Agricolae & Habitat
Revista de Investigación Formativa
Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente - ECAPMA

SECCIÓN AGRÍCOLA

Fecha de recibido: 27-05-2026
Fecha de aceptado: 21-08-2026
DOI: 10.22490/26653176.11750

IMPACTO DE LA DISPOSICIÓN DE RESIDUOS ORGÁNICOS EN EL ÁREA DEL PLATO SOBRE EL DESARROLLO RADICULAR DE PALMAS HÍBRIDAS OXG EN SUELOS ARENOSOS

IMPACT OF ORGANIC RESIDUE PLACEMENT IN THE PALM CIRCLE ON ROOT DEVELOPMENT OF OXG HYBRID PALMS IN SANDY SOILS

Eidy Rocío Clavijo Martínez

Agrónoma de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD).
Integrante del Semillero de Investigación Producción Agroecológica Integrada (PAI-UNAD).

ORCID: https://orcid.org/0009-0009-2059-7143

Correo electrónico: erclavijom@unadvirtual.edu.co

Oscar Mauricio Moya Murillo

Ingeniero agrónomo y magíster en Ciencias Entomología.
Docente en la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD).
Integrante del Semillero de Investigación Producción Agroecológica Integrada (PAI-UNAD).

ORCID: https://orcid.org/0000-0002-3579-1856

Correo electrónico: oscar.moya@unad.edu.co

Citación: Clavijo Martínez, E.R., Moya Murillo, O. (2026). Impacto de la disposición de residuos orgánicos en el área del plato sobre el desarrollo radicular de palmas híbridas OxG en suelos arenosos. *Agricolae & Habitat*, *9*(1), 46-61 https://doi.org/ 10.22490/26653176.11750

RESUMEN

Contextualización: En cultivos de palma de aceite establecidos en suelos arenosos, la baja capacidad de retención de humedad y nutrientes puede limitar el desarrollo radicular y reducir la eficiencia en el uso de fertilizantes. En este contexto, la disposición de las hojas de poda y cosecha como residuos orgánicos en el área del plato representa una alternativa de manejo para mejorar las condiciones de la zona radicular y favorecer la productividad del cultivo.

Vacío de investigación: Aunque el uso de biomasa vegetal en la palma de aceite es una práctica agronómica reconocida, existe información limitada sobre el efecto específico de la disposición de las hojas de poda y cosecha en el plato sobre la concentración de raíces y el peso promedio de racimos en palmas híbridas OxG establecidas en suelos arenosos y bajo condiciones de secano.

Propósito del estudio: El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la disposición de las hojas de poda y cosecha como residuos orgánicos en el área del plato sobre la concentración de raíces y el peso promedio de racimos en palmas híbridas OxG cultivadas en suelos arenosos.

Metodología: El estudio se desarrolló en palmas híbridas OxG de 12 años, establecidas en Cumaral, Meta. Se compararon dos tratamientos: palmas con disposición continua de hojas de poda y cosecha en el plato, y palmas con plato limpio. Ambos tratamientos recibieron el mismo programa de fertilización y enmiendas establecido por la plantación. Para la concentración de raíces se evaluaron 30 palmas por tratamiento mediante bloques de suelo de 50 × 30 × 20 cm, ubicados a 20 cm del estipe. Para el peso promedio de racimos se evaluaron 68 racimos por tratamiento, se aplicó la prueba Kruskal-Wallis para la concentración de raíces y la prueba t de Student para el peso promedio de racimos, con $\alpha = 0{,}05$.

Resultados y conclusiones: Las palmas con hojas de poda y cosecha presentaron una mayor concentración de raíces (113,3 g/kg), frente a las de plato limpio (44,3 g/kg). Asimismo, el peso promedio de los racimos fue superior en las palmas con disposición de las hojas de poda y cosecha (20,6 kg) en comparación con las palmas sin hojas (16,9 kg). Estos resultados sugieren que la disposición de residuos orgánicos en el plato favorece el desarrollo radicular y mejora el desempeño productivo de palmas híbridas OxG en suelos arenosos.

Palabras clave: cobertura vegetal, reciclaje de biomasa, mantillo, eficiencia nutricional, productividad agrícola, cultivo de secano.

ABSTRACT

Contextualization: In oil palm crops esta-blished in sandy soil, the low capacity for water and nutrient retention can limit root development and reduce fertilizer use effi-ciency. In this context, the placement of pruning and harvest leaves as organic residues in the palm circle represents a management alternative to improve root-zone conditions and support crop productivity.

Knowledge gap: Although the use of plant biomass in oil palm is a recognized agrono-

mic practice, limited information is available on the specific effect of placing pruning and harvest leaves in the palm circle on root concentration and average bunch weight in OxG hybrid palms established in sandy soils under rainfed conditions.

