Estudios y Perspectivas Revista Científica y Académica
ISSN en línea 3005-2599, abril-junio 2026,
Volumen 6, Número 2.

DOI: https://doi.org/10.61384/r.c.a.v6i2

ESTUDIO Y DISEÑO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE CABLEVÍA PARA LA RECOLECCIÓN DEL FRUTO DE PALMA AFRICANA (ELAEIS GUINEENSIS JACQ) EN EL MUNICIPIO DE RÍO VIEJO, SUR DE BOLÍVAR

STUDY AND DESIGN FOR THE IMPLEMENTATION OF A CABLEWAY SYSTEM FOR HARVESTING AFRICAN PALM FRUIT (ELAEIS GUINEENSIS JACQ) IN THE MUNICIPALITY OF RÍO VIEJO, SOUTHERN BOLÍVAR

José Julio Barriga Jiménez
Universidad Popular del Cesar, Colombia

Ledys Alejandra Barliza Daza
Corporación Para El Fomento Empresarial De Colombia

Gustavo Adolfo González Roys
Universidad Popular del Cesar, Colombia

Andrés Felipe Arce Bolaño
Universidad Popular del Cesar, Colombia

José Ángel Mendinueta Alfaro
Universidad Popular del Cesar, Colombia

E. COUTURE
Educación y Ciencias Sociales

Estudios y Perspectivas
Revista Científica y Académica

Estudios y Perspectivas
Revista Científica Multidisciplinaria

DOI: https://doi.org/10.61384/r.c.a..v6i2.1894

Estudio y Diseño para la Implementación de un Sistema de Cablevía Para la Recolección del Fruto de Palma Africana (*Elaeis Guineensis* Jacq) en el Municipio De Río Viejo, Sur de Bolívar

José Julio Barriga Jiménez josebarriga@unicesar.edu.co https://orcid.org/0009-0007-5697-9069 Universidad Popular del Cesar, Colombia	**Ledys Alejandra Barliza Daza** barlizadazaledys@gmail.com https://orcid.org/0009-0001-9543-0702 Corporación Para El Fomento Empresarial De Colombia
Gustavo Adolfo González Roys gustavogonzalez@unicesar.edu.co https://orcid.org/0000-0001-5274-8182 Universidad Popular del Cesar, Colombia	**Andrés Felipe Arce Bolaño** afarce@unicesar.edu.co https://orcid.org/0009-0009-2870-9437 Universidad Popular del Cesar, Colombia
José Ángel Mendinueta Alfaro jmendinueta@unicesar.edu.co https://orcid.org/0009-0004-1109-6439 Universidad Popular del Cesar, Colombia	

RESUMEN

El presente trabajo se desarrolló a partir de la identificación de las dificultades relacionadas con el transporte y la recolección del fruto de palma africana en cultivos ubicados en el municipio de Río Viejo, sur de Bolívar. Inicialmente, se realizó una recopilación de información técnica y de campo que permitió reconocer las necesidades de los palmicultores y las limitaciones presentes en los métodos tradicionales de recolección y transporte del fruto.

Posteriormente, se diseñó un sistema de cablevía adaptado a las condiciones del terreno y a las características de los cultivos, con el propósito de mejorar la eficiencia operativa y facilitar el desplazamiento del fruto dentro de las plantaciones. Además, se efectuaron pruebas experimentales para verificar la viabilidad técnica y funcional del sistema propuesto.

La investigación fue de tipo descriptivo y se fundamentó en la Metodología de Prototipo Rápido (MPR), permitiendo desarrollar una alternativa ajustable a diferentes extensiones de cultivo. El sistema propuesto favorece mayor agilidad en el transporte, disminuye el esfuerzo físico requerido en las labores de recolección y contribuye a reducir problemas asociados con la compactación del suelo. Asimismo, se consideraron las condiciones ambientales de la zona, proponiendo el uso de postes portátiles en áreas propensas a inundaciones para evitar su deterioro

***Palabras clave*:** cablevía; palma africana; transporte de fruto; palmicultores; sistema de recolección

Study and Design for the Implementation of a Cableway System for Harvesting African Palm Fruit (*Elaeis guineensis* Jacq) in the Municipality of Río Viejo, Southern Bolívar

ABSTRACT

The present study was developed based on the identification of difficulties related to the transportation and harvesting of African palm fruit in plantations located in the municipality of Río Viejo, southern Bolívar. Initially, technical and field information was collected in order to identify the needs of palm growers and the limitations associated with traditional methods used for fruit harvesting and transportation.

