



Evaluación de la calidad de aplicación de fertilizantes en palma de aceite



CON EL APOYO DEL FONDO DE FOMENTO PALMERO

Publicación de la Corporación Centro de Investigación en Palma de Aceite, Cenipalma, con el apoyo del Fondo de Fomento Palmero, administrado por Fedepalma.

Alexandre Patrick Cooman
Director General de Cenipalma

Hernán Mauricio Romero
Director de Investigación de Cenipalma

Autores


Álvaro Hernán Rincón Numpaque
Nolver Atanacio Arias Arias
Jhon Fredy Jiménez Vera

Coordinación editorial
Yolanda Moreno Muñoz

Diagramación
Myriam Ortiz Aguilar

ISBN: 978-628-7711-05-1

Cenipalma
Calle 98 # 70-91. Piso 14
PBX: (57-601) 313 8600
Bogotá, D.C., Colombia
www.cenipalma.org





Evaluación de la calidad de aplicación de fertilizantes en palma de aceite

Contenido

Introducción	6
Criterios de manejo eficiente de la nutrición en palma de aceite	8
Evaluación de la calidad de aplicación de fertilizantes en palma de aceite	10
1. Condiciones del campo y la palma para la aplicación de fertilizantes	10
1.1. Mantenimiento de la cobertura vegetal del suelo	12
1.2. Mantenimiento de los platos de la palma	17
1.3. Poda de las palmas	22
1.4. Condiciones físicas del suelo	26
2. Logística previa a la evaluación de la labor de fertilización	31
2.1. Alistamiento de la fuente fertilizante	34
2.2. Calidad de la fuente fertilizante	35
2.3. Verificación de medidores, taras o dosificadores	37
2.4. Determinación de bultos o cantidad total de fertilizantes por lote o UMA	38
2.5. Distribución de bultos en lote para facilitar la aplicación	39


3. Evaluación de las condiciones de la aplicación de los fertilizantes	44
3.1. Evidencias de la aplicación	47
3.2. Cantidad correcta por palma	50
3.3. Calidad de la aplicación	53
3.4. Correspondencia entre lo presupuestado y lo ejecutado	57
4. Disposición de empaques y residuos	59
Consolidación y diligenciamiento del formato para la calificación del proceso de aplicación de fertilizantes en palma de aceite	61
Agradecimientos	74
Referencias bibliográficas	75

Introducción

A nivel mundial, la producción de aceite de palma crudo (APC) se concentra en el Sudeste Asiático, (88,4 %) principalmente en Indonesia, Malasia y Tailandia. Colombia participa con el 2 % de la producción, posicionándose como el principal productor en Sudamérica y el cuarto del mundo, lo que lo hace un jugador de pequeña escala en el mercado global (FAOSTAT, 2022).

Por otra parte, producir una tonelada de racimos de fruta fresca (RFF) en Colombia es entre 56 y 58 % más costoso en comparación con Indonesia y Malasia, respectivamente. Esta diferencia en costos radica principalmente en los siguientes rubros: establecimiento, manejo del cultivo, cosecha (incluido transporte del fruto a la planta de beneficio) y proceso de extracción. En conclusión, la palmicultura colombiana, en el contexto mundial, registra baja competitividad debido al alto costo y bajo volumen de producción de APC, ocasionando que las fluctuaciones de precios bajos afecten negativamente la rentabilidad de la agroindustria nacional (Mosquera-Montoya, 2022).

Una de las labores que tiene una participación significativa en los costos totales de producción en Colombia es la fertilización, la cual representa el 45,7 % en los cultivares *E. guineensis* y el 38,8 % en los cultivares híbrido OxG. Cabe resaltar que a medida que se presentan tendencias al incremento en el precio de los fertilizantes, se afecta considerablemente la rentabilidad del negocio ya que el 91 % de los costos de esta labor se concentra en los insumos (Mosquera-Montoya et al., 2022; 2023; Ruíz-Álvarez et al., 2022).



Sumado a lo anterior, gran parte del cultivo en Colombia se encuentra establecido en suelos de baja fertilidad (75 % aproximadamente) con altos requerimientos de nutrientes (Garzón, 2010). Bajo estas condiciones, es necesario realizar una adecuada fertilización con el enfoque de maximizar la eficiencia de los nutrientes aplicados; es decir, garantizar que el cultivo aproveche la mayor cantidad de nutrientes, con el fin de aumentar su producción, su rentabilidad, la protección del medio ambiente y su sostenibilidad. Lo anterior es posible implementando los principios de las 4 R (por sus siglas en inglés)¹ (Tiemann *et al.*, 2018), con la fuente adecuada, la dosis indicada, el momento oportuno y el sitio adecuado.

Para que el cultivo aproveche la mayor cantidad de nutrientes se debe efectuar una buena planeación y tener en cuenta factores como las condiciones óptimas (suelo, cultivo y clima), la logística del personal, maquinaria y semovientes requeridos, así como la disponibilidad y calidad de los fertilizantes. A lo anterior se suma una correcta aplicación en campo, que incluye la distribución de las fuentes para optimizar el uso de la mano de obra. Por esta razón, en esta guía se presentan los factores a considerar para realizar un proceso de fertilización que permita aumentar la eficiencia en el uso de los fertilizantes e impacte positivamente la rentabilidad del negocio.


¹*Right source, right rate, right time, and right place.*

Criterios de manejo eficiente de la nutrición en palma de aceite

Para una aplicación de fuentes fertilizantes con calidad, se debe procurar que los nutrientes se suministren al cultivo cumpliendo los criterios de las 4 R (fuente adecuada, dosis indicada, momento oportuno y sitio adecuado) (Tiemann *et al.*, 2018). La selección de la dosis indicada está en función de los requerimientos nutricionales, la producción esperada, las reservas de nutrientes en el suelo y las pérdidas potenciales de nutrientes del sistema. En la selección de la fuente adecuada se consideran las características fisicoquímicas de los suelos y las condiciones medioambientales, así como las características de los fertilizantes, sus contenidos nutricionales, la posible interacción entre los nutrientes y su efecto residual.

Estos dos criterios son determinados previamente por los profesionales a cargo del diseño y evaluación de los programas de manejo nutricional, mediante el uso de herramientas de diagnóstico como los análisis foliares y de suelos e información del cultivo como las mediciones vegetativas, los registros y estimativos de producción y la información climática disponible en cada zona.

Por otra parte, la selección del momento oportuno de aplicación está influida por la dinámica climática de las zonas productoras, así como por las características físicas del suelo, la etapa fenológica del cultivo y la disponibilidad de sistemas de riego eficientes que permitan contar con ventanas de aplicación durante la mayor parte del año. En este sentido, los registros de variables climáticas, el balance hídrico, la capa-



cidad de los suelos de almacenar agua, la tasa de infiltración y el comportamiento de los niveles freáticos son importantes para establecer la oportunidad de las aplicaciones.

Por último, el sitio adecuado está en función de la localización de las raíces de la palma según la edad del cultivo, algunas prácticas agronómicas —como el uso de la biomasa y su relación con la actividad biológica del suelo—, la movilidad de los nutrientes y los métodos de aplicación disponibles en las plantaciones. El sitio adecuado para la aplicación de las fuentes de nutrientes será aquel que permita la mayor eficiencia en la toma de los nutrientes suministrados. En este contexto, es imprescindible que existan las condiciones necesarias para el crecimiento y desarrollo adecuado de las raíces absorbentes.

