

Avances en el manejo de fertilizantes en la industria de la palma de aceite*

Advances in Fertilizer Management in the Oil Palm Industry

Chan Kook Weng, A Tarmizí y Wahid Omar ¹

RESUMEN

El presente artículo emplea las herramientas tradicionales de un programa de diagnóstico, encaminado a evaluar y corregir las deficiencias potenciales antes de que ocurran y produzcan pérdidas de producción. El método diagnóstico incluye el análisis de las muestras foliares de palmas seleccionadas, ubicadas en diferentes áreas a todo lo largo y ancho de un lote de 25 a 30 hectáreas. La interpretación de los resultados del análisis foliar, al igual que el examen de todas las variables de la producción, como los suelos, el rendimiento, los factores climáticos, etc., dentro de un concepto de balance nutricional, generará una recomendación de fertilización más adecuada que sustente el manejo de los fertilizantes en el campo. Dado que todo el lote se considera como un bloque homogéneo para efectos de la aplicación de fertilizantes, surge el deseo de lograr una producción más eficiente. Por consiguiente, los investigadores han visto la necesidad de evaluar los requisitos nutricionales en lotes más pequeños, lo cual sustenta el concepto del manejo localizado específico para cada sitio. En los últimos años se han escrito numerosos artículos y se han realizado incontables ensayos orientados hacia la recopilación de datos más precisos, incluyendo la toma de muestras de suelo en el campo. Algunos sistemas, como el MESYP (máxima explotación del potencial de rendimiento de un sitio), constituyen un avance en lo que se refiere a refinar el manejo específico localizado y actualmente se encuentran en proceso de verificación en el campo. Adicionalmente, la Malaysian Oil Palm Board (MOPB), conjuntamente con la industria y las universidades, está evaluando un enfoque innovador llamado PORIM INFORMS (sistema innovador de manejo organizacional de fertilizantes), en el cual los lotes se dividen en pequeñas unidades de una hectárea cada una. Se espera que este sistema de muestreo de suelos que sigue un patrón de rejilla, identifique las variaciones reales del suelo. Las plantaciones están decididas a aprovechar la variabilidad espacial de los suelos mediante el uso de tecnologías modernas, como el GIS, el GPS y la VRT (tecnología de dosis variables). Lo anterior se apoyará en un muestreo foliar preciso. Posteriormente, se registran los rendimientos georreferenciados para las palmas que se encuentran dentro de cada una de estas pequeñas unidades de una hectárea. Se utilizarán técnicas de regresión para correlacionar las curvas de respuesta a los fertilizantes, sobre cuyas bases se calculan los índices óptimos de N, P, K, Mg, teniendo en cuenta las necesidades específicas de cada unidad.

SUMMARY

This paper traces the uses of the traditional tools in a diagnostic programme to evaluate and correct potential deficiencies before they actually occur and cause yield losses. The diagnostic procedure involves the analysis of

* Tomado de: Oil Palm Bulletin (Malasia) no.41, p.39-46.200.

¹ Malaysian Palm Oil Board, P.O. Box 10620, 50720 Kuala Lumpur, Malasia.

leaf samples of selected palms located at different areas throughout the 25-30 ha field. Interpretation of the leaf analysis results together with consideration of all production variables like soil, yield, climate, etc. under a nutrient balance concept will result in the best fertilizer management of the field. As the whole field is considered as a homogenous block for fertilizer application, there arises a desire for greater production efficiency. This has led researchers to evaluate nutrient demands in smaller areas, thus supporting the concept of site specific management. Much has been written and tried over the last few years to improve the accuracy and precision on the collection of data, including that of soil sampling from the field. Systems like the MESYP (maximum exploitation of site yield potential), PORIM OPENS (oil palm efficient nutrient system) are advances made in refining site specific management. Such studies are undergoing verification in the field. Further, the Malaysian Palm Oil Board has with the industry and universities, started to evaluate an innovative approach called PORIM INFORMS (innovative fertilizer organizational management system) which divides the field into small units of 1 ha each. Such soil sampling on a grid pattern is expected to identify the true variation in soils. Using modern technologies like GIS, GPS and variable rate technology (VRT), the plantations are set to exploit the soil spatial variability. This will also be supported by accurate sampling of palm leaves. The georeferenced yields are then recorded for palms within each of these small 1 ha plots. Regression techniques will be used to fit fertilizer response curves from which optimum rates of NPK Mg are calculated based on specific needs of each small plot.