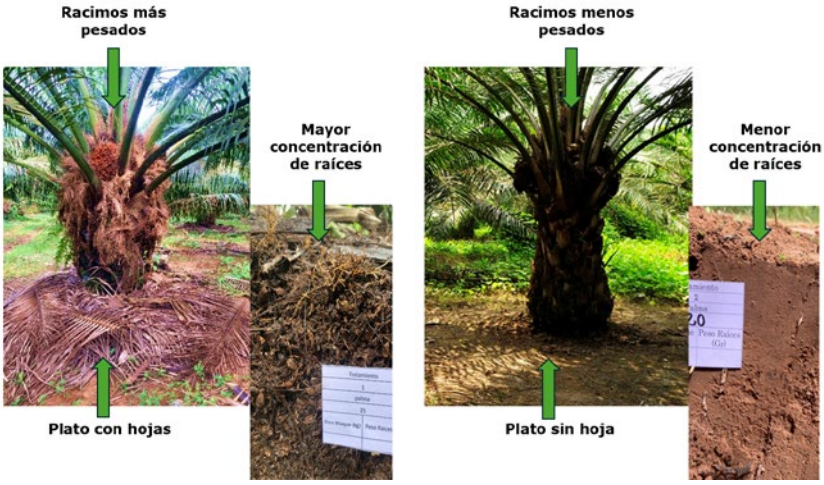
Purpose of the study: The objective of this study was to evaluate the effect of placing pruning and harvest leaves as organic residues in the palm circle on root concentration and average bunch weight in OxG hybrid palms cultivated in sandy soils.

Methodology: The study was conducted in 12-year-old OxG hybrid palms established in Cumaral, Meta, Colombia. Two treatments were compared: palms with continuous placement of pruning and harvest leaves in the palm circle, and palms with a clean palm circle. Both treatments received the same fertilization and amendment program established by the plantation. For root concentration, 30 replications per treatment were evaluated using soil blocks measuring 50 × 30 × 20 cm, located 20 cm from the palm stem. For average bunch weight, 68 bunches per treatment were evaluated. The Kruskal-Wallis test was applied for root concentration, and Student's *t*-test was used for average bunch weight, with $\alpha = 0,05$.

Results and conclusions: Palms with pruning and harvest leaves showed higher root concentration, with 113,3 g/kg, compared with 44,3 g/kg in palms with a clean palm circle. Likewise, average bunch weight was higher in palms with pruning and harvest leaves, reaching 20,6 kg, compared with 16,9 kg in palms without leaves. These results suggest that the placement of organic residues in the palm circle favors root development and improves the productive performance of OxG hybrid palms in sandy soils.

Keywords: plant cover, biomass recycling, mulch, nutrient-use efficiency, agricultural productivity, rainfed crop.

RESUMEN GRÁFICO



Nota. Las palmas con disposición de las hojas de poda y cosecha como residuos orgánicos en el área del plato registraron una mayor concentración de raíces (g/kg) y un mayor peso promedio de racimos (kg) que las palmas con plato limpio. Elaboración propia.

INTRODUCCIÓN

Colombia se destaca como uno de los principales productores de aceite de palma en América Latina y ocupa una posición relevante en el contexto mundial de la palmicultura. Por lo tanto, este cultivo representa una actividad estratégica para el desarrollo agroindustrial del país, no solo por su aporte a la economía nacional, sino también por la generación de empleo rural, la dinamización de cadenas productivas regionales y su contribución al aprovechamiento productivo de amplias zonas agrícolas. En este sentido, la palma de aceite constituye un sistema productivo de alta importancia para regiones como la Orinoquía colombiana, donde las condiciones edafoclimáticas permiten su establecimiento, pero también imponen retos asociados con el manejo sostenible del suelo, la nutrición del cultivo y la eficiencia productiva (Silva, 2022).

Uno de los principales desafíos de la palmicultura moderna es incrementar la productividad por unidad de área, reduciendo al mismo tiempo los costos de producción y mejorando la sostenibilidad del sistema. Dentro de estos costos, la fertilización representa uno de los componentes de mayor peso económico, debido a las altas demandas nutricionales del cultivo y a la necesidad de realizar aplicaciones periódicas para sostener el crecimiento vegetativo, la formación de racimos y la producción de aceite. En la palma de aceite, la fertilización puede representar hasta el 31 % de los costos variables y el 16 % de los costos totales de producción, por lo que las estrategias orientadas a mejorar la eficiencia en el uso de los fertilizantes resultan fundamentales, especialmente en suelos con baja capacidad de retención de nutrientes y humedad (Alfonso y Castiblanco, 2013; Silva, 2022).

En los suelos arenosos, las limitaciones físicas y químicas pueden afectar directamente el desarrollo radicular y, en consecuencia, la capacidad de absorción de agua y nutrientes por parte de las plantas. Estos suelos suelen presentar baja capacidad de intercambio catiónico, escasa retención de humedad, bajo contenido de materia orgánica y alta susceptibilidad a pérdidas de nutrientes por lixiviación. Bajo estas condiciones, el sistema radical de la palma debe explorar mayores volúmenes de suelo para suplir sus requerimientos nutricionales, lo que puede representar un mayor gasto energético para la planta y una menor eficiencia en el aprovechamiento de los fertilizantes aplicados (Rincón et al., 2012).

Las raíces cumplen una función esencial en la productividad de la palma de aceite, ya que son responsables de la absorción del agua y los nutrientes necesarios para los procesos fisiológicos relacionados con el crecimiento, la fotosíntesis, la emisión de hojas, la formación de inflorescencias y el llenado de racimos. La distribución y concentración del sistema radical están condicionadas por las características físicas, químicas y biológicas del suelo, así como por la disponibilidad de humedad y nutrientes en la zona de absorción. En este sentido, las prácticas que mejoran el contenido de materia orgánica, la actividad microbiana y la estabilidad del suelo pueden favorecer un ambiente más adecuado para el desarrollo de raíces funcionales en cultivos perennes (Bhattacharyya et al., 2022; Blanco, 2022; Castillo, 2022).

