

# Algunas prácticas clave de manejo para máximo rendimiento en cultivos maduros de palma de aceite

Some key management practices for maximum yield in mature oil palm plantations

AUTOR



**Thomas Fairhurst**

Director, Tropical Crop Consultants  
thfairhurst@gmail.com

## Palabras CLAVE

Manejo de plantaciones de palma,  
palmas de aceite maduras,  
mejores prácticas de cultivo

Oil palm plantation management,  
mature oil palms,  
best cultivation practices



## Resumen

Se detallan las mejores prácticas de manejo para reducir la brecha entre el rendimiento potencial y el rendimiento real de la palma de aceite. Se describen los problemas encontrados y se explican ejemplos de medidas correctivas. La importancia de equilibrar la presencia administrativa en el campo por medio de inspecciones y estudios con la necesidad de información cuantitativa recolectada y guardada en una base de datos agronómica se explica en el contexto de cada práctica de manejo.

## Abstract

The key best management practices for narrowing the gap between potential and actual yield are detailed. Common problems encountered are described and examples of corrective measures are explained. The importance of balancing management presence in the field by field inspections and surveys with the need for quantitative information collected and stored in an agronomic database is explained in the context of each management practice.



## Introducción

La experiencia práctica ha demostrado que es posible lograr grandes mejoras en productividad en plantaciones que producen bajos rendimientos con palmas de aceite en mal estado y deficiencias nutricionales, y mal empleo del dosel y la cobertura del suelo.

En este documento se revisan aspectos agronómicos y de manejo que pueden ser útiles al implementar mejores prácticas en cultivos maduros. Se trata, en lo fundamental, de métodos para corregir problemas que han podido y han debido evitarse al momento de la siembra. Se incluyen algunas ilustraciones para mostrar cómo una base de datos agronómica que contenga información detallada de rendimientos, fertilización y uso de residuos, estado de las palmas, y análisis de suelo, hojas y clima puede ser usada para mejorar el manejo del cultivo y monitorear las mejoras.

Los cultivadores experimentados tienen buen ojo para detectar problemas en el campo, lo que pueden aprovechar para proporcionar las soluciones pertinentes. Esta habilidad por lo general no se aprende en libros sino de la práctica obtenida con el ensayo en el campo de diferentes técnicas e ideas, en estrecha colaboración con el personal de supervisión. Las características de los cultivadores exitosos son la dedicación impulsada por una incesante curiosidad y el disfrute del trabajo de campo.

No se trata aquí de proporcionar una información completa sobre cada tema, por lo que se recomienda revisar en detalle los siguientes libros sobre palma de aceite que todo cultivador debe tener en su biblioteca:

- Corley, R.H.V.; Tinker, P.B. 2003. *The Oil Palm*. 4th ed. Blackwell Science Ltd, Oxford, 562p.
- Fairhurst, T.; Härdter, R. (eds.). 2003. *Oil Palm: Management for Large and Sustainable Yields*. PPI-PPIC, IPI, Singapur, 382p.
- Fairhurst, T., Caliman, J.P.; Hardter, R.; Witt, C. 2005. *Oil Palm - Nutrient Disorders and Nutrient Management*. IPNI, PRPOL, Cirad, Singapur, 67p.
- Nasir, J.; Othman, A.R.; Kumaran, R. 2004. Key Agro-Management Practices in Immature and Mature Oil Palm. In: Chew, P.S.; Tan, Y.P. (eds.)

*Proceedings of Agronomy and Crop Management Workshops March to August 2004*. Malaysian Oil Scientists' and Technologists' Association (Mosta), Petaling Jaya, pp. 179-194.

- Rankine, I.R.; Fairhurst, T.H. 1999. *Field Handbook: Oil Palm Series Volume 3 – Mature*. (Oil Palm Series), 2nd. ed. Potash & Phosphate Institute (PPI), Potash & Phosphate Institute of Canada (PPIC) and 4T Consultants (4T), Singapur, 135p.
- Turner, P.D.; Gillbanks, R.A. 2003. *Oil Palm Cultivation and Management*. 2nd ed. Incorporated Society of Planters, Kuala Lumpur, Malasia, 915p.

Asimismo, temas muy útiles e importantes sobre manejo de plantaciones se pueden encontrar en:

- Goldthorpe, C.C. (ed.). 1999. *Papers on Plantation Management*. The Incorporated Society of Planters, Kuala Lumpur, 415p.

Todo el personal de gerencia debería tener acceso a estos materiales, que se pueden conseguir por intermedio Incorporated Society of Planters (<http://www.isp.org.my/>).

Mayor información sobre la implementación de mejores prácticas de manejo para máximo rendimiento en palma de aceite se puede encontrar en: Fairhurst (2009; 2006), Griffiths y Fairhurst (2003) y Donough (2006), y en el International Plant Nutrition Institute (IPNI) web site [www.ipni.net](http://www.ipni.net)

Las prácticas de siembra involucradas incluyen la siembra de cultivos de cobertura entre hileras en palmas jóvenes, mantenimiento del cultivo de cobertura entre hileras de palmas maduras como una práctica activa, terrazas, pozos de sedimentación, colocación correcta de hojas podadas, *mulching* con racimos de desecho, y la correcta alineación de cosechadores y caminos de recolección (Chew, 1985).

En seguida se revisa cada uno de los aspectos principales de manejo en el campo que pueden influir en las deficiencias de rendimiento observadas.

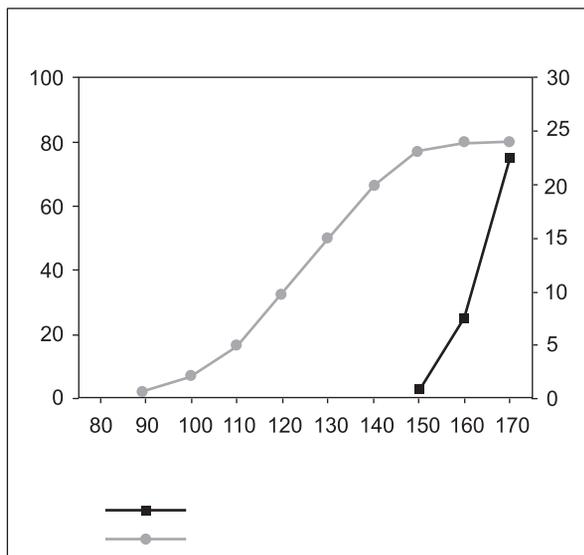
## Cosecha

El objetivo de una plantación es lograr el máximo rendimiento económico de los productos de la palma (aceites crudo y de palmiste) por hectárea, cosechan-

do todos los racimos en estado óptimo de madurez. Siempre y cuando la plantación haya sido establecida en suelos adecuados, con precipitación adecuada, se debe lograr, en promedio, por lo menos 24 t/ha de racimos y 6 t/ha de productos de la palma durante la vida útil de una plantación.

## Madurez

Durante el proceso de maduración, el contenido de aceite del fruto comienza a aumentar rápidamente más o menos a partir de los 90 días de ocurrida la polinización, y llega al máximo unos 140 días luego de la misma, justo después de que los frutos comienzan a desprenderse del racimo; pero los racimos comienzan a podrirse aproximadamente 170 días después de la polinización (Figura 1). Todas las palmas maduras producen racimos en forma más o menos continua, pero no es posible cosecharlos en su estado óptimo de madurez, ya que ello requeriría la revisión diaria de cada palma. Por tanto, en condiciones comerciales las palmas se cosechan a intervalos medidos en días.



**Figura 1.** Cambio en contenido de aceite con la madurez en un fruto individual (Donough, 2003).

Debido a que el producto económico de la palma es el aceite y no los racimos, el objetivo de la cosecha es recolectar todos los racimos cuando tengan el contenido óptimo de aceite, pero cómo se puede

determinar si un racimo está maduro? La investigación ha mostrado que un número de frutos desprendidos de un racimo antes de la cosecha es mucho mejor indicador del contenido de aceite (o madurez) que el color del racimo. Todas las compañías definen un estándar mínimo de madurez en términos de “número de frutos sueltos que deben haber caído al suelo antes de la cosecha”. Algunas compañías han adoptado el de “un fruto suelto”, mientras que otras usan estándares más complejos con base en el “número de frutos sueltos desprendidos por kilogramo de racimo”, de tal manera que el estándar de cosecha cambia con la edad de la palma.

## Intervalos de cosecha

En áreas comerciales se deben mantener intervalos de cosecha de 10 días para minimizar pérdidas, maximizar la calidad y optimizar el desempeño del cosechador.

## Política de cosecha

La madurez y los intervalos de cosecha nunca deben ser considerados aisladamente. Por ejemplo, un estándar de madurez de “10 frutos sueltos en el suelo antes de cosecha” combinado con intervalos de cosecha de > 14 días dará por resultado una cantidad excesiva de frutos demasiado maduros, porque los racimos que tienen únicamente 9 frutos sueltos al momento de la cosecha casi con seguridad estarán demasiado maduros para la siguiente cosecha 14 días más tarde.

Se recomienda el uso de un estándar de cosecha de 5 frutos desprendidos por racimo antes de la cosecha en combinación con intervalos de cosecha de 10 días (o un promedio de tres cosechas por mes calendario), para garantizar:

- Máximo contenido de aceite (tasa de extracción de aceite)
- Pérdida mínima de racimos (t/ha de racimos perdidos)
- Alto rendimiento del cosechador (t/hombre/día).
- La política de cosecha también debe detallar la producción objetivo del cosechador (t/h/d y ha/h/d) por cada grupo de edad de palma.



## Técnicas para superar problemas comunes

### *Palmas no preparadas apropiadamente para la cosecha*

Siempre es mucho más fácil mantener buenos estándares de cosecha si el campo se mantiene apropiadamente cuando ésta comienza. Las preparaciones de los bloques deben comenzar 20 meses después de la polinización, si el plan es comenzar la cosecha 23 meses después de la misma, así:

- Retirar todos los desechos de los caminos de acceso y alrededor de las palmas
- Retirar todas las hojas muertas (teniendo cuidado de mantener todas las hojas verdes)
- Retirar todas las obstrucciones (Ej.: troncos y rocas que impiden el acceso).
- Preparar las plataformas de carga y puentes de cosecha
- Instalar marcadores de bloque
- Completar el marcado de hileras y palmas
- Hacer mantenimiento de vías para garantizar que la recolección de frutos se pueda realizar en forma eficiente
- Instalar cualquier drenaje que se requiera para facilitar el acceso a los cosechadores
- Realizar conteo de racimos negros para calcular la cosecha futura.

Vale la pena elaborar una lista de verificación de tareas que se deben realizar antes de comenzar la cosecha, y usar un proceso formal de aprobación para verificar y confirmar que el bloque está listo para cosecha.

Si no se realizaron las preparaciones antes de poner el bloque como listo para producción, se requerirá un trabajo de rehabilitación y los puntos mencionados anteriormente pueden ser usados como lista de verificación para identificar las tareas que se deben realizar.

Durante los dos primeros años después de la cosecha, el cosechador retira los racimos sin cortar las hojas subtendidas. Se usa un cincel angosto (5 cm de ancho) para poder cortar los racimos sin cortar las hojas

**Tabla 1.** Frecuencia de operaciones de control de malezas para mantener una adecuada cobertura del suelo y fácil acceso para la cosecha y labores de campo

Operación	Método	Frecuencia (rondas por año)
Plateo	Químico	3-4
Plateo	Manual	1
Selección entre filas Deshierbe	Químico	1-2
	Manual	1-2

subtendidas. Cada seis meses se debe llevar a cabo una poda para retirar las hojas muertas, y otra vez al final del cuarto año después de siembra para eliminar las hojas sobrantes (Tabla 1).

### *No estimar la producción futura*

(Una cosecha eficiente comienza con un presupuesto anual de cosecha basado en la mejor información posible:

- ¿Qué volumen de cosecha se espera para el año?
- ¿Qué distribución de cosecha se puede esperar?
- ¿Qué nivel de productividad por cosechador se puede esperar?
- ¿Cuántos días de trabajo figuran en el presupuesto anual?
- ¿Cuántos cosechadores se requieren?

(Una vez preparado el presupuesto, la gerencia puede calcular los recursos (mano de obra, equipos, maquinaria, alojamiento) requeridos para lograr una cosecha eficiente (lo mismo que aplicación oportuna de fertilizantes, mantenimiento del campo y aplicación de residuos de cosecha) en el presupuesto anual (Figura 2).

Se deben hacer proyecciones mensuales de cosecha con base en el conteo de racimos negros para calcular la producción de los cuatro meses siguientes. Cada proyección de cosecha se debe comparar con datos de producción real, para determinar el nivel de precisión que se puede lograr con las proyecciones. Las proyecciones de cosecha pueden predecir la producción de los siguientes cuatro meses con un margen de error de más o menos 10%, siempre y cuando se

Producción de residuos de cosecha	Año 2006												
	Toneladas												
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Total
Presupuesto t FFB	13,434	14,380	15,326	17,029	17,975	18,921	17,029	16,461	14,380	14,380	14,380	15,515	189,212
Racimos vacíos	2,687	2,876	3,065	3,406	3,595	3,784	3,406	3,292	2,876	2,876	2,876	3,103	37,842
Torta decantada	4,030	4,314	4,598	5,109	5,393	5,676	5,109	4,938	4,314	4,314	4,314	4,655	56,764
POME	8,060	8,628	9,196	10,217	10,785	11,353	10,217	9,877	8,628	8,628	8,628	9,309	113,527
Granos	605	647	690	766	809	851	766	741	647	647	647	698	8,515
Granos Sheli	134	144	153	170	180	189	170	165	144	144	144	155	1,892
Fibra	1,343	1,438	1,533	1,703	1,798	1,892	1,703	1,646	1,438	1,438	1,438	1,552	18,921
Aceite crudo de palma	4,030	4,314	4,598	5,109	5,393	5,676	5,109	4,938	4,314	4,314	4,314	4,655	56,764
Grano de palma de aceite	272	291	310	345	364	383	345	333	291	291	291	314	3,832

Producción de residuos de cosecha disponibles para aplicación	Área (ha)												
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Total
	Racimos vacíos	67	72	77	85	90	95	85	82	72	72	72	78
Torta decantada	403	431	460	511	539	568	511	494	431	431	431	465	5,676
POME	12	13	14	16	17	17	16	15	13	13	13	14	175

No. de archivos: 555

**Figura 2.** Presupuesto de cosecha mostrando producción estimada de racimos. La producción de productos de palma y residuos de cosecha y la programación para aplicación de residuos de cosecha se puede calcular con base en el presupuesto.

hayan seguido procedimientos adecuados de conteo de racimos negros.