Palabras claves: Palma de aceite, Aplicación de fertilizantes, Análisis foliar, Rendimiento, Productividad.

INTRODUCCIÓN

La palma de aceite remueve gran cantidad de los nutrientes N, P, K, Mg y Ca, debido a que absorbe estos nutrientes en grandes volúmenes (Chan 1992, Pushparajah y Chew 1998). La palma de aceite consume aproximadamente 192, 26, 251, 61 y 89 kg/ha/año de N, P, K, Mg y Ca, respectivamente, sobre la base de una producción de 25 toneladas por hectárea por año de racimos de fruta fresca (RFF). De estas cantidades las palmas inmovilizan 73, 12, 93, 21 y 20 kg/ha/año de N, P, K, Mg y Ca, respectivamente. Únicamente alrededor de 78, 11, 102, 28 y 60 kg/ha/año de N, P, K, Mg y Ca, respectivamente, se reciclan por medio de las hojas podadas, las inflorescencias masculinas gastadas y los efluentes. El movimiento de estas cantidades enormes de nutrientes requeriría de un plan de manejo de nutrientes, en el cual se deben tener en cuenta las diferencias, para suministrarlos como fertilizantes para mantener la productividad (Chan 1999a). La mayoría de las plantaciones tienen algún tipo de sistema de producción para optimizar el rendimiento de la palma de aceite.

Aunque el sistema de producción puede variar de un lugar a otro, en términos generales existen tres requisitos: en primer lugar, tener un buen control de los suelos bien drenados, con un buen drenaje superficial para evitar posibles daños ocasionados por inundaciones, como resultado

de las fuertes precipitaciones. En segundo lugar, mantener una alta fertilidad, mediante aplicaciones anuales de fertilizantes. En tercer lugar, adoptar prácticas de manejo localizados para cada sitio, donde el manejo de tales componentes específicos dentro de un lote se considera importante.

La tendencia a abandonar el uso de las herramientas tradicionales en cualquier programa de diagnóstico encaminado a evaluar y corregir las deficiencias incipientes antes de que éstas ocurran, se debe a la realización de que las pérdidas reales de rendimiento se han registrado en palmas que tienen bajos niveles de nutrientes antes de que aparezcan los síntomas de deficiencia de nutrientes a nivel foliar. Adicionalmente, los resultados experimentales han demostrado en forma consistente que tales pérdidas de rendimiento podrían ser significativas. Por otra parte, se ha comprobado que las pérdidas de producción se presentan en las palmas antes de que ellas presenten cualquier síntoma.

El procedimiento diagnóstico que se ha venido desarrollando con el tiempo ha sido el de tomar muestras foliares de una rejilla seleccionada de palmas distribuidas en lotes de 25 a 30 ha. Las hojas de las muestras se colectan y posteriormente se analizan sin la nervadura central, con el fin de establecer los niveles de N, P, K, Mg y Ca. Luego se interpretan los resultados de los

análisis foliares. Los resultados de los análisis foliares tradicionales se utilizan para sustentar las recomendaciones de fertilizantes, aunque actualmente la totalidad del lote se maneja como un bloque homogéneo para efectos de la aplicación de fertilizantes. Las muestras de plantas que se toman anualmente de las mismas palmas de las cuales se tomaron las muestras pueden ayudar al gerente de la plantación a desarrollar una guía para la aplicación de fertilizantes al año siguiente. Este procedimiento fue de utilidad para la industria hasta finales de la década 1991-2000.

En el nuevo milenio priman otras metas en lo que se refiere al manejo de suelos y fertilización, debido a las medidas ambientales de protección de suelos y fuentes hídricas. Por consiguiente, es necesario modificar o mejorar el sistema actual de producción. Chan (1998) hace un llamado a modernizar la industria. Existen nuevas tecnologías (Ng et al. 2000). Esto debido a que hay una relación directa entre el alto rendimiento y la rentabilidad.