En este contexto, el manejo del área del plato adquiere especial importancia, pues corresponde a una zona crítica para la absorción de nutrientes, la conservación de humedad y la actividad biológica del suelo. La disposición de residuos orgánicos, como las hojas provenientes de labores de poda y cosecha, constituye una práctica de manejo con potencial para mejorar las condiciones del suelo en esta área. Estos residuos actúan como cobertura vegetal, disminuyen la exposición directa del suelo a la radiación solar, reducen la evaporación, favorecen la conservación de la humedad y aportan materia orgánica durante su proceso de descomposición.

Estudios recientes han señalado que las prácticas basadas en coberturas vegetales, aportes orgánicos y reciclaje de biomasa pueden mejorar los indicadores de calidad del suelo, tales como el carbono orgánico, la actividad microbiana, la disponibilidad de nutrientes, la estabilidad estructural y la eficiencia en el almacenamiento de carbono (Allam et al., 2022; Bhattacharyya et al., 2022; Blanco, 2022). En la palma de aceite, el uso de la biomasa generada por el cultivo también ha sido asociado con el incremento de materia orgánica del suelo y con la sostenibilidad de altas productividades (Castillo, 2022).

En cultivos de palma establecidos sobre suelos arenosos y sin riego, el reciclaje de las hojas de poda y cosecha en el plato puede contribuir a reincorporar nutrientes al suelo, reducir la pérdida de humedad y mejorar las condiciones físicas, químicas y biológicas de la zona radicular. Sin embargo, aunque esta práctica es utilizada en algunas plantaciones, aún existe limitada información específica sobre su efecto en la concentración de raíces y en las variables productivas como el peso promedio de los racimos en palmas híbridas OxG bajo condiciones de suelos arenosos.

Los híbridos OxG, derivados del cruzamiento entre *Elaeis oleifera* y *Elaeis guineensis*, han adquirido gran importancia en las zonas palmeras de Colombia debido a sus características agronómicas y productivas. No obstante, su desempeño puede depender en gran medida del manejo del suelo, la nutrición y las condiciones de humedad disponibles para el sistema radical. En este sentido, evaluar prácticas de manejo que favorezcan el desarrollo radicular y la productividad de estos materiales resulta pertinente para fortalecer la sostenibilidad del cultivo en ambientes con restricciones edáficas.

Por lo anterior, el presente estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto de la disposición de las hojas de poda y cosecha como residuos orgánicos en el área del plato sobre la concentración de raíces y el peso promedio de racimos en palmas híbridas OxG establecidas en suelos arenosos. En consecuencia, esta investigación busca aportar información técnica sobre una práctica de manejo que puede contribuir al mejoramiento de la rizosfera, al aprovechamiento eficiente de nutrientes y a la productividad del cultivo de palma de aceite bajo condiciones de secano.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, con el propósito de evaluar el efecto de la disposición de las hojas de poda y cosecha como residuos orgánicos en el área del plato sobre el desarrollo radicular y el peso promedio de racimos en

palmas híbridas OxG establecidas en suelos arenosos. La investigación se llevó a cabo en el departamento del Meta, Colombia, específicamente en el municipio de Cumaral, vereda San Nicolás, finca Buenos Aires, perteneciente a Agropecuaria La Holanda S.A.S. El sitio experimental se ubicó en las coordenadas 4,200041° N y -73,383347° W, a una altitud aproximada de 325 m s. n. m. Las condiciones climáticas de referencia fueron obtenidas a partir de los registros hidrometeorológicos del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (s. f.), correspondientes a la estación agrometeorológica Fedearroz_ Cumaral_ Barcelona [código 3503500286], con coordenadas 4,141189° N y -73,312129° W, altitud de 247 m s.n. m., activa desde el 19 de julio de 2012 y con tecnología automática con telemetría. De acuerdo con esta información, la zona presenta una precipitación anual promedio de 2,981 mm, temperatura entre 20 °C y 32 °C, temperatura media anual de 26 °C y humedad relativa promedio del 73 %.

Las condiciones edáficas predominantes corresponden a suelos de textura arenosa, con limitaciones asociadas a baja retención de humedad y nutrientes.

El material vegetal evaluado correspondió a las palmas híbridas OxG, provenientes del cruzamiento entre *Elaeis oleifera* y *Elaeis guineensis*, establecidas en el 2011. Las palmas fueron sembradas a una distancia de 9,5 m entre plantas, con una densidad aproximada de 128 palmas por hectárea. Al momento de la evaluación, el cultivo tenía 12 años y se encontraba en etapa productiva.

Se evaluaron dos tratamientos: el primer tratamiento correspondió a palmas con disposición de las hojas de poda y cosecha sobre el área del plato, práctica implementada de manera continua desde febrero dell 2018. El segundo tratamiento correspondió a palmas con el área del plato limpio, bajo manejo convencional, sin acumulación de hojas de poda y cosecha sobre la superficie del suelo.

Las variables evaluadas fueron la concentración de raíces y el peso promedio de racimos. Para determinar la concentración de raíces, se seleccionaron 30 palmas por tratamiento, para un total de 60 unidades experimentales. En cada palma se extrajo un bloque de suelo de 50 cm de largo, 30 cm de ancho y 20 cm de profundidad, ubicado a 20 cm de distancia desde la base del estipe. Cada bloque de suelo fue pesado y posteriormente procesado mediante separación manual y uso de zaranda, con el fin de extraer las raíces presentes en la muestra. Las raíces recuperadas fueron pesadas en laboratorio y la concentración de raíces se expresó en gramos de raíces por kilogramo de suelo.

