

Identificación y eliminación de las brechas de productividad en el cultivo de la palma de aceite*

Identification and Elimination of Yield Gaps in Oil Palm Cultivation

CITACIÓN: Fairhurst, T. (2016). Identificación y eliminación de las brechas de productividad en el cultivo de la palma de aceite. *Palmas 37*(Especial Tomo I), pp. 41-52.

PALABRAS CLAVE: productividad, costos, producción sostenible, gestión ambiental.

KEYWORDS: Yield, cost, sustainable yield, environmental stewardship.

*Artículo original recibido en inglés y traducido por Strong Tower Consulting.



THOMAS FAIRHURST
Director de Tropical Crop
Consultants Limited
Director, Tropical Crop
Consultants Limited
tfairhurst@tropcropconsult.com

Resumen

El logro de la producción máxima económica de aceite (MEOY, en inglés) es un imperativo en las plantaciones de palma de aceite. La productividad presente en la palma de aceite es resultado de las prácticas de manejo implementadas durante los 3-4 años anteriores, ya que la inflorescencia se tarda unos 36 a 40 meses desde el inicio de su formación hasta la cosecha. Por tanto, los gerentes inteligentes tienen una visión a largo plazo sobre los costos y el uso de los insumos. Actualmente, se debe reducir el amplio margen requerido para cumplir con la demanda del mercado del aceite de palma, por medio del cierre de la brecha entre la productividad existente y la MEOY. Así, la intensificación de la productividad es una parte fundamental de la producción sostenible y la gestión ambiental. En este documento se describen cinco pasos para la intensificación de la productividad sostenible:

1. Es esencial que exista una estrecha alineación entre todos los niveles de personal en la compañía de una plantación. La alta gerencia debe establecer metas y trabajar para asegurar que todos los empleados, desde los gerentes de campo, los supervisores y hasta los operadores manuales, estén debidamente informados acerca de las prácticas de campo necesarias y que tengan acceso a los recursos necesarios, incluyendo los insumos y mano de obra en las plantaciones.
2. Recomendamos usar un modelo simple para identificar las causas de las brechas de productividad en cada bloque dentro de una plantación. La brecha 1 se refiere a la reducción permanente en la productividad causada por el establecimiento pobre de plantaciones. La 2 se refiere a la reducción en la productividad a causa de las recomendaciones de fertilización incorrectas y a la falta de técnicas apropiadas para controlar las plagas y enfermedades; la 3, por su parte, tiene que ver con la mala aplicación de las recomendaciones de fertilizantes y las medidas de control de plagas y enfermedades. La brecha de productividad 4 se refiere a la pérdida de cultivos debido a la incompleta renovación de los mismos.
3. Todo el personal de administración, desde la junta directiva hasta los supervisores de campo, deben estar capacitados con los procedimientos operativos estándar que describan claramente cada práctica de campo. Una vez que se han establecido, la administración puede centrarse en la implementación, en vez de debatir sobre qué técnicas se deben utilizar.
4. La plantación debe estar equipada con el *software* para el manejo de datos que contenga un sistema de información geográfica integrado, diseñado para almacenar y analizar todos los datos agronómicos y meteorológicos. Esta base de datos es una herramienta esencial para identificar patrones espaciales y temporales de los datos agronómicos.
5. La definición de las recomendaciones de fertilización es una tarea compleja que se basa en principios científicos, pero también puede hacer uso de los datos agronómicos cualitativos y semicuantitativos registrados en campo durante el muestreo foliar.

Abstract

The achievement of maximum economic oil yield (MEOY) is a core imperative in oil palm plantations. Present yield in oil palm is the result of management practices implemented over the previous 3-4 years, because flowers are set about 36-40 months before harvest. Astute managers therefore take a long-term view over costs and input use. At present there is much scope to reduce the land requirement required to fulfil market demand for palm oil by closing the gap between existing yield and MEOY. Yield intensification is therefore a core part of sustainable production and environmental stewardship.

In this paper we outline five steps in sustainable yield intensification:

1. It is essential that there is close alignment between all levels of staff in a plantation company. Top management must set goals and work to ensure that all employees from field managers, supervisors to field workers are properly informed of the required field practices and have access to the necessary resources including plantation inputs and labor.
2. We recommend the use of a simple model to identify the causes of yield gaps in each block within a plantation. Yield Gap 1 refers to the permanent reduction in yield caused by poor plantation establishment. Yield Gap 2 concerns the reduction in yield due to incorrect fertilizer recommendations and lack of appropriate techniques to control pests and diseases. Yield Gap 3 concerns poor implementation of fertilizer recommendations and pest and disease control measures. Yield Gap 4 refers to the loss of crop due to incomplete crop recovery.

- All management staff, from the board of directors to field supervisors must be equipped with standard operating procedures that describe clearly each field practice. Once this has been implemented, management can focus on implementation rather than discussions about what techniques should be used.
- The plantation must be equipped with database software with an integrated geographical information system designed to store and analyze all agronomic and meteorological data. Such a database is an essential tool to identify spatial and temporal patterns in agronomic data.
- The definition of fertilizer recommendations is a complex task that draws on scientific principles but can also make use of qualitative and semi-quantitative agronomic data collected in the field during leaf sampling.