El presente artículo analiza la transición del uso de las herramientas tradicionales de análisis foliar como base para evaluar y recomendar fertilizantes hacia un sistema nuevo en el que se emplean tecnologías modernas, como los programas de manejo de sitios específicos, para aumentar la productividad. Dentro de la economía de mercados que rige en la actualidad, es necesario demostrar que en cualesquiera de las tecnologías nuevas que se adopten, los beneficios tienen que superar los costos.

NECESIDAD DE LOGRAR MAYORES UTILIDADES

En el cultivo de la palma de aceite se pueden aumentar las utilidades si se tienen en cuenta cuatro factores importantes: (i) lograr mayores rendimientos, (ii) mejorar la cantidad de aceite de palma, (iii) adquirir mayores destrezas de comercialización que convengan a los países importadores sobre las ventajas de comprar más aceite de palma malayo frente a los aceites de la competencia y (iv) reducir los costos de producción. De hecho, las utilidades se pueden

aumentar mediante la combinación de estos cuatro factores. Debido a la relación directa entre un mayor rendimiento del cultivo y la rentabilidad, los dueños de las plantaciones deben estar atentos a los diferentes rubros de los costos de producción, como el material de siembra, los nutrientes, los herbicidas, las operaciones de cosecha y procesamiento para garantizar que las plantas extractoras reciban únicamente racimos de buena calidad. Así mismo, es necesario tratar de explotar al máximo el potencial de rendimiento del sitio, seguido por el mercadeo de un aceite de palma altamente comercializable. En resumen, el logro de un mayor rendimiento requiere de una cuidadosa atención a las necesidades tanto agronómicas como nutricionales de la palma de aceite dentro del medio ambiente en el que se cultiva (Chan 1999b).

COMPRESION DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA PALMA DE ACEITE

Para lograr un mayor rendimiento (y), la palma absorbe la energía solar (s) que incide sobre el dosel. Puesto que sólo una fracción (f) de la energía solar interceptada por el dosel se convierte en productos de fotosíntesis, la eficiencia (e) de esta conversión determinará la cantidad de la fracción (f) de la luz interceptada que se convierte en materia seca para que éste se reparta (p) entre los productos económicos de aceite y palmiste, como se muestra en la ecuación:

$$\text{Rendimiento } (y) = sxfxexp$$

Al calcular el potencial de rendimiento de un sitio, es necesario evaluar los factores limitantes que inciden sobre s , f , e y p . La Figura 1 presenta el proceso fisiológico de formación del rendimiento.

Básicamente, la radiación solar incidente (s) se ve afectada por la latitud y la época del año, por cuanto estos factores afectan la duración del día y la nubosidad. La luz fraccional interceptada (f) depende del índice de área foliar, el cual se ve afectado por la presencia de plagas y enfermedades que pueden reducir el área foliar. La eficiencia fotosintética está influenciada por la