Según lo anterior, existen diferentes parámetros verificables para la adecuada aplicación de los fertilizantes en campo, que pueden contribuir al mejoramiento de la eficiencia de la nutrición desde el manejo logístico y operativo de la labor. Dichas verificaciones se realizan tanto en la planeación como en la ejecución de la fertilización, e incluyen desde el inventario de insumos, capital humano y equipos disponibles, hasta la evaluación de las aplicaciones en campo, mediante procedimientos ordenados que permiten documentar paso a paso el proceso de fertilización e identificar sus aciertos y puntos de mejora. En esta guía se presentan los parámetros y procedimientos mencionados para el cumplimiento del programa de manejo nutricional establecido, y se busca contribuir al mejoramiento de la eficiencia nutricional, con impactos económicos y medioambientales.

Evaluación de la calidad de aplicación de fertilizantes en palma de aceite

Para verificar que la aplicación de los fertilizantes se realice de la manera adecuada, en esta guía se presenta una propuesta de evaluación que incluye cuatro componentes, dentro de los cuales se califican 14 variables para garantizar la mayor eficiencia de uso de los nutrientes desde el desarrollo operativo de la fertilización. Tales componentes son: condiciones del campo y de la palma; alistamiento y calidad de la fuente fertilizante; condiciones de la aplicación; y disposición de empaques y residuos.

Cada uno de estos tiene una valoración máxima de 30, 20, 40 y 10 puntos, respectivamente, para un total de 100. De igual forma, cada variable dentro de cada componente tiene una calificación máxima y, en el caso de las valoraciones cuantitativas, la calificación final dependerá del porcentaje de palmas que se encuentran por fuera de la condición deseada. A continuación, se explican los parámetros a considerar dentro de cada componente y su calificación.

1. Condiciones del campo y de la palma para la aplicación de fertilizantes

Antes de iniciar la labor de fertilización es importante evaluar que las condiciones del campo sean adecuadas en términos de manejo de coberturas en el plato y áreas de aplicación, humedad y accesibilidad. En ese sentido, los aspectos a verificar en campo son los contemplados en la Tabla 1.

Tabla 1. Parámetros del campo y de la palma a contemplar en la evaluación.

Parámetro	Descripción	Calificación		Puntaje de la labor	Puntaje máximo
		Adecuado	No adecuado		
1.1. Mantenimiento de la cobertura	Las calles de tráfico permiten el desplazamiento sin dificultad y facilitan la visibilidad del terreno.				5
	Las calles de no tráfico presentan cobertura que no interfiere con el desarrollo de la palma.				5
1.2. Mantenimiento de los platos	Los platos no presentan exceso de cobertura vegetal que compita por nutrientes o dificulte la aplicación.				5
1.3. Poda de las palmas	Las palmas se encuentran en estado óptimo de poda y sin hojas enruanadas que dificulten la aplicación.				5
1.4. Condiciones físicas del suelo	Los platos presentan condiciones adecuadas de humedad. No hay encharcamientos o sequía.				5
	Las calles de tráfico no presentan condiciones de encharcamiento y facilitan la movilidad de personas, maquinaria y/o semovientes.				5

1.1. Mantenimiento de la cobertura vegetal del suelo

Corresponde a las condiciones de las calles del cultivo que permiten la visibilidad del terreno y el desplazamiento sin dificultades de los operarios y semovientes para la aplicación de los fertilizante. La calle de cosecha se debe mantener libre de obstáculos y con la cobertura a baja altura para evitar accidentes y riesgos biológicos (picaduras o mordeduras de animales).



Figura 1. Cobertura adecuada para el tránsito en calles de tráfico, con protección del suelo.

Por otra parte, el manejo excesivo de las coberturas en la calle de cosecha mantiene el suelo desnudo y lo hace susceptible a problemas de erosión, escorrentía y compactación (Figura 2).



Figura 2. Calle de cosecha con condiciones extremas de mantenimiento, con efectos negativos en la degradación del suelo.

No realizar el mantenimiento de las coberturas a tiempo ocasiona retrasos en los desplazamientos y dificulta las aplicaciones de los fertilizantes, reduciendo su eficiencia.



Figura 3. Cobertura muy alta en calles de tráfico que limitan los desplazamientos y las aplicaciones de fertilizantes.

Por otra parte, las calles de no tráfico o de palera también deben mantenerse en condiciones apropiadas (Figura 4). La existencia de plantas arvenses no adecuadas o en condiciones de desarrollo que puedan interferir con el cultivo, implicará ineficiencias en el uso de nutrientes además de dificultades para una aplicación de fertilizantes con criterios de calidad.



a



b

Figura 4. Condiciones de cobertura vegetal del suelo en calles de no tráfico o de palera: a) adecuada con plantas nectaríferas como acompañantes; b) coberturas de alto porte que cubren las palmas.

La calificación del mantenimiento es cualitativa para las calles recorridas. Se tiene en cuenta el puntaje máximo de la calificación (5) y se va disminuyendo en la medida en que las condiciones para el tráfico no sean las apropiadas (Tabla 2).

Tabla 2. Calificación del mantenimiento de la cobertura en calles de cultivo.

Parámetro	Descripción	Calificación		Puntaje de la labor	Puntaje máximo
		Adecuado	No adecuado		
1.1. Mantenimiento de la cobertura	Las calles de tráfico permiten el desplazamiento sin dificultades y facilitan la visibilidad del terreno	X		4	5
	Las calles de no tráfico presentan cobertura que no interfiere con el desarrollo de la palma	X		5	5

1.2. Mantenimiento de los platos de la palma

Los platos de la palma no deben presentar exceso de cobertura vegetal que compita por nutrientes con el cultivo o dificulte la aplicación de los fertilizantes (Figura 5). Una alta presencia de cobertura, especialmente de gramíneas, puede tomar hasta el 100 % de los nutrientes aportados y retardar el efecto deseado en las palmas.



Figura 5. Condiciones de alta cobertura de arvenses en el plato.

Previo a la aplicación, se recomienda el control de arvenses con medios mecánicos (guadaña, cortamaleza o machete). Este tipo de control permite la incorporación de raíces al interior del suelo, mejorando su porosidad, el movimiento de agua y la vida en el suelo (Figura 6).



Figura 6. Plato intervenido con guadaña y en mejor condición para la aplicación de las fuentes fertilizantes.

Por otra parte, en el caso de aplicaciones manuales de fertilizantes, lo deseable es que se realice alrededor del área del plato. El exceso de vegetación dificulta los recorridos del personal, la supervisión de las aplicaciones y limita la eficiencia de la fertilización, ya que el fertilizante no queda en contacto con el suelo (Figura 7).



Figura 7. Fertilizante acumulado sobre el follaje de las plantas acompañantes.

El indicador para calificar este ítem corresponde al número de platos que no cumplen con la condición requerida sobre el número total de palmas evaluadas en cada recorrido. Por ejemplo, si se revisaron 367 platos y se encontraron 59 sin control de arvenses, el porcentaje de mantenimiento será:

$$\% \text{ platos sin mantenimiento} = \frac{59}{367} \times 100 = 16 \%$$

El valor obtenido se pondera en una escala de 0 a 5 de la siguiente manera:

Tabla 3. Calificación ponderada del porcentaje de palmas sin plateo.

Calificación	Estado de los platos	Porcentaje de palmas sin plateo
0	Inadecuado	>80 %
1		60-80 %
2		40-60 %
3		20-40 %
4	Adecuado	1-20 %
5		0

La calificación ponderada se registra en el formato correspondiente y con ella se calcula el porcentaje de cumplimiento de la labor (Tabla 4).

Tabla 4. Calificación del mantenimiento de los platos para la aplicación de fertilizantes.

