

# Cuarta parte



Foto: Jhon Jiménez.

## Evaluación de la calidad de la aplicación en campo

<https://doi.org/10.56866/9789588360997.04>

Nolver Arias y Jhon Jiménez-Vera



La aplicación de fuentes fertilizantes con criterios de calidad debe procurar que los nutrientes se suministren al cultivo cumpliendo los criterios de las 4 R (Right Source, Right Rate, Right Time, Right Place), por sus siglas en inglés (Tiemann *et al.*, 2018), es decir, con la fuente adecuada, la dosis indicada, el momento oportuno y el sitio adecuado.

La selección de la dosis indicada estará en función de los requerimientos nutricionales del cultivo, la producción esperada y las condiciones de los suelos en las cuales se encuentra el cultivo. Con respecto a la fuente adecuada prevalecen las condiciones edáficas y ambientales bajo las cuales se aplicarán las fuentes de nutrientes seleccionadas. Estos dos criterios han sido previamente determinados por el personal profesional a cargo del diseño y evaluación de los programas de manejo nutricional, y en virtud de esto se cuenta con fuentes de nutrientes disponibles para la aplicación.

Las decisiones sobre el momento oportuno y el sitio adecuado están en función de las condiciones verificables en el campo y deben estar acompañadas de información climática de referencia, como también de recorridos para validar que las condiciones sean óptimas. Los registros de variables climáticas, el balance hídrico, la capacidad de los suelos de almacenar agua, la tasa de infiltración y el comportamiento de los niveles freáticos son importantes para determinar el momento oportuno. Por otra parte, 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. Bajo esta condición es imprescindible que existan las condiciones necesarias para el crecimiento y desarrollo adecuados de las raíces absorbentes y baja competencia por parte de arvenses y otras plantas asociadas con el cultivo.

A continuación, se exponen aspectos relevantes para que el diseño del programa de manejo nutricional pueda cumplirse, apuntándole a la mayor eficiencia en el uso de los nutrientes.

## Evaluación de las condiciones del lote

Antes de iniciar la labor de fertilización, como su supervisión, es importante evaluar que las condiciones del campo sean adecuadas en términos de humedad, accesibilidad y manejo de coberturas en el plato y áreas de aplicación.

En ese sentido, los aspectos a verificar en campo son:

### Mantenimiento de la cobertura vegetal del suelo

Se debe verificar que las calles de tráfico permitan el desplazamiento sin dificultades de los operarios de aplicación y faciliten la visualización del terreno (Figura 44). En las calles de tráfico, una vegetación alta implica retrasos en los movimientos, mayor

fatiga y riesgo de accidentes ocasionados por caídas, picaduras o mordeduras de animales que no pueden ser vistos con facilidad.

Si bien es necesaria la limpieza de las calles, lo deseable es mantener adecuada cobertura por sus efectos en la reducción de la erosión, la escorrentía y la conservación de la humedad en el suelo. En esta variable la calificación es cualitativa para las calles recorridas. Se tiene en cuenta el puntaje máximo de la calificación y se va disminuyendo en la medida en que las condiciones para el tráfico no sean las apropiadas.



**Figura 44.** Condiciones de cobertura en calles de tráfico: (a) adecuada para tránsito; (b) condición extrema de mantenimiento o limpieza.

Además, es recomendable que las calles de no tráfico o de palera también se encuentren en condiciones apropiadas (Figura 45). 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.



**Figura 45.** Condiciones de cobertura vegetal del suelo en calles de no tráfico o de palera: (a) adecuada; (b) coberturas no adecuadas.

## Mantenimiento de los platos de la palma

Se debe verificar que los platos de la palma no tengan exceso de cobertura vegetal que compita por nutrientes o dificulte su aplicación (Figura 46). 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. Previo a la aplicación se recomienda el control de arvenses, en lo posible con medios mecánicos (guadaña, cortamaleza o machete) ya que, con estos, el hecho de que existan raíces y partes de plantas vivas va a permitir el favorecimiento de la infiltración y la vida en el suelo. El indicador corresponde al número de platos que no cumplen con la condición requerida sobre el número total de palmas evaluadas en cada recorrido.