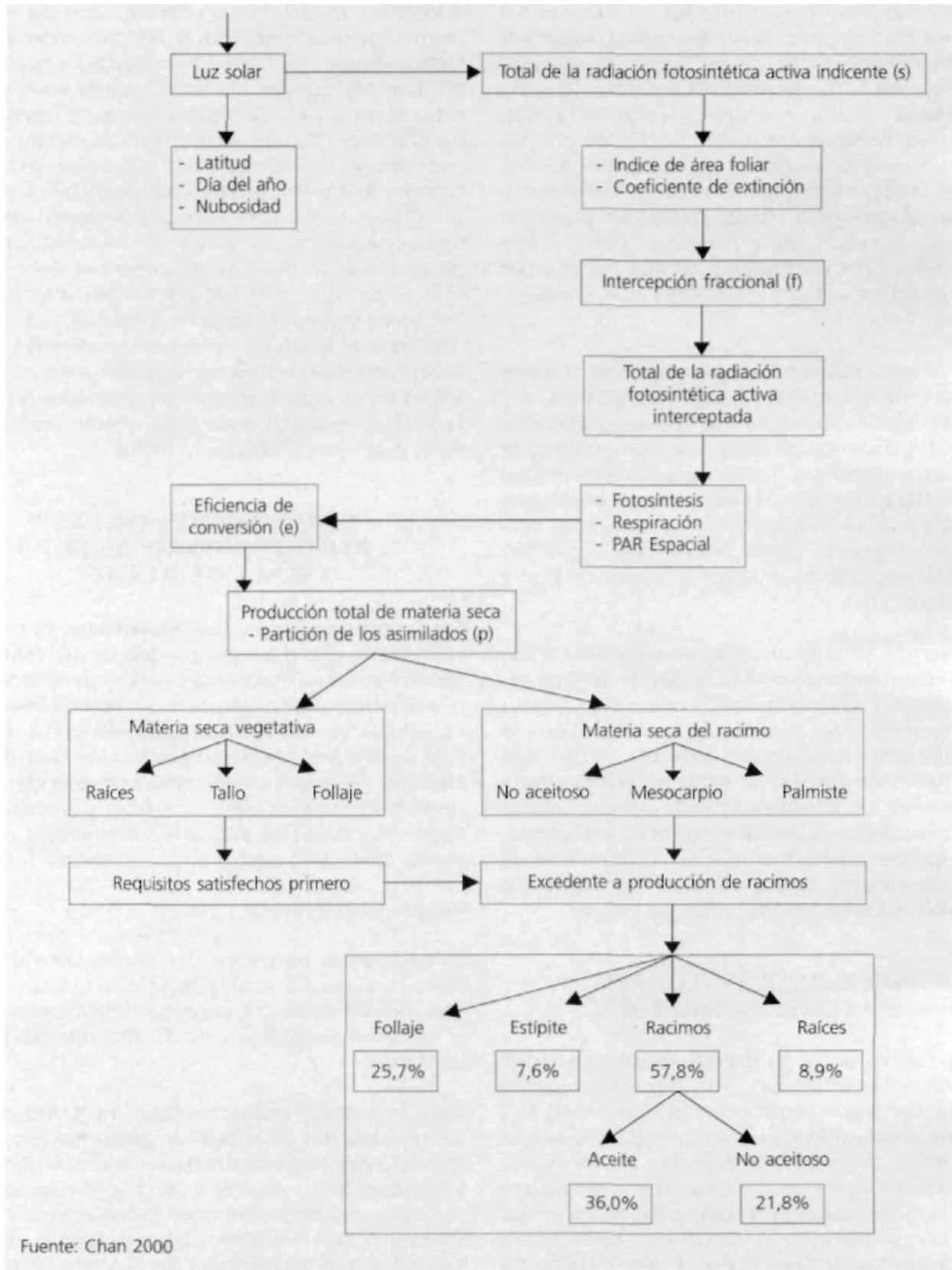


Figura 1. Proceso fisiológico de la formación del rendimiento.

tasa relativa de fotorrespiración, que indica cuánto se fotosintetiza y cuánto se respira. Posteriormente, la materia seca neta se reparte (p) entre los racimos de fruta fresca (RFF). Actualmente se sabe muy poco acerca del mecanismo que controla la partición de la materia seca en los diversos sumideros que compiten entre sí en las hojas, el estípite y las raíces y para mantener la respiración. Puesto que el aceite contiene 2,1 veces más energía que la materia vegetativa seca, existen más productos de fotosíntesis que van a la materia seca del racimo. Sobre la base del concepto de energía, el racimo absorbe aproximadamente 57,8% de la materia seca, de la cual el aceite sólo consume el 36,3%, comparado con el 21,4% de los componentes no oleaginosos de los pedúnculos y las espiguillas. Todavía se sabe muy poco acerca de las necesidades del sistema radical y es necesario realizar más estudios con el fin de aclarar la situación de la materia seca que va a las raíces.

EFFECTOS DEL FERTILIZANTE EN EL SITIO ESPECÍFICO SOBRE LA PRODUCCIÓN DE MATERIA VEGETATIVA SECA Y EL RENDIMIENTO

Se ha observado que en la palma de aceite la producción de materia vegetativa seca prima sobre la del rendimiento. Por ello, es necesario conocer la eficiencia de la producción que surge de la demanda de nutrientes del cultivo y la cantidad de RFF que se sacan de los lotes. Este enfoque de balance de nutrientes ha aportado información valiosa acerca del requerimiento total de nutrientes críticos que han sido consumidos por los racimos. No obstante, es necesario replantear si se debe aplicar la misma cantidad de nutrientes sobre cada palma para reemplazar los nutrientes que se han extraído para todo el lote. Con el fin de optimizar el potencial de rendimiento de las palmas en relación con el potencial de aporte de nutrientes del suelo, el beneficio económico se puede separar en términos de la precisión de los requisitos de nutrientes para el crecimiento vegetativo y para el rendimiento. Se propone emprender un muestreo más intensivo de los suelos con el objeto de analizar las variaciones de nutrientes de los