Introducción

¿Oportunidad para mejorar?

Lograr una máxima productividad económica del aceite (MEOY) es un imperativo fundamental en las plantaciones de palma de aceite (Fairhurst y Griffiths, 2014). Mientras que los precios del aceite de palma crudo son impredecibles y están sujetos a cambios cíclicos, los productores que logran y mantienen la MEOY siempre están en una posición competitiva en el mercado y son capaces de sostener las ganancias y los rendimientos de la inversión.

En la actualidad, la productividad media en Colombia se ha estancado en alrededor de 19,5 t/ha de

racimos de fruta o 4,0 - 4,5 t/ha de aceite de palma crudo (Figura 1) (Food and Agriculture Organisation, 2013).

Sin embargo, en lugares con niveles de lluvia y suelos adecuados en Colombia, una empresa bien administrada debe ser capaz de lograr una productividad promedio de 23-25 t/ha de racimos de fruta o de 5-6 t/ha de aceite crudo de palma en todas las plantaciones. Por tanto, la brecha de productividad promedio de las plantaciones en Colombia es en la actualidad de 3,5-5,5 t/ha de racimos de fruta o 0,75 -1,5 t/ha de aceite de palma crudo. Esto equivale a una brecha de producción de 190.000-390.000 t de aceite de palma crudo, con un valor aproximado de USD 100-210 millones, conforme al bajo precio del aceite de palma crudo a USD 550 /t.

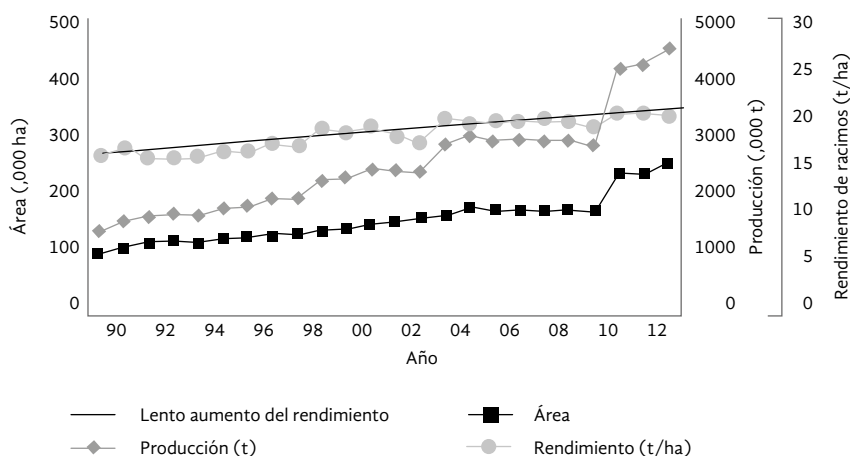


Figura 1. Área en producción, la producción de racimos de fruta y productividad de los racimos en Colombia, 1990-2013.

El efecto de las prácticas mejoradas está rezagado en el tiempo

Al igual que otros cultivos, la palma de aceite es sensible a factores de estrés que se pueden disminuir por medio de prácticas agronómicas (Figura 2).

Sin embargo, a diferencia de los cultivos anuales, la productividad actual de la palma de aceite es resultado de las prácticas de manejo implementadas durante los últimos tres o cuatro años, ya que las flores se inician 36-40 meses antes de la cosecha del racimo. Por tanto, el beneficio completo de las prácticas agronómicas mejoradas solo se observa 3-4 años después de la implementación (Figura 3).

Los principales factores agronómicos que se pueden gestionar son:

- **Manejo del área foliar:** establecer condiciones óptimas de área foliar mediante la poda, el raleo y la nutrición de los cultivos.
- **Manejo de nutrientes:** reciclaje de residuos de cosechas y aplicación de fertilizantes minerales para optimizar el estado nutricional de la palma, por ejemplo.
- **Manejo de la cobertura del suelo:** establecer una cobertura del suelo no competitiva por medio del manejo de la fertilidad del suelo, y el control físico, químico y mecánico de especies indeseables.

Figura 2. Efecto del estrés sobre la productividad de la palma de aceite.