### *Demora en empezar la cosecha de nuevas siembras*

¿Cuándo debe comenzar la cosecha? Algunos cultivadores se sienten tentados a demorar el comienzo de la cosecha porque la producción de racimos es aparentemente muy pequeña y poco rentable. La cosecha de un bloque debe comenzar tan pronto como el valor de los racimos sea mayor que el costo de cosecharlos. Por ejemplo, si el valor de los racimos puestos en planta de beneficio es de US\$200/t y los racimos pesan 2 kg, un racimo vale US\$0.40. Si al cosechador se le paga US\$10/día y puede cortar más de 25 racimos/día, la cosecha debe comenzar.

La cosecha, claramente, ha comenzado demasiado tarde cuando se detectan inclusive unos pocos racimos podridos sin cosechar en una hilera durante las inspecciones de campo. No comenzar la cosecha suficientemente temprano puede conducir a la pu-

drición de racimos causada por *Marasmius sp.* y la proliferación de la polilla del racimo *Tirathaba sp.*, que son muy difíciles de erradicar.

En un bloque mantenido adecuadamente, donde la ablación se ha llevado a cabo entre los 12-18 meses después de la polinización, la cosecha debe comenzar a los 24 meses después de la misma. Donde las condiciones de crecimiento son menos favorables, el comienzo de la cosecha puede demorarse unos seis meses, pero nunca más de 30 meses después de la polinización

### *Sincronización del comienzo de la cosecha por ablación*

El comienzo de la cosecha se puede sincronizar dentro de un bloque eliminando las flores masculinas y femeninas en rondas mensuales de ablación al comienzo de la floración (alrededor de 12 meses después de la siembra). Las flores se retiran manualmente, dotando a los trabajadores con guantes para prevenir heridas. La ablación se detiene 6 meses antes del



comienzo programado de la cosecha (Ej.: el desfase entre antesis y cosecha de racimos). Por tanto, si el objetivo es comenzar la cosecha 24 meses luego de la polinización, la ablación se lleva a cabo hasta los 18 meses después de la misma.

La ablación proporciona beneficios adicionales:

- Mejor crecimiento vegetativo (particularmente importante en suelos pobres y donde las condiciones climáticas son menos favorables)
- Evita el problema de cosechar racimos pequeños de poco valor económico
- Previene la ocurrencia de plagas (Ej.: polilla del racimo *Tirathaba sp.*) y de enfermedades como la pudrición del racimo causada por *Marasmius sp.*

Puede ser necesario mantener algunos bloques (5-10%) sin ablación, para que haya suministro suficiente de flores masculinas que apoyen el desarrollo de una población adecuada de gorgojos polinizadores.

#### *Intervalos extendidos de cosecha*

La falta de control en intervalos de cosecha es tal vez la causa más común de pérdidas en el cultivo de la palma de aceite. Las causas más comunes son:

- Malas condiciones en el campo (malezas alrededor de la palma, palmas sin podar, hojas colgando)
- Acceso deficiente (caminos enmalezados, falta de puentes, mal drenaje)
- Falta de capacidad de procesamiento o plantas de beneficio cerradas
- Falta de transporte
- Baja productividad de los cosechadores
- Falta de cosechadores (que puede ser debido a alojamiento insuficiente).

Si los intervalos de cosecha se comienzan a extender al comienzo del período de máxima cosecha, es muy poco probable que se pueda recuperar el control, a menos que sea posible remediar rápidamente el déficit de cosechadores. En la mayoría de los casos ello no es factible, debido a la limitada disponibilidad de alojamiento y porque habrá una fuerte competencia entre plantaciones vecinas por conseguir cosechadores.

Para mantener los intervalos y maximizar la cosecha se requiere lo siguiente:

- Cálculo preciso del número de cosechadores que se requieren con base en:
  - Cuidadosa elaboración del presupuesto de cosecha
  - Proyección de cosecha basada en conteo de racimos negros
  - Cálculo del período de máxima cosecha con base en datos históricos de bloques donde se han cosechas eficientes
  - Número de días de trabajo mensual
  - Proyección realista de la productividad de los cosechadores.
- Establecimiento de excelentes vías de acceso (caminos, puentes peatonales, drenajes) al momento en que el campo entra en etapa de producción
- Estándares adecuados de remoción de hojas al momento de la cosecha y podas adecuadas en el período de cosecha baja
- Cálculo cuidadoso del sistema de pago para incentivar a los cosechadores a maximizar la productividad
- Suministro adecuado de herramientas de cosecha de buena calidad (varas, hoces, cinceles, herramientas de afilar, carretillas).

Una técnica útil para recuperar el control de los intervalos de cosecha es implementar una política de "intervalos expandidos." Con este método, la administración primero establece la duración de la ronda de recolección que se va a usar durante el ciclo expandido, y cada bloque en el ciclo es cosechado hasta que el primer bloque en el ciclo esté listo para cosechar nuevamente. Si la duración del intervalo expandido es de 14 días, los trabajadores continúan cosechando hasta que la duración del ciclo en el primer bloque sea de 14 días. Luego, los cosechadores regresan al primer bloque (aun si algunos bloques no se han cosechado durante el ciclo) de tal manera que los intervalos de cosecha se mantienen y los cosechadores trabajan a lo largo del ciclo de bloques hasta que el primer bloque esté listo para cosechar nuevamente. La cosecha se prolonga con cada sitio para incluir más bloques hasta

que todos los bloques estén nuevamente en intervalos de cosecha de 14 días. Luego, el gerente programa los intervalos estándar de cosecha (Ej.: intervalos de cosecha de 10 días).

Una segunda técnica es emplear recolectores de frutos sueltos (después de transferir todos los trabajadores disponibles a labores de cosecha). Estos, por lo general mujeres, recogen y llevan los frutos sueltos al lado del camino mientras que a los cosechadores se les asigna la tarea de cortar y transportar los racimos a la orilla del camino. Es importante monitorear la producción y desempeño tanto de los recolectores de frutos como de los cosechadores, y verificar que los incentivos sean suficientes para motivar altos niveles de productividad. No se debe ahorrar esfuerzo para mantener a los cosechadores y recolectores de frutos trabajando juntos en el mismo bloque; de otra manera sería necesario hacer dos cosechas en el mismo bloque, lo que conduciría a la pérdida de eficiencia del transporte y posibles demoras en la cosecha (esto podría dar por resultado un aumento en los niveles de ácidos grasos libres en el aceite de palma).

Tal vez la clave para el buen control de los intervalos de cosecha es una planeación adecuada (número de trabajadores, provisión adecuada de alojamiento, incentivos cuidadosamente calculados) con un año de anticipación.

También se requiere un sistema de información para la gerencia que proporcione actualizaciones mensuales sobre la productividad de la cosecha. La productividad de los cosechadores fue muy baja entre julio y octubre en la División 2. (Figura 3).

### *Cosecha ineficiente*

La ineficiencia en la cosecha normalmente se debe al mal control de los intervalos, pero también ocurre debido a la mala supervisión inclusive cuando los intervalos están bien controlados. Los problemas comunes son:

- Hojas sin cortar y mal apiladas
- Racimos maduros sin cosechar
- Racimos cosechados pero no recogidos y llevados a la orilla de la carretera

Año	División			Enn.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Total	Rep		
2006	División 01	Rendimiento	t/ha	1.9	1.9	1.9	1.6	1.8	1.7	1.7	1.6	1.5	1.8	1.7	1.8	21.0	44		
		ABW	kg	17.0	16.8	17.5	16.6	16.8	17.8	17.0	18.2	19.6	19.0	18.0	17.3	17.6			
		Prod.	t/MD	1.45	1.39	1.49	1.48	1.66	1.60	1.56	1.59	1.55	1.79	1.66	1.68	1.57			
		Prod.	ha/MD	0.57	0.55	0.60	0.70	0.77	0.73	0.68	0.76	0.82	0.75	0.70	0.68	0.68			
		Blk.	>longitud	-	-	1	-	-	2	3	1	1	-	-					
2006	División 02	Rendimiento	t/ha	1.6	1.8	1.5	1.5	1.6	1.6	1.6	1.4	1.2	1.6	1.6	1.7	18.8	65		
		ABW	kg	16.0	16.5	17.0	17.0	17.7	17.9	17.8	18.4	18.8	19.4	18.8	18.1	17.7			
		Prod.	t/MD	1.42	1.47	1.38	1.31	1.29	1.43	1.29	1.30	1.18	1.37	1.43	1.47	1.36			
		Prod.	ha/MD	0.64	0.60	0.66	0.65	0.60	0.67	0.62	0.68	0.71	0.63	0.67	0.63	0.64			
		Blk.	>longitud	-	-	5	1	2	3	4	3	3	7	7	5				
Rendimiento	2,255	Rend. Avg.	t/ha	1.1	1.1	1.1	1.2	1.3	1.2	1.2	1.2	1.1	1.3	1.2	1.4	14.4			
Reps	58	Avg.	ABW	kg	15.7	15.7	16.2	15.9	16.1	16.5	16.3	15.4	15.7	15.9	16.2	15.9	16.0		
			Prod.	t/MD	1.20	1.23	1.23	1.28	1.32	1.40	1.36	1.14	1.14	1.22	1.25	1.24			
			Prod.	ha/MD	0.71	0.70	0.71	0.68	0.65	0.76	0.70	0.59	0.62	0.56	0.63	0.57	0.65		
			Blk.	>longitud	853	802	951	861	696	888	925	817	737	883	1,143	914			

**Figura 3.** Rendimiento mensual, peso de racimo (ABW), productividad de cosechador (t/h/d y ha/h/d) y control de intervalo.



- Racimos inmaduros cosechados y escondidos en la pila de hojas
- Frutos sueltos no recolectados.

Para lograr una cosecha eficiente:

- Asegurarse de que la política de cosecha está claramente descrita en procedimientos operativos estándar, y explicada a todos los niveles, desde los asistentes de campo hasta los cosechadores
- Diseñar un sistema de recompensas y castigos para motivar a los cosechadores a cumplir con la política
- Todo el personal administrativo de campo debe recorrer el campo, revisando los estándares de cosecha y asegurándose de que los cosechadores estén adecuadamente equipados y que las condiciones de campo les permiten lograr altos niveles de productividad e ingresos
- Después de que los cosechadores hayan regresado de sus labores de campo, todo el personal administrativo de campo debe recorrer los alojamientos para verificar que las instalaciones estén bien mantenidas y en buenas condiciones de funcionamiento
- La gerencia debe realizar auditorías de pérdidas de cosecha para calcular la cantidad perdida y determinar la causa más común (Ej.: racimos sin cosechar, ineficiente recolección de frutos sueltos, cosecha ineficiente).

### *Cosecha de palmas altas*

Determinar el límite de altura para cosechar palmas altas. En la mayoría de las situaciones, los cosechadores pueden cortar racimos y hojas hasta una altura entre 12-14 metros (del nivel del suelo hasta el racimo maduro más bajo). Marcar y eliminar todas las palmas que excedan el límite de altura para facilitar la supervisión de la cosecha a su vez facilita el acuerdo entre cosechadores y supervisores sobre si es factible o no cosechar palmas altas.

Hoy día se consiguen varas livianas hechas de material compuesto (> 10 m desde el nivel del suelo hasta el racimo maduro más bajo) que permite la cosecha de palmas muy altas.

### *Pedúnculos largos de hojas y racimos*

Las hojas se deben cortar lo más cerca posible al tronco para evitar crear bolsas que puedan atrapar los frutos sueltos.

Los tallos largos de racimo absorben aceite durante el procesamiento y, por tanto, pueden reducir la tasa de extracción de aceite. De manera que se deben dejar cortos en forma de 'V' en la plataforma de carga, para que los supervisores puedan revisar que no exista pérdida excesiva de frutos cuando se cortan los tallos de los racimos. Los tallos cortados se deben colocar en la pila de hojas después de que el supervisor haya revisado la cosecha.

### *Poca capacidad de transporte*

Por lo general, el gerente es responsable de la cosecha y su transporte a la planta de beneficio. Las demoras en el transporte de la cosecha pueden producir altos niveles de ácidos grasos libres y un aumento en las cantidades de racimos podridos o demasiado maduros en la planta de beneficio. Los problemas más comunes son:

- Dificil acceso que resulta en demoras de transporte desde y hacia el campo
- Plataformas de cosecha enmalezadas que dificultan el cargue de la cosecha en el campo. (Se requieren plataformas angostas para *spike loading* y las plataformas cortas y anchas son más adecuadas para *net loading*.)
- Distribución ineficiente o inoportuna de redes donde se practica el sistema de recolección con grúa y red
- Cierre de plantas de beneficio o baja capacidad de procesamiento, lo que lleva a acumulación de producto a la entrada de la planta y baja productividad del transporte
- Averías de camiones que dan por resultado transporte ineficiente e insuficiente
- Demora en llevar la cosecha a la orilla de la carretera, que ocasiona retrasos en la recolección y en la báscula.