mismos y así establecer cuáles son las áreas que requieren un uso más eficiente de los fertilizantes. De esta manera se puede lograr una mayor producción de RFF en estos sitios, gracias a la aplicación específica de fertilizantes. Aquéllos que adoptaron con éxito la aplicación localizada de fertilizantes desde el inicio, como el PORIM OPEN, podrían obtener mayores beneficios, puesto que están aprendiendo a producir más que aquéllos que siguen aplicando fertilizantes en forma generalizada (Tarmizi et al. 1999). Por consiguiente, es necesario investigar más acerca del efecto de los nutrientes aplicados en forma diferencial, en diferentes sitios dentro de un lote, sobre la partición de la materia seca en biomasa oleaginosa y no oleaginosa dentro de los racimos.

UTILIZACIÓN DEL GIS, GPS Y SENSORES REMOTOS PARA EL MANEJO DE LA FERTILIZACIÓN EN SITIOS ESPECÍFICOS

Antiguamente era imposible llevar a cabo una supervisión de todo el lote para establecer si dentro de él existían áreas en las cuales era necesario aplicar fertilizantes en forma diferencial para lograr una aplicación de sitio específico. Hoy en día, por lo general se pueden supervisar lotes de 20 - 35 hectáreas con el Sistema de Posicionamiento Global (GPS), y el GIS se utiliza para mostrar los datos espaciales (Chew 1997; Tey y Chew 1997). Es técnicamente posible generar un mapa de rendimiento con el programa GIS, puesto que este despliega y analiza la información disponible acerca de los suelos y la topografía de un lote (Chew y Anuar 2000).

De hecho, se pueden establecer enlaces dinámicos entre el GIS y la base de datos agronómicas, de manera que es posible generar mapas actualizados con el fin de lograr un mejor manejo, incluyendo la aplicación de fertilizantes (Fairhurst et al. 2000). Dentro de los avances más recientes de estas tecnologías nuevas se cuenta la incorporación del Modelo de Elevación Digital (DEM) para el manejo del sitio específico. (Tey et al. 2000) demostraron que a medida que se van incorporando al cultivo más y más terrenos marginales y quebrados, se hace más indispen-

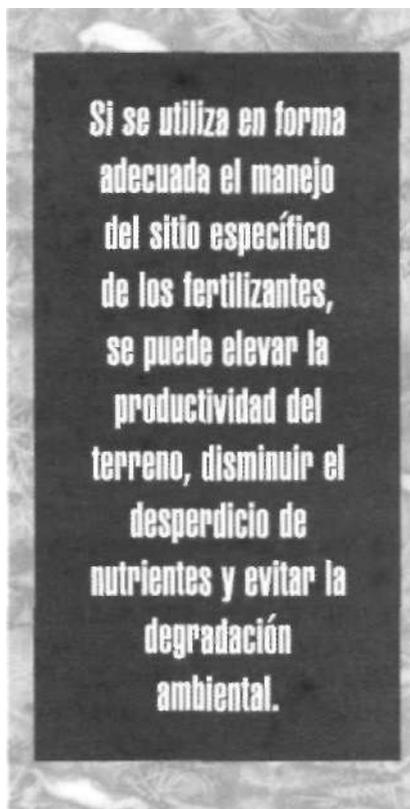
sable construir terrazas adecuadas para la siembra de palma de aceite. Con el perfeccionamiento de esta técnica se espera que el uso del DEM para la planeación de terrazas de siembra, mejorará el cálculo del rendimiento potencial del sitio y al mismo tiempo ayude a las plantaciones a generar mapas de riesgo de erosión.

En efecto, la industria ha dado un paso adelante al investigar el uso potencial de las imágenes de los sensores satelitales remotos "Landsat Thematic Mapper" (TM) en el manejo de las plantaciones de palma de aceite. No obstante, aunque por el momento existen algunos problemas en el sentido de que no es posible diagnosticar las causas reales de las anomalías, se espera que con estudios adicionales se pueda obtener información más precisa para el manejo de cultivos (Morrow y Tey 2000). Por consiguiente se requiere una mayor resolución, puesto que en el momento la resolución espacial de 30 m limita el tamaño mínimo detectable a una hectárea.