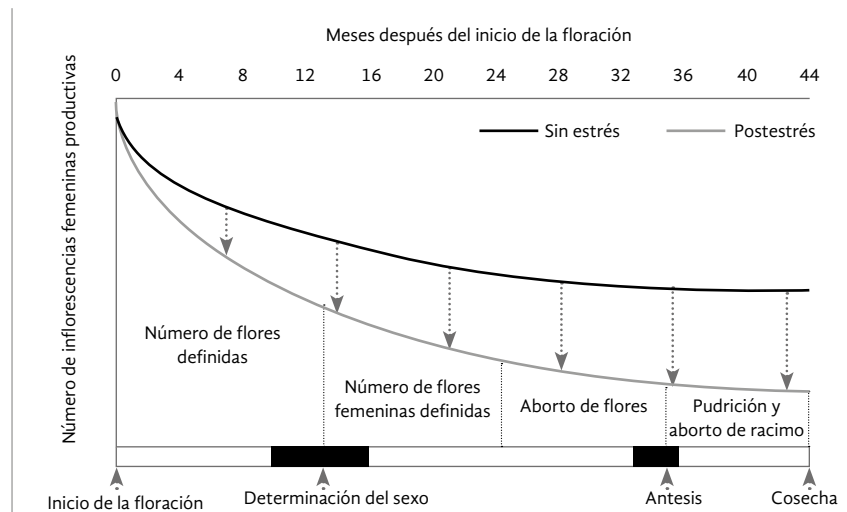
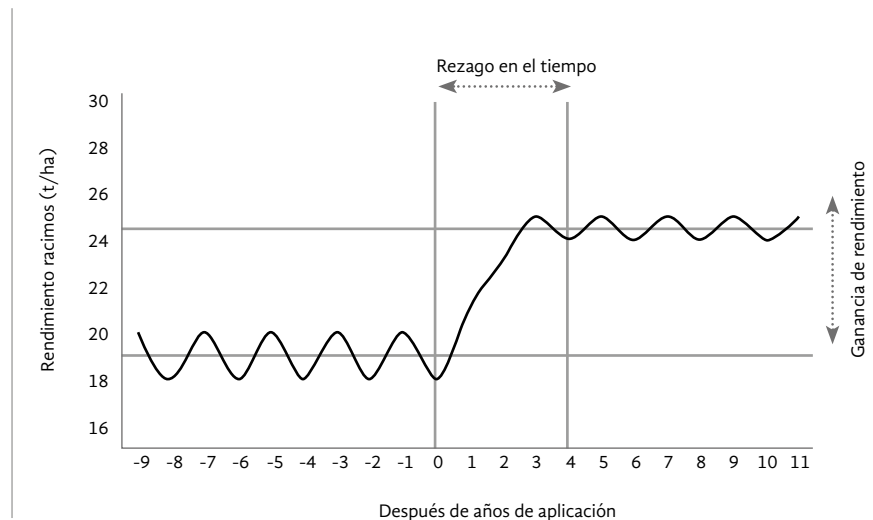


Figura 3. Rezago entre mejores prácticas de manejo y el incremento en productividad.



- **Manejo del agua:** alivio del estrés por humedad por medio del riego, la conservación del agua del suelo y un drenaje adecuado.

La alta productividad solo puede sostenerse cuando se mantienen los procedimientos agronómicos correctos a largo plazo.

¿Control de costos o costo optimizado?

Los administradores diligentes tienen una visión a largo plazo de los costos y del uso de los insumos, ya que es muy difícil predecir las tendencias futuras de los precios de materias primas. Por tanto, es esencial hacer previsiones para periodos de precios bajos de los productos esenciales (*commodities*) por medio de un manejo efectivo de los recursos económicos de la empresa. La reducción de costos arbitraria durante los periodos de precios bajos simplemente exacerba los problemas a largo plazo, y es probable que la empresa tenga que renunciar a mayores ganancias que se acumulan de la alta productividad cuando los precios se hayan recuperado. Tomando prestado el argot de los comerciantes, los administradores de la palma de aceite deben irse ‘de largo’ en términos de estrategia. La optimización de costos significa invertir en el mantenimiento del campo para lograr grandes rendimientos y ganancias.

Un paso importante es evaluar los costos del campo (USD/ha) con relación a la productividad (t/ha de aceite de palma crudo) y el precio (USD/t aceite de palma crudo) (Figura 4). Por ejemplo, conforme a los precios actuales (USD 550/t de aceite de palma crudo), si los costos del campo son de USD 2.500/ha, el punto de equilibrio de la productividad es de 4,5 t/ha de aceite de palma crudo (Figura 4).

Para maximizar los beneficios, la gerencia debe lograr un equilibrio a largo plazo elaborado con precisión entre las inversiones en el mantenimiento del campo, la aplicación de fertilizantes adecuados y el alcanzar una máxima productividad económica. La “reducción de costos” arbitraria que lleva a la disminución de la productividad conducirá inevitablemente a una rentabilidad reducida. En vez de ello, es esencial evaluar los costos del campo con referencia a los estándares de mantenimiento del campo, el estado nutricional de la palma y, particularmente en Colombia, la eficacia del control de plagas y enfermedades (Tabla 1).

El proceso de mejora de la productividad puede implicar moverse paso a paso de los estándares de campo pobres y con bajos costos, a una posición temporal de altos costos, a medida que se mejoran los estándares del campo, antes de poder llegar a costos más bajos mientras se mantienen las buenas condiciones del campo (Tabla 1).