Aunque siempre se va a necesitar algún tipo de reparación o mantenimiento de emergencia en carretera, los desperfectos se deben corregir durante el periodo de

cosecha baja, implementando un programa adecuado de mantenimiento, que incluya:

- Mantenimiento de vías (reparación de huecos, aplicación de gravilla, nivelación)
- Mantenimiento de desagües y drenajes con pozo robador para garantizar la evacuación rápida del agua superficial
- Mantenimiento de puentes y pasos de agua/alcantarillas.

Las carreteras construidas sobre bases húmedas se seguirán hundiendo aun si la superficie de la carretera se repara. Se deben construir drenajes antes de intentar reparar la superficie de la carretera.

#### *Baja capacidad de procesamiento*

Las plantas de beneficio funcionan más eficientemente cuando tienen suministro continuo de fruto con madurez uniforme. Los ingenieros pueden entonces calibrar el equipo para máxima extracción de aceite y rendimiento. Cuando la planta de beneficio tiene que procesar frutos de mala calidad, de calidad variable y suministro errático se reduce el rendimiento y las averías son más frecuentes. El grupo de supervisión de campo debe, por tanto, trabajar estrechamente con la gerencia de la planta de beneficio para garantizar un flujo constante de producto de calidad uniforme hacia ésta durante las horas de procesamiento.

Si la capacidad de la planta de beneficio no es suficiente, aun cuando se cumplen los puntos expuestos anteriormente, y no hay forma de vender la cosecha a otras cercanas, la única opción es restringir el suministro del producto a la planta de beneficio. Si la falta de capacidad de procesamiento es temporal (uno o dos meses), se debe suspender la recolección de la cosecha en un número suficiente de bloques, de tal manera que la planta de beneficio pueda funcionar a plena capacidad. Se requiere una ronda de limpieza antes de volver a cosechar bloques que se han dejado de cosechar por más de 21 días. Si la falta de capacidad de procesamiento dura más de dos meses, la cosecha debe continuar en todos los bloques, pero el exceso de producto se debe cortar y esparcir entre las hileras del cultivo (para que la sombra impida el crecimiento de plántulas voluntarias).

## Acceso dentro del campo

El objetivo es proporcionar a los cosechadores acceso sin obstáculos a todas las palmas en cada bloque. Los altos niveles de productividad de un cosechador, medidos en toneladas/hombre/día, dependen en gran parte de las buenas condiciones del campo. Si el acceso es complicado, la productividad del cosechador será baja y difícil de mejorar; por tanto, se requerirán más cosechadores (más alojamiento y servicios) para garantizar la recolección completa de la cosecha.

### Técnicas para superar problemas comunes

Normalmente los cosechadores llevan la cosecha del campo al lado de la carretera usando carretillas, y los siguientes puntos requieren especial atención:

- Retirar todos los escombros/desechos (tocones, troncos y otros escombros) de todos los caminos de cosecha
- Instalar y mantener puentes peatonales y caminos de cosecha nivelados
- Instalar drenajes adecuados que permitan el tráfico de carretillas a lo largo de los caminos de cosecha
- Instalar caminos por el centro para mejorar el acceso de los cosechadores y los supervisores
- Asegurarse de que las palmas estén bien podadas durante el período de cosecha baja
- En cada ronda de recolección, asegurarse de que los cosechadores retiren las hojas y las apilan entre las hileras formando un cajón. Las hojas se deben mantener fuera del círculo desyerbado.

Vale utilizar un sistema rotativo para asignar hileras al cosechador. A cada cosechador se le asignan varias hileras. Cuando un cosechador ha completado la tarea se le asignan otras hileras, de tal manera que el grupo trabaja en cada bloque en forma sistemática.

Además, se deben instalar caminos de aislamiento de 1,2 m de ancho, para definir el límite entre cultivos de palma y los poblados, áreas de alojamiento, franjas de protección, áreas no aptas para siembra y franjas ribereñas. Las franjas de aislamiento se deben mantener como parte de la rutina de fumigación.



Para facilitar la supervisión, algunos cultivadores prefieren usar áreas fijas de trabajo (*ancaks* en Indonesia) de tal manera que las mismas hileras son asignadas a cada cosechador. Aunque este sistema es muy efectivo en plantaciones de caucho, es difícil de implementar en cultivos de palma de aceite, particularmente cuando existe un período de cosecha alta y la rotación de cosechadores es errática.

Desechos (partes de hojas, flores masculinas, basura) se acumulan en los círculos alrededor de las palmas y se deben limpiar una vez al año, preferiblemente justo antes de la fertilización con nitrógeno y después de la poda.

## Carreteras

Cada plantación varía de acuerdo con los recursos locales para el revestimiento de carreteras. Lo ideal es que estén recubiertas con gravilla o laterita y se nivelen regularmente para mantener la superficie, pero en algunas áreas no se consigue la gravilla y es demasiado costoso importarla. Morris (1990) proporciona una guía útil y práctica para el manejo de vías en las plantaciones.

### Técnicas para superar problemas comunes

#### *Huecos o baches en las carreteras*

Los huecos o baches en las carreteras generalmente se forman debido a mal drenaje. Esto causa demoras en el transporte por la dificultad que tienen los vehículos para pasar sobre áreas llenas de baches que a veces se vuelven intransitables. La formación de huecos se puede prevenir manteniendo a intervalos de 15 a 30 m de los drenajes que llevan el agua superficial de escorrentía de la superficie de la vía a los pozos de sedimentación en el bloque adyacente.

Cuando se forma un bache, es esencial drenar el área primero y luego excavar un hueco cuadrado, agregar piedras y gravilla, y compactar en capas hasta llenarlo.

#### *Superficie de la vía en malas condiciones*

Se debe hacer una nivelación por lo menos una vez al año, excepto en carreteras cubiertas con piedras grandes (10-15 cm de diámetro). Generalmente las condiciones de la vía se deterioran porque la cubierta

inicial de gravilla o laterita ha sido erosionada o arrasada hacia las cunetas de drenaje. La superficie de la carretera se vuelve difícil de pasar y las cunetas de drenaje quedan bloqueadas con el material de la misma, que se sigue deteriorando debido al mal drenaje.

Si la superficie de la carretera está severamente dañada, se debe quitar y volver a compactar usando un tambor liso o un rodillo pata de cabra.

#### *Puentes y cunetas en mal estado*

Debe llevarse a cabo una inspección anual para revisar el estado de los puentes y las cunetas, y anotar las fallas y las acciones correctivas requeridas para luego elaborar un plan de ejecución. Los problemas más comunes incluyen:

- Estribos rotos o sueltos (después de que se rompen los estribos el deterioro de la superficie del puente es mucho más rápido)
- Marcos corroídos en los puentes de acero
- Muros de contención rotos
- Soportes podridos en puentes de madera
- Posición incorrecta de alcantarillas/cunetas.

La mejor época para revisar el sistema de drenaje es inmediatamente después de una lluvia fuerte, porque esto permite identificar fallas en alcantarillas y drenajes.

#### *Daño en carreteras causado por sombra*

Con frecuencia el daño en las carreteras ocurre donde las hojas de las palmas las cubren y el agua que escurre por ellas causa erosión que conduce a la formación de huecos o baches, y la sombra no permite que la superficie de la carretera se seque. En tales casos, las hojas que cuelgan por encima de la carretera se deben podar una vez al año.

## Drenaje

El objetivo del drenaje es retirar el exceso de agua del campo para prevenir inundaciones, y retirar agua del suelo de tal manera que haya suficiente para los requerimientos de la palma pero al mismo tiempo suficiente aireación que permita el pleno funcionamiento de la raíz y de los microorganismos aeróbicos para mantener la función del suelo.

## Técnicas para superar problemas comunes

### *Mantenimiento de drenajes*

Con el tiempo, suelo y desechos se acumulan en los drenajes y eventualmente obstruyen su funcionamiento. Esto puede conducir a una lenta remoción del agua superficial durante inundaciones en la época de lluvias y también puede causar saturación del suelo que restringe las funciones de la raíz, reduce el uso eficiente del nitrógeno y merma la productividad de los cosechadores.

Los drenajes se deben limpiar periódicamente usando una excavadora o manualmente, y los desechos se deben esparcir entre las hileras del cultivo para evitar que vuelvan a ser arrastrados hacia los drenajes.

Las compuertas requieren constante atención para evitar la entrada de agua durante la marea alta y permitir la salida del agua durante la marea baja.

En suelos de turba es importante mantener el nivel de agua a unos 20-30 cm por debajo de la superficie del suelo, para evitar la oxidación excesiva de la turba.

En suelos ácidos el nivel de agua se debe mantener por encima de la capa de jarosita, para evitar que la oxidación de pirita forme ácido sulfúrico y conduzca a un pH muy bajo en el suelo y en el agua de drenaje.

### *Drenajes suplementarios*

Puede ser necesario instalar drenajes suplementarios si los instalados durante la fase de desarrollo no son suficientes. De igual forma, quizá se necesite mejorar las salidas de agua para que los drenajes dentro del campo funcionen apropiadamente.

Puede ser útil calcular los requisitos de drenaje con base en el flujo de agua y la precipitación.

## Manejo de la cobertura del suelo

Se emplea el término “manejo de la cobertura del suelo” en vez de “control de malezas”, para resaltar la importancia de mantener una cobertura del suelo apropiada y con especies adecuadas para proteger la superficie del suelo y al mismo tiempo proporcionar a los trabajadores y supervisores fácil acceso al campo.

La idea es proporcionar a los cosechadores fácil acceso a todas las palmas en el campo, manteniendo los caminos y las áreas a su alrededor, minimizando la competencia de malezas y el crecimiento incontrolado de la vegetación entre hileras, y manteniendo suficiente cobertura del suelo para evitar la erosión y la excesiva escorrentía del agua superficial.

Asimismo, el objetivo es promover el crecimiento de plantas benéficas, incluyendo leguminosas fijadoras de nitrógeno como cultivo de cobertura –que mejoran la fertilidad del suelo– y plantas nectaríferas (plantas entomófilas) que proporcionan alimento a los depredadores de plagas, y además el uso selectivo de fertilizantes y herbicidas.

Vale la pena promover el uso eficiente de los fertilizantes nitrogenados, reduciendo la competencia de la vegetación de cobertura, minimizando la volatilización del nitrógeno y retirando el material orgánico muerto que haya alrededor de las palmas.

## Técnicas para superar problemas comunes

### *Insuficiente control de malezas*

El control insuficiente de malezas conduce a la competencia excesiva de la vegetación de cobertura, especialmente cuando las malezas nocivas son dominantes, y dificulta el acceso para labores de cosecha y aplicación de fertilizantes.

Los círculos alrededor de las palmas se mantienen con herbicidas aplicados a intervalos de tres o cuatro meses para evitar el crecimiento de malezas que dificulten la recolección de racimos y frutos sueltos. Cuando el follaje es poco denso, se requieren intervalos más cortos (baja densidad de siembra, crecimiento pobre de las palmas).

No es necesario mantener condiciones de suelo desnudo en los caminos de acceso. A veces se prefieren los caminos cubiertos de pasto, mantenidos con una podadora de tractor, pues proporcionan una mejor superficie que el suelo desnudo para el tráfico de carretillas, y ayudan a reducir su erosión. Como alternativa, los caminos se pueden mantener con herbicidas que normalmente se aplican al mismo tiempo que se hace el mantenimiento de los círculos alrededor de las palmas. En cualquier caso, los caminos siempre



deben proporcionar acceso sin obstáculos para los cosechadores, trabajadores de campo y personal de supervisión.

No se debe permitir el crecimiento de plantas leñosas entre las hileras del cultivo. Un problema común es que éstas y los arbustos vuelven a crecer pronto, aunque se corten con regularidad. Por tanto, hay que cortarlas de raíz. Puede ser necesario envenenar con arboricida los árboles que se han dejado crecer entre las hileras. Las malezas nocivas se deben controlar con herbicidas aplicados selectivamente para no dañar las plantas benéficas. Por lo tanto, los fumigadores deben ser capacitados para identificar las especies de malezas que se deben eliminar.

Las mezclas de herbicidas se deben alternar porque el uso continuo de un solo ingrediente activo puede conducir a la selección de especies tolerantes. Las fumigadoras deben estar equipadas con una boquilla adecuada (como las de deflector de chorro DT 1.0 ó DT 2.0 que cumplan con las normas ISO), y una válvula de aspersión que mantenga la presión correcta (1.0-1.5 bar ó 100-150 kPa) independientemente del ritmo de bombeo del operario. Es necesario recalcar que los operarios deben estar entrenados para identificar las plantas benéficas (por ejemplo, leguminosas de cobertura y plantas nectaríferas).

Las plantas epífitas en los troncos de las palmas se deben cortar con una hoz al tiempo de la poda si el crecimiento obstaculiza las labores de cosecha. Los higos gigantes (*Ficus* sp.) y helechos nido de ave (*Asplenium nidus*) se pueden eliminar usando un gancho montado en una vara de cosecha.

Las palmas voluntarias pueden ser un problema donde no ha habido un buen control de la cosecha. Las plántulas voluntarias se deben arrancar y colocar en la pila de hojas donde la sombra impide su crecimiento, o se deben eliminar con un herbicida apropiado.