Parámetro	Descripción	Calificación		Puntaje de la labor	Puntaje máximo
		Adecuado	No adecuado		
1.2. Mantenimiento de los platos	Los platos no presentan exceso de cobertura vegetal que compita por nutrientes o dificulte la aplicación	x		4	5

1.3. Poda de las palmas

En palma de aceite la remoción de hojas bajas es una práctica de plantación utilizada para facilitar la cosecha, reducir la pérdida de frutos sueltos, hacer más visibles los racimos maduros y como medida de manejo fitosanitario. Diversos estudios han determinado que mantener las palmas adultas con un número de 32 a 40 hojas sanas, garantiza un área fotosintéticamente activa adecuada sin afectar la producción (Gilbanks, 2012). Para lograr una fertilización eficiente, las palmas deben encontrarse en estado óptimo de poda y sin doblamiento foliar (enruanamiento) que dificulte la aplicación (Figura 8).



Figura 8. Palmas con poda adecuada.

Cuando se tienen hojas en exceso es posible que parte de los nutrientes aportados se queden almacenados en hojas no funcionales o con baja eficiencia fotosintética. En palma adulta, esto generalmente ocurre en las hojas ubicadas por debajo de la hoja número 33.



Figura 9. Palmas con hojas enruanadas que dificultan la aplicación de fertilizantes.

La calificación del indicador de poda se realiza dividiendo el total de palmas enruanadas que cubren los platos y/o aquellas que no se encuentran con poda adecuada entre el total de palmas evaluadas. A manera de ejemplo, si se revisaron 367 palmas, de las cuales 252 estaban enruanadas o sin poda, el porcentaje de falta de poda será:

$$\text{Porcentaje de palmas sin poda} = \frac{252}{367} \times 100 = 68,7 \%$$

El valor obtenido se pondera en una escala de 0 a 5 de la siguiente manera:

Tabla 5. Calificación del porcentaje de palmas sin poda en lotes a fertilizar.

Calificación	Estado de poda	Porcentaje de palmas sin poda
0	Inadecuado	>80 %
1		60-80 %
2		40-60 %
3		20-40 %
4	Adecuado	1-20 %
5		0

La calificación ponderada se registra en el formato correspondiente y se calcula el porcentaje de cumplimiento (Tabla 6).

Tabla 6. Calificación de la poda para la fertilización del cultivo.

Parámetro	Descripción	Calificación		Puntaje de la labor	Puntaje máximo
		Adecuado	No adecuado		
1.3. Poda de las palmas	Las palmas se encuentran en estado óptimo de poda y sin hojas enruanadas que dificulten la aplicación		x	1	5

1.4. Condiciones físicas del suelo

Al momento de la fertilización, los platos de la palma deben presentar una condición adecuada de humedad, cercana a la capacidad de campo (Figura 10).



Figura 10. Humedad adecuada del suelo para la aplicación de fertilizantes: a) Apariencia del plato de la palma. b) Prueba de puño para suelo a capacidad de campo.

De acuerdo con lo anterior, no es recomendable la aplicación de fertilizantes en condiciones extremas de humedad, en condiciones de suelo muy seco y con evidencias de déficit hídrico tanto en suelos como en las plantas.



Figura 11. Condiciones de suelo seco para la aplicación de fertilizantes: a) Apariencia del plato seco y sin biomasa. b) Apariencia del suelo seco en prueba de puño.

Es recomendable no aplicar fertilizantes si se aprecian encharcamientos en los lotes, ya que esto es evidencia de que el suelo está saturado o se encuentra cercano a esta condición y cualquier precipitación se convertirá en escorrentía, facilitando el lavado de las fuentes fertilizantes aplicadas. Así mismo, el encharcamiento en los lotes limita la movilidad de las personas, la maquinaria y los semovientes, lo que dificulta la aplicación de los fertilizantes.



Figura 12. Calle de tráfico en condición inadecuada de humedad para tránsito y aplicación de fertilizantes.

Para esta variable, se verifica el estado de los platos y se cuantifican aquellos que presenten condiciones de encharcamiento. Se tendrá con esto un porcentaje de platos en condición no adecuada. Con respecto a las calles de tráfico, la calificación es cualitativa y excluyente; es decir, se cumple o no la condición deseada. Por ejemplo, en una evaluación se revisaron las calles

de cultivo, en los recorridos se encontraron zonas bajas con encharcamientos localizados que limitaban el tránsito del personal, los semovientes e implementos necesarios para hacer la fertilización. Adicionalmente, de 367 palmas revisadas, se encontró que 114 platos presentaban encharcamientos. Con esta información el valor obtenido se pondera en una escala de 0 a 5 de la siguiente manera:

$$\text{Porcentaje de palmas encharcadas} = \frac{114}{367} \times 100 = 31,15 \%$$

Tabla 7. Calificación de la humedad del suelo en los platos de la palma.

Calificación	Estado de humedad	Porcentaje de palmas con excesos de humedad o sequía
0	No adecuado	>80 %
1		60-80 %
2		40-60 %
3		20-40 %
4	Adecuado	1-20 %
5		0

De esta manera, se considera que el lote evaluado presenta condiciones de humedad inadecuadas en los platos y las calles de tráfico para la aplicación de los fertilizantes. La información colectada se consigna en la Tabla 8, a continuación.

Tabla 8. Calificación de las condiciones de humedad de los platos y las calles de cultivo.

Parámetro	Descripción	Calificación		Puntaje de la labor	Puntaje máximo
		Adecuado	No adecuado		
1.4. Condiciones físicas del suelo	Los platos presentan condiciones adecuadas de humedad. No hay encharcamientos o sequía.		x	3	5
	Las calles de tráfico no presentan condiciones de encharcamiento y facilitan la movilidad de personas, maquinaria y/o semovientes.		x	0	5

2. Logística previa a la evaluación de la labor de fertilización

En esta etapa se verifica la disponibilidad de implementos e insumos requeridos para la aplicación de fertilizantes, así como la calidad de las fuentes a utilizar. De igual manera, se determinan las áreas de aplicación y se verifica la disposición de las taras o recipientes adecuados para las dosis requeridas; así como, la cantidad total de fertilizante a aplicar durante la jornada laboral. Para su evaluación se consideran los siguientes parámetros (Tabla 9).



Tabla 9. Parámetros considerados en la evaluación del alistamiento y calidad de la fuente.

Parámetro	Descripción	Calificación		Puntaje de la labor	Puntaje máximo
		Adecuado	No adecuado		
2.1. Identificación del área a aplicar	Cuenta con mapa y ubicación de palmas por línea, identificación de lote, bloque o UMA*.				4
2.2. Estado y elaboración de dosificadores (taras)	Las medidas son apropiadas, se encuentran en buen estado, no exceden los 600 g y se tiene instrumento adecuado de medición.				4
2.3. Determinación de bultos por lote o UMA	Con base en el número de palmas y la dosificación se calcula el número de bultos o cantidad de fertilizante a aplicar por lote o UMA.				4

*Unidad de manejo agronómico

Continúa →

Continuación de la Tabla 9. Parámetros considerados en la evaluación del alistamiento y calidad de la fuente.

Parámetro	Descripción	Calificación		Puntaje de la labor	Puntaje máximo
		Adecuado	No adecuado		
2.4. Distribución de los bultos en el lote para facilitar su aplicación	Los bultos se distribuyen de acuerdo con la cantidad de palmas por línea y buscando disminuir las distancias recorridas para abastecimiento.				3
2.5. Calidad física del fertilizante	El fertilizante se encuentra en estado óptimo de empaque y consistencia. No presenta agregados o excesos de humedad que dificulten la aplicación.				5

2.1 Alistamiento de la fuente fertilizante

Es necesario contar con un mapa o representación del lote, UMA, o áreas en las que se aplicarán las fuentes fertilizantes (Figura 13). Esta información es importante para determinar la distribución de los bultos o sacos en los puntos de acopio para facilitar la logística.