Por consiguiente, la meta del manejo del sitio específico es trata las parcelas pequeñas en forma diferente, con el objeto de optimizar al máximo su potencial de rendimiento dentro de cada lote. Para ello es necesario explorar una combinación de las características de suelos, topografía, nutrientes y humedad de cada parcela. Hoy en día se pueden ampliar los componentes de la producción dentro de estas parcelas pequeñas para apoyar y aplicar el manejo del sitio específico. Con el uso del GIS, los gerentes de las plantaciones están en capacidad de realizar una supervisión de estas pequeñas áreas dentro de sus lotes para la aplicación del manejo del sitio específico y muchos de ellos están aplicando esta técnica en forma exitosa. La introducción del PORIM INFORMS es un avance agresivo hacia el manejo de la variabilidad de los suelos en términos de nutrientes (Chan 2000).

NECESIDAD DE UN ESTUDIO SOBRE LA VARIACION ESPACIAL Y TEMPORAL EN LA HUMEDAD DEL SUELO Y LA DISTRIBUCION DE NUTRIENTES Y SUS RESPUESTAS A LOS FERTILIZANTES APLICADOS

Cuando se utiliza la herramienta tradicional del análisis foliar, con frecuencia no se aplica el análisis de suelos para diseñar las recomendaciones de fertilización para el campo. Invariablemente, se utilizan las curvas calibradas de respuesta del rendimiento para establecer la dosis recomendada de fertilizantes. En el manejo de sitio específico existe la necesidad de adelantar nuevos experimentos para calibrar las respuestas del rendimiento, tanto con la aplicación diferencial de nutrientes como con los análisis de suelos. La magnitud de las respuestas pueden diferir de un sitio a otro debido a las condiciones climáticas, al manejo de los nutrientes y los tipos de suelo. Entender este enfoque es el propósito en el cual eventualmente será posible aplicar la tecnología de dosis variables. Es necesario contar con un mapa de guía para poder relacionar la posición del equipo de aplicación diferencial de fertilizantes con el área específica del lote y en la dosis prescrita. El cálculo de los valores de los nutrientes para un sitio específico en relación con la totalidad del campo, es decir en relación con



otros sitios dentro del campo, exige aumentar el número de puntos de muestreo para el análisis del suelo. Por este motivo se está adelantando un estudio que investiga el número de puntos de muestreo en un lote de una hectárea, por lo menos, con el objeto de comprender mejor el plan de manejo localizado de nutrientes.

El objeto del muestreo de estos lotes de una hectárea es analizar la relación costo/beneficio de la intensidad del muestreo de suelo y compararla con la de una sola muestra que

anteriormente se tomaba para todo el lote. Se esperan los siguientes avances potenciales con este tipo de estudio:

En primer lugar, no se determinarían en forma precisa las áreas que requieren fertilización si solamente existiera uno o dos puntos de muestreo para todo el lote, contra 30 puntos para un lote de 30 hectáreas.

En segundo lugar, con una mejor evaluación de las condiciones de nutrición de los suelos del lote existe una menor posibilidad de pasar por alto áreas que requieren dosis mayores de fertilizantes.

En tercer lugar, cuando el lote se analiza en forma adecuada según los resultados obtenidos en los puntos de muestreo, es posible hacer una correlación espacial de los índices de nutrientes del suelo entre estos puntos.

En cuarto lugar, si se logra correlacionar los puntos, se facilitaría la interpretación entre los mismos. No obstante y por otro lado, si los puntos no están bien correlacionados y si no es posible interpretar los puntos en forma precisa, éstos se deben manejar como valores independientes.

Las anteriores sugerencias forman parte de un desarrollo tecnológico que están proponiendo actualmente, en forma conjunta, la MPOB, MACRES (Centro Malayo de Sensoria Remota), la industria y las universidades, con el objeto de mejorar diversos aspectos del manejo de sitio específico del cultivo, del suelo y de los fertilizantes. El objetivo es desarrollar un mecanismo mediante el cual se puedan reunir conocimientos en una forma oportuna para así mejorar el manejo de sitio específico en los siguientes campos:

- Conocer los aspectos específicos del manejo de sitio específico;
- Interpretar los datos de los sensores remotos en relación con los datos sobre dosel, rendimiento y suelos;
- Vigilar las variaciones del suelo mediante el GPS, con el fin de explotar la variabilidad del suelo.