#### **Excesivo control de malezas**

El excesivo control de malezas generalmente se observa donde no se usan herbicidas adecuados, o se aplican con demasiada frecuencia o en cantidades excesivas. La superficie del suelo puede estar desnuda o cubierta con parches de malezas y con síntomas evidentes de erosión (riachuelos, pequeños barrancos) en la superficie del suelo.

El problema se puede corregir:

- Revisando las políticas de uso de herbicidas (frecuencia de aplicación, herbicidas usados, tasas de aplicación y mezclas)
- Capacitando a los operarios en aplicación selectiva de herbicidas.

Cuando el uso de herbicidas está registrado en una base de datos agronómica, es posible hacer un mapa de su uso e identificar áreas donde el uso es excesivo o insuficiente (Figura 4).

#### **Falta de cobertura vegetal**

En el Sureste Asiático, la falta de cobertura vegetal o el crecimiento de malezas nocivas como lalang (*Imperata cylindrica*), Straits rhododendron (*Melastoma malabathricum*) y helecho tropical (*Dicranopteris linearis*) se observa con frecuencia en plantaciones establecidas en suelos de baja fertilidad con deficiencias de P y N (Ej., suelos del orden ultisol). Este problema se puede corregir con una aplicación única de roca fosfórica reactiva (0.5-1.0 t/ha roca fosfórica).

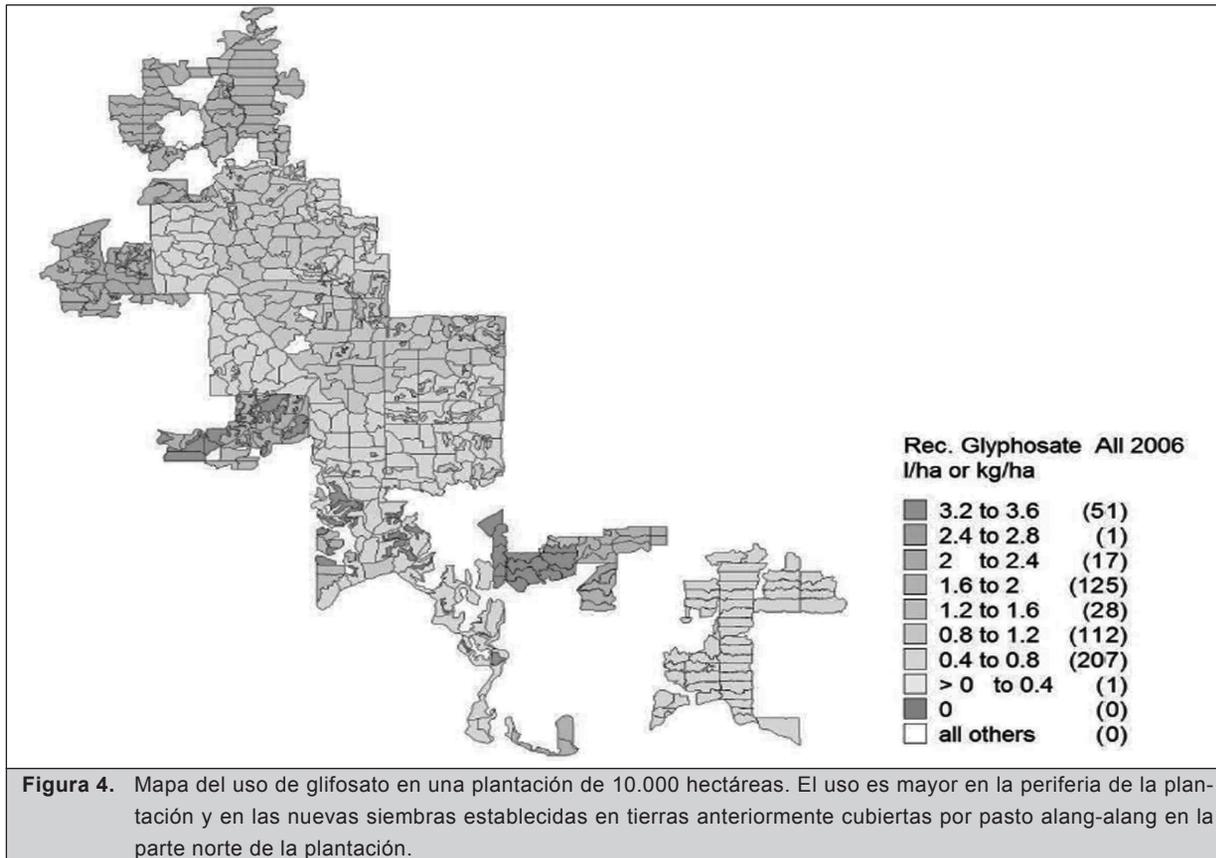
Es posible establecer leguminosas de cobertura tolerantes a la sombra (Ej.: *Calopogonium caeruleum*) a partir de esquejes en plantaciones maduras donde el dosel se ha cerrado, pero todavía hay una significativa penetración de luz debido al pobre crecimiento del follaje por la baja fertilidad del suelo.

El helecho *Nephrolepis biserata* es tolerante a la sombra, proporciona una buena cobertura y no compete con las palmas.

#### **Falta de plantas nectaríferas**

Los depredadores de plagas son un componente clave del manejo integrado de plagas (MIP) y se encuentran en cantidades suficientes solo cuando hay una fuente de alimento como las plantas nectaríferas. Las plantas benéficas *Antogonon leptopus* y *Cassia cobanensis* se pueden producir en un vivero para luego sembrar a lo largo de las carreteras:

- *Ageratum conyzoides*
- *Ageratum mexicanum*
- *Antogonon leptopus*
- *Cassia cobanensis*
- *Cleome rutidosperma*



**Figura 4.** Mapa del uso de glifosato en una plantación de 10.000 hectáreas. El uso es mayor en la periferia de la plantación y en las nuevas siembras establecidas en tierras anteriormente cubiertas por pasto alang-alang en la parte norte de la plantación.

- *Clidemia hirta*
- *Crotolaria usaramoensis*
- *Erechthites hieracifolia*
- *Euphorbia heterophylla*
- *Euphorbia hirta*
- *Ipomea crassicaulis*
- *Nephrolepis biserata*
- *Sida actua*
- *Turnera subulata*

#### Apilado incorrecto de las hojas

Las hojas podadas son una fuente importante de nutrientes en las plantaciones de palma de aceite. Contienen gran cantidad de nutrientes, y proporcionan materia orgánica y protección para el suelo. La base del pecíolo de las hojas grandes representa un peligro si no se apilan en forma apropiada. Los trabajadores pueden sufrir heridas en la parte inferior de las piernas al retroceder y golpear hojas que han sido apiladas a la ligera.

Las hojas que se cortan durante la cosecha y la poda se deben cortar en dos pedazos. La parte de la hoja se apila formando un cajón alrededor de la palma y el espinoso pecíolo se coloca con las espigas hacia abajo. Algunos cultivadores se quejan del tiempo extra que se gasta para apilar las hojas apropiadamente, pero éste se compensa con una mejor conservación del suelo y menos heridas causadas a los trabajadores por las espigas.

## Manejo de plagas y enfermedades

Comparado con otros cultivos (Ej.: coco, café, caucho), las plagas y enfermedades de la palma de aceite no son un problema importante en el Sureste Asiático pero pueden ser devastadoras en Suramérica. Tomando en cuenta los riesgos involucrados, muchas plantaciones son complacientes con el control de plagas y enfermedades, en particular el uso de sistemas de alerta temprana para monitorear la presión de plagas y enfermedades y determinar las medidas de control necesarias. La Tabla 2 describe las estrategias de manejo de las mismas.



**Tabla 2.** Estrategias de manejo de plagas y enfermedades

Método	Definición	Ejemplo
Preventivo	Técnicas usadas para prevenir la ocurrencia de plagas y enfermedades.	Cuarentena (en los ámbitos de plantación, provincial o nacional), remoción de desechos que crean un ambiente propicio para la propagación de plagas.
Mecánico	Dispositivos usados para atrapar plagas	Trampas para alimañas, trampas de captura y liberación.
Físico	Métodos para prevenir daños causados por plagas, colocando barreras físicas para evitar su entrada.	Mallas para prevenir entrada de cerdos. Cercas para evitar la entrada de plagas.
Genético	Uso de mejoramiento de plantas para desarrollar variedades resistentes a plagas y enfermedades.	Intentos actuales para producir palmas resistentes a Ganoderma.
Biológico	Uso de otros organismos para controlar plagas y enfermedades	Uso del virus para controlar insectos defoliadores. Uso de lechuzas para controlar ratas. Establecimiento de plantas benéficas para proporcionar alimento a depredadores de plagas.
Químico	Uso de agroquímicos para controlar plagas y enfermedades.	Uso de insecticidas para controlar insectos defoliadores.

Antes de desarrollar una política sobre control de plagas y enfermedades es importante determinar las que están presentes en una plantación en particular. La ocurrencia de plagas y enfermedades cambia con el tiempo, de tal manera que la lista se debe actualizar periódicamente. Para cada plaga y enfermedad se debe describir el ciclo de vida antes de diseñar estrategias de control, pues éste ayuda a identificar los niveles máximos permitidos para implementar medidas de control.

Se deben considerar todas las medidas efectivas de control, incluyendo dispositivos físicos y mecánicos, lo mismo que métodos genéticos, biológicos, culturales y químicos (Tabla 2). La efectividad de los métodos depende de la implementación de un ciclo de prevención, observación e intervención.

La intensidad y la frecuencia ideal para la inspección de plagas y enfermedades dependen de la plaga específica, pero por razones prácticas, se deben realizar cada dos meses. Los resultados de la inspección se deben registrar en una base de datos que permita un análisis espacial de la ocurrencia de las plagas y monitorear los cambios en la presión de la plaga a lo largo del tiempo.

El objetivo del manejo de plagas y enfermedades es prevenir o minimizar reducciones significativas en rendimiento debidas a su incidencia, con el empleo de un sistema de alerta temprana que las detecte. Asimismo, determinar métodos biológicos de control para minimizar el uso de agroquímicos.

## Técnicas para superar algunos problemas comunes

### *Sistema de alerta temprana*

La incidencia de plagas y enfermedades a gran escala normalmente se debe a que no se detectó con oportunidad, cuando los métodos de control biológico y químico se pueden usar discretamente, de tal manera que sea posible confinar el daño a pequeñas áreas. Turner (1981), Wood (2002) y de Chenon (1987a; 1987b) proporcionan referencias estándar.

Se deben llevar a cabo inspecciones sistemáticas de la incidencia de plagas y enfermedades cada dos meses, y los registros se deben almacenar en una base de datos agronómica (Figura 5). También se pueden obtener importantes ideas, mapeando la información sobre incidencia de plagas y enfermedades de la base de datos agronómica. Además, el equipo de administración de cosecha debe revisar durante sus inspecciones diarias de campo, la incidencia de plagas y enfermedades, la salud general del follaje y la incidencia de inundaciones o incendios.

### *Estado de preparación*

Si ocurre un brote de plagas o enfermedades, la gerencia debe estar preparada para implementar medidas de control inmediatamente se llegue al umbral económico. Cada plantación debe tener equipos de control (Ej.: equipo para inyectar troncos, de protección personal, etc.) debidamente guardados, y un adecuado inventario de químicos debidamente almacenados.

Form 1.01.2: View block data: Environment/P&D

Division	Field	Block	Year	Field Marker	Growth tag	Age/YOP	Size
Division 01	DD08	306A	2006			18	16.1 ha
						01-1989	11.5 ha mature

Yield Data | Environment / P&D | Nutrients | Veg. Growth/Mngmt | Leaf Analysis | Soil Analysis | Palm Census | Climate

**ENVIRONMENT**

Erosion	Moderate	Altitude	60 m
Ground cover	Hard weeds	Topography	Hilly
Soil conservation	Not Required	Prev. landuse	2nd forest
Drainage	Well drained	Land clearing	Full Man

**GANODERMA & CROWN DISEASE**

Suspect	0	0.0%
Bracket	0	0.0%
Crown dis.	0	0.0%

**PEST AND DISEASE**

Survey date	Pest name	Severity	Affected area	Control measures taken
06-May-06	Elephants	3	30.0 %	Physical: Pig traps
				Biological: Parasitic insects
				Chemical: Spraying
03-May-06	Bagworms	2	100.0 %	Physical: Sanitation
				Biological: Legume cover
				Chemical: Spraying

Report ID: 9212, Status: Closed, Closed date: 17-Aug-06, Duration: 3 month

Record date: 19-May-09

2910 records

DA Menu | Print Menu | Filter OFF | Fertilizer | Monthly yield

Figura 5. Registros de incidencia de plagas y enfermedades almacenados en la base de datos agronómica.

Es necesario hacer revisiones periódicas para verificar que cada plantación esté preparada para implementar medidas de control de plagas en cualquier momento.

### Control biológico

Se debe elaborar una política detallada de las medidas estándar de control biológico que se pueden implementar. Algunos ejemplos incluyen:

- Instalación de cajas de lechuzas para control de ratas
- Almacenamiento de virus para control de insectos defoliadores
- Uso de *metarhizium* para control de *Oryctes*
- Trampas de feromonas para control de escarabajo rinoceronte
- Inoculación de escarabajos rinoceronte con virus
- Supresión de la maleza *Chromolaena odoratum* (Maleza Siam) usando *Cecidochares connexa* (mosquito de las agallas).

## Follaje

El follaje de la palma es como un panel solar que transforma la energía solar en carbohidratos para mantener la biomasa de la palma y producir racimos con contenido de aceite (Breure, 2003; von Uexküll *et al.*, 2003). La tarea del administrador es mantener:

- El tamaño del follaje mediante podas
- La salud del follaje con el monitoreo y el control de plagas y enfermedades
- La productividad del follaje aplicando apropiadamente los nutrientes.