Subsequently, a cableway system adapted to the terrain conditions and crop characteristics was designed with the aim of improving operational efficiency and facilitating fruit transportation within the plantations. In addition, experimental tests were conducted to verify the technical and functional feasibility of the proposed system.

The research was descriptive in nature and was based on the Rapid Prototyping Methodology (RPM), allowing the development of an alternative adaptable to different plantation sizes. The proposed system promotes greater agility in fruit transportation, reduces the physical effort required during harvesting activities, and contributes to minimizing problems associated with soil compaction. Likewise, the environmental conditions of the area were considered by proposing the use of portable posts in flood-prone zones to prevent structural deterioration

Keywords: cableway system; african palm; fruit transportation; palm growers; harvesting system

Recibido: 21- febrero-2026 / Aprobado: 28-mayo-2026

INTRODUCCIÓN

La agroindustria de la palma de aceite constituye una de las actividades agrícolas de mayor importancia económica y productiva en distintas regiones tropicales del mundo. Su desarrollo involucra a pequeños y medianos cultivadores, trabajadores rurales, técnicos, profesionales y empresarios dedicados a la producción, transformación y comercialización de derivados de la palma africana (Elaeis guineensis Jacq.). En Colombia, este cultivo ha adquirido gran relevancia debido a su aporte al desarrollo rural, generación de empleo y dinamización de economías regionales, especialmente en zonas con vocación agrícola.

La palma de aceite es reconocida por su alta productividad en comparación con otros cultivos oleaginosos, debido a que puede generar elevados volúmenes de aceite por hectárea cultivada. Además, sus derivados tienen aplicaciones en la industria alimentaria, cosmética, farmacéutica y energética, lo que incrementa su importancia dentro del sector agroindustrial (Fedepalma, 2021). No obstante, a pesar de los avances tecnológicos implementados en algunas etapas del proceso productivo, en numerosas plantaciones persisten dificultades relacionadas con la cosecha y el transporte interno del fruto, especialmente en terrenos con limitaciones de acceso o condiciones ambientales complejas.

Asimismo, algunos estudios desarrollados en el sector palmero han señalado que la implementación de sistemas de cablevía puede representar una alternativa funcional para optimizar el transporte interno del fruto en terrenos con limitaciones de acceso y alta humedad. Fontanilla y Castiblanco (2009) destacan que este tipo de sistemas facilita el desplazamiento de los racimos de fruta fresca dentro de las plantaciones, disminuyendo las dificultades operativas asociadas al uso de maquinaria pesada y mejorando la eficiencia en las labores de recolección y transporte.

En la región de Río Viejo, al sur del departamento de Bolívar, la recolección del fruto de palma representa un desafío constante para los palmicultores, debido a las características topográficas y climáticas de la zona. Las frecuentes inundaciones, la humedad permanente del terreno y el deterioro de las vías internas dificultan el desplazamiento de maquinaria y medios tradicionales de transporte,

generando retrasos en la evacuación del fruto y mayores costos operativos. Asimismo, el tránsito continuo de tractores y cargas pesadas ocasiona compactación del suelo, afectando las propiedades físicas del terreno y, potencialmente, el desarrollo radicular del cultivo.

Diversos estudios han señalado que la compactación del suelo producida por maquinaria agrícola disminuye la infiltración de agua, limita la aireación y afecta el crecimiento de las raíces, repercutiendo negativamente sobre la productividad de los cultivos (Hamza & Anderson, 2005). De igual manera, la mecanización inadecuada en terrenos húmedos puede incrementar los costos de mantenimiento y dificultar las labores agrícolas, particularmente en sistemas de producción extensivos.

Frente a esta problemática, los sistemas de cablevía surgen como una alternativa tecnológica viable para optimizar el transporte del fruto dentro de las plantaciones de palma africana. Este tipo de sistema permite movilizar cargas mediante cables tensados y estructuras de soporte, reduciendo el impacto sobre el suelo y facilitando el desplazamiento del fruto en áreas de difícil acceso. Además, representa una opción funcional en terrenos inundables o con limitaciones para el tránsito de vehículos pesados.

En este contexto, el presente estudio tuvo como propósito realizar el diseño de un sistema de cablevía orientado a mejorar el proceso de recolección y transporte del fruto de palma africana en el municipio de Río Viejo, sur de Bolívar. La investigación buscó proponer una alternativa técnicamente viable y adaptable a las condiciones del cultivo, capaz de disminuir costos operativos, optimizar los tiempos de recolección y contribuir a mejorar las condiciones de trabajo de los palmicultores, manteniendo un enfoque funcional acorde con las necesidades reales de la región.