En función del método de aplicación, las dosis por palma, el personal, distancias a recorrer y demás recursos disponibles, se determina la cantidad de palmas que es posible aplicar. Lo deseable es que el producto que salga de la bodega hacia el campo sea empleado en su totalidad.

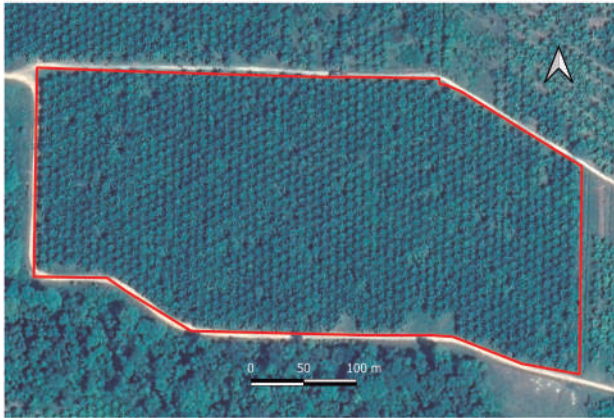


Figura 13. Delimitación del área a aplicar con las fuentes fertilizantes.

2.2. Calidad física del fertilizante

Es deseable que la fuente se encuentre en condiciones óptimas (Figura 14); es decir, que la granulometría sea la indicada y sin presentar indicios de humedecimiento o aglomeración de partículas.

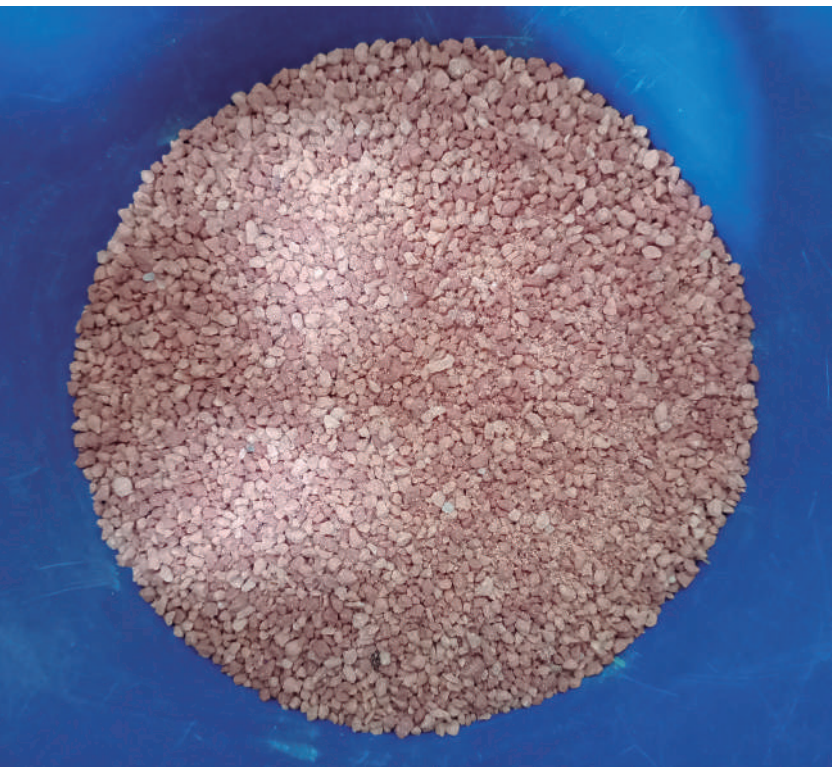


Figura 14. Fertilizante simple en óptimas condiciones de humedad.

Debido a la manipulación, almacenamiento o mezcla entre fertilizantes incompatibles, estos pueden adquirir humedad excesiva del ambiente y agregarse formando terrones (Figura 15). Estas condiciones son indeseables, ya que generan problemas para su aplicación en campo y reducen la eficiencia de los nutrientes.



Figura 15. Condiciones inadecuadas de los fertilizantes. a) Fertilizante húmedo. b) Agregación por humedecimiento.

2.3. Verificación de medidores, taras o dosificadores

Es necesario elaborar las taras o dosificadores con la medida precisa requerida por el cultivo. Taras en malas condiciones ocasionarán imprecisiones en las dosis de los fertilizantes por palma y en las estimaciones de las cantidades totales para aplicación en la jornada de campo (Figura 16).

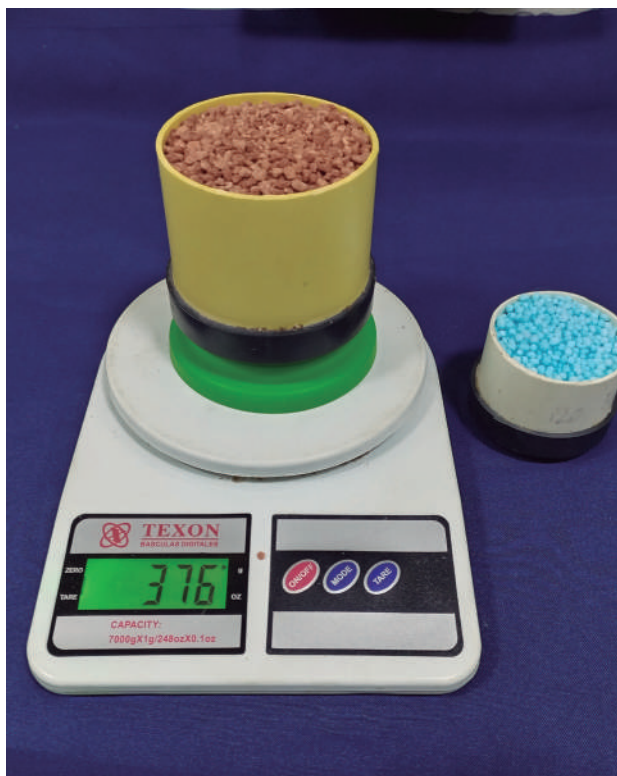


Figura 16. Taras para la aplicación de los fertilizantes.

Dado que las aplicaciones de fertilizantes generalmente se hacen por medios manuales o semimecanizados y que su distribución se realiza en kilogramos o gramos por palma, es importante verificar la correcta calibración de las taras o dosificadores.

2.4. Determinación de bultos o cantidad total de fertilizantes por lote o UMA

Para determinar la cantidad de fertilizante a utilizar por jornada de aplicación y su distribución, es necesario conocer la dosis de fertilizante por palma, el número total de palmas por lote o UMA, las palmas por línea y la distribución de la infraestructura de riego y drenaje, así como la presencia de puentes y alcantarillas, entre otros (Figura 17).

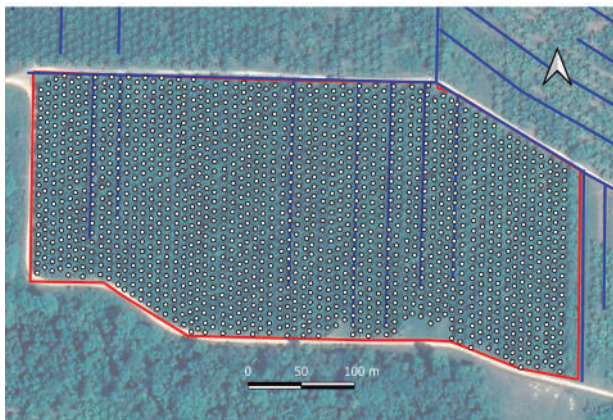


Figura 17. Mapa de palmas e infraestructura de drenaje en el lote.

Con base en esta información se determina la cantidad total de fertilizante requerido por jornada y se definen los equipos necesarios, el personal indispensable para el cargue, transporte, descargue y aplicación de las fuentes (Figura 18).



Figura 18. Proceso de preparación y transporte del fertilizante hacia los lotes o UMA.