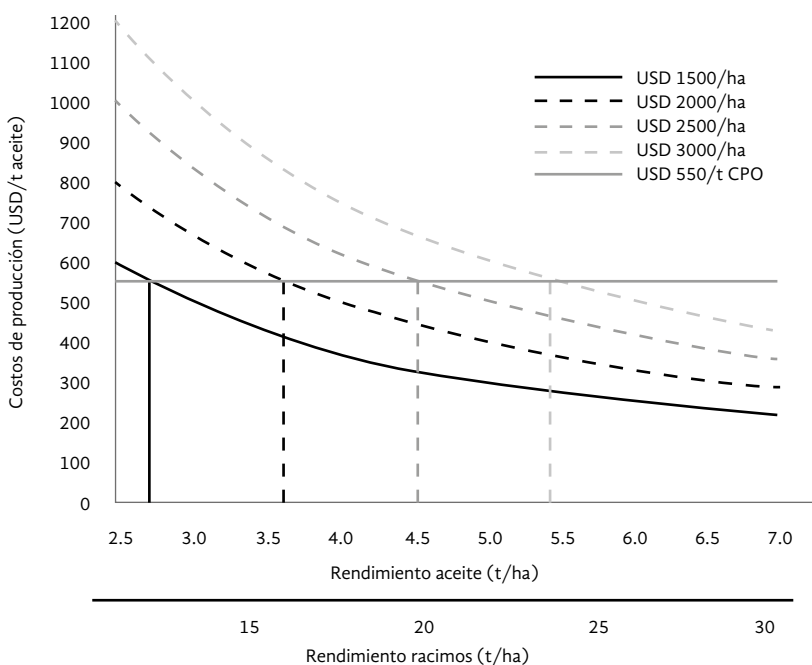


Figura 4. Relación entre la productividad, el costo de producción (USD/ha), y el precio.

Tabla 1. Comparación de los costos de producción y los estándares del campo.

		Estándares de mantenimiento del campo (evaluados mediante auditorías de campo)	
		Pobre	Bueno
Costos del campo (USD/ha)	Alto	<ul style="list-style-type: none"> Estándares pobres en el campo y altos costos. ¿mala implementación o rezago entre la inversión para mejorar <i>las condiciones de campo</i> y <i>mejorar la productividad</i>? 	<ul style="list-style-type: none"> Buenos estándares en el campo y altos costos. ¿Encontrar maneras de reducir los costos y mantener estándares altos por medio de una eficiencia mejorada?
	Bajo	<ul style="list-style-type: none"> Estándares pobres en el campo y bajos costos. ¿<i>Amerita considerar la posibilidad de invertir en mejoras de campo</i>? 	<ul style="list-style-type: none"> Buenos estándares de campo y bajos costos. ¡La meta final!

Condiciones previas para mejorar la productividad

Antes de embarcarse en una campaña de intensificación de la productividad es esencial que exista una estrecha alineación entre todos los niveles del personal de la plantación. La alta dirección debe establecer metas transversales, y debe trabajar para garantizar que todos los empleados, desde los administradores de campo hasta los supervisores y los trabajadores de campo, estén debidamente informados acerca de las prácticas de campo que se requieren y tengan acceso a los recursos necesarios, incluyendo los insumos y la mano de obra en las plantaciones. La reducción arbitraria de costos no es recomendable porque dichas reducciones afectarán la productividad en años futuros. En cambio, las proyecciones presupuestarias a mediano plazo deben estar basadas en previsiones de precios conservadoras y alcanzables, y en pronósticos de productividad. Una estrategia a largo plazo se debe preparar de manera que establezca los compromisos de la empresa y las obligaciones de los empleados para mejorar la productividad.

Todo el personal de la gerencia, desde la junta directiva hasta los supervisores de campo, debe estar dotado de procedimientos operativos estándar (POE) que describan claramente cada práctica de campo. Una vez que esto se haya implementado, la

gerencia puede enfocarse en la *aplicación* más que en las discusiones acerca de las técnicas que deben emplearse. Además, los supervisores podrán concentrarse en implementar los estándares inequívocos en sus labores diarias. Tropical Crop Consultants (TCCL) ha desarrollado un conjunto de manuales que describen cada tarea para el manejo en fase de vivero, y en las plantaciones maduras e inmaduras (Fairhurst *et al.*, 2015).

La plantación debe estar dotada con *software* de base de datos, un sistema integrado de información geográfica diseñado para almacenar y analizar toda la información agronómica y meteorológica. Las hojas de cálculo tienen un valor muy limitado en este sentido, debido a la cantidad de datos sujetos a limitaciones de tiempo que deben ser almacenados y analizados. Esta base de datos es una herramienta esencial para identificar patrones espaciales y temporales de los datos agronómicos. La base de datos también puede utilizarse para identificar los bloques individuales “atípicos” en donde se encuentran grandes brechas de productividad, y algunas de las causas subyacentes; así como para proporcionar informes de síntesis y datos históricos actualizados al personal administrativo de cada bloque, para ser utilizados durante las visitas de campo. Al analizar la productividad de la plantación, creemos que es más útil tener una base de datos agronómicos para centrarse en los ‘físicos’ (es decir, el uso

de fertilizantes, la mano de obra y los combustibles de hidrocarburos) en vez de los datos de costos, ya que los ‘físicos’ son los que impulsan los costos.

Identificación de oportunidades de mejora

Muchas empresas obtienen beneficios de la creación de un equipo de auditoría independiente que realiza auditorías de campo semestrales de cada bloque. Los resultados pueden ser evaluados con relación a los gastos de mantenimiento de campo, para determinar si la empresa está logrando una “relación calidad-precio” como resultado de los programas de auditoría. Las auditorías de campo también ayudan a identificar dónde se requieren mejoras en la gestión del campo.

Recomendamos el uso de un modelo simple para identificar las causas de las brechas de productividad en cada uno de los bloques dentro de una plantación (Figura 5).

La brecha en la productividad del campo puede dividirse en cuatro brechas de productividad.