Asimismo, la palma de aceite se caracteriza por ser un cultivo perenne de alto rendimiento y larga vida productiva, capaz de mantenerse en explotación durante varias décadas. Su producción depende no solo de las condiciones climáticas y agronómicas, sino también de la eficiencia de los procesos de cosecha, recolección y transporte interno del fruto. En muchas plantaciones, el acarreo continúa realizándose mediante tractores, góndolas o sistemas de tracción animal, los cuales presentan limitaciones operativas en terrenos húmedos o de difícil acceso.

En este sentido, la implementación de sistemas alternativos de transporte, como el cablevía, puede representar una solución eficiente para mejorar las labores de recolección en cultivos extensivos, especialmente en zonas con frecuentes inundaciones o restricciones de movilidad terrestre. Este tipo de tecnología no solo favorece una mayor agilidad en el traslado del fruto hacia los centros de acopio, sino que también contribuye a disminuir la compactación del suelo ocasionada por el tránsito constante de maquinaria pesada, aspecto fundamental para la conservación de las propiedades físicas y productivas del terreno agrícola.

La modernización de los sistemas de transporte agrícola en cultivos de palma de aceite ha sido reconocida como un elemento fundamental para mejorar la eficiencia de las labores de cosecha y reducir pérdidas operativas. Según Basiron (2007), el crecimiento de la agroindustria palmera exige la incorporación de soluciones tecnológicas capaces de responder a las condiciones ambientales y productivas de cada región. Asimismo, Fairhurst y Härdter (2003) señalan que las limitaciones en infraestructura y logística representan uno de los principales factores que afectan el rendimiento y la competitividad de las plantaciones. De igual manera, Goh (2000) destaca que la eficiencia en el manejo y transporte del fruto influye directamente en la calidad de la producción y en la sostenibilidad económica del cultivo. Finalmente, Donough, Witt y Fairhurst (2009) afirman que la implementación de tecnologías adaptadas a las características del terreno contribuye a optimizar el manejo agronómico y mejorar la productividad de los sistemas palmeros tropicales.

METODOLOGÍA

Enfoque y tipo de investigación

La presente investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, de tipo descriptivo y aplicado, debido a que estuvo orientada al análisis de una problemática real relacionada con el transporte y recolección del fruto de palma africana en cultivos ubicados en el municipio de Río Viejo, sur de Bolívar. Asimismo, el estudio tuvo un carácter prospectivo, ya que permitió diseñar una propuesta técnica enfocada en mejorar las condiciones operativas del proceso de recolección dentro de las plantaciones. Según Hernández Sampieri, Fernández Collado y Baptista Lucio (2014), los estudios

descriptivos permiten especificar propiedades, características y rasgos importantes de fenómenos o situaciones sometidas a análisis, mientras que la investigación aplicada busca generar soluciones prácticas a problemas concretos.

Para el desarrollo del proyecto se empleó la Metodología de Prototipo Rápido (MPR), la cual permitió diseñar, evaluar y ajustar progresivamente el sistema de cablevía de acuerdo con las necesidades identificadas en campo y las observaciones realizadas por los usuarios involucrados en el proceso productivo. Este enfoque facilitó la construcción de una propuesta funcional y adaptable a las condiciones reales del cultivo. De acuerdo con Pressman (2010), el modelo de prototipo rápido permite desarrollar soluciones preliminares que pueden ser evaluadas y mejoradas continuamente según los requerimientos del usuario y las condiciones de implementación.

Área de estudio

El estudio se realizó en la finca El Piñón, ubicada en la región de Río Viejo, sur del departamento de Bolívar, Colombia. La plantación cuenta con aproximadamente 300 hectáreas sembradas de palma africana (Elaeis guineensis Jacq.), con una edad promedio de cinco años y una altura aproximada de cuatro metros por planta. La zona se caracteriza por presentar terrenos húmedos y frecuentes inundaciones durante temporadas de lluvia, situación que dificulta el transporte convencional del fruto.

Recolección de información

Inicialmente, se realizó una recopilación de información técnica y de campo mediante observación directa, recorridos en el cultivo y diálogos con los palmicultores y operarios encargados de las labores de cosecha y transporte. Esta etapa permitió identificar las principales dificultades asociadas al uso de tractores, góndolas y sistemas de tracción animal utilizados tradicionalmente para el traslado del fruto.

Entre los problemas identificados se encontraron:

- compactación del suelo ocasionada por el tránsito constante de maquinaria pesada;
- dificultades de acceso durante temporadas de lluvia;

- retrasos en la evacuación del fruto;
- incremento de costos operativos;
- y deterioro de las vías internas del cultivo.