Por otra parte, para el caso de aplicaciones manuales de fertilizantes, lo deseable es que esta sea alrededor del área del plato. El exceso de vegetación dificultará tanto la ejecución de los recorridos, como la posibilidad de supervisar su aplicación.



**Figura 46.** Condiciones de cobertura en el plato de la palma: (a) alta cobertura de arvenses; (b) área intervenida con guadaña y en mejor condición para la aplicación de las fuentes fertilizantes.

## Poda de las palmas

Es deseable que las palmas se encuentren en estado óptimo de poda y sin hojas que penden de la corona de racimos “enruanadas” que dificulten la aplicación (Figura 47). Por otro lado, cuando se tienen hojas en exceso es posible que parte de los nutrientes aportados se queden almacenados en hojas no funcionales, o con baja funcionalidad fotosintética, debido a su ubicación en el dosel de la palma. En palma adulta, generalmente las hojas ubicadas por debajo de la hoja número 33, en lugar de aportar energía a la planta, se convierten en sumideros de energía y nutrientes. Por tanto, esto retarda el proceso de suministro de nutrientes a las hojas con mayor funcionalidad, cuyo caso es proporcionar nutrientes a los racimos.

Para estimar el indicador de poda se divide 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.



**Figura 47.** Condiciones de poda en palmas: (a) adecuada; (b) palma con hojas enruanadas y dificultad para la aplicación de fertilizantes.

### Condiciones físicas del suelo

Es recomendable que los platos tengan la humedad adecuada (Figura 48). Esto significa, tanto en el suelo como en las palmas, que no existan encharcamientos ni evidencias de fuerte déficit hídrico, respectivamente. Si bien algunas fuentes de nutrientes se pueden aplicar con baja humedad en el suelo, especialmente aquellas que no se volatilizan, la recomendación es que siempre la condición de humedad sea la adecuada, es decir, cercana a la capacidad de campo.

Por el contrario, no es recomendable aplicar fertilizantes de ningún tipo 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.

Además del área de los platos, es necesario también que las calles de tráfico no presenten condiciones de encharcamiento (Figura 49) y faciliten la movilidad de personas, maquinaria y/o semovientes. Una calle de tráfico con encharcamientos igualmente es indicadora de condiciones de humedad no apropiadas para la aplicación de fertilizantes e incidirá en el aumento de la fatiga de personal a cargo de esta labor y también de los semovientes.

Para determinar este indicador se verifica el estado de platos y se cuantifican aquellos con 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.



**Figura 48.** Condiciones de humedad del área del plato: (a) adecuada; (b) condición de falta de humedad y biomasa para la aplicación de fertilizantes.



**Figura 49.** (a) Calle de tráfico en condición inadecuada de humedad y (b) calle de tráfico en condiciones apropiadas para tránsito y aplicación de fertilizantes.

## Logística previa a la evaluación de la labor de fertilización

Esta comprende la revisión en cuanto al alistamiento y la calidad de las fuentes fertilizantes que se utilizarán, la delimitación del área de aplicación, la disposición de taras o medidas adecuadas y la cuantificación de la cantidad total de fertilizante a aplicar durante la jornada laboral.

## Alistamiento y calidad 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 50). Esta información es importante para posteriormente determinar la distribución de los bultos o sacos en los puntos de acopio y así facilitar la logística.

En función del método de aplicación, las dosis, el personal, distancias a recorrer y demás recursos disponibles se determina la cantidad de palmas a las que es posible aplicar el fertilizante (para mayor detalle, consultar la segunda parte). Lo deseable es que el producto que salga de la bodega hacia el campo sea aplicado en su totalidad.