2.5. Distribución de bultos en lote para facilitar la aplicación

Los bultos se distribuyen de acuerdo con la cantidad de palmas por línea y buscando disminuir las distancias recorridas para abastecimiento. Según el sistema de aplicación, es posible que se presenten variaciones en la distribución de los bultos o sacos. En el caso de la aplicación manual, lo más frecuente es la distribución en el borde del lote y con disposición de bultos al interior de este en función de las dosis a aplicar (Figura 19).



Figura 19. Distribución de bultos de fertilizantes en el borde de lote o UMA.

En el caso de aplicaciones mecanizadas o semimecanizadas, generalmente se tienen puntos de acopio en lugares estratégicos de los lotes. Es recomendable priorizar el menor desplazamiento de los operarios que ejecutan la aplicación, con el objetivo de disminuir la fatiga, incrementar el rendimiento y propender por la calidad de la aplicación (Figura 20).

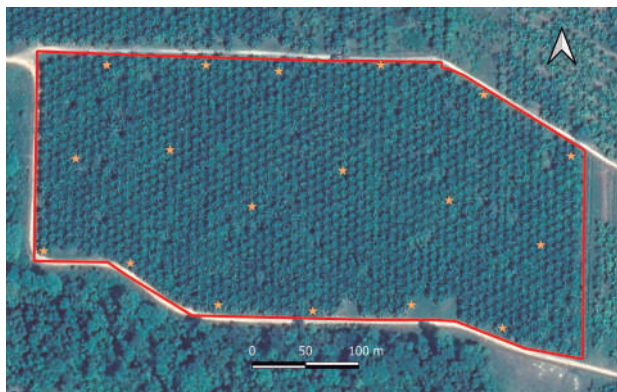


Figura 20. Ejemplo de puntos de acopio de los fertilizantes al borde y dentro del lote para su aplicación.

La calificación del alistamiento y calidad de los fertilizantes se realiza de manera cualitativa, verificando cada uno de los ítems descritos y realizando la valoración de acuerdo con las escalas presentadas en la Tabla 10, donde la calificación más alta corresponde al cumplimiento de la condición dada. Al igual que en los casos anteriormente ilustrados, con la calificación ponderada se calcula el porcentaje de cumplimiento de los ítems evaluados.

Tabla 10. Parámetros considerados en la evaluación del alistamiento y calidad de las fuentes fertilizantes.

Parámetro	Descripción	Calificación		Puntaje de la labor	Puntaje máximo
		Adecuado	No adecuado		
2.1. Identificación del área a aplicar	Cuenta con mapa y ubicación de palmas por línea, identificación de lote, bloque o UMA.	x		4	4
2.2. Estado y elaboración de dosificadores (taras)	Las medidas son apropiadas, se encuentran en buen estado, no exceden los 600 g y se cuenta con un instrumento de medición adecuado.	x		4	4
2.3. Determinación de bultos por lote o UMA	Con base en el número de palmas y la dosificación, se calcula el número de bultos o cantidad de fertilizante a aplicar por lote o UMA.	x		4	4

Continúa →

Continuación de Tabla 10. Parámetros considerados en la evaluación del alistamiento y calidad de las fuentes fertilizantes.

Parámetro	Descripción	Calificación		Puntaje de la labor	Puntaje máximo
		Adecuado	No adecuado		
2.4. Distribución de los bultos en el lote para facilitar su aplicación	Los bultos se distribuyen de acuerdo con la cantidad de palmas por línea y buscando disminuir las distancias recorridas para abastecimiento.	x		3	3
2.5. Calidad física del fertilizante	El fertilizante se encuentra en estado óptimo de empaque y consistencia. No presenta agregados o excesos de humedad que dificulten la aplicación.	x		5	5

3. Evaluación de las condiciones de la aplicación de los fertilizantes

Desde el punto de vista logístico, para la supervisión y evaluación de las condiciones y la calidad de las aplicaciones en campo se deben considerar algunos aspectos previos como:

- ◆ **a. Selección del lote o UMA:** en primer lugar, es importante seleccionar los lotes o UMA a verificar, mediante un mapa con la correspondiente ubicación de las palmas.
- ◆ **b. Selección de sitios de muestreo:** antes del recorrido de campo, es recomendable seleccionar tres sitios de muestreo: al inicio, al medio y al final de las áreas, lotes o UMA a supervisar. Se sugiere marcar los sitios en un mapa con antelación (Figura 21). En cada sitio de muestreo se recomienda recorrer a pie dos calles en forma de U.

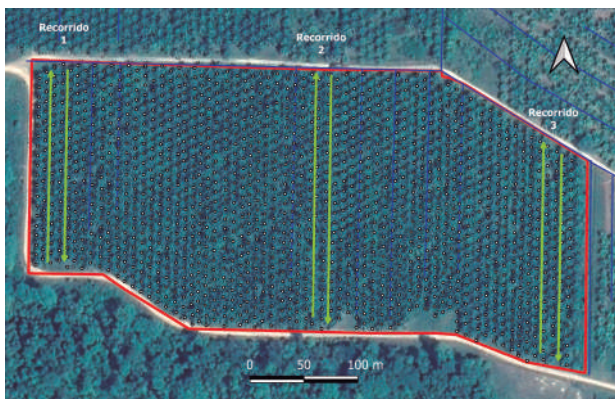



Figura 21. Selección de tres áreas para efectuar la supervisión de la fertilización en una UMA.

- 
- ◆ **c. Momentos para la evaluación:** se sugiere realizar la evaluación a diferentes horas del día con el fin de verificar tanto áreas aplicadas como en aplicación. Además, se puede verificar la calidad de la aplicación en función del avance de la jornada laboral y los posibles efectos de la fatiga del personal en campo.

Una vez considerado lo anterior, se procede a realizar la evaluación de las condiciones de aplicación de los fertilizantes, teniendo en cuenta los parámetros de calidad de la fertilización contemplados en la Tabla 11, a continuación.

Tabla 11. Parámetros de evaluación de las condiciones de aplicación de las fuentes fertilizantes.

Parámetro	Descripción	Calificación		Puntaje de la labor	Puntaje máximo
		Adecuado	No adecuado		
3.1. Evidencias de la aplicación	Se observan las fuentes aplicadas a las palmas.				10
3.2. Cantidad correcta por palma	Se aplica el número especificado de dosificaciones o taras por palma.				10
3.3. Calidad de la aplicación	El fertilizante se aplica en el sitio indicado, sin aglomerados o facilitando la absorción por las raíces.				10
3.4. Correspondencia entre palmas presupuestadas por bulto y palmas efectivamente aplicadas	Las palmas aplicadas corresponden a las presupuestadas. No hay sobrantes ni faltantes.				10

3.1. Evidencias de la aplicación

El supervisor avanza palma a palma en la U seleccionada del lote o UMA, verificando que cada una de las palmas registre evidencia del producto aplicado (Figura 22). Esto de acuerdo con las recomendaciones del profesional encargado del diseño y evaluación del programa de manejo nutricional.



Figura 22. Área alrededor de la palma en la que se observan gránulos de fertilizante, que evidencian su aplicación.

Como indicador, se tendrá un porcentaje de palmas aplicadas con respecto al número total de palmas recorridas. Por ejemplo, el supervisor revisó 367 palmas, de las cuales no se encontraron evidencias de aplicación en 18. El porcentaje de aplicación será:

$$\text{Porcentaje de palmas aplicadas} = \frac{367 - 18}{367} \times 100 = 95,1 \%$$

El valor obtenido se pondera en una escala de 0 a 10 de la siguiente manera:

Tabla 12. Calificación del porcentaje de aplicación de fertilizantes en las palmas evaluadas.