El peso promedio de racimos se determinó a partir del pesaje de 68 racimos por tratamiento, para un total de 136 observaciones. Los racimos cosechados fueron pesados mediante una báscula portátil, registrando el peso individual de cada racimo en kilogramos. Posteriormente, se calculó el peso promedio de racimos para cada tratamiento.

Durante el periodo evaluado, ambos tratamientos recibieron el mismo programa de fertilización y enmiendas establecido por la plantación (tabla 1), por lo cual la fertilización se consideró una constante de manejo y no un factor experimental independiente. La diferencia entre tratamientos estuvo determinada por el manejo del área del plato: en

el tratamiento con hojas se mantuvo la disposición continua de hojas de poda y cosecha sobre la superficie del suelo, mientras que en el tratamiento con plato limpio se mantuvo el manejo convencional sin acumulación de hojas en esta área. El lote 4/11 correspondió al área donde se implementó el tratamiento con disposición de hojas en el plato y del cual se dispone de registros de análisis químico de suelo para el periodo 2021-2023.

Para este periodo, el plan de fertilización incluyó fuentes nitrogenadas, fosfatadas, potásicas, magnésicas y boratadas, además de enmiendas cálcicas y cálcico-magnésicas. En promedio anual, se aplicaron 1143,33 g de N, 282,53 g de P_2O_5, 1630,00 g de K_2O, 506,67 g de CaO, 271,83 g de MgO y 14,69 g de B por palma (tabla 1).

Tabla 1. Contenidos de nutrientes aplicados en el plan de fertilización del cultivo durante el periodo 2021-2023

Año	N (g)	P_2O_5 (g)	K_2O (g)	CaO (g)	MgO (g)	B (g)
2021	1354,00	312,00	1800,00	0,00	155,00	20,34
2022	966,00	226,60	1200,00	920,00	333,00	14,69
2023	1110,00	309,00	1890,00	600,00	327,50	9,04
Promedio	1143,33	282,53	1630,00	506,67	271,83	14,69

Nota. Los valores corresponden a los gramos de nutriente aplicado por palma, expresados en su forma comercial u óxido: N, P_2O_5, K_2O, CaO, MgO y B. Elaboración propia.

El diseño del estudio correspondió a una comparación entre dos tratamientos independientes: palmas con hojas de poda y cosecha en el plato y palmas con plato limpio. Para el análisis estadístico, inicialmente se verificaron los supuestos de normalidad y homogeneidad de varian-zas mediante las pruebas de Shapiro-Wilk y Levene, respectivamente. Para la variable concentración de raíces, debido al incumplimiento de los supuestos estadísticos, se aplicó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis. Para la variable peso promedio de racimos, al cumplirse los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas, se utilizó la prueba t de Student para muestras independientes. En todos los casos se empleó un nivel de significancia de $\alpha = 0,05$. Los análisis estadísticos fueron realizados mediante el software IBM SPSS Statistics.

Adicionalmente, se realizó una caracterización descriptiva de las variables químicas del análisis de suelos del lote 4/11, correspondiente al área donde se implementó la disposición de hojas en el plato. Esta información se empleó como complemento para interpretar las condiciones edáficas del lote; por tanto, no se consideró una variable experimental con repeticiones independientes.

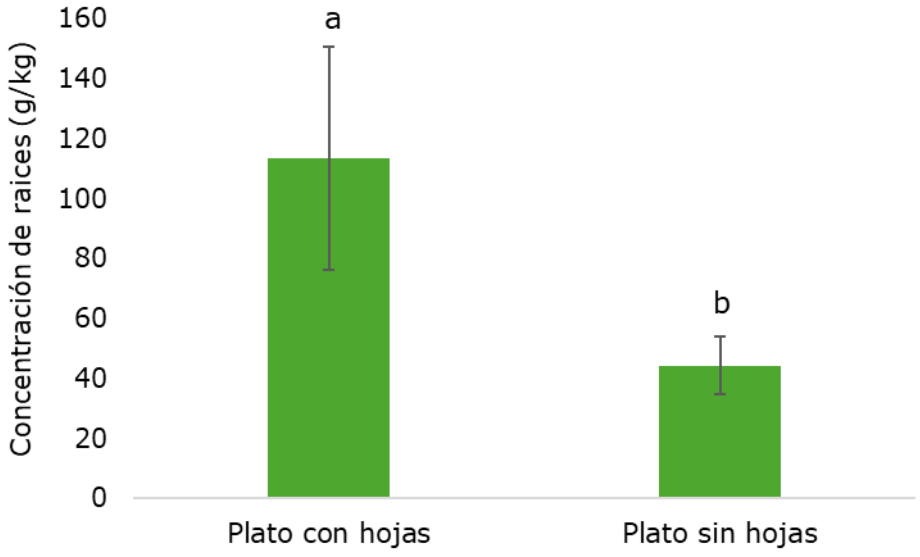
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La disposición de las hojas de poda y cosecha en el área del plato mostró un efecto favorable sobre las dos variables evaluadas: concentración de raíces y peso promedio de racimos. En ambos casos, las palmas con presencia de hojas en el plato presentaron valores superiores frente a las palmas con plato limpio, lo que evidencia la importancia del manejo de residuos orgánicos como estrategia complementaria para mejorar las condiciones de la zona radicular y favorecer el desempeño productivo de palmas híbridas OxG establecidas en suelos arenosos.

1.1 Concentración de raíces

La concentración de raíces presentó diferencias estadísticas altamente significativas entre tratamientos. Las palmas con disposición de hojas de poda y cosecha en el área del plato registraron una concentración promedio de 113,3 g/kg, mientras que las palmas con plato limpio presentaron un promedio de 44,3 g/kg. Esto representa un incremento aproximado del 156 % en la concentración de raíces cuando las hojas de poda y cosecha permanecieron dispuestas sobre el plato (figura 1).