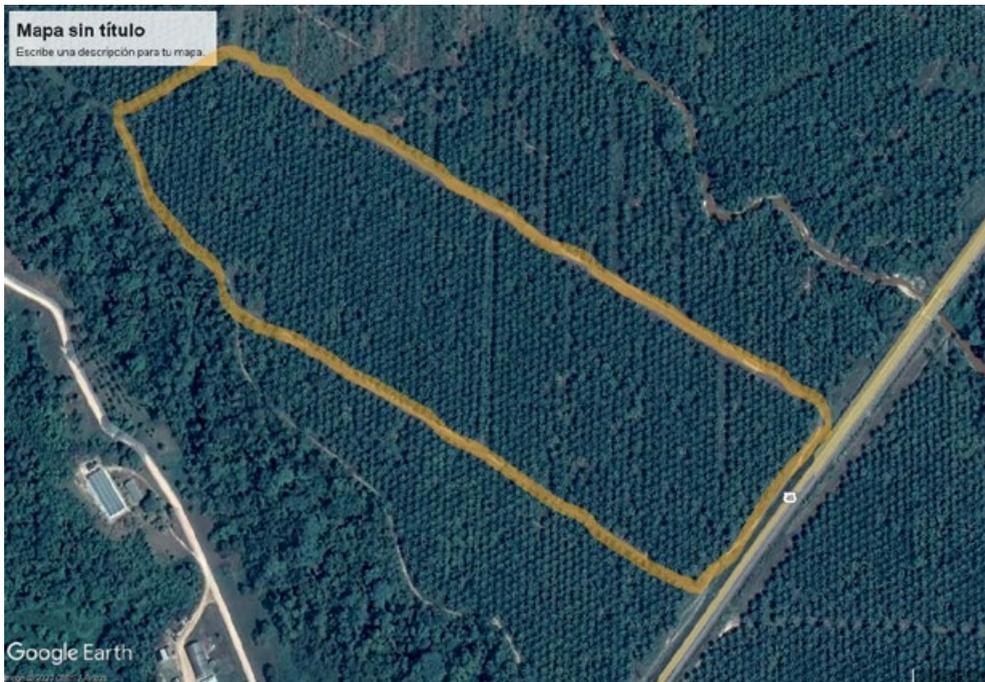


Figura 50. Delimitación del área a aplicar con las fuentes fertilizantes.

## Calidad de la fuente fertilizante

Se refiere a la calidad física de la fuente. Es deseable que la fuente se encuentre en condiciones óptimas (Figura 51). Es decir, que la granulometría sea la indicada y que no se presenten agregados, lo que dificultaría la aplicación en el campo (para mayor detalle, consultar la tercera parte de este boletín).



**Figura 51.** Condiciones de humedad de fertilizantes: (a) y (b) adecuada condición del fertilizante; (c) fertilizante humedecido.

### Verificación de medidores, taras o dosificadores

Elaborar taras o dosificadores con fertilizantes en condiciones no óptimas facilitará incurrir en imprecisiones de las dosis por palma y estimaciones de las cantidades totales para aplicación en la jornada de campo. Por otra parte, en fertilizantes nitrogenados, cuando han absorbido humedad, es posible que se hayan registrado pérdidas por volatilización.

Teniendo en cuenta que las aplicaciones de las fuentes de nutrientes generalmente se hacen por medios manuales o semimecanizados y que, usualmente, las formas de distribuir son determinadas cantidades (kilogramos o gramos por palma), resulta importante la verificación de la correcta calibración de las taras o dosificadores.

### Determinación de bultos o cantidad total de fertilizantes por lote o UMA

Del área a aplicar se debe conocer el número total de palmas, palmas por línea, por UMA entre otras características de interés, tales como la existencia de canales (de riego o de drenaje), puentes, etc. Con base en esta información se determina la cantidad total de fertilizantes a enviar al campo (Figura 52).



**Figura 52.** Proceso de preparación y transporte del fertilizante hacia los lotes o UMA.

Es deseable la verificación del número de bultos a aplicar en función de las dosis recomendadas por palma y el número de palmas.

### 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. En función del sistema de aplicación es posible que haya 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 del lote en función de las dosis a aplicar (Figura 53). Esto se hace habitualmente con la ayuda de un tractor.



**Figura 53.** 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 siempre 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.