Las prácticas de plantación pobres que no pueden ser corregidas fácilmente durante la vida útil de las palmas causan la **Brecha de Rendimiento 1 (Y-mey)**. Entre las causas más comunes se encuentran:

- Daños del suelo durante el establecimiento de plantaciones.
- Un gran número de palmas improductivas (mala selección de vivero).

Las *recomendaciones* incorrectas para las prácticas agronómicas causan la **Brecha de Rendimiento 2 (Y-nd)**. Entre las causas más comunes se encuentran:

- La falta de resultados de ensayos factoriales de fertilizantes.
- La interpretación incorrecta del análisis foliar y de suelos.
- Los errores en el muestreo de hojas y el análisis de muestras.
- La falta de recomendaciones apropiadas para el manejo de plagas y enfermedades.

La mala *aplicación* de las recomendaciones agronómicas causa la **Brecha de Rendimiento 3 (Y-am)**. Entre las causas más comunes se encuentran:

- La implementación incorrecta de las recomendaciones de los fertilizadores (colocación, tiempos y precisión).
- La implementación incorrecta de las recomendaciones para el control de plagas y enfermedades.
- La mala implementación de los programas de mantenimiento de campo.

La recuperación incompleta de la cosecha causa la **Brecha de Rendimiento 4 (Ya)**. Entre las causas más comunes se encuentran:

- El mal control de los intervalos de cosecha.
- Una supervisión deficiente.
- La falta de oportunidad en transporte de los cultivos a la planta de beneficio y de capacidad de esta.

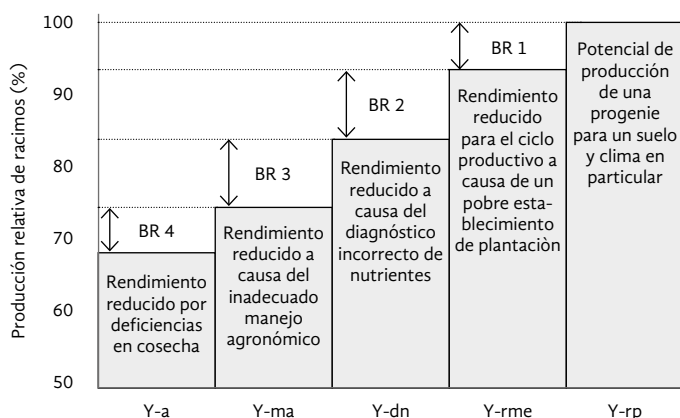


Figura 5. Cuatro brechas de productividad explican la brecha entre el potencial de productividad del campo y su productividad real.

Los datos recogidos durante las auditorías de campo proporcionan la base para dividir las causas de las brechas de productividad e identificar las medidas de seguimiento necesarias. Por ejemplo, es importante determinar si el pobre estado nutricional de la planta es causado por recomendaciones nutricionales incorrectas o por la mala implementación de un programa de fertilización bien diseñado. Una comparación de los resultados de la auditoría de campo con los costos de campo ayuda a la gerencia a determinar si las condiciones de campo pobres se deben a una asignación presupuestal insuficiente o a una aplicación deficiente.

El valor de las auditorías e inspecciones de campo se incrementa considerablemente cuando el personal de campo tiene acceso a los datos que proporcionan una historia agronómica de cada bloque visitado (Figura 6).

Uso de mejores prácticas de manejo de bloques para cuantificar el potencial de mejora de la productividad

Para determinar el margen de mejora de la productividad, las mejores prácticas de manejo (MPM) se deben implementar en los bloques representativos de la plantación. Se debe seleccionar un bloque (± 30 ha) por cada unidad administrativa de 1.000-1.500 hectáreas. Una revisión exhaustiva de las condiciones de campo y la identificación de las limitaciones de

campo (manejo de campo, estado nutricional de los cultivos) se lleva a cabo antes de la aplicación de las medidas correctivas y el establecimiento de las MPM. La productividad se debe vigilar de cerca durante un período de tres a cuatro años para determinar el impacto de las MPM sobre la productividad. Un análisis de costo-beneficio se lleva a cabo luego de evaluar la rentabilidad económica de la implementación rigurosa de las MPM. Cuando corresponda, se puede diseñar un plan posterior para ampliar la implementación para una zona más extensa.

Utilización de una herramienta de apoyo para elaborar recomendaciones de los fertilizadores

La elaboración de recomendaciones de fertilización es una tarea compleja basada en principios científicos, pero también puede hacer uso de los datos agronómicos cualitativos y semicuantitativos recogidos en el campo durante el muestreo de hojas. La gerencia también debe determinar la fuente menos costosa de nutrientes fertilizantes para implementar las recomendaciones. Hemos diseñado una herramienta de apoyo a las decisiones denominada Fertilizer Planner™ con el fin de consultar los datos almacenados en OMP para desarrollar un programa de fertilizantes (Figura 7) (Fairhurst y Kerstan, 2015).

OMP almacena datos agronómicos bajo las siguientes categorías (Fairhurst *et al.*, 2003):

Figura 6. Ejemplo de un informe de la historia del bloque producida por el *software* OMP.