Esta sección se enfoca en el mantenimiento del tamaño óptimo del follaje, que se da cuando el índice de área foliar (Ej.: la proporción de superficie superior total de follaje dividida por el área de tierra en que crece la palma) es de 6 aproximadamente. El tamaño correcto del follaje se logra manipulando:

- El número de palmas por hectárea (densidad por hectárea)
- El tamaño de las hojas (por medio de nutrición)



- El número de hojas en cada palma (poda).

El número de hojas en una palma se relaciona con la tasa de producción de follaje, que cambia con la edad de la palma y es influenciado por las condiciones de crecimiento, y la poda.

Algunas hojas se cortan para facilitar la cosecha de los racimos y se podan las hojas viejas improductivas que no contribuyen al suministro de carbohidratos (y pueden ser una pérdida neta).

El número de hojas requerido para un índice de área foliar óptimo y máxima producción de carbohidratos cambia con la edad de la palma (Tabla 3). Si una palma está en fase de descanso y no contiene racimos, los trabajadores usan el valor de 'hojas por espiral' como guía para la poda.

Se requieren dos rondas de poda para mantener el follaje, pero algunos cultivadores prefieren llevar a cabo podas continuas o progresivas donde a los trabajadores se les paga extra por podar las palmas como se requiera en cada ronda de recolección. Este enfoque requiere altos niveles de habilidad administrativa, pero garantiza el mantenimiento de óptimas condiciones del follaje a lo largo del año.

## Técnicas para superar problemas comunes

### *Exceso de poda en palmas jóvenes*

La rentabilidad financiera de las inversiones en palma de aceite depende en gran parte de la productividad en los primeros años de producción porque, como el dinero, los racimos cosechados hoy valen más que la promesa de racimos en el futuro. Por ejemplo, una tonelada adicional de racimos por hectárea en el tercer año después de la siembra equivale en valor a 3-5 t/ha en el año 10 después de la siembra.

Grandes rendimientos y un corto período desde la siembra hasta la primera cosecha requieren un follaje abundante y saludable durante la fase inmadura. Sin embargo, si la palma llega a la madurez con una carga grande de racimos pero se poda en exceso durante los primeros 1-2 años de cosecha, el suministro de carbohidratos se reduce cuando la palma comienza a producir racimos y a tener crecimiento vegetativo para establecer el tronco y el sistema radical, y la tasa de crecimiento de rendimiento durante los primeros cinco años de producción se reduce.

Las hojas muertas y moribundas se deben eliminar cuando el bloque entra en producción. Para evitar la poda de palmas jóvenes, sin embargo, los racimos se deben cosechar con un cincel angosto de 5 cm sin quitar hojas. La primera poda completa se realiza al final del cuarto año después de la siembra, pero las hojas muertas se deben eliminar cada seis meses.

Algunas veces los cosechadores quitan demasiadas hojas al comienzo de la cosecha, lo que reduce el rendimiento en los años siguientes, que es el resultado esperado del exceso de poda durante los dos primeros años de producción. Los supervisores deben estar entrenados para implementar estándares apropiados (Tabla 3) y asegurarse de que los trabajadores de mantenimiento no eliminen hojas o puntas de hojas para facilitar el acceso para realizar labores de control de malezas y fumigación alrededor de las palmas.

### *Poda de palmas maduras jóvenes*

En palmas maduras jóvenes (8-14 años después de la siembra), se requieren pocas hojas después de que el dosel se ha cerrado. Esto coincide con una fase en el desarrollo del dosel que puede dar por resultado un follaje muy denso, con penetración de luz reducida con frecuencia, lo que da lugar a un terreno con muy escasa vegetación (y mayor erosión del suelo). Es muy

**Tabla 3.** Retención de follaje para maximizar la fotosíntesis y la producción de carbohidratos para producción de racimos

ADS	Retención de follaje	Hojas por espiral	Estándar de poda
<4	Quitar solo hojas senescentes	Quitar solo hojas senescentes	No quitar hojas antes de 4 años después de siembra (ADS)
4 a 7	48 a 56	6 a 7	Dos hojas subtendiendo la espiral más baja de racimos
8 a 14	40 a 48	5 a 6	Una hoja subtendiendo la espiral más baja de racimos
>15	32 a 40	4 a 5	

importante mantener el número correcto de hojas durante esta fase. En cultivos de alta densidad (> 143 palmas/ha) se deben mantener únicamente 40 hojas por palma. En cultivos de baja densidad (< 120 palmas/ha) se deben mantener 48 hojas por palma.

La poda excesiva de palmas maduras jóvenes reduce el suministro de carbohidratos para producción de racimos. La poda excesiva generalmente es el resultado de la falta de supervisión de las operaciones de poda, pero también de prácticas de cosecha incorrectas.

#### *Poda de palmas mayores de 15 años*

Las palmas de más de 15 años de edad requieren menos hojas, porque cada hoja tiene una superficie más grande (Tabla 3). Los cosechadores tienden a descuidar la eliminación de hojas de palmas viejas durante la cosecha para mejorar su productividad, de tal manera que se requiere supervisión continua para mantener un buen estándar. La retención de hojas moribundas e indeseables se puede evitar realizando dos rondas de poda (2-3 h/d/ha/ronda). También es importante asegurarse de que se eliminan las hojas que estén colgando durante las podas semestrales.

En la mayoría de los casos, los recolectores no pueden cosechar racimos en forma segura en palmas donde la distancia del suelo al racimo maduro es más de 12-14 m, como se mencionó arriba. La gerencia debe establecer un límite de altura para cosechar palmas altas y eliminar las palmas que son demasiado altas para cosechar. Esto simplifica la supervisión, ya que todas las palmas restantes deben ser cosechadas.

#### *Reducción del rendimiento por competencia entre palmas*

Durante esta fase se puede requerir un raleo si hay evidencia de competencia entre palmas. Los síntomas de competencia excesiva entre palmas incluyen:

##### Indicadores cuantitativos

- Reducida intensidad de luz bajo el dosel
- Mayores rendimientos y menor crecimiento en palmas a la orilla de las carreteras
- Rendimiento reducido
- Palmas etioladas

- Aumento de la longitud del raquis.

##### Indicadores cualitativos

- Terreno con escasa vegetación debido a la poca penetración de luz
- Hojas superpuestas y entrelazadas
- Hojas de apariencia erecta
- Racimos deformados debido al efecto de la presión de las hojas sobre los racimos durante la formación
- Muerte prematura de las hojas bajas.

Antes de implementar un raleo sistemático (Ej.: eliminación de la palma central en cada hexágono o '1-en-7' palmas), se deben eliminar todas las palmas improproductivas. (Figura 6).

#### *Falta de poda en palmas maduras*

La falta de poda en palmas maduras  $\geq 8$  años después de la siembra reduce la función del follaje, dificulta la labor de los cosechadores y contribuye a la ineficiencia de la cosecha. La falta de poda a veces ocurre cuando a los cosechadores se les permite cortar racimos sin eliminar la hoja inferior.

Algunos cultivadores prefieren la poda continua o de mantenimiento donde a los cosechadores se les paga extra por podar las palmas durante la cosecha para mantenerlas siempre en buenas condiciones.



**Figura 6.** Palma podada correctamente 5 años después de la siembra. Cada racimo negro tiene dos hojas por debajo y se retienen entre 48 y 56 hojas.



## Número de palmas por unidad de superficie

El conocimiento del número de palmas por unidad de superficie es importante para entender las limitaciones del rendimiento y planear mejoras. No es probable que pequeñas diferencias entre la densidad y el número de palmas por hectárea (NPH) ( $\pm 5$ -10 palmas/ha o 93-97% de densidad) afecten el rendimiento máximo económico, ya que la producción de las seis palmas alrededor compensan el punto vacío. Sin embargo, si hay una diferencia grande entre la densidad y el número de palmas por hectárea, el rendimiento máximo económico se verá reducido, especialmente si los puntos vacíos se encuentran en grupos. El número de palmas por hectárea es con frecuencia el principal factor que explica la diferencia entre el rendimiento real y el rendimiento potencial.

El objetivo es lograr y mantener un cultivo completo de palmas productivas de tal manera que el número de palmas por hectárea sea igual a la densidad de siembra.

### Técnicas para superar problemas comunes

#### Estudio y cartografía isométrica

Se debe realizar un censo clasificando las palmas de acuerdo con las siguientes categorías:

- Maduras (palmas actualmente en producción)
- Inmaduras (palmas que han florecido pero que no han sido cosechadas todavía)
- Nueva siembra (no hay evidencia de flores)
- Muertas (no hay emisión de nuevas hojas)
- No apto para siembra (área que no puede ser sembrada debido a obstrucciones naturales)
- Anormales (palmas enanas improductivas, palmas Pisífera estériles, palmas gigantes).

Después de realizar el censo de las palmas, se deben graficar los datos en un mapa (para identificar posibles parches con palmas improductivas), y calcular el porcentaje de palmas en cada categoría y el número de palmas por hectárea. El número de palmas por hectárea  $NPH = \text{área de palmas maduras} \times \text{densidad de palmas} \times 100$

Los datos del número de palmas se deben almacenar en una base de datos que proporcione análisis e informes que faciliten el manejo en el campo (Tabla 4). En esta muestra, el número de palmas por hectárea oscila entre 85 y 164. El rendimiento y el número de palmas por hectárea en el Bloque 225E requiere una revisión.

#### Marcado de palmas e hileras

Para un manejo eficiente, se deben numerar todas las hileras de palmas y cada palma LSU. Se marca el número de hilera y el número de palmas en la hilera respectiva. Esto ayuda a la administración a asignar tareas, y calcular el trabajo realizado y los requerimientos de fertilizante.

**Tabla 4.** Datos completos del número de palmas en un conjunto de bloques

Producción										Censo palmas									
Bloques	Rendimiento	ABW	Racimos	Kg/m	SPH	Año	Total palmas	En producción		En desarrollo		Oferta		Anormal		Muerto		Sin sembrar	
								No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%
223D	30,6	10,1	18,4	93	164	5	2.078	1.967	94,7	-	-	-	-	-	-	111	5,3		
225D	10,4	4,7	15,1	93	151	6	2.921	2.589	88,6	97	3,3	-	-	-	-	235	8,0	19	0,6
225E	45,5	9,1	91,1	93	85	5	258	164	63,6	91	36,3	-	-	-	-	3	12	-	-
234B	10,7	5,6	17,8	93	118	5	3.332	2.824	84,8	243	7,3	-	-	-	-	265	8,0	225	6,3
Resumen División							8.589	7.554	87,8	431	5,0	-	-	-	-	614	7,1	304	3,4
Promedio Total	16,5	6,9	18,6	128	-	5													

### *Eliminación de palmas improductivas*

Las palmas anormales compiten por luz, nutrientes y agua pero no producen racimos. La eliminación de palmas improductivas trae los siguientes beneficios:

- Reducción de costos de fertilización (los puntos vacíos no se fertilizan)
- Reducción en costos de control de malezas alrededor de las palmas
- Aumento en el rendimiento de las seis palmas que rodean el punto vacío.

Los cosechadores pueden identificar mejor las palmas improductivas durante una inspección en la temporada de cosecha baja (Ahmad Ali, 1993). Una palma improductiva no contiene racimos y no hay evidencia de que haya producido racimos en los últimos dos años. Las palmas improductivas se marcan con una X roja (~ 50 cm<sup>2</sup>) aproximadamente a 1,2 m del suelo en el lado de la palma que da al camino de cosecha. La inspección se repite después de seis meses y las palmas que se confirman como improductivas (Ej.: palmas que no tienen racimos y que no han producido racimos por lo menos en dos años) se pueden eliminar inmediatamente. El censo se repite un año después y las palmas “sospechosas”, que ahora se han confirmado como improductivas, se eliminan.

Las palmas improductivas se eliminan usando glifosato (100 ml/palma) y se tumban una vez que el follaje se vuelve color café y colapsa alrededor de la corona de la palma.

### *Resiembra*

En cultivos de más de cuatro años no vale la pena reemplazar las palmas eliminadas, porque la sombra de las palmas vecinas no permite el crecimiento. En el primer año de cosecha (3 años después de siembra) puede valer la pena reemplazarlas, especialmente si hay grupos de palmas anormales o faltantes (Ej.: en áreas previamente mal drenadas o en áreas descuidadas durante la fase de inmadurez).

Antes de hacer cualquier resiembra, se deben eliminar todas las palmas anormales y, si es posible, usar material de siembra avanzado para reemplazar las palmas eliminadas.

### *Resiembra tardía*

Todas las plantaciones deben esforzarse para tener un programa de resiembra donde aproximadamente el 4% del área madura se resiembra cada año de tal manera que la edad máxima de las palmas sea <25 años y la máxima altura sea <14 m. Siempre existe la tentación de demorar la resiembra para aumentar la cosecha cuando los precios están altos, pero las empresas bien administradas reconocen que hay mayores beneficios a largo plazo manteniendo un programa estándar de resiembra.

## **Residuos de cosecha**

Los residuos de cosecha (racimos vacíos, torta de decantación, residuos de palmiste y aguas residuales de la planta de beneficio) son fuentes importantes de nutrientes que proporcionan materia orgánica al suelo (Redshaw, 2003), que se pueden usar para sustituir fertilizantes minerales calculando la cantidad de nutrientes en los residuos y ajustando el programa de fertilización de acuerdo con esos cálculos. En algunos suelos no muy fértiles, con la aplicación de residuos de cosecha se puede lograr un mayor aumento en el rendimiento que con el uso exclusivo de fertilizantes minerales.