## Evaluación de la calidad de aplicación de fertilizantes

### Planeación de la evaluación de la labor de fertilización

Para la verificación de fertilización en campo se recomienda el siguiente procedimiento:

- **Selección del lote o UMA:** en función del área a recorrer es importante seleccionar los lotes o UMA a verificar apoyado de un mapa con la correspondiente ubicación de las palmas (Figura 54).
- **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. Se sugiere marcar los sitios en un mapa de manera previa con la finalidad de evitar subjetividades (Figura 54). En cada sitio de muestreo se aconseja recorrer dos calles en forma de U. Este recorrido necesariamente debe ser a pie.
- **Horas de evaluación:** se sugiere evaluar a diferentes horas del día con el fin de verificar tanto áreas aplicadas como áreas en aplicación. Además, se puede revisar la calidad de la aplicación en función del avance de la jornada laboral y los posibles efectos de la fatiga del personal en campo.

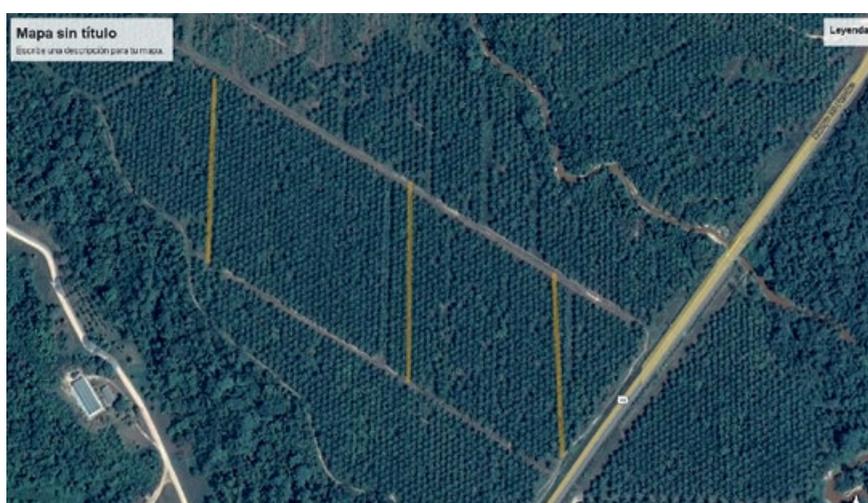


Figura 54. Representación de la selección de tres áreas para efectuar la supervisión de la fertilización en una UMA.

## Ejecución de la evaluación de la labor de fertilización

Una vez en campo las variables a supervisar son:

- **Evidencias de la aplicación:** el supervisor avanza palma a palma en la U seleccionada del lote o UMA, verificando que cada una registre evidencia del producto aplicado (Figura 55). Esto de acuerdo con las recomendaciones del profesional encargado del diseño y evaluación del programa de manejo nutricional. Como indicador se tendrá un porcentaje de palmas aplicadas con respecto al número total de palmas recorridas.



Figura 55. Área alrededor de la palma en la que se observan gránulos de fertilizante, evidenciando su aplicación.

- **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 con lo recomendado. Esta observación se logra con base en el número de sitios con mayor concentración alrededor de la palma. Como indicador se tendrá el porcentaje de palmas no aplicadas con respecto al número total de palmas del recorrido de campo.

- **Calidad de la aplicación:** se evalúa el sitio de aplicación del fertilizante, este es muy importante ya que idealmente 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. Por otra parte, es deseable que el producto quede esparcido de manera apropiada ya que, en caso de quedar acumulado en un solo sitio, se favorecen los procesos de pérdida por volatilización y escorrentía (Figura 56).

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.).



**Figura 56.** (a) Disposición adecuada de fertilizantes aplicados; (b) disposición no adecuada.

- **Correspondencia entre lo presupuestado y lo ejecutado:** este indicador hace referencia al número de palmas presupuestadas por bulto y la cantidad de palmas efectivamente aplicadas, sin que haya sobrantes del producto. Si bien pueden existir desfases entre lo presupuestado y lo aplicado efectivamente por palma, es deseable que este margen de error no sea superior al 3 %.
- **Disposición de empaques y residuos:** los empaques (sacos o bultos) deben ser recogidos del campo y alistados para ser reciclados o para su disposición final (Figura 57). Al terminar la jornada se verifica que su recolección en campo se haya realizado, así como 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 57.** (a) Acondicionamiento de empaque de fertilizantes en la carreta que apoya la aplicación; (b) empaque plástico olvidado en campo.