Escala Comercial				BMP Comercial				División D01-01				Finca Barcelona				Bloque 45-032																																			
Suelo Franco arcilloso				Topografía Plana				Año de siembra 2005				Edad de siembra (meses) 11				Edad 10 DFH 01/01/200 MFH 14																																			
Cultivo anterior Banano				Método de preparación Manual				Densidad 143				Material de siembra Dami Las Flo				Área 22.7 ha																																			
----- Datos de producción -----								----- Fertilizantes aplicados (kg/palma) -----								----- Análisis foliar (% de materia seca) -----																																			
N				P2O				K2O				Mg				B				N				P				K				Mg				B				PCS				PH				SPH			
Yr	YA	Pot	Act	Gap	BW	BN	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	L	D	L	L	Rc	D	L	D	L	D	L	D	cm2	m	p/ha																		
15	10	32		32.0	-	-	-	1.3	-	0.5	-	2.4	-	0.2	-	0.05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	133																		
14	9	32	31	-1.0	24	100	.93	0.9	0.5	0.5	2.73	3.1	0.16	0.3	0.03	0.06	3.1	-	0.18	1.1	1.2	-	0.28	-	22	-	50	6	133																						
13	8	32	31	-0.8	22	121	.17	1.1	0.5	0.5	3.01	2.7	0.43	0.4	0.04	0.03	3.2	-	0.20	1.4	2.3	-	0.29	-	20	-	49	5	121																						
12	7	32	43	11.4	20	161	.50	1.4	0.4	9.2	3.42	2.0	0.36	0.2	0.04	0.04	2.8	1	0.16	1.0	2.2	1	0.28	1	18	2	42	4	133																						

Comentarios del asesor

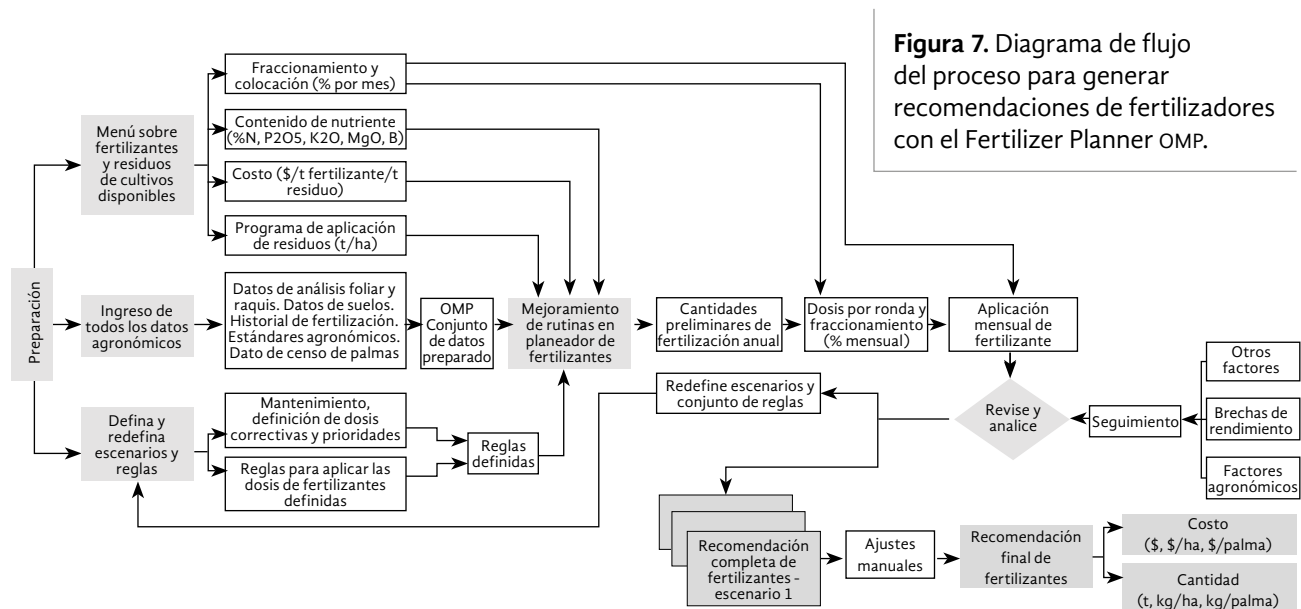


Figura 7. Diagrama de flujo del proceso para generar recomendaciones de fertilizadores con el Fertilizer Planner OMP.

- Información general sobre cada bloque (por ejemplo, el tipo de suelo, material de siembra, fecha de siembra y el uso previo del suelo);
- Datos de producción y componentes de productividad calculados (por ejemplo, t/ha de racimos de frutas, racimos/palma, peso del racimo, t/día de trabajo por hombre);
- Datos de análisis histórico de tejido foliar y suelos;
- Puntuación cualitativa de los estándares de mantenimiento del campo (por ejemplo, la poda, acceso a vías para la cosecha, drenaje);
- Uso histórico de todos los fertilizantes y residuos de cultivos;
- Incidencia histórica de plagas y enfermedades;
- Los datos del censo de palmas (todos los puntos de siembra categorizados como nuevas siembras o reemplazos, inmaduros, maduros, muertos, anormales y no sembrables); y
- Los datos climáticos (incluidos los déficits de agua calculados).

