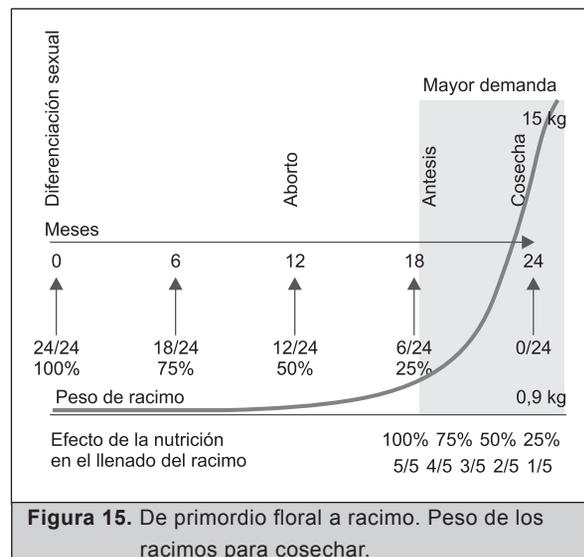


este tipo de comportamiento es lo que permite decir hasta dónde aplicar fertilizante, cuándo se empieza a perder fertilizante y cuándo el suelo está dejando de entregar fertilizante.

A propósito, es pertinente analizar los racimos y cómo es su distribución de carga para entender mejor cómo es la exportación de los mismos. En primer lugar, los distintos materiales han mostrado tener diferencias en la concentración de nutrientes en la fruta, lo que permite hacer correcciones en el programa de fertilización, dependiendo del tipo de material genético que se esté utilizando.

La Figura 15 muestra lo que pasa desde el primordio floral hasta el racimo. A los 24 meses antes de la cosecha se presenta la diferenciación sexual y el peso de un primordio de estos puede ser de más o menos 0,5 g. Del mes -24 al mes -6, el primordio que ya ha sido diferenciado pesa más o menos entre 500 g y 1 kilo, dependiendo del tamaño o de la edad de la palma. Pero en los últimos cinco meses, pasa de 900 a pesar entre 15 y 18 kilos. Esto quiere decir que la demanda de nutrientes en los últimos cuatro meses de formación del racimo es muchísimo mayor de lo que fue durante los últimos 24 meses.

Cuando se empieza a fertilizar para mejorar el peso de estos racimos, se observa que el racimo se llena y se madura en los últimos cinco meses; entonces el efecto de la fertilización en el llenado de los racimos se debe apreciar muy rápidamente; en cuestión de dos o tres meses debería verse un cambio en su peso, y cualquier cosa que se haga se reflejará en todos los racimos que se están madurando en los próximos cinco meses. No





hay que esperar dos años, sino que muy rápidamente se debe encontrar la respuesta.

El otro punto importante es que si se aprecia que hay una muy alta demanda de nutrientes en una determinada época del año, se debería pensar en sincronizar la misma con la oferta de nutrientes, que es lo que se hace con la fertilización.

Como se aprecia en la Figura 16, entre abril y julio se produce cerca del 60% de la fruta del año, y entre septiembre y diciembre, el 34%. En los primeros tres meses se produce solamente el 6% de la fruta. Esto obliga a pensar que no es posible hacer fraccionamientos iguales durante el año, sino que hay una época durante la cual la demanda será mucho mayor. En este caso, se aplica el 55% de la demanda del año entre abril y mayo, para asegurar que todos los racimos que se formarán entre julio y agosto tengan suficiente fertilizante.

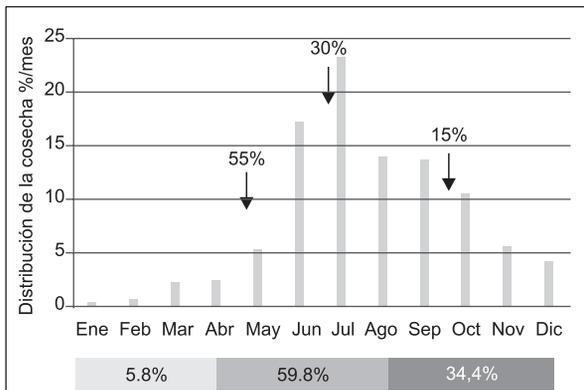


Figura 16. Distribución del fertilizante de acuerdo con la demanda esperada. México, 2008.