Calificación	Calificación de aplicación	Porcentaje de palmas aplicadas
0	No adecuado	0 %
1		0-10 %
2		10-20 %
3		20-30 %
4		30-40 %
5		40-50 %
6		50-60 %
7		60-70 %
8		70-80 %
9		80-90 %
10	Adecuado	90-100 %

Para el caso de ejemplo, se considera que en el lote evaluado más del 90 % de las palmas fueron aplicadas, considerándose una aplicación adecuada con un cumplimiento cercano al 100 % (Tabla 13):

Tabla 13. Calificación de las evidencias de aplicación de los fertilizantes.

Parámetro	Descripción	Calificación		Puntaje de la labor	Puntaje máximo
		Adecuado	No adecuado		
3.1. Evidencias de la aplicación	Se observan las fuentes aplicadas en las palmas.	x		10	10

3.2. Cantidad correcta por palma

Esta evaluación se puede ejecutar de manera práctica al momento de la aplicación. Sin embargo, aun sin presencia del operador en campo es posible evidenciar si el número de taras o dosis aplicadas corresponde a lo recomendado (Figura 23). Esta observación se logra con base en el número de sitios con mayor concentración alrededor de la palma.



Figura 23. Verificación de la cantidad correcta de aplicación en el campo.

Como indicador, se tendrá el porcentaje de palmas sin aplicación de las dosis completas con respecto al número total de palmas del recorrido de campo. A manera

de ejemplo, en una revisión se verificaron los sitios de aplicación a 367 palmas, de las cuales se encontró que a 11 no se les aplicaron las tres taras de fertilizante prescritas en el plan de fertilización. El porcentaje de palmas sin aplicar será:

$$\text{Porcentaje de palmas sin aplicación} = \frac{11}{367} \times 100 = 2,99 \%$$

El valor obtenido se pondera en una escala de 0 a 10 de la siguiente manera:

Tabla 14. Calificación del porcentaje de aplicación de fertilizantes en las palmas evaluadas.

Calificación	Calificación de aplicación de dosis completa	Porcentaje de palmas sin aplicar las dosis completas
0	No adecuado	100 %
1		90-100 %
2		80-90 %
3		70-80 %
4		60-70 %
5		50-60 %
6		40-50 %
7		30-40 %
8		20-30 %
9	10-20 %	
10	Adecuado	0-10 %

Para el caso de ejemplo, en el lote evaluado, al 2,99 % de las palmas se les aplicó menos de las tres dosificaciones por palma requeridas. Por lo tanto, su calificación es de 10, considerada como adecuada (Tabla 15):

Tabla 15. Calificación de la cantidad correcta de fertilizante por palma.

Parámetro	Descripción	Calificación		Puntaje de la labor	Puntaje máximo
		Adecuado	No adecuado		
3.2. Cantidad correcta por palma	Se aplica el número especificado de dosificaciones o taras por palma	x		10	10

3.3. Calidad de la aplicación

Se evalúa el sitio de aplicación del fertilizante que corresponde al espacio en el cual se tiene la mayor cantidad de raíces absorbentes (terciarias y cuaternarias), con presencia de residuos orgánicos que favorezcan la retención de humedad y que disminuyan procesos de escorrentía y lixiviación (figura 24). En este caso se evalúa que el producto quede esparcido de manera homogénea en las áreas mencionadas.



Figura 24. Disposición adecuada de fertilizantes aplicados.

En caso de quedar acumulado en un solo sitio, se favorecen los procesos de pérdida por volatilización, lixiviación y escorrentía (Figura 25).



Figura 25. Aplicación inadecuada de fertilizantes por acumulación en el plato.

La calidad de la aplicación se evalúa en términos del porcentaje de palmas con falencias en la aplicación con respecto al número total de palmas en cada uno de los recorridos. Es recomendable anotar en qué consisten las falencias identificadas (sitio, acumulación, etc.). A manera de ejemplo, en una revisión se evaluó la calidad de la aplicación de 367 palmas, de las cuales se encontró que en 81 no hubo distribución homogénea del fertilizante, encontrándose acumulado en el plato de la palma. El porcentaje de palmas sin aplicación homogénea será:

$$\text{Porcentaje de calidad de aplicación} = \frac{81}{367} \times 100 = 22,07 \%$$

El valor obtenido se pondera en una escala de 0 a 10 de la siguiente manera: (Tabla 16).

Tabla 16. Calificación del porcentaje de aplicación de fertilizantes en las palmas evaluadas

Calificación	Calificación de calidad de aplicación	Porcentaje de palmas sin aplicación homogénea de fertilizantes
0	No adecuado	100 %
1		90-100 %
2		80-90 %
3		70-80 %
4		60-70 %
5		50-60 %
6		40-50 %
7		30-40 %
8		20-30 %
9		10-20 %
10	Adecuado	0-10 %

Para el caso dado, el porcentaje de palmas sin aplicación homogénea de los fertilizantes fue del 22,07 %, con una calificación de 8 en la escala. En estas condiciones se considera que la aplicación no es adecuada, ya que hay un porcentaje importante de palmas que no tienen las condiciones mínimas para garantizar una aplicación de buena calidad (Tabla 17).

Tabla 17. Calificación de la cantidad correcta de fertilizante por palma.

Parámetro	Descripción	Calificación		Puntaje de la labor	Puntaje máximo
		Adecuado	No adecuado		
3.3. Calidad de la aplicación	El fertilizante se aplica en el sitio indicado, sin aglomerados o facilitando la absorción por las raíces.		x	8	10

3.4. Correspondencia entre lo presupuestado y lo ejecutado

Este indicador hace referencia al número de palmas aplicadas por bulto y la cantidad de palmas presupuestadas, sin que se presenten sobrantes del producto. Si bien pueden existir desfases entre lo presupuestado y lo aplicado efectivamente por palma, es deseable que este margen de error sea inferior al 3 %.

A manera de ejemplo, un lote de palma de aceite adulta de 5.31 hectáreas requiere 1,5 kg de fertilizante compuesto grado 12-5-27-5 por palma. Se solicitaron 1.150 (23 bultos de 50 kg) de fertilizante para su aplicación en campo. Al final de la jornada, se reportó que faltaron 5 palmas por aplicar. Teniendo en cuenta lo anterior, el porcentaje de palmas aplicadas con respecto a las presupuestadas fue:

$$\text{Palmas aplicadas x bulto} = \frac{(143 \times 5.31 \text{ ha}) - 5 \text{ palmas}}{23} = 32,8 \text{ palmas/bulto}$$

$$\text{Palmas presupuestadas x bulto} = \frac{(143 \times 5.31 \text{ ha})}{23} = 33 \text{ palmas/bulto}$$

$$\text{Porcentaje de ejecución} = \frac{(\text{Palmas presupuestadas})}{(\text{Palmas aplicadas})} = \frac{32,82}{33} \times 100 = 99,45 \%$$

El valor obtenido se califica en términos excluyentes, considerándose como condición adecuada que el porcentaje de palmas sin aplicación efectiva de las fuentes no supere el 3 %, en cuyo caso la calificación será 10. En caso contrario, la calificación será 0. En el ejemplo, se observó que <1 % de las palmas no se alcanzaron a aplicar con el fertilizante presupuestado. Por lo tanto, su calificación es de 10, considerada como adecuada, al encontrarse dentro del rango permitido (Tabla 18).