El potasio es el nutriente más abundante en los racimos vacíos. Se encuentra en la savia celular y la liberación empieza tan pronto como los racimos comienzan a descomponerse. Por tanto, si los racimos vacíos se botan al lado del camino y se demora la aplicación al campo, el potasio contenido en ellos puede ser liberado y lavado hacia los drenajes de la carretera. Así, cuando los racimos se esparcen en el campo, el contenido de potasio puede ser muy pequeño, y si la aplicación de fertilizante potásico se ha reducido teniendo en cuenta el contenido del elemento en los racimos vacíos, las palmas no recibirán suficiente potasio.

No se recomienda el compostaje de racimos vacíos, porque gran parte del contenido de potasio se pierde durante el proceso,

Cada tipo de residuo se debe colocar en la zona de aplicación correcta (Tabla 5) y se debe analizar el contenido de nutrientes (N, P, K, y Mg) para calcular la tasa de sustitución de fertilizante. La torta de palma gene-



**Tabla 5.** Tasas de aplicación recomendadas y colocación de los residuos de cosecha

Residuo	Tasa de aplicación	Zona de aplicación
Racimos vacíos	40-75 t/ha	En una franja bajo el follaje usando un esparcidor. Formando un cajón entre las hileras de palmas.
Torta de decantación	20-40 t/ha	En fosas poco profundas (30 cm profundidad), preparadas con una mini-excavadora, entre hileras de palmas.
Efluente de planta de beneficio	500-700 t/ha	En zanjas de riego (30 cm profundidad) entre hileras de palmas. Dividido en 3-6 aplicaciones.
Torta de palmiste	20-40 t/ha	En fosas poco profundas (30 cm profundidad), preparadas con una mini-excavadora, entre hileras de palmas.

ralmente se vende como suplemento alimenticio para bovinos, pero en áreas remotas lejos de los mercados puede ser más rentable usarla como fertilizante.

El objetivo es garantizar la plena utilización de todos los residuos de cosecha producidos en la planta de beneficio implementando una aplicación oportuna y precisa en áreas designadas, donde la aplicación de fertilizantes minerales se reduce de acuerdo con el contenido de nutrientes de los residuos.

En los últimos 10 años se han desarrollado técnicas para convertir la biomasa de la palma de aceite y algunos residuos de cosecha en biocombustibles, creando por tanto una fuente potencial de ingresos para las plantaciones. Se debe tener mucho cuidado para evitar socavar la sostenibilidad a largo plazo del sistema de la palma de aceite con la excesiva eliminación de biomasa que afecte la fertilidad del suelo por deficiencia de materia orgánica y nutrientes (Fairhurst y Mutert, 1997; Teoh y Chia, 1993).

### Técnicas para superar problemas comunes

*Racimos vacíos y torta de decantación no esparcidos oportunamente después de ser llevados al campo*

Consejos para la utilización eficiente de racimos vacíos:

- Hacer un plan como parte de la preparación del presupuesto anual para calcular la producción mensual de racimos vacíos (asumiendo 0,2 toneladas de racimos vacíos por tonelada de racimo de fruta fresca) y torta de decantación (asumiendo 0,03 toneladas de torta por 1 tonelada de racimos

de frutas). Actualizar el plan con base en proyecciones periódicas de cosecha mensual

- Calcular los recursos (mano de obra, transporte, mecanización) requeridos para mantener el transporte de la planta de beneficio al campo y las labores de aplicación
- Considerar la posibilidad de devolver los camiones que traen racimos de fruta fresca cargados con racimos vacíos para reducir los costos de transporte y mejorar la eficiencia del transporte. Se pueden requerir camiones adicionales para el transporte de racimos, pero lo más probable es que los costos generales de transporte se reduzcan
- Puede ser necesario un sistema dedicado de transporte de residuos de cosecha si las plantaciones aplican residuos de cosecha derivados de pequeños productores en sus propios cultivos
- Organizar grupos permanentes de trabajadores asignados a esparcir racimos vacíos para evitar demoras en la aplicación al campo.

Se puede usar un sistema de base de datos para comparar la aplicación de residuos de cosecha real y programada (Figura 7).

*Pérdida de torta de decantación y torta de palmiste por escorrentía*

Las tortas de decantación y de palmiste aplicadas a la superficie del suelo pueden ser arrastradas por el agua de escorrentía y dificultar la cosecha y la recolección de frutos sueltos. Esto se puede evitar aplicando las tortas en zanjas poco profundas (30 cm profundidad) preparadas con una mini excavadora.

División	Fertilizante	App.	Total	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Bloque			Rec. _____	t/ha _____											
División 01	EFB		A	38	-	-	-	-	-	-	32	6	-	-	-
309B	Diff.	-2	R	40	-	-	-	40	-	-	-	-	-	-	-
División 02	EFB		A	29	-	-	-	-	-	-	-	-	21	9	-
220A	Diff.	-11	R	40	-	-	-	-	-	-	-	-	40	-	-
División 02	EFB		A	44	-	-	-	-	-	3	41	-	-	-	-
223B	Diff.	4	R	40	-	-	40	-	-	-	-	-	-	-	-
División 05	EFB		A	41	-	-	-	4	37	-	-	-	-	-	-
503B	Diff.	1	R	40	-	-	-	-	-	-	40	-	-	-	-
División 05	EFB		A	32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	32	-
507C	Diff.	-8	R	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	40	-
División 05	EFB		A	42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	42	-
507D	Diff.	2	R	40	-	-	-	-	-	-	-	-	40	-	-
División 05	EFB		A	26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	26
508C	Diff.	-14	R	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	40
División 05	EFB		A	13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	4
508D	Diff.	-27	R	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	20
Reps: 37														2005	

**Figura 7.** Monitoreo de racimos vacíos programados para aplicación en campo. El *mulching* o acolchado no se completó en cinco de los ocho bloques.

### Aptitud del suelo para aplicación de aguas residuales de la planta de beneficio

El método más común para la aplicación de aguas residuales tratadas al campo (con demanda biológica de oxígeno (DBO < 100) es bombeándolas de la planta de beneficio a zanjas en cascada instaladas entre las hileras de las palmas. Antes de instalar las zanjas se debe hacer un estudio para determinar la aptitud del sitio (Tabla 6). La infiltración del suelo se debe medir usando un infiltrómetro de doble anillo para poder calibrar apropiadamente la tasa de aplicación y así evitar el desbordamiento de las zanjas.

## Fertilizante

El fertilizante es el insumo más costoso en una plantación; con frecuencia representa 70-80% de los costos de producción y 30-40% de los costos totales, y es el factor de producción con el potencial más grande para aumentar el rendimiento (Goh & Härdter, 2003). Por tanto, el objetivo es manejar el tipo, época, lugar y cantidad del fertilizante aplicado para lograr la máxima respuesta en términos de mejor crecimiento vegetativo

**Tabla 6.** Evaluación del campo antes de instalar zanjas para aguas residuales de la planta de beneficio

Aspecto	Condiciones mínimas
Profundidad al lecho rocoso, hardpan o nivel freático	Mínimo 100 cm
Tasa de infiltración del suelo	Por lo menos 1,5 cm/hora y no más de 50 cm/hora.
Pendiente	Menos de 24% (XXo)
Contenido de piedra del suelo	<50% piedra (≥7,5 cm)
Inundación	Sin riesgo de inundación
Suelo	Suelos con muy rápida o muy lenta infiltración no son aptos para aplicación de aguas residuales de la planta de beneficio.

y rendimiento de racimos, y minimizar la fuga de los nutrientes a cuerpos de agua y al medio ambiente externo (Goh *et al.*, 2003).

Los agrónomos calculan los requisitos de fertilizante asumiendo con frecuencia su eficiencia con base en el tipo de fertilizante usado, las cantidades aplicadas,



tipo de suelo, pendiente, técnicas de aplicación y el clima esperado. Sin embargo, todo esto puede ser contrarrestado por malas técnicas de aplicación, aplicaciones inoportunas o lluvias inusuales que causan la pérdida de nutrientes y contaminación del ambiente (Chew, 1985). El cumplimiento estricto de las recomendaciones de métodos de aplicación y la iniciativa de ajustar las épocas de aplicación durante períodos de clima desfavorable garantizan mayor eficiencia en la absorción de los nutrientes aplicados y posiblemente una reducción en los insumos requeridos a largo plazo (Chew, 1985).

La preparación de las recomendaciones de fertilizante es un proceso costoso y complejo. Se requieren ensayos de fertilizante para determinar la cantidad óptima, y análisis foliar e inspecciones de campo para evaluar el estado nutricional de la plantación. La gerencia recibe recomendaciones de fertilizante en términos de:

- Cantidad aplicada (kg/palma)
- Tipo de fertilizante
- Número de aplicaciones
- Mes o meses de aplicación.

Las fallas en el manejo de fertilizantes se relacionan con:

- Recomendaciones incorrectas
- Incorrecta implementación de las recomendaciones.

### Técnicas para superar problemas comunes

#### Selección incorrecta del fertilizante

El costo de los nutrientes varía ampliamente dependiendo de la fuente y, en general, el costo de los nutrientes es mayor en fertilizantes compuestos en comparación con los fertilizantes simples. Siempre vale la pena analizar lo siguiente:

- Comparar el costo de los nutrientes en fertilizantes compuestos con la cantidad equivalente de nutrientes en fertilizantes simples
- Comparar la cantidad total de nutrientes requerida usando fertilizantes compuestos y fertilizantes simples. Por lo general se requieren cantidades mayores de fertilizante compuesto para incorporar cierta cantidad de nutrientes y además es más costoso que los fertilizantes simples.

FertChooser es un software muy útil para comparar las diferentes fuentes de nutrientes y se puede bajar gratis de la página [www.irri.org/science/software/fertchooser.asp](http://www.irri.org/science/software/fertchooser.asp)

Otra desventaja de los fertilizantes compuestos es que es más difícil, si no imposible, incorporar la cantidad correcta de cada nutriente en cada bloque, porque la proporción de nutrientes en un fertilizante compuesto es fija. Es posible hacer una aplicación basal de fertilizante compuesto para incorporar todo el fósforo requerido y hacer aplicaciones complementarias de nitrógeno y potasio.

La gerencia debe revisar continuamente que no haya alteración de los fertilizantes:

- Urea, sulfato de amonio, nitrato de amonio, cloruro de amonio, cloruro de potasio, superfosfato triple, fosfato diamónico son materiales completamente solubles. Se debe tomar una muestra de 1 kg del fertilizante y disolver en un balde de agua limpia. Si se observan más que trazas de residuos, es muy probable que el fertilizante haya sido adulterado en la fuente o durante el tránsito.
- Tomar una muestra de cada lote de fertilizante recibido y mandar analizar.

El contenido de nutrientes debe estar dentro de dos puntos porcentuales de la especificación de fertilizante.

**Tabla 7.** Copia impresa de OMP que muestra el rendimiento, aplicación de fertilizantes, datos de análisis foliar y crecimiento vegetativo en un bloque de 16,1 ha

Yr	YAP	Pot	Act	Gap	BW	BN	A	R	A	R	A	R	A	R	A	R	L	D	L	L	Rc	D	L	D	L	D	CM2	M	P/ha
06	18	28	17	-10.7	23	8	1.6	1.6	0.4	0.5	-	2.4	0.3	0.03	0.03	0.03	2.8	-	0.15	1.2	1.2	3	0.14	1	19	1	40	6	98
05	17	28	15	-13.1	21	7	1.4	1.6	0.9	0.9	-	2.4	0.4	0.4	-	-	2.4	2	0.13	1.0	1.1	3	0.14	1	13	-	32	6	102
04	16	28	11	-17.0	18	6	0.5	1.4	1.2	1.1	0.8	1.5	0.1	-	-	-	0.14		0.14	1.1	1.0	2	0.14	1	11	2	59	5	96
03	15	28	9	-18.8	15	6	1.1	1.2	0.3	0.5	0.8	1.7	-	0.1	-	-	0.14		0.14	1.0	2.3	2	0.20	3	12	1	39	5	96

### *Recomendaciones incorrectas de fertilizante*

Para dar recomendaciones correctas sobre fertilizantes para un sitio en particular, el agrónomo debe tener acceso a datos de análisis de suelo, respuesta al fertilizante e información sobre el estado nutricional de cada bloque en la plantación.

El análisis de suelo proporciona información que ayuda a caracterizar un ambiente particular, especialmente la respuesta a nitrógeno, fósforo, potasio y magnesio (Paramananthan, 2003). Para caracterizar una plantación, se preparan muestras compuestas de la capa vegetal (0-20 cm profundidad) tomadas del círculo alrededor de la palma y del follaje en cada unidad de muestreo foliar (una intensidad de muestreo de aproximadamente 1,3%). Por tanto, se preparan dos muestras por cada bloque y se analiza el pH, N total, C orgánico, K intercambiable, capacidad de intercambio catiónico de Ca y Mg, P disponible y textura del suelo. El muestreo y análisis de suelo se debe hacer cada cinco años en cada bloque para poder monitorear los cambios de fertilidad del suelo a largo plazo.

Los datos de respuesta al fertilizante se obtienen de ensayos factoriales del mismo en los que los nutrientes se aplican en una gama de combinaciones de tal manera que se pueda calcular la combinación óptima de N, P, K, y Mg (Foster, 2003; Goh y Härdter, 2003; Goh *et al.*, 2003). Es posible que algunas plantaciones no requieran implementar ensayos si existen datos disponibles de ensayos realizados en suelos similares con condiciones climáticas y material de siembra similares.