Figura 1. Concentración de raíces en palmas híbridas OxG con y sin disposición de hojas de poda y cosecha en el área del plato



Nota. Las barras representan la media y las líneas de error el intervalo de confianza del 95 %. Las letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas según la prueba de Kruskal-Wallis ($p < 0,05$). Elaboración propia.

Debido a que los datos de la concentración de raíces no cumplieron los supuestos de normalidad ni homogeneidad de varianzas, se aplicó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis. El análisis confirmó diferencias significativas entre los tratamientos ($H = 24,97$; $p < 0,001$), lo que indica que la presencia de residuos orgánicos en el plato

favoreció una mayor acumulación de raíces en la zona cercana al estipe.

Este comportamiento puede interpretarse a partir del efecto de cobertura que ejercen las hojas de poda y cosecha sobre el suelo, así como del microambiente que se genera en el área del plato. En plantaciones de palma de aceite, el reciclaje de biomasa mediante hojas de poda y cosecha, raquis o racimos vacíos ha sido asociado con mejoras en propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, incluyendo un mayor contenido de materia orgánica, mejor infiltración, menor escorrentía y reducción de pérdidas de nutrientes (Caliman, 2019; Formaglio et al., 2021). En el presente estudio, la mayor concentración de raíces registrada en las palmas con hojas podría estar relacionada con una condición local más favorable en la capa superficial del suelo, en la cual la cobertura orgánica tiende a concentrar humedad, residuos en descomposición y nutrientes reciclados.

En suelos de textura arenosa, la baja capacidad de intercambio catiónico, el menor contenido de materia orgánica y la mayor susceptibilidad a pérdidas por lixiviación pueden limitar la eficiencia de absorción de nutrientes. Bajo estas condiciones, la permanencia de biomasa sobre el suelo puede actuar como una estrategia complementaria para mejorar gradualmente la calidad del ambiente edáfico. Estudios en palma de aceite han mostrado que las zonas con acumulación de hojas pueden presentar mayor carbono orgánico, nitrógeno, capacidad de intercambio catiónico efectiva y biomasa microbiana, así como una menor densidad aparente, en comparación con áreas sin acumulación de residuos (Formaglio et al., 2021).

La mayor concentración de raíces observada en las palmas con hojas en el plato también puede relacionarse con la dinámica espacial del sistema radical frente a la distribución de residuos orgánicos. Por su parte, Rüegg et al. (2019) señalaron que la estabilización del carbono en plantaciones de palma de aceite depende de patrones espaciales de manejo, acumulación de residuos y distribución de raíces finas. De manera complementaria, Moradi et al. (2014) reportaron que los residuos de palma presentan patrones diferenciales de descomposición y liberación de nutrientes, lo que permite considerar las hojas de poda y cosecha como una fuente gradual de nutrientes durante su transformación en el suelo. En este sentido, los resultados obtenidos podrían reflejar una mayor actividad radical en la zona superficial enriquecida por la cobertura, más que un efecto aislado de la biomasa sobre todo el sistema radical de la palma.

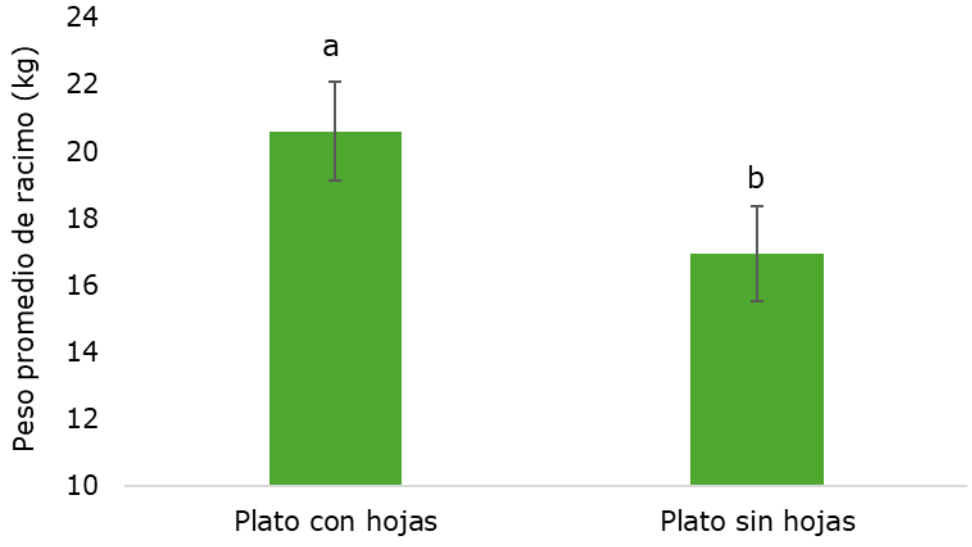
1.2 Peso promedio de racimos

El peso promedio de racimos también presentó diferencias estadísticas significativas entre tratamientos. Las palmas con disposición de hojas de poda y cosecha en el área del plato registraron un peso promedio de 20,6 kg, mientras que las palmas con plato limpio alcanzaron un promedio de 16,9 kg. Esta diferencia representa un incremento aproximado del 21,6 % en el peso promedio de los racimos en las palmas con hojas en el plato (figura 2).