Tabla 18. Calificación de la correspondencia entre palmas aplicadas y presupuestadas

Parámetro	Descripción	Calificación		Puntaje de la labor	Puntaje máximo
		Adecuado	No adecuado		
3.4. Correspondencia entre palmas presupuestadas por bulto y palmas efectivamente aplicadas	Las palmas aplicadas corresponden a las efectivamente presupuestadas. No hay sobrantes ni faltantes.	x		10	10

4. Disposición de empaques y residuos

Los empaques (sacos o lonas) deben ser recogidos del campo y alistados para ser reciclados o para su disposición final (Figura 25). Al terminar la jornada se verifica que su recolección en campo se haya realizado, al igual que la de los recipientes plásticos usados como taras. En el caso de reutilizar los empaques, previo lavado, es necesario prestar atención a la disposición de aguas residuales y la compatibilidad de esta práctica con las certificaciones sobre sostenibilidad del aceite de palma.



Figura 26. a) Acondicionamiento de empaque de fertilizantes en la carreta que apoya la aplicación. b) Empaque plástico olvidado en campo.

En los recorridos de evaluación se verifica que los empaques de fertilizante se hayan recogido y acopiado de manera correcta para su disposición final o reciclaje. La calificación es excluyente, dándose una calificación de 10 si la labor se realizó de manera correcta, o 0 si se dejaron empaques en los lotes (Tabla 19).

Tabla 19. Calificación de la recolección de empaques y taras de fertilización.

Parámetro	Descripción	Calificación		Puntaje de la labor	Puntaje máximo
		Adecuado	No adecuado		
4.1. Disposición de empaques y taras de fertilización	Los empaques son recogidos del campo y dispuestos para reciclaje y/o destinación final.	x		10	10



Consolidación y diligenciamiento del formato para la calificación del proceso de aplicación de fertilizantes en palma de aceite.

Una vez realizada la evaluación de la labor de fertilización, la información recolectada se consolida en el formato que se muestra en la Tabla 20, que incluye los 4 componentes y 14 variables descritas anteriormente. Cada variable es calificada teniendo en cuenta las condiciones definidas en la guía, asignándole un puntaje y realizando la sumatoria de los puntos obtenidos en cada componente. Como ejemplo, a continuación se presenta un formato diligenciado con los puntajes obtenidos de una evaluación de calidad de la fertilización.

Tabla 20. Formato guía para la supervisión de la labor de fertilización en el cultivo de palma de aceite.

Etapa	Parámetro	Descripción	Calificación		Puntaje de la labor	Puntaje máximo	Puntaje total
			Adecuado	No adecuado			
1. Condiciones del campo y de la palma	1.1. Mantenimiento de la cobertura	Las calles de tráfico permiten el desplazamiento sin dificultades y facilitan la visibilización del terreno.	x		4	5	17
		Las calles de no tráfico presentan cobertura que no interfiere con el desarrollo de la palma.	x		5	5	
	1.2. Mantenimiento de los platos	Los platos no presentan exceso de cobertura vegetal que compita por nutrientes o dificulte la aplicación.	x		4	5	

Continúa →

Continuación de Tabla 20. Formato guía para la supervisión de la labor de fertilización en el cultivo de palma de aceite.

Etapa	Parámetro	Descripción	Calificación		Puntaje de la labor	Puntaje máximo	Puntaje total
			Adecuado	No adecuado			
1. Condiciones del campo y de la palma	1.3. Poda de las palmas	Las palmas se encuentran en estado óptimo de poda y sin hojas enruanadas que dificulten la aplicación.		x	1	5	17
	1.4. Condiciones físicas del suelo	Los platos presentan condiciones adecuadas de humedad.No hay encharcamientos o sequía.		x	3	5	
		Las calles de tráfico no presentan condiciones de encharcamiento y facilitan la movilidad de personas, maquinaria y/o semovientes.		x	0	5	

Continúa →

Continuación de Tabla 20. Formato guía para la supervisión de la labor de fertilización en el cultivo de palma de aceite.

Etapa	Parámetro	Descripción	Calificación		Puntaje de la labor	Puntaje máximo	Puntaje total
			Adecuado	No adecuado			
2. Alistamiento y calidad de la fuente	2.1. Identificación del área a aplicar	Cuenta con mapa y ubicación de palmas por línea, identificación de lote, bloque o UMA.	x		4	4	20
	2.2. Estado y elaboración de dosificadores (taras)	Las medidas son apropiadas, se encuentran en buen estado, no exceden los 600 g y se tiene instrumento de medición adecuado.	x		4	4	

Continúa →

Continuación de Tabla 20. Formato guía para la supervisión de la labor de fertilización en el cultivo de palma de aceite.

Etapa	Parámetro	Descripción	Calificación		Puntaje de la labor	Puntaje máximo	Puntaje total
			Adecuado	No adecuado			
2. Alistamiento y calidad de la fuente	2.3. Determinación de bultos por lote o UMA	Con base en el número de palmas y la dosificación, se calcula el número de bultos o cantidad de fertilizante a aplicar por lote o UMA.	x		4	4	20
	2.4. Distribución de los bultos en el lote para facilitar su aplicación.	Los bultos se distribuyen de acuerdo con la cantidad de palmas por línea y buscando disminuir las distancias recorridas para abastecimiento.	x		3	3	

Continúa →

Continuación de Tabla 20. Formato guía para la supervisión de la labor de fertilización en el cultivo de palma de aceite.

Etapa	Parámetro	Descripción	Calificación		Puntaje de la labor	Puntaje máximo	Puntaje total
			Adecuado	No adecuado			
2. Alistamiento y calidad de la fuente	2.5. Calidad física del fertilizante	El fertilizante se encuentra en estado óptimo de empaque y consistencia. No presenta agregados o excesos de humedad que dificulten la aplicación.	x		4	4	20

Continúa →


Continuación de Tabla 20. Formato guía para la supervisión de la labor de fertilización en el cultivo de palma de aceite.

Etapa	Parámetro	Descripción	Calificación		Puntaje de la labor	Puntaje máximo	Puntaje total
			Adecuado	No adecuado			
3. Condiciones de la aplicación	3.1. Evidencias de la aplicación	Se observan las fuentes aplicadas a las palmas.	x		10	10	38
	3.2. Cantidad correcta por palma	Se aplica el número especificado de dosificaciones o taras por palma.	x		10	10	
	3.3. Calidad de la aplicación	El fertilizante se aplica en el sitio indicado, sin aglomerados o facilitando la absorción por las raíces.		x	8	10	

Continúa →

Continuación de Tabla 20. Formato guía para la supervisión de la labor de fertilización en el cultivo de palma de aceite.

Etapa	Parámetro	Descripción	Calificación		Puntaje de la labor	Puntaje máximo	Puntaje total
			Adecuado	No adecuado			
3. Condiciones de la aplicación	3.4. Correspondencia entre palmas presupuestadas por bulto y palmas efectivamente aplicadas	Las palmas aplicadas corresponden a las efectivamente presupuestadas. No hay sobrantes ni faltantes.	x		10	10	38
4. Disposición de empaques y residuos	4.1. Disposición de empaques y residuos	Los empaques son recogidos del campo para reciclaje y/o disposición final.	x		10	10	10
Puntaje total obtenido en el análisis operativo de la fertilización					85		



En este ejemplo se puede observar que el lote evaluado presentó una puntuación total de 85 puntos de 100 posibles, indicando que, en general, se tiene un procedimiento operativo adecuado para la aplicación eficiente de la fertilización en campo. Esta evaluación permitió observar que existen posibilidades de hacer más eficiente la labor, enfocándose en ajustar las condiciones de mantenimiento de las palmas, previo a la fertilización y en la calidad de la misma, específicamente en la aplicación en los sitios indicados y la calidad de las fuentes.