El análisis foliar y los síntomas foliares de deficiencias proporcionan información sobre el estado nutricional de la palma (Foster, 2003). Se debe tener mucho cuidado para establecer correctamente el sistema de muestreo foliar y seleccionar y tomar muestras de la hoja 17, el tejido de referencia en palmas maduras (Fairhurst, 2007).

La utilidad del análisis foliar es mucho mayor cuando se dispone de datos de cuatro años, pues ello posibilita el análisis de tendencia en niveles foliares comparado con los insumos y el rendimiento (Tabla 7). En este ejemplo, los niveles de P han mejorado, pero los niveles de Mg han disminuido en los últimos cuatro años.

### *Fallas en la implementación de las recomendaciones de fertilizante*

A veces se recomiendan cantidades de fertilizante que son difíciles, si no imposibles, de aplicar en el campo. Es muy común encontrar gran variabilidad en la cantidad de fertilizante aplicada a cada palma. Para que las palmas se puedan beneficiar del programa de fertilización recomendado se requiere una aplicación uniforme y los errores en aplicación en el campo pueden ser tan grandes que la precisión contenida en las recomendaciones del fertilizante, basadas en ensayos y análisis foliar, se pierde.

Un enfoque práctico es hacer recomendaciones de fertilizante en incrementos de 0,5 kg, dando al agrónomo un margen considerable para variar las cantidades aplicadas entre bloques. Debido a que la densidad aparente de los fertilizantes varía ampliamente, el volumen de un vaso dosificador calibrado para medir 0,5 kg es diferente para cada fertilizante. Por ejemplo, la densidad aparente de la urea es 0,77 kg/l así que el tamaño de un vaso dosificador calibrado para medir 0,5 kg es 650 cm<sup>3</sup>. Por el contrario, la densidad aparente de kieserita es 1,4 kg/l de tal manera que el tamaño de un vaso dosificador calibrado para medir 0,5 kg es 460 cm<sup>3</sup>.

Los vasos dosificadores para fertilizantes deben ser fabricados por la compañía. Los dosificadores se pueden hacer de hojalata, vasos plásticos, botellas plásticas o tubos de PVC de 110 mm usando tubos de acero de 110 mm para cortar tapones de 3 mm de PVC. Los vasos dosificadores se deben marcar usando tinta indeleble.

Alternativamente, se pueden fabricar cucharas calibradas usando un molde de plástico fundido. La cuchara debe ser fabricada con marcas de tal manera que pueda ser cortada para medir 0,5 kg de fertilizante.

La mayoría de los proveedores de fertilizante están preparados para entregar fertilizantes en bolsas con una banda de color indicando el contenido de nutriente. Por ejemplo, todos los fertilizantes nitrogenados tienen una banda verde, la del fósforo es morada, etc. El código de color debe coincidir con el código de color usado en los dosificadores, de tal forma que es muy fácil verificar que se está usando el dosificador correcto con el respectivo fertilizante.



Otro problema común es que se aplica más fertilizante a las palmas que están a la orilla de la carretera que a las que están localizadas hacia el centro. Estas diferencias se ven en fotografías aéreas. Para evitar que esto suceda, los trabajadores deben alternar el comienzo de la fertilización entre la orilla de la carretera y el centro del bloque.

Si se hace una aplicación mecanizada de fertilizante, la maquinaria se debe calibrar y probar cuidadosamente en el campo antes de iniciar la aplicación.

Se puede usar una base de datos computarizada que contenga recomendaciones bloque por bloque y que permita registrar aplicaciones de fertilizante que puedan ser usadas para evaluar la precisión de la aplicación (Figura 8). En este ejemplo, el fertilizante se aplicó en forma precisa, pero la urea se aplicó antes de lo previsto.

**División incorrecta de las cantidades recomendadas**

La absorción de nutrientes es más eficiente cuando se aplican grandes dosis en varias aplicaciones. Donde se requieren grandes cantidades de nitrógeno y potasio (Ej.: >2.5 kg/palma de cada fertilizante), se deben programar dos o tres aplicaciones de cada fertilizante. Para fósforo, magnesio y boro se puede hacer una aplicación al año.

**Fertilizante aplicado en el lugar equivocado**

Los fertilizantes son más efectivos cuando se esparcen uniformemente sobre el área de aplicación. Mientras más uniforme sea la aplicación, mayor es el contacto

entre el fertilizante y el sistema radical de la palma y, por tanto, más eficiente la absorción de nutrientes.

El fertilizante amontonado puede quemar las raíces que están cerca a la superficie del suelo. Si el fertilizante se aplica en los círculos alrededor de las palmas, se debe esparcir uniformemente en todo el círculo. Esto no es difícil de lograr si los trabajadores tienen vasos dosificadores debidamente calibrados y reciben instrucciones claras.

En el pasado, los fertilizantes se aplicaban sobre el círculo libre de malezas en parte para facilitar a los supervisores detectar si se habían aplicado correctamente. Sin embargo, para maximizar la eficiencia de la absorción, el fósforo, potasio y magnesio se puede aplicar debajo del área foliar ya que allí hay gran cantidad de raíces absorbentes activas.

Algunos agrónomos prefieren la aplicación de fertilizantes en huecos en el suelo, pero no existe evidencia experimental que demuestre que la tasa de absorción de nutrientes sea mayor comparada con otras técnicas convencionales de aplicación.

**Época incorrecta de aplicación de fertilizantes**

La gerencia debe planear la aplicación de fertilizantes en una secuencia adecuada de acuerdo con otras operaciones de la plantación:

Para urea:

- La aplicación se debe programar para los meses cuando las estadísticas meteorológicas muestran

División	Fertilizante	App.	Total	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.
Bloque		Rec.	kg/palm												
División 01	Urea	A	3.49	2.50	-	-	-	0.99	-	-	-	-	-	-	-
306A	Diff.	-0.01	R	3.50	-	-	-	1.00	-	-	1.50	-	-	1.00	-
División 01	RP	A	1.48	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.48
306A	Diff.	-0.02	R	1.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.50
División 01	KCL	A	3.95	-	0.99	-	1.48	-	-	-	-	-	-	1.48	-
306A	Diff.	-0.05	R	4.00	-	1.00	-	1.50	-	-	-	-	-	1.50	-
División 01	Borato	A	0.25	-	-	0.25	-	-	-	-	-	-	-	-	-
306A	Diff.	-	R	0.25	-	-	0.25	-	-	-	-	-	-	-	-
División 01	Kieserita	A	1.08	1.08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
306A	Diff.	0.08	R	1.08	1.08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

**Figura 8.** Comparación de fertilizante recomendado (R) y aplicado (A) para un bloque usando OMP.

que existe la máxima posibilidad de que caerán por lo menos 10 mm de lluvia dentro de los cuatro días después de la aplicación.

- El día ideal para la aplicación es un día nublado con poco viento y por lo menos 10 mm de lluvia temprano en la tarde.
- Indicaciones más precisas de la mejor época para la aplicación de urea se pueden calcular con base en datos recogidos de estaciones meteorológicas una vez que haya suficientes datos acumulados.

La poda, la limpieza y la aplicación de fertilizantes nitrogenados se deben programar de tal manera que:

- La limpieza se lleva a cabo después de la poda para eliminar los desechos y facilitar las labores de cosecha
- El fertilizante nitrogenado se aplica a los círculos desmalezados alrededor de las palmas después de haber terminado la limpieza.

La aplicación de fertilizantes se debe posponer en caso de presentarse un clima inusualmente seco o lluvioso.

Algunos fertilizantes son antagónicos a la absorción de otros fertilizantes. Por esta razón, se debe evitar hacer aplicaciones sucesivas de potasio y magnesio.

### *Reducción en el uso de fertilizantes*

La palma de aceite es un cultivo básico y los precios de los aceites de palma y de palmiste fluctúan de año a año. Cuando estos caen, algunas plantaciones tienden a reducir la fertilización. Nazeeb (1993) demostró que el rendimiento se reduce entre 1,9 y 5,2 toneladas/hectárea/año después de dejar de aplicar fertilizantes durante cuatro a seis años. Sin embargo, no se observó una disminución significativa del rendimiento en los primeros 2-3 años después de dejar de aplicar fertilizantes. Por tanto, dejar de aplicar fertilizantes debido a la caída de los precios puede reducir significativamente el rendimiento después de cuatro años, cuando probablemente los precios serán más favorables.

Asumiendo que las recomendaciones de fertilización se prepararon correctamente, no se recomienda reducir la fertilización, excepto en situaciones particulares:

**Tabla 8.** Reducción de fertilización en campos donde la resiembra se aproxima

Nutriente	Época de reducción (años antes de resiembra)
Nitrógeno	1
Fósforo	3
Potasio	2
Magnesio	2-3

- La respuesta fertilizante es muy pobre y muy sensible a los precios relativos de los productos de palma y los fertilizantes
- Cuando la resiembra se aproxima. Es una práctica común dejar de usar fertilizantes antes de la resiembra (Tabla 8).

Un importante beneficio de los bloques BMP es que la gerencia puede comparar aquellos donde los programas de fertilización nunca se han ajustado o la fertilización no se ha reducido con bloques donde la fertilización se ha reducido por razones económicas de corto plazo.

### *Aplicación desequilibrada de fertilizantes*

En muchos suelos existen fuertes interacciones entre nutrientes. Por ejemplo, la respuesta al fertilizante nitrogenado puede ser pequeña a menos que se aplique potasio. Si se aplican grandes cantidades de nitrógeno sin equilibrar el suministro de potasio, el nitrógeno no va a ser absorbido eficientemente.

Una raya blanca indica el uso de un fertilizante desequilibrado y es común donde se han usado cantidades excesivas de nitrógeno con cantidades insuficientes de potasio y boro.

### *Nitrógeno aplicado sobre materia orgánica muerta*

Una cantidad significativa del nitrógeno contenido en fertilizantes nitrogenados amoniacales, como la urea, se puede perder en la atmósfera debido a la volatilización. La mejor forma de mejorar el uso eficiente de la urea es a través de prácticas culturales:

- La urea se puede atrapar en residuos de plantas y desechos en los círculos alrededor de las palmas donde la abundancia de ureasa la convierte en amonio, que luego se volatiliza porque no existe la posibilidad de atrapar el amonio en partículas de suelo cargadas (materia orgánica del suelo y arcilla)



**Tabla 9.** Parámetros registrados en la base de datos agronómica de la plantación

Parámetro	Frecuencia
Rendimiento (incluyendo número y peso de los racimos).	Datos mensuales registrados cada año.
Propiedades químicas del suelo (pH, carbono orgánico, nitrógeno total, cationes intercambiables, capacidad catiónica de cambio, fósforo y potasio total y disponible).	Muestreo y análisis de suelo (textura del suelo) cada cinco años (propiedades químicas del suelo).
Estado nutricional de la palma (registros de análisis foliar y síntomas visuales).	Muestreo y análisis foliar y evaluación visual anualmente.
Cantidades aplicadas de fertilizantes y residuos de cosecha.	Cantidad de fertilizante y residuos de cosecha registrados mensualmente.
Evaluaciones anuales de erosión, cobertura vegetal, conservación del suelo y drenaje usando un sistema estándar de puntajes.	Evaluación anual.
Incidencia de plagas y enfermedades, y medidas de control (químicas y biológicas) utilizadas.	Inspecciones regulares, registros de plagas y enfermedades, y medidas de control utilizadas.
Número de palmas (maduras, inmaduras, de reemplazo, muertas, anormales y puntos no aptos para siembra).	Censo cada cinco años.
Cobertura vegetal, erosión del suelo, drenaje, dosel.	Evaluación anual.

- La urea se debe programar para ser aplicada después de la limpieza de los círculos alrededor de las palmas para garantizar que la cantidad de ureasa presente en los desechos y malezas sea mínima.

Por tanto, es mejor aplicar el fertilizante nitrogenado en los círculos alrededor de las palmas libres de malezas y desechos, porque las pérdidas por volatilización son mayores cuando la urea entra en contacto directo con materia orgánica en descomposición y ureasa. Las pérdidas de nitrógeno por volatilización son menores cuando se aplica nitrato de amonio.

#### Nitrógeno aplicado en suelos mal drenados

La desnitrificación ocurre cuando las bacterias y microorganismos en el suelo usan el oxígeno (O<sub>2</sub>) del nitrato-N (NO<sub>3</sub>-N) presente en el suelo porque no hay suficiente oxígeno para satisfacer sus necesidades. El resultado final es la producción de gases de N (N<sub>2</sub> óxido nitroso, N<sub>2</sub>O) que se pierden del suelo. Dos condiciones que crean un ambiente que favorece la desnitrificación son:

- Suelos húmedos mal drenados (turba, potencialmente suelos sulfatados ácidos)
- Suelos compactados.

Las pérdidas de nitrógeno por desnitrificación se pueden reducir instalando drenajes adecuados para prevenir el anegamiento. Los drenajes se deben limpiar

tan pronto como el suelo que se acumula en el fondo reduce sus funciones. La compactación del suelo puede ser causada por los métodos de desmonte usados o la mecanización excesiva del campo con vehículos no apropiados. El daño causado por el desmonte de las tierras se puede reducir usando cuchillas de corte o rastrillos en vez de cuchillas planas en bulldozers y llantas de baja presión en los vehículos utilizados para la recolección de la cosecha y aplicación de fertilizantes.

## Manejo del suelo

El buen manejo del suelo es parte esencial de las prácticas de la agricultura sostenible, pero es difícil de definir y luego medir sus propiedades que proporcionen una indicación confiable de lo que se conoce ahora como “salud del suelo”.