Para esta variable, los datos cumplieron los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas, por lo cual se aplicó la prueba *t* de Student para muestras independientes. El análisis evidenció diferencias significati-

vas entre tratamientos ($t = 3{,}50$; $gl = 134$; $p < 0{,}001$), confirmando que la disposición de los residuos orgánicos en el área del plato se asoció con un mayor peso promedio de racimos. Esta respuesta productiva puede estar relacionada con mejores condiciones locales de la rizosfera y con una mayor presencia de raíces en el área cercana al estipe; sin embargo, debe interpretarse como una asociación agronómica y no como la demostración directa de un mecanismo fisiológico específico.

Figura 2. Peso promedio de racimos en palmas híbridas OxG con y sin disposición de hojas de poda y cosecha en el área del plato



Nota. Las barras representan la media y las líneas de error el intervalo de confianza del 95%. Las letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas según la prueba *t* de Student para muestras independientes ($p < 0{,}05$). Elaboración propia.

La incorporación o disposición superficial de biomasa vegetal en palma de aceite ha sido reconocida como una práctica que puede contribuir al aumento de materia orgánica del suelo, al reciclaje de nutrientes y al sostenimiento de la productividad (Caliman, 2019; Castillo, 2022). En estudios internacionales, el uso de residuos de palma como cobertura, especialmente las hojas poda y cosecha o los racimos vacíos, se ha asociado con mejoras en la fertilidad del suelo, el ciclaje interno de nitrógeno y la disponibilidad de nutrientes (Formaglio et al., 2021; Moradi et al., 2014). Estos antecedentes permiten contextualizar los resultados del presente estudio, en el cual las palmas con hojas de poda y cosecha en el plato presentaron un mayor peso promedio de racimos que las palmas con plato limpio.

Asimismo, el reciclaje de biomasa en la palma de aceite puede tener implicaciones productivas y económicas. Por su parte, Adu et al. (2022), en un metaanálisis sobre el uso de racimos vacíos de palma como enmienda del

suelo, encontraron efectos positivos sobre el crecimiento y rendimiento de cultivos, mientras que Rudolf et al. (2021) reportaron que el uso de racimos vacíos como cobertura en plantaciones de pequeños productores se asoció con mayores contenidos de carbono orgánico del suelo y mayores rendimientos. Aunque estas referencias corresponden principalmente a los racimos vacíos y no exclusivamente a las hojas de poda y cosecha, resultan útiles para discutir el papel general del reciclaje de biomasa de palma como práctica complementaria al manejo nutricional.

La relación entre mayor concentración de raíces y mayor peso promedio de racimos sugiere una respuesta integrada del cultivo al manejo del plato. Las palmas con hojas presentaron una mayor concentración de raíces en la zona evaluada y, simultáneamente, un mayor peso de racimos; por tanto, es posible que la cobertura orgánica haya contribuido a mejorar las condiciones locales del suelo y a favorecer los procesos asociados con la absorción de agua y nutrientes. No obstante, estos mecanismos deben entenderse como explicaciones agronómicas plausibles sustentadas en la literatura, pues en este estudio no se midieron directamente variables como humedad del suelo, temperatura superficial, actividad microbiana o tasas de mineralización.

1.3 Cambios en las propiedades químicas del suelo

De manera complementaria, el análisis de suelos del lote 4/11, en el que se implementó la disposición de hojas de poda y cosecha en el plato, mostró cambios favorables entre 2021 y 2023. Se observó un incremento en el pH, que pasó de 4,42 a 4,81, así como un aumento en el carbono orgánico de 0,98 % a 2,07 % y en la materia orgánica de 1,68 % a 3,57 %. De igual forma, la capacidad de intercambio catiónico efectiva aumentó de 1,41 a 2,96 cmol(+)/kg, mientras que la saturación de bases pasó de 9,68 % a 85,7 %. Por el contrario, la saturación de aluminio disminuyó de 90,3 % a 14,3 % (tabla 2).

Los cambios observados en las propiedades químicas del suelo entre el 2021 y el 2023, especialmente el incremento del pH, carbono orgánico, materia orgánica, capacidad de intercambio catiónico efectiva y saturación de bases, junto con la reducción de la saturación de aluminio, sugieren una mejora progresiva de las condiciones edáficas del lote evaluado. Sin embargo, estos resultados deben interpretarse como información complementaria descriptiva, debido a que el análisis de suelo no fue establecido como una variable experimental con repeticiones independientes. Además, no es posible atribuir dichos cambios exclusivamente a la disposición de hojas de poda y cosecha en el plato, dado que el lote recibió un programa de fertilización y enmiendas durante el periodo evaluado.

La disposición de las hojas de poda y cosecha debe entenderse, por tanto, como una práctica complementaria dentro del manejo agronómico integral del lote. Su aporte potencial se relaciona principalmente con la cobertura del suelo, la incorporación gradual de materia orgánica y el reciclaje de nutrientes. Estos efectos son coherentes con estudios sobre reciclaje de biomasa en palma de aceite, en los cuales se ha documentado que las hojas de poda y otros residuos del cultivo pueden modificar las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo, reducir escorrentía y

erosión, favorecer la actividad biológica y contribuir a la eficiencia del manejo nutricional (Caliman, 2019; Formaglio et al., 2021; Moradi et al., 2014). En el contexto colombiano, Castillo (2022) y García et al. (2024) resaltan el valor agronómico y operativo del uso de biomasa y de la ubicación de hojas poda y cosecha en el plato de la palma.