Como mínimo, se requiere un año de datos (productividad, análisis foliar, análisis de suelos, censo de palmas, la evaluación cualitativa de los parámetros agronómicos) para ejecutar el Fertilizer Planner (planeador de fertilizantes). La información de las condiciones agronómicas y de manejo almacenada

se puede consultar e invocar como base para efectuar ajustes a las recomendaciones de los fertilizantes que están basadas principalmente en los resultados del análisis foliar. El Fertilizer Planner “agrega valor” a la información almacenada en OMP, al tener en cuenta toda la información conocida sobre las características del bloque para la elaboración de las recomendaciones de los fertilizadores.

La primera tarea del Fertilizer Planner es calcular las cantidades de nutrientes para cada bloque consultando los datos agronómicos almacenados en OMP. Para ello, el usuario debe definir una serie de dosis de aplicación de los nutrientes, junto con las reglas de aplicación asociadas. Estas reglas se pueden definir como “un conjunto de argumentos que, al ser cumplidos en un bloque concreto, proponen una dosis de nutrientes correspondiente para el bloque”. Se pueden configurar varias dosis para cada nutriente, y cada dosis se clasifica como:

- ‘Mantenimiento’ (es decir, para mantener la situación actual de nutrientes);
- ‘Correctiva’ (es decir, para corregir una deficiencia de nutrientes); o
- ‘Prioritaria’ (es decir, para corregir las deficiencias graves y para abordar las interacciones entre los nutrientes individuales).

Las dosis recomendadas son acumulativas; entonces, por ejemplo, la recomendación total de N en

un bloque identificado como deficiente puede incluir dosis *correctivas y prioritarias*, además de una dosis de *mantenimiento*, si el bloque cumple con los criterios especificados para todas estas dosis. También es posible incluir lo que llamamos “normas de anulación”, las cuales definen los criterios en aquellos casos en donde se debe cancelar la aplicación de nutrientes, a pesar de que un bloque pueda cumplir con los criterios de dosis normales (por ejemplo, para los bloques que serán sembrados nuevamente).

Cada dosis puede invocar las reglas de una o más aplicaciones que dependen, por ejemplo, del análisis de datos de hojas y raquis, datos del análisis del suelo, o puntuaciones cualitativas de otros parámetros agronómicos almacenados en OMP. La toma anual de muestras foliares ofrece una oportunidad para recabar otra información clave sobre las condiciones agronómicas del bloque en cada unidad de muestreo de follaje por palma LSU (*leaf sample unit*) (Tabla 2).

Después se pueden resumir los datos de cada bloque, y el Fertilizer Planner puede consultar los datos. El Fertilizer Planner puede entonces configurarse de manera que tenga en cuenta las condiciones de campo, así como el estado nutricional de la palma. Por ejemplo:

- En los bloques con mal drenaje, el drenaje debe corregirse antes de hacer las aplicaciones correctivas con fertilizante nitrogenado.

- Las altas tasas de fertilizantes no se justifican en los bloques en donde la recuperación del cultivo es pobre debido a la falta de acceso (caminos, círculos, pasarelas).

Una ventaja del Fertilizer Planner actual es que los usuarios tienen una flexibilidad casi ilimitada en la creación de las dosis y en las reglas que utilizan parámetros de datos almacenados en OMP. En contraste con otras herramientas de recomendación de fertilizantes, el Fertilizer Planner de OMP no tiene una “fórmula” codificada para las recomendaciones de nutrientes, que por lo general solo son apropiadas para una región geográfica en particular. En cambio, el programa se puede ajustar para ser utilizado en cualquier región de cultivo de palma de aceite en el mundo y puede tomar en cuenta los factores específicos de cada terreno.

Un conjunto particular que combina ‘dosis’ y ‘reglas’ se conoce como un “conjunto de reglas de nutrientes”. El conjunto global de datos que consiste en los objetivos nutricionales, las recomendaciones de fertilizantes y todas las configuraciones utilizadas para derivarlos, se guardan juntos en el Fertilizer Planner como un solo ‘escenario de recomendación de fertilizantes’. Por tanto, es posible crear varios escenarios del mismo terreno y del mismo año, lo cual facilita probar y evaluar diferentes suposiciones y comparar la manera en que afectan los requerimientos y costos de fertilizantes de manera general.

Tabla 2. Categorías sugeridas para nueve parámetros claves evaluados durante el muestreo foliar (se pueden invocar en la elaboración de las recomendaciones de fertilizantes).

Parámetro	Posibles categorías
Drenaje	Bien drenado, mal drenado, anegado, inundación estacional
Erosión del suelo	<i>Nueva evidencia de:</i> lavado de la superficie, arroyuelos, barrancos, ausencia de pérdida de suelo
Conservación del suelo	Terrazas, plataformas
Acceso de la cosecha	Incompleto, completo
Poda	Correcta, podado excesivo, podado insuficiente, descuidado
Cobertura del suelo	> 50 % cobertura de plantas leguminosas, < 50 % cobertura de plantas leguminosas, malezas difíciles, suelo descubierto
Estado del cultivo de palma	Afectado, en recuperación, recuperado (dos espirales de hojas sanas), muerto
Evidencia de etiolación	Sí, no
Raleo	Realizado, no realizado

La configuración de los conjuntos de reglas de nutrientes se pueden guardar y volver a utilizar (o pueden ser cargados y después modificados) para distintos escenarios. El uso de las dosis y reglas se ilustra en los siguientes ejemplos para N, P, K y Cu. Como se indicó antes, estos solo son ejemplos y el programa tiene opciones casi ilimitadas para ajustar las reglas y las dosis a cualquier sitio.