El ciclo anual de actividades en el tema de la nutrición no se detiene; todo el año hay actividades. Los suelos y las hojas deben monitorearse permanentemente para asegurar que todos esos racimos que se están formando tengan un máximo de aprovechamiento.

En la Tabla 2 se muestra el ejemplo de la plantación Isabal en Guatemala, donde en el año 2005 se produjeron 97.000 toneladas de fruta aplicando 50 kilos de fertilizante por tonelada. En el año 2009 se van a producir 156.000 toneladas, aplicando 40 kilos de fertilizante por tonelada. Independientemente de la cantidad de fruta, si se mantiene una cantidad de fertilizante que supla lo que se está sacando, será

Año	Ha	t/RFF	t/ha	t Fert.	Kg Fert/ t RFF
2005	4.073	97.831	24,02	4.967	50,8
2006	4.108	132.466	32,24	6.340	47,9
2007	4.476	111.447	24,89	6.862	61,6
2008	5.146	139.215	27,05	7.243	52,0
2009*	5.246	156.000	28,56	5.461	40,0

posible mantener buenas producciones sin que se presente un desbalance.

La Figura 17 muestra lo que se ha logrado con la aplicación de los conceptos del manejo del área foliar y de la sincronía entre oferta y demanda. Las líneas roja y azul muestran las curvas tradicionales de producción en los primeros años en siembras de los años 1996 y 2000, y la línea verde, la productividad de las siembras del año 2004. Como se puede ver, en el primer año de producción, que arranca en el mes 24 después de la siembra, la producción aumentó de 7 a 15 toneladas, y en el segundo año, de 15 a más de 25 toneladas.

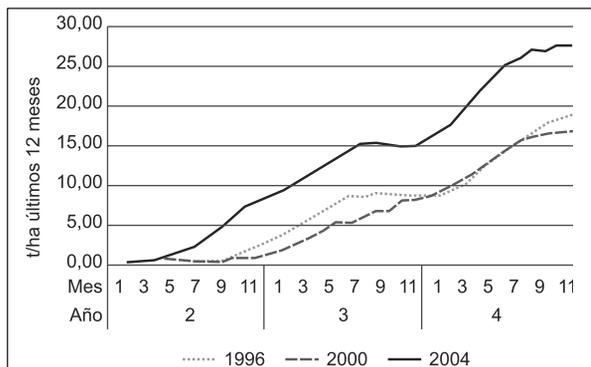


Figura 17. Productividad de los primeros años. Siembras 1996, 2000, 2004. Costa Rica, Pacífico sur.

Conclusiones

- Las condiciones particulares de cada zona de cultivo definen las tendencias de respuesta a los diferentes factores nutricionales que afectan la producción.
- Bajo las condiciones de estudio, la reducción en el déficit hídrico generó incrementos importantes en el número de racimos producidos.

- El peso de los racimos está primariamente afectado por la nutrición.
- El mejoramiento de las condiciones del drenaje mejoró la producción.
- Los programas de manejo integrado de nutrición no evitaron que se presentara la PC, pero sí generaron un impacto muy importante en las pérdidas ocasionadas por la enfermedad.
- El requerimiento de nutrientes por palma varía dependiendo de la carga de racimos, del contenido nutricional de los racimos y de la reserva de nutrientes en la hoja. Esto obliga a buscar sincronía entre la oferta y la demanda, a fin de asegurar un peso de racimos óptimo.
- El valor absoluto de la concentración de nutrientes en follaje no es suficiente para predecir el comportamiento del peso de los racimos.
- Existe una alta correlación positiva entre la reserva total de nutrientes (masa foliar x concentración) y el peso de racimo
- El conocimiento detallado de la dinámica de nutrientes en el cultivo y su aplicación en el manejo integrado de la nutrición han permitido generar mejoras considerables en la productividad de los cultivos.