Tabla 2. Comparación de los datos de análisis de suelo del lote 4/11 entre el 2021 y el 2023

Año		2021	2023
Identificación		4/11	4/11
Análisis	Unidades	Resultado	Resultado
Textura		F-An	F-An
pH		4,42	4,81
Carbono orgánico	%	0,98	2,07
Materia orgánica	%	1,68	3,57
CICE	cmol(+)/kg	1,41	2,96
Suma de bases	cmol(+)/kg	0,14	2,54
Sat de bases	%	9,68	85,7
Sat K	%	2,11	16,2
Sat Ca	%	4,08	52,4
Sat Mg	%	2,74	13,9
Sat Na	%	0,76	3,21
Sat Al	%	90,3	14,3
Ca:Mg		1,49	3,78
K:Mg		0,77	1,17
(Ca+Mg)/K		3,24	4,09

Fuente: elaboración propia.

En consecuencia, las variaciones químicas observadas en el lote evaluado deben interpretarse como el resultado del manejo agronómico conjunto, en el cual las enmiendas minerales explican, en mayor medida, los cambios relacionados con el calcio, el magnesio, la acidez y la saturación de aluminio, mientras que la disposición de hojas de poda y cosecha pudo contribuir al aporte de materia orgánica, la protección superficial del suelo y el reciclaje de nutrientes. Por esta razón, no es posible atribuir dichos cambios exclusivamente a la disposición de hojas en el plato.

1.4 Implicaciones agronómicas del manejo de hojas en el plato

Los resultados obtenidos permiten plantear que la disposición de hojas de poda y cosecha en el área del plato podría generar beneficios agronómicos complementarios. Por una parte, esta práctica puede actuar como una cobertura protectora del suelo y contribuir al aporte gradual de materia orgánica. Por otra, podría favorecer los procesos asociados con el reciclaje de nutrientes y la actividad biológica, condiciones que, según la literatura, son relevantes para el desarrollo radical y el funcionamiento de la rizosfera en la palma de aceite (Caliman, 2019; Formaglio et al., 2021; Rüegg et al., 2019). En los sistemas productivos establecidos en suelos arenosos y bajo condiciones de secano, esta práctica puede representar una alternativa complementaria de manejo, especialmente cuando se articula con programas de fertilización y enmiendas. La experiencia nacional muestra que la ubicación de las hojas cortadas durante la poda y la cosecha alrededor de las palmas ha sido promovida como una práctica de manejo y adopción tecnológica en sistemas palmeros colombianos (Ruíz et al., 2015), mientras que estudios recientes de Cenipalma han documentado la labor de ubicación de hojas poda y cosecha en el plato desde el punto de vista operativo y de costos (García et al., 2024).

En términos generales, los resultados sugieren que las palmas híbridas OxG con disposición de hojas de poda y cosecha en el área del plato pueden presentar una condición radicular y productiva más favorable que las palmas con plato limpio. Este comportamiento es coherente con la literatura sobre el reciclaje de biomasa en la palma de aceite, aunque debe interpretarse como una respuesta asociada al manejo del plato y al manejo agronómico integral del sistema, no como una atribución exclusiva a un único mecanismo no medido.

CONCLUSIONES

La disposición de hojas de poda y cosecha como residuos orgánicos en el área del plato se asoció con una mayor concentración de raíces en palmas híbridas OxG establecidas en suelos arenosos. Las palmas con hojas en el plato presentaron valores significativamente superiores frente a las palmas con plato limpio, lo que sugiere que esta práctica podría contribuir a generar condiciones más favorables para la presencia de raíces absorbentes en la zona cercana al estipe.

El peso promedio de racimos también fue superior en las palmas con disposición de hojas de poda y cosecha en el plato. Este resultado sugiere una posible relación entre el manejo de la cobertura orgánica, la mayor concentración de raíces en el área evaluada y la respuesta productiva observada. Sin embargo, esta relación debe interpretarse como una asociación agronómica, dado que el estudio no midió directamente procesos fisiológicos como la absorción de agua, la absorción de nutrientes o la actividad fotosintética.

Los cambios observados en las propiedades químicas del suelo entre el 2021 y el 2023, especialmente el incremento del pH, carbono orgánico, materia orgánica, capacidad de intercambio catiónico efectiva y saturación

de bases, junto con la reducción de la saturación de aluminio, sugieren una mejora progresiva de las condiciones edáficas del lote evaluado. Sin embargo, estos resultados deben interpretarse como información complementaria descriptiva, debido a que el análisis de suelo no fue establecido como una variable experimental con repeticiones independientes. Además, no es posible atribuir dichos cambios exclusivamente a la disposición de hojas de poda y cosecha en el plato, dado que el lote recibió un programa de fertilización y enmiendas durante el periodo evaluado.

El uso de hojas de poda y cosecha en el plato podría representar una práctica agronómica viable como complemento al manejo sostenible de palmas híbridas OxG establecidas en suelos arenosos, en la medida en que permite aprovechar la biomasa generada dentro del sistema productivo y favorecer los procesos asociados con el aporte gradual de materia orgánica y el reciclaje de nutrientes. Aunque en este estudio no se midieron directamente variables como humedad del suelo, temperatura superficial o eficiencia en la absorción de nutrientes, la presencia de esta cobertura orgánica podría contribuir a mejorar las condiciones de la zona radicular.

En conjunto, los resultados permiten plantear que la disposición continua de residuos orgánicos en el área del plato podría constituir una alternativa complementaria de manejo para favorecer la rizosfera y apoyar la productividad de palmas híbridas OxG bajo condiciones de secano y suelos con baja capacidad de retención de humedad y nutrientes. Estos hallazgos deben considerarse como base para futuras investigaciones que cuantifiquen la biomasa reciclada, la dinámica de liberación de nutrientes y las variables edáficas asociadas con el funcionamiento de la cobertura orgánica.