BENEFICIOS ESPERADOS DEL ESTUDIO CONJUNTO

Con los rendimientos georreferenciados que se registren para las palmas individuales dentro de las parcelas de una hectárea, se espera que las técnicas de regresión que se utilicen puedan ajustarse a las curvas de respuesta a los fertilizantes dentro de estas pequeñas parcelas que comprenden una serie de conjuntos de segmentos de rendimiento.

Las dosis óptimas de N, P, K y Mg se derivan de estas curvas de respuesta sobre la base de las necesidades específicas de cada pequeña parcela de una hectárea.

El análisis económico debe utilizar precios actuales específicos de cada fertilizante de N, P, K y Mg, mientras que la rentabilidad acumulada se basa en el precio del aceite de palma y la dosis de fertilizantes calculada para cada parcela de una hectárea.

De esta forma se puede comparar la rentabilidad de la recomendación ideal del sitio específico con la de la aplicación tradicional de una sola dosis para todo el lote.

OTROS BENEFICIOS

El enfoque aquí descrito tiene por objeto lograr un avance en el manejo del sitio específico al emplear herramientas modernas como el GIS, el GPS y el RS con el fin de georreferenciar el rendimiento. Mientras es posible llegar a una tecnología de dosis variable, los demás beneficios de este trabajo de desarrollo tecnológico son los siguientes:

- *Beneficios sociales.* Se espera lograr un impacto social cuando se investiguen las pequeñas parcelas, puesto que los resultados beneficiarán a los pequeños cultivadores. Mientras que los grandes palmicultores se pueden beneficiar de la economía de escala que generan las operaciones de mayor magnitud, los pequeños cultivadores también pueden participar de esta economía, puesto que podrían alquilar tractores para aplicar

dosis variables y trabajar conjuntamente con un "cluster" de pequeños palmicultores o con cooperativas.

- **Impacto ambiental:** El principal problema ambiental de la agricultura es la calidad del agua, del aire y de los alimentos y el agotamiento de los recursos naturales. La aplicación generalizada convencional de fertilizantes en algunas zonas genera una aplicación excesiva en ciertas áreas y la aplicación inadecuada de los mismos en otras dentro del lote. Cuando la dosis supera la absorción por parte de la palma, los fertilizantes están sujetos a la escorrentía superficial y a la lixiviación hacia las aguas subterráneas. Se cree que el manejo de sitio específico de fertilizantes reduce la escorrentía y la lixiviación de nutrientes. Con sensores en los tractores y con una cartografía más adecuada, gracias al GPS y GIS, se puede diseñar y adaptar mejor el tipo, la cantidad y la dosis de fertilizantes.

CONCLUSIÓN

Si se utiliza en forma adecuada el manejo del sitio específico de los fertilizantes, se puede elevar la productividad del terreno, disminuir el desperdicio de nutrientes y evitar la degradación ambiental.

El enfoque propuesto en el presente artículo es novedoso y por lo tanto todavía queda mucho por aprender. Es necesario adelantar más experimentos con el fin de buscar más respuestas y así mejorar el futuro de la productividad de la palma de aceite.

La ventaja de este tipo de estudios avanzados sobre el manejo del sitio específico localizado es aplicar a las palmas la cantidad necesaria, reducir el impacto ambiental y al mismo tiempo incrementar el rendimiento y la utilidad.

El desafío hacia el futuro es interpretar y explotar la variabilidad espacial de nutrientes, con el fin de aplicar dosis más rentables sin caer en un exceso de fertilización.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Director General y al Director de Biología de MPOB por su autorización para publicar el presente trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