Por ejemplo, el balance de nutrientes para un bloque en particular puede ser negativo para potasio (K),

**Tabla 10.** Frecuencia de instalación de pozos de sedimentación

Pendiente Grados	Frecuencia	
	%	
1-5	2-10	1 en 4 palmas
5-12	10-20	1 en 3 palmas
>12	>20	1 en 2 palmas

pero esto puede ser parte de un plan deliberado para explotar grandes reservas de potasio disponible. La práctica sostenible en este caso sería monitorear las reservas de potasio en el suelo y aplicarlo cuando las reservas se hayan reducido de tal manera que ello contribuya al rendimiento. Por el contrario, en algunos suelos de baja fertilidad las reservas de carbono orgánico pueden estar agotadas como resultado de la remoción de desechos del cultivo (hojas podadas y troncos), a tal punto que para reponer ese elemento se requiere la aplicación de grandes cantidades de residuos de cosecha, y aun así puede ser imposible. Obviamente es peligroso hacer generalizaciones, ya que lo que puede ser sostenible en un sitio puede ser insostenible en otro.

Se recomienda tener una base de datos agronómica donde se almacenen datos críticos fácilmente disponibles para la evaluación de la sostenibilidad. Se requieren registros de ciertos parámetros por cada bloque de la plantación (Tabla 9) (Fairhurst *et al.*, 2000; Gfroerer, 2009).

Se debe realizar un análisis de suelo en todos los bloques cada cinco años. Cada año, seleccionar 20% de los bloques representativos de siembras de diferentes edades para investigar cambios en las propiedades químicas del suelo en relación con el tiempo que lleva sembrado con palma de aceite.

- Con un conjunto completo de datos es posible llevar a cabo evaluaciones de la sostenibilidad
- Investigar el balance de nutrientes en relación con los cambios en las reservas de nutrientes en el suelo, aplicación de fertilizantes y cantidad de nutrientes reciclados en residuos de cosecha
- Investigar cambios en el carbono orgánico del suelo en relación con la cantidad de residuos de cosecha aplicados. Comparar el estado del carbono orgánico del suelo en el círculo alrededor de las palmas y bajo el follaje, para evaluar el efecto de las hojas podadas en los niveles de carbono orgánico
- Evaluar el uso de pesticidas en relación con la incidencia y control de plagas y enfermedades
- Evaluar las condiciones de la cobertura vegetal en relación con la cantidad de herbicidas utilizados para control de malezas.

## Técnicas para superar problemas comunes

La mayoría de las técnicas para reducir la erosión del suelo y mejorar la conservación de agua están encaminadas a:

- Reducir la cantidad de agua de escorrentía y aumentar la cantidad de infiltración de agua
- Proporcionar una barrera para que el suelo erosionado se acumule en el campo y no sea arrastrado a los drenajes.

Como se mencionó anteriormente, mantener una buena cobertura del suelo es una parte importante de las estrategias de conservación del mismo.

### Pozos de sedimentación

En áreas propensas a la sequía y baja precipitación con una estación seca de más de tres meses con <100 mm de precipitación, y donde no se han instalado terrazas de conservación, la humedad del suelo se puede conservar instalando pozos de sedimentación para atrapar el agua de escorrentía y el suelo erosionado. Los pozos de sedimentación deben medir 2-2.5 m de largo, 1-1.5 m de ancho y 0,6-1,0 m de profundidad, y se deben instalar a través de la pendiente y entre palmas. La frecuencia depende de la pendiente (Tabla 10). Los desechos de los pozos de sedimentación se colocan en la parte inferior del pozo, pero por lo menos a 50 cm del borde para evitar el retrolavado.

Una vez que los pozos de sedimento se han llenado con suelo erosionado, generalmente se ha desarrollado un extenso sistema radical en el pozo debido a la acumulación de suelo. Por tanto, en vez de excavar los pozos existentes es mejor construir unos nuevos.

Los pozos de sedimentación se pueden instalar en cultivos maduros que no tienen terrazas ni plataformas para reducir la erosión del suelo y mejorar la retención de humedad; de manera que pueden ser una medida importante en la implementación de mejores prácticas.

### Drenajes de piedemonte

Los drenajes de piedemonte se construyen a lo largo del contorno donde hay un cambio abrupto de pendiente. Cuando se instalan apropiadamente, evitan la acumulación de aguas de drenaje en áreas bajas donde puede ser difícil instalar desagües.



### Muros de contención

Los muros de contención (1-1,5 m ancho) se construyen para reducir la escorrentía:

- A intervalos a lo largo de la parte superior de las terrazas para prevenir el movimiento de la escorrentía y el suelo erosionado a lo largo de la parte posterior de la terraza
- A lo largo del contorno de tierras pendientes (donde no se han instalado plataformas y terrazas) a intervalos de 20-30 m.

### Terrazas y plataformas

Las tierras con una pendiente promedio mayor a 20° (36%) no se deben sembrar con palma de aceite por que sería imposible construir terrazas duraderas. Este tipo de tierras se deben mantener en bosques.

Las plataformas y terrazas individuales se deben instalar de acuerdo con el promedio de la pendiente (Tabla 11).

Tabla 11. Medidas de conservación de suelo requeridas para diferentes clases de pendiente		
Pendiente promedio Grados	Conservación del suelo	
	%	
<5	<10	Pozos de sedimentación
5-10	10-18	Plataformas
10-20	18-36	Terrazas
>20	36	No apto para siembra

Un problema común con las plataformas es que se construyen demasiado pequeñas y sin suficiente contrapendiente para evitar que el agua de escorrentía arrastre el fertilizante aplicado.

Asimismo, las terrazas requieren suficiente contrapendiente para que el agua corra por su borde interior. Se deben instalar muros cada 20-30 m para evitar la erosión excesiva del borde interno de las terrazas.

### Colocación de las hojas

En pendientes más pronunciadas (5°, 10%) las hojas se deben apilar a través de la pendiente para reducir la escorrentía y proporcionar una barrera para atrapar el suelo erosionado.

En pendientes suaves <5° (<10%) las hojas se pueden colocar en forma de cajón, como se explicó anteriormente.

### Compactación

El suelo se puede compactar severamente como resultado de técnicas inadecuadas de desmonte o el uso de vehículos para la recolección de la cosecha y aplicación de fertilizantes que pueden afectar la función de la raíz y el crecimiento de las palmas. En tales casos, puede ser necesario subsolar con un bulldozer (D6).

## Conclusiones

Muchos problemas y fallas administrativas se observan comúnmente en plantaciones maduras que, cuando se corrigen, contribuyen a lograr el potencial productivo de la plantación. Es necesario trabajar sobre áreas clave de manejo que contribuyen a maximizar el rendimiento o cerrar la brecha entre el rendimiento potencial y el rendimiento real en plantaciones de palma de aceite.

En la mayoría de los casos existen sinergias tan fuertes entre diferentes prácticas administrativas que el impacto en el rendimiento de corregir todas las limitaciones es mayor que la suma del impacto de corregir cada factor individual.

El manejo efectivo de la palma de aceite es siempre un equilibrio entre planeación adecuada (anual, mensual), incesantes inspecciones de campo, auditorías y monitoreo y análisis de parámetros cuantitativos de utilización eficiente de insumos, y productividad. Muchas plantaciones carecen de una apropiada base de datos para almacenar y analizar datos agronómicos, y aquí se ha hecho referencia a un software que ha demostrado ser efectivo en este respecto. El adagio “el mejor fertilizante es la bota del granjero” sigue siendo válido, pero la tecnología moderna puede hacer mucho más productivo el tiempo que pasa el administrador en el campo cuando está armado con cifras y hechos actualizados.



## Bibliografía

- Ahmad Ali. 1993. Optimizing oil palm yield through studies on variability. *PORIM International Palm Oil Congress 'Update and Vision'*. Palm Oil Research Institute of Malaysia, Kuala Lumpur, 20-25 September 1993, pp. 1-17.
- Breure, C.J. 2003 The search for yield of oil palm: Basic principles. In: Fairhurst, T. and Härdter, R. (eds.) *The Oil Palm - Management for Large and Sustainable Yields*. Potash & Phosphate Institute of Canada, Potash & Phosphate Institute, International Potash Institute, Singapore, pp. 59-98.
- Chew, P.S. 1985. Managing oil palm for high yields. *TAIKO Managers' Annual Conference*. pp. 1-19.
- Desmier de Chenon, R. 1987a. Rational Protection of Coconut and Oil Palm in Indonesia. I. *Oleagineux*, 42, 223-231.
- Desmier de Chenon, R. 1987b. Rational Protection of Coconut and Oil Palm in Indonesia. II. *Oleagineux*, 42, 281-290.
- Donough, C. 2003. *The Oil Palm - Lecture 2*. MPOB Lahad Datu. 23p.
- Donough, C. 2006. Maximizing Yield in Oil Palm Plantations in Sabah. *Seminar on Oil Palm Management in Northeast Sabah*. Kudat, Sabah.
- Pushparajah, E. (ed.). 2000. *International Planters Conference 2000*. The Incorporated Society of Planters, Kuala Lumpur, Malaysia, 17-20 May 2000, 755-767p.
- Fairhurst, T.; Witt, C.; Griffiths, W.; Donough, C. 2009. Best management practice in oil palm. A practical guide to ecological yield intensification. IPNI, Penang, Malaysia.
- Fairhurst, T.H. 2007. *The Oil Palm - Leaf Sampling, Tissue Analysis and Data Interpretation*. 1-24 p.
- Fairhurst, T.H.; Griffiths, W.; Grofner-Kerstan, A. 2006. Concept and Implementation of Best Management Practise for Maximum Economic Yield in an Oil Palm Plantation in Sumatra. *Journal*, 1-15.
- Fairhurst, T.H.; Mutert, E. 1997. The industrial use of oil palm fibre: Possible effects on plant nutrient cycles and sustainability. In: Pushparajah, E. (ed.) *International Planters Conference. Plantation Management for the 21 st Century*. ISP, Kuala Lumpur, pp. 209-230.
- Foster, H. 2003. Assessment of Oil Palm Fertilizer Requirements. In: Fairhurst, T. and Härdter, R. (eds.) *Oil Palm: Management for Large and Sustainable Yields*. Potash & Phosphate Institute of Canada, Potash & Phosphate Institute, International Potash Institute, Singapore, pp. 231-257.
- Grofner, A. 2009. *Agrisoft Systems*. Agrisoft Systems. Available at: [www.agrisoft-systems.de](http://www.agrisoft-systems.de) (accessed 5/10/2009).
- Goh, K.-J.; Härdter, R. 2003. General oil palm nutrition. In: Fairhurst, T. and Härdter, R. (eds.) *The Oil Palm: Management for Large and Sustainable Yields*. Potash & Phosphate Institute of Canada, Potash & Phosphate Institute, International Potash Institute, Singapore, pp. 191-230.
- Goh, K.-J.; Härdter, R.; Fairhurst, T. 2003. Fertilizing for maximum return. In: Fairhurst, T. and Härdter, R. (eds.) *The Oil Palm - Management for Large and Sustainable Yields*. Potash & Phosphate Institute of Canada, Potash & Phosphate Institute, International Potash Institute, Singapore, pp. 279-306.
- Griffiths, W., Fairhurst, T.H. 2003. Implementation of best management practices in an oil palm rehabilitation project. *Better Crops International*, 17, 16-19.
- Morris, J.M. 1990. *Earth Roads. A Practical Manual for the Provision of Access for Agricultural and Forestry Projects in Developing Countries*. Crandfield Press, Bedford.
- Nazeeb, M., MK, T.; A, L., Loong, S. 1993. Trials on cessation of manuring before replanting. In: Woo, Y.C., Mohd Hashim, T., Loong, S.G., Jalani, S., Darus, A., Tayeb, M.D., Paranjothy, K., Wahid, M.B., Henson, I.E. and Chang, K.C. (eds.) *International Palm Oil Congress. Update and Vision. Kuala Lumpur, 20-25 September 1993*. PORIM.
- Paramananthan, S. 2003. Land Selection for Oil Palm. In: Fairhurst, T. and Härdter, R. (eds.) *The Oil Palm. Management for Large and Sustainable Yields*. Potash & Phosphate Institute, International Potash Institute, Singapore, pp. 27-57.
- Redshaw, M. 2003. Utilization of field residues and mill by-products. In: Fairhurst, T. and Härdter, R. (eds.) *The Oil Palm - Management for Large and Sustainable Yields*. Potash & Phosphate Institute of Canada, Potash & Phosphate Institute, International Potash Institute, Singapore, pp. 307-320.
- Teoh, C.H.; Chia, C.S. 1993. Waste or by-products? The recycling aspects of oil palm cultivation and palm oil processing. In: Sukaimi, J.; Darus, A.; Rajanaidu, N.; Dolmat, H.M.T.; Paranjothy, K., Wahid, M.B.; Henson, I.E.; Chang, K.C. (eds.) *PORIM International Palm Oil Congress: Special Joint Session on Life Cycle Assessment*. PORIM, Kuala Lumpur, Malasia, pp. 90-114.
- Turner, P.D. 1981. *Oil Palm Diseases and Disorders*. Oxford University Press, Kuala Lumpur.
- von Uexküll, H.; Henson, I.E., Fairhurst, T. 2003. Canopy management to optimize yield. In: Fairhurst, T. and Härdter, R. (eds.) *The Oil Palm - Management for Large and Sustainable Yields*. Potash & Phosphate Institute of Canada, Potash & Phosphate Institute, International Potash Institute, Singapore, pp. 163-180.
- Wood, B.J. 2002. Pest control in Malaysia's perennial crops: A half century perspective tracking the pathway to integrated pest management. In: *Integrated pest management reviews 7*. Kluwer Academic, pp. 173-190.