CONTRIBUCIÓN DE LA AUTORÍA

Primer autor: metodología, investigación, análisis y toma de datos, conceptualización, logística, adquisición de recursos, escritura y borrador original.

Segundo autor: conceptualización, análisis estadístico, escritura, revisión y edición.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la plantación Agropecuaria La Holanda S. A. S., y especialmente a las doctoras Pilar Santamaría y Elizabeth Bonilla, por su motivación emocional y el apoyo humano al desarrollo de la investigación; al equipo de trabajo en campo, especialmente a las colaboradoras Elena y Andrea; y a los docentes investigadores de la Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente (ECAPMA), en especial a la red del Semillero de Investigación Producción Agroecológica Integrada (PAI-UNAD), del Grupo de Investigación CAZAO, quienes orientaron cada una de las fases de desarrollo de esta investigación.

LITERATURA CITADA

Adu, M. O., Atia, K., Arthur, E., Asare, P. A., Obour, P. B., Danso, E. O., Frimpong, K. A., Sanleri, K. A., Asare-Larbi, S., Adjei, R., Mensah, G., y Andersen, M. N. (2022). The use of oil palm empty fruit bunches as a soil amendment to improve growth and yield of crops: A meta-analysis. *Agronomy for Sustainable Development*, *42*(2), artículo 13. https://doi.org/10.1007/s13593-022-00753-z

Allam, M., Radicetti, E., Quintarelli, V., Petroselli, V., y Marinari, S. (2022). Influence of organic and mineral fertilizers on soil organic carbon and crop productivity under different tillage systems: A meta-analysis. *Agriculture*, *12*(4), 464. https://doi.org/10.3390/agriculture12040464

Alfonso, O. A., y Castiblanco, J. S. (2013). Análisis comparativo de costos para la aplicación de fertilizantes en palma de aceite. *Palmas*, *34*(1), 31-38. https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/10810

Bhattacharyya, S. S., Ros, G. H., Furtak, K., Iqbal, H. M. N., y Parra, R. (2022). Soil carbon sequestration: An interplay between soil microbial community and soil organic matter dynamics. *Science of the Total Environment*, *815*, artículo 152928. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.152928

Blanco, H. (2022). Cover crops and carbon sequestration: Lessons from U.S. studies. *Soil Science Society of America Journal*, *86*(3), 501-519. https://doi.org/10.1002/saj2.20378

Caliman, J.-P. (2019). El rol del reciclaje de la biomasa de palma de aceite en la salud del suelo de las plantaciones. *Palmas*, *40*(Especial T), 142-143. https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/13043

Castillo R., Ó. A. (2022). Incremento en el contenido de materia orgánica del suelo con el uso de biomasa del cultivo, como estrategia para mantener altas productividades. *Palmas*, *43*(1), 97-101. https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/13753

Formaglio, G., Veldkamp, E., Damris, M., Tjoa, A., y Corre, M. D. (2021). Mulching with pruned fronds promotes the internal soil N cycling and soil fertility in a large-scale oil palm plantation. *Biogeochemistry*, *154*(1), 63-80. https://doi.org/10.1007/s10533-021-00798-4

García, A. M., Penagos, B. Y., Munévar, D. E., Rincón, Á. H., Mesa, E., y Cortés, C. A. (2024). Estudio de caso: ubicación de las hojas poda y cosechadas en el plato de la palma. *Palmas*, *45*(3). https://doi.org/10.56866/01212923.14321

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (s. f.). *Portal de consulta y descarga de datos hidrometeorológicos DHIME*. https://dhime.ideam.gov.co/atencionciudadano/

Moradi, A., Teh, C. B. S., Goh, K. J., Husni, M. H. A., y Ishak, C. F. (2014). Decomposition and nutrient release temporal pattern of oil palm residues. *Annals of Applied Biology*, *164*(2), 208-219. https://doi.org/10.1111/aab.12094

Rincón, A., Baquero, J., y Flórez, H. (2012). *Manejo de la nutrición mineral en sistemas ganaderos de los Llanos Orientales de Colombia*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica). http://hdl.handle.net/20.500.12324/12469

Rudolf, K., Hennings, N., Dippold, M. A., Edison, E., y Wollni, M. (2021). Improving economic and environmental outcomes in oil palm smallholdings: The relationship between mulching, soil properties and yields. *Agricultural Systems*, *193*, Article 103242. https://doi.org/10.1016/j.agsy.2021.103242

Rüegg, J., Quezada, J. C., Santonja, M., Ghazoul, J., Kuzyakov, Y., Buttler, A., y Guillaume, T. (2019). Drivers of soil carbon stabilization in oil palm plantations. *Land Degradation & Development*, *30*(16), 1904-1915. https://doi.org/10.1002/ldr.3380

Ruíz, E., Mesa, E., Mosquera, M., Beltrán, J. A., y Guerrero, J. M. (2015). Ubicación de hojas cortadas durante la poda y la cosecha alrededor de las palmas como mulch: Estudio de la adopción de la práctica en cultivadores de palma de aceite en Tibú, Norte de Santander. *Palmas*, *36*(3), 11-23. https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/11573

Silva, A. (2022). Costos de producción en la agroindustria de palma de aceite. *Palmas*, *43*(3), 146-149. https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/13936