En general, la evaluación del proceso operativo de la fertilización permite identificar los aciertos y oportunidades de mejora en cada etapa de la planeación y ejecución de la fertilización del cultivo. A partir de esto, se pueden establecer estrategias dirigidas a corregir las fallas identificadas y los puntos más débiles del proceso. Estas estrategias pueden incluir manejo de información espacio temporal, de los factores climáticos y de suelos, ajustes de la logística de manejo de personal e implementos disponibles en las plantaciones y otros como la formación del capital humano involucrado en las labores de cultivo. Lo anterior permitirá proporcionar al cultivo una fertilización de calidad, optimizando al máximo los beneficios de las fuentes aplicadas con la mayor eficiencia de uso y bajo impacto ambiental.

Anexo A. Formato para la supervisión de la fertilización en cultivos de palma de aceite.

Etapa	Parámetro	Descripción	Calificación		Puntaje de la labor	Puntaje máximo	Puntaje total
			Adecuado	No adecuado			
1. Condiciones del campo y de la palma	1.1. Mantenimiento de la cobertura	Las calles de tráfico permiten el desplazamiento sin dificultades y facilitan la visibilización del terreno.				5	
		Las calles de no tráfico presentan cobertura que no interfiere con el desarrollo de la palma				5	
	1.2 Mantenimiento de los platos	Los platos no presentan exceso de cobertura vegetal que compita por nutrientes o dificulte la aplicación.				5	
	1.3. Poda de las palmas	Las palmas se encuentran en estado óptimo de poda y sin hojas enruanadas que dificulten la aplicación.				5	
	1.4. Condiciones físicas del suelo	Los platos presentan condiciones adecuadas de humedad. No hay encharcamientos o sequía.				5	
		Las calles de tráfico no presentan condiciones de encharcamiento y facilitan la movilidad de personas, maquinaria y/o semovientes.				5	

Anexo A. Formato para la supervisión de la fertilización en cultivos de palma de aceite.

Etapa	Parámetro	Descripción	Calificación		Puntaje de la labor	Puntaje máximo	Puntaje total
			Adecuado	No adecuado			
2. Alistamiento y calidad de la fuente	2.1. Identificación del área a aplicar	Cuenta con mapa y ubicación de palmas por línea, identificación de lote, bloque o UMA.				4	
	2.2. Estado y elaboración de dosificadores (taras)	Las medidas son apropiadas, se encuentran en buen estado, no exceden los 600 g y se cuenta con un instrumento de medición adecuado.				4	
	2.3. Determinación de bultos por lote o UMA	Con base en el número de palmas y la dosificación, se calcula el número de bultos o cantidad de fertilizante a aplicar por lote o UMA.				4	
	2.4. Distribución de los bultos en el lote para facilitar su aplicación	Los bultos se distribuyen de acuerdo con la cantidad de palmas por línea y buscando disminuir las distancias recorridas para abastecimiento.				3	
	2.5. Calidad física del fertilizante	El fertilizante se encuentra en estado óptimo de empaque y consistencia. No presenta agregados o excesos de humedad que dificulten la aplicación.				5	

Anexo A. Formato para la supervisión de la fertilización en cultivos de palma de aceite.

Etapa	Parámetro	Descripción	Calificación		Puntaje de la labor	Puntaje máximo	Puntaje total
			Adecuado	No adecuado			
3. Condiciones de la aplicación	3.1. Evidencias de la aplicación	Se observan las fuentes aplicadas a las palmas.				10	
	3.2. Cantidad correcta por palma	Se aplica el número especificado de dosificaciones o taras por palma.				10	
	3.3. Calidad de la aplicación	El fertilizante se aplica en el sitio indicado, sin aglomerados o facilitando la absorción por las raíces.				10	
	3.4. Correspondencia entre palmas presupuestadas por bulto y palmas efectivamente aplicadas	Las palmas aplicadas corresponden a las efectivamente presupuestadas. No hay sobrantes ni faltantes.				10	
4. Disposición de empaques y residuos	4.1. Disposición de empaques y residuos	Los empaques son recogidos del campo para reciclaje y/o disposición final.				10	

Puntaje total obtenido en el análisis operativo de la fertilización




Agradecimientos

Los autores expresan su agradecimiento a la Corporación Centro de Investigación en Palma de Aceite, Cenipalma; al personal técnico y administrativo de las plantaciones de las cuatro zonas palmeras de Colombia por compartir sus experiencias en torno al manejo nutricional de la palma de aceite y al Fondo de Fomento Palmero, administrado por Fedepalma, por el apoyo financiero para realizar este estudio.

Referencias bibliográficas

- FAOSTAT. (2022).** Crops and livestock products – 2019 (Production). FAO. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/TCL> (Accedido el 12 de septiembre de 2022)
- García A., Á. y Chang, K. C. (2010).** Manejo integrado de la nutrición de la palma de aceite: Experiencias en América tropical. *Palmas*, 31(especial), 178–190. <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/1524>
- Gilbanks, R. (2012).** Procedimientos y prácticas agronómicas establecidas. En T. Fairhurst & R. Hardter (Eds.), *Oil palm management for large and sustainable yields*, 135–137. International Plant Nutrition Institute.
- Montoya, M. (2022).** ¿El negocio de la palma de aceite en Colombia puede ser más competitivo? *Palmas*, 43(1), 92–96.
- Mosquera-Montoya, M.; Ruiz-Álvarez; E., Munévar; D. E., Estupiñán, M. C.; Guerrero, Á. y Cala, S. (2022).** Estudio de costos de producción 2021 para empresas *benchmark* del sector de la palma de aceite de Colombia. *Palmas*, 43(4), 26–39. <https://doi.org/10.56866/01212923.13911>



Mosquera-Montoya, M.; Ruiz-Álvarez, E.; Munévar, D. E.; Guerrero, A.; Cala, S. L.; Silva, A. y Arteaga, J. S. (2023). Estudio de costos de producción 2022 para plantaciones de palma de aceite referentes por su productividad. *Palmas*, 44(3), 43–55. <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/14084>

Ruiz-Álvarez, E.; Mosquera-Montoya, M.; Munevar, D. E.; Vargas, L. E. y Vélez, J. C. (2022). Productividad laboral en plantaciones de palma de aceite en Colombia. *Boletines técnicos*, 43. <https://doi.org/10.56866/9789588360966>

Tiemann, T. T., Donough, C. R., Lim, Y. L., Härdter, R., Norton, R., Tao, H. H., Jaramillo, R., Satyanarayana, T., Zingore, S., & Oberthür, T. (2018). Feeding the palm: A review of oil palm nutrition. *Advances in agronomy*, 152, 149–243. <https://doi.org/10.1016/bs.agron.2018.07.001>

Esta publicación es propiedad del Centro de Investigación en Palma de Aceite, Cenipalma, por tanto, ninguna parte del material ni su contenido, ni ninguna copia del mismo puede ser alterada en forma alguna, transmitida, copiada o distribuida a terceros sin el consentimiento expreso de Cenipalma. Al realizar la presente publicación, Cenipalma ha confiado en la información proveniente de fuentes públicas o fuentes debidamente publicadas. Contiene recomendaciones o sugerencias que profesionalmente resultan adecuadas e idóneas con base en el estado actual de la técnica, los estudios científicos, así como las investigaciones propias adelantadas. A menos que esté expresamente indicado, no se ha utilizado en esta publicación información sujeta a confidencialidad ni información privilegiada o aquella que pueda significar incumplimiento a la legislación sobre derechos de autor. La información contenida en esta publicación es de carácter estrictamente referencial y así debe ser tomada y está ajustada a las normas nacionales de competencia, Código de Ética y Buen Gobierno de la Federación, respetando en todo momento la libre participación de las empresas en el mercado, el bienestar de los consumidores y la eficiencia económica.



Escucha el pódcast
de la palmiticultura
colombiana en:



YouTube



Spotify



CenipalmaOrg



Cenipalma



CenipalmaCo



CenipalmaOrg



CenipalmaOrg

www.cenipalma.org