- CHAN, K. W. 1992. The manuring of oil palm, *Elaeis guineensis* Jacq. The advances in fertilizer efficiency and their effects of yield and cost. University of Ghent, Belgium. 171 p. (Doctoral Thesis).
- _____. 1998. Systems approach - a tool for modernising management of technologies. *In*: J. Angga; B. Dermon; A. Dwi; S.S. Edy; P. Kabul; G. Purboyo; P. Sudaharto; W. Teguh; W. Tjahjono; H. Tri; W. Darmosarkoro; A.Y. Taryo; Z. Poeloengan (Eds.). 1998 International Oil Palm Conference Commodity of the Past, Present and the Future. Proceedings. Indonesian Oil Palm Research Institute, Medan, Indonesia, p. 164-173.
- _____. 1999 a. Systems approach to fertiliser management in oil palm. *In*: 1999 PORIM International Palm Oil Congress - Emerging Technologies and Opportunities in the Next Millennium. Proceedings. PORIM, Bangi. p.370-385.
- _____. 1999 b. Towards higher yield potential, production and its prediction in oil palm. *PORIM Bulletin (Malasia)* no.39, p.32-44.
- _____. 2000. PORIM INFORMS: an innovative fertilizer organizational management system in oil palm in the new millennium. *Oil Palm Bulletin (Malasia)* no.40, p.25-40.
- CHEW, P. S. 1997. Prospects for precision plantation practices in oil palm. Paper presented at the 17th PORIM Programme Advisory Committee Seminar, PORIM, Bangi. 24p.
- CHEW, J. S.; ANUAR, A. R. 2000. Practical mapping of oil palm yield using GPS and GIS technologies. *In*: E. Pushparajah (Ed.). *Plantation Tree Crops in the New Millennium. The Way Forward*. v.I. The Incorporated Society of Planters, Kuala Lumpur. p.793-806.
- FAIRHURST, T. H.; GFROERER KERSTAN, A.; RANKINE, I. R.; KURUVILLA, K. J. 2000. Use of geographic information system in plantation agriculture: linking digital maps to agronomic database sets. *In*: E. Pushparajah (Ed.). *Plantation Tree Crops in the New Millennium. The Way Forward*. v.I. The Incorporated Society of Planters, Kuala Lumpur. p.755-767.
- MORROW, J.; TEY, S.H. 2000. The potential of Landsat TM. Remote sensing images for oil palm estate management. *In*: E. Pushparajah (Ed.). *Plantation Tree Crops in the New Millennium. The Way Ahead*. v.I. The Incorporated Society of Planters, Kuala Lumpur. p.769-791.

NG, P. H. C.; CHEW, P. S.; GOH, K. J.; GAN, H. H.; HENG, Y. C. 2000. Planters toolbox in the 21 th century. *In*: E. Pushparajah (Ed.). Plantation Tree Crops in the New Millennium. The Way Ahead. v.I. The Incorporated Society of Planters, Kuala Lumpur. p.717-737.

PUSHPARAJAH, E.; CHEW, P. S. 1998. Integrated nutrient management for sustaining high yield of plantation tree crops in Tropical Asia. Paper presented at Malaysian Soil Science Conference in 1998. 33p.

TARMIZI, A. M.; HAMDAN, A. B.; MOHD TAYEB, D.; CHAN, K. W. 1999. Development and validation of PORIM fertilizer recommendation in Malaysian oil Palm. *In*: 1999 PORIM International Palm Oil Congress - Emerging Technologies and Opportunities in the New Millennium. Proceedings. PORIM, Bangi. p.203-217.

TEY, S. H.; CHEW, R. S. 1997. GIS and GPS technology results in plantation crop. *In*: E. Pushparajah (Ed.). Plantation Management for the 21 th Century. Vol.I. Incorporated Society of Planters, Kuala Lumpur. p.47-59.

TEY, S. H.; GOH, K. J.; CHEW, P. S. 2000. Digital elevation model (Dem) for site specific management in plantation crops. *In*: E. Pushparajah (Ed.). Plantation Tree Crops in the New Millennium. The Way Ahead. v.I. The Incorporated Society of Planters, Kuala Lumpur. p.739-754.

Fondo de Fomento Palmero

APOYO PARA EL SECTOR PALMICULTOR

Con el recaudo de la Cuota de Fomento Palmero, se apoyan programas de:

- Investigación, Divulgación y Promoción de Tecnología
- Difusión
- Información Económica y Estadística
- Competitividad
- Comercialización

El desarrollo de estos proyectos redunda en un mayor beneficio para todos los palmicultores de Colombia.

**LA PALMA DE ACEITE UNA AGROINDUSTRIA EFICIENTE
Y COMPETITIVA INTERNACIONALMENTE**