Las ventajas clave que ofrece el planificador de fertilización incluyen:

- **Transparencia.** Todos los supuestos y las reglas son transparentes y de fácil acceso para la revisión de los pares.
- **Minimización de costos.** La fuente menos costosa de fertilizantes minerales se selecciona de una lista de fuentes disponibles.
- **Específico al sitio.** Los escenarios y las reglas pueden ser adaptadas a cada ubicación.
- **Sustitución de nutrientes.** Los residuos de cultivos se pueden integrar como fuentes de nutrientes.
- **Utilización de datos.** Máximo uso de los datos agronómicos almacenados en OMP. Las recomen-

daciones de fertilizantes pueden ajustarse para tener en cuenta las condiciones de mantenimiento del campo, además de los análisis de hojas y suelos.

- **Flexibilidad.** Se pueden elaborar varios escenarios con diferentes niveles de rigor para tener en cuenta los desarrollos del precio.
- **Ahorra tiempo.** El tiempo necesario para la elaboración de las recomendaciones del fertilizante se reduce significativamente.
- **Propiedad intelectual.** La empresa conserva totalmente su propiedad intelectual con respecto al manejo de nutrientes.

Conclusiones

En este trabajo hemos demostrado que la intensificación de la productividad de la palma de aceite es un proceso a largo plazo debido a la gestación de 30-40 meses de los racimos de fruta. La optimización de costos requiere un enfoque integrado para relacionar los costos de campo a los estándares de implementación de las prácticas agronómicas. Debido a que la intensificación de la productividad es un proceso a

Tabla 3. Resumen de las sugerencias en cuanto a las condiciones previas para los programas de intensificación de la productividad de las plantaciones de palma de aceite.

#	Condición previa
1	Enfoque de presupuestos a largo plazo para garantizar la continuidad de las condiciones de campo y de la nutrición de los cultivos.
2	Los costos de campo se evalúan con referencia a los estándares de manejo de campo para determinar si la empresa está recibiendo el valor de las inversiones en mantenimiento del campo.
3	El personal, desde la alta gerencia a los supervisores de campo, está alineado (e incentivado) con el fin de intensificar la productividad.
4	Los procedimientos operativos estándar que describen cada procedimiento de campo se dan por acuerdo entre todo el personal administrativo y están disponibles para el mismo.
5	El <i>software</i> de base de datos se utiliza para almacenar y analizar datos agronómicos.
6	El análisis de la brecha de productividad proporciona los medios para identificar las áreas específicas o las responsabilidades que necesitan mejorar.
7	Las auditorías de campo semestrales se llevan a cabo para evaluar las condiciones de campo y las causas de las brechas de productividad.
8	Se establecen bloques de MPM en etapa de plan piloto para evaluar el potencial de mejora de la productividad dentro de las mejores prácticas de manejo.
9	Utilización de una herramienta computarizada de apoyo a las decisiones para mejorar las recomendaciones de los fertilizadores.

largo plazo, los supervisores de campo deben estar estrechamente alineados en cuanto a los objetivos y las tareas. Los procedimientos operativos estándar que detallan cada práctica agronómica deben ser establecidos y puestos a disposición del personal en todos los niveles de manera que no haya “brechas de conocimiento” o malentendidos sobre lo que se requiere en el campo.

El *software* para el manejo de datos es esencial para almacenar y analizar los datos agronómicos, de manera que el personal esté dotado con la información

adecuada durante el trabajo de campo. Un modelo simple ayuda a los productores a dividir las brechas de productividad bajo diferentes causas y áreas de responsabilidad. Los bloques de MPM instalados en cada unidad administrativa proporcionan evidencia de las posibilidades de mejora de la productividad, y los datos necesarios para realizar el análisis de costo-beneficio antes de ampliar la aplicación. Una herramienta de apoyo computarizada para las decisiones proporciona los medios para mejorar las recomendaciones de fertilizantes al invocar varios parámetros, así como los resultados del análisis foliares y suelos.

Referencias bibliográficas

- Fairhurst, T., and Kerstan, M. (2015). *OMP Fertilizer Planner. A computer decision support tool for the preparation of cost-effective and site-specific fertilizer recommendations using data stored in OMP*. Tropical Crop Consultants Limited, PT Agrisoft Systems. Wye, UK.
- Fairhurst, T., Rankine, I., and Griffiths, W. (2015). *Oil Palm Series – Nursery, Immature and Mature*, 3 ed. Tropical Crop Consultants Limited, Wye, United Kingdom.
- Fairhurst, T.H., and Griffiths, W. (2014), *Oil Palm. Best Management Practices for Yield Intensification*. International Plant Nutrition Institute, Southeast Asia Program (IPNI SEAP), Penang, Malaysia.
- Food and Agriculture Organization (2013). *Statistical Database*. Disponible en: <http://faostat3.fao.org>