## Descripción y diligenciamiento del formato para la calificación del proceso de aplicación de fertilizantes en palma de aceite

A continuación, se sugiere un formato para la supervisión de la labor de fertilización (Tabla 12) en el que se contemplan los cuatro componentes y catorce variables para la calificación de la calidad de la aplicación de fertilizantes. Los cuatro componentes son:

- Alistamiento y calidad de la fuente fertilizante
- Condiciones de la aplicación

- Mantenimiento del campo y la palma
- Disposición de empaques y residuos

Cada uno de estos componentes tiene una valoración máxima de 20, 40, 30 y 10 puntos, respectivamente, para un total de 100 puntos. De igual forma, cada una de las catorce variables tienen una valoración máxima y en el caso de las valoraciones cuantitativas implican valoración del porcentaje de palmas que se encuentran por fuera de la condición deseada. Con base en lo anterior se calcula el porcentaje de palmas que efectivamente cumple con el requerimiento.

**Tabla 12.** Formato guía para la supervisión de la labor de fertilización en el cultivo de palma de aceite.

Análisis operativo de la fertilización- Formulario de registro de supervisión						
Parámetro	Descripción	Calificación		Porcentaje	Puntaje Máximo	Puntaje total
		Adecuado	No adecuado			
<b>Alistamiento y calidad de la fuente</b>						
1. Identificación del área a aplicar	Cuenta con mapa y ubicación de palmas por línea. Identificación de lote, bloque o UMA.			N.A	4	
2. Estado y elaboración de dosificadores (taras)	Las taras son apropiadas, se encuentran en buen estado, no exceden 600 gramos y se tiene instrumento adecuado de medición.			N.A	4	
3. Determinación de bultos/lote o UMA	Con base en el número de palmas y la dosificación, se calcula el número de bultos o cantidad a aplicar para cada lote o UMA.			N.A	4	
4. Distribución de bultos en lote para facilitar la aplicación	Los bultos se distribuyen de acuerdo con la cantidad de palmas por línea, buscando disminuir las distancias recorridas para abastecimiento.			N.A	3	
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.			N.A	5	
<b>Condiciones de la aplicación</b>						
6. Evidencias de la aplicación	Se observan las fuentes fertilizantes aplicadas a las palmas.				10	
7. Cantidad correcta por palma	Se aplica el número especificado de dosificaciones o taras por palma.				10	
8. Calidad de la aplicación	El fertilizante se aplica en el sitio indicado, sin aglomerados y facilitando la absorción por las raíces.				10	
9. Correspondencia entre palmas presupuestadas por bulto y palmas efectivamente aplicadas	Las palmas aplicadas corresponden a las efectivamente presupuestadas. No hay sobrantes ni faltantes.				10	

Continúa

Análisis operativo de la fertilización- Formulario de registro de supervisión						
Parámetro	Descripción	Calificación		Porcentaje	Puntaje Máximo	Puntaje total
		Adecuado	No adecuado			
<b>Mantenimiento del campo y la palma</b>						
10. Mantenimiento de la cobertura	Las calles de tráfico permiten desplazamiento sin dificultades y facilitan la visualización del terreno.			N.A	5	
	Las calles de no tráfico presentan cobertura que no interfiere con el desarrollo de la palma.				5	
11. Mantenimiento de platos	Los platos no presentan exceso de cobertura vegetal o biomasa que compita por nutrientes o dificulte la aplicación.				5	
12. Poda de las palmas	Las palmas se encuentran en estado óptimo de poda y sin hojas enruanadas que dificulten la aplicación.				5	
13. Condiciones físicas del suelo	Los platos presentan condición adecuada 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	
<b>Disposición de empaques y residuos</b>						
14. Disposición de empaques y residuos	Los empaques son recogidos del campo y dispuestos para reciclaje y/o disposición final.				10	

## Bibliografía

Tiemann, T.T., Donough, C.R., Lim, Y.L., Härdter, R., Norton, R., Tao, H.H., Jaramillo, R., Satyanarayana, T., Zingore, S. y Oberthür, T. (2018). Feeding the Palm: A Review of Oil Palm Nutrition. *Advances in Agronomy*, (152), pp. 149-243. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0065211318300610>