Diseño del sistema de cablevía

Con base en la información recopilada, se procedió al diseño conceptual y funcional del sistema de cablevía. Para ello, se definieron los componentes estructurales y operativos requeridos para el transporte del fruto dentro del cultivo, considerando aspectos como capacidad de carga, alineación del sistema, estabilidad de las estructuras y condiciones del terreno.

El sistema diseñado estuvo conformado por:

- cable tensado;
- garruchas de desplazamiento;
- canastas de transporte;
- torres metálicas y de madera;
- separadores de distancia;
- y placas de concreto para soporte estructural.

Posteriormente, se elaboró un prototipo funcional que permitió evaluar el comportamiento del sistema bajo condiciones reales de operación.

Pruebas de funcionamiento

Una vez diseñado el sistema, se realizaron pruebas operativas con el fin de verificar su capacidad de transporte, resistencia estructural y funcionalidad dentro del cultivo. Durante esta fase se evaluó el número de canastas movilizadas, la capacidad de carga soportada y el desempeño del sistema en diferentes condiciones del terreno.

Las pruebas permitieron establecer que un operario podía movilizar hasta seis canastas con una capacidad aproximada de 250 kilogramos cada una, alcanzando un transporte cercano a 1.500 kilogramos por recorrido. Asimismo, los ensayos permitieron identificar ajustes necesarios en algunos componentes del sistema, particularmente en las estructuras de soporte ubicadas en zonas

inundables, donde se recomendó el uso de postes de madera portátiles para disminuir problemas de corrosión.

Análisis de viabilidad

Finalmente, se realizó un análisis comparativo entre el sistema de cablevía y los métodos tradicionales de transporte utilizados en la zona, considerando costos operativos, agilidad del proceso, impacto sobre el suelo y funcionalidad en temporadas de lluvia. Esta evaluación permitió determinar la viabilidad técnica y operativa del sistema propuesto como alternativa para optimizar la recolección y transporte del fruto de palma africana.

Tabla 1. Comparación de costos entre tractor, carreta de tracción animal y sistema de cablevía.

Concepto	**Tractor con góndolas**	**Carretas de tracción animal (búfalo)**	**Sistema de cablevía**
Operador/tractor	$9.600.000	—	—
Cuadrilla (2 operadores)	$21.900.000	$21.900.000	$21.900.000
Total	**$31.500.000**	**$21.900.000**	**$21.900.000**

Fuente: Autores

En comparación con el transporte mediante tractor, el sistema propuesto reduce significativamente el deterioro de las vías internas y disminuye el riesgo de compactación del terreno.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los sistemas de transporte y logística interna representan un componente fundamental para la eficiencia operativa en las plantaciones de palma de aceite, especialmente en terrenos con limitaciones topográficas y condiciones ambientales variables. Diversos estudios han señalado que las dificultades relacionadas con la movilización del fruto fresco pueden afectar significativamente el rendimiento operativo y la sostenibilidad de los cultivos (Pacheco et al., 2020). Asimismo, investigaciones recientes destacan que la incorporación de tecnologías mecanizadas y sistemas alternativos de transporte permite optimizar las labores de cosecha y reducir los costos asociados al manejo interno del fruto (Rahim Abd Shuib et al., 2020).

De igual manera, Iba, Dumont y Ngadi (2015) sostienen que la eficiencia en los procesos de transporte y manejo del fruto constituye un factor determinante para garantizar la calidad y productividad dentro de la cadena de producción de palma de aceite.

Caracterización del problema en el sistema tradicional de recolección

Durante las visitas de campo y el proceso de recopilación de información se identificó que uno de los principales problemas en los cultivos de palma africana de la región de Río Viejo, sur de Bolívar, corresponde a las dificultades asociadas con el transporte interno del fruto desde las áreas de cosecha hasta los centros de acopio. Los productores manifestaron que el uso constante de tractores con góndolas y sistemas de tracción animal genera retrasos operativos, mayores costos de mantenimiento y afectaciones sobre el terreno, especialmente durante las temporadas de lluvia.

Asimismo, se evidenció que la circulación frecuente de maquinaria pesada produce compactación del suelo, situación que limita la movilidad dentro del cultivo y puede afectar las propiedades físicas del terreno agrícola. Estos resultados coinciden con lo reportado por Hamza y Anderson (2005), quienes señalan que la compactación ocasionada por el tránsito continuo de cargas pesadas reduce la infiltración de agua, afecta la aireación y altera el desarrollo radicular de los cultivos.

En las zonas bajas del cultivo se observaron además problemas recurrentes de inundación, dificultando el ingreso de vehículos y aumentando el tiempo requerido para la evacuación del fruto. Esta situación genera pérdidas operativas y disminuye la eficiencia de las labores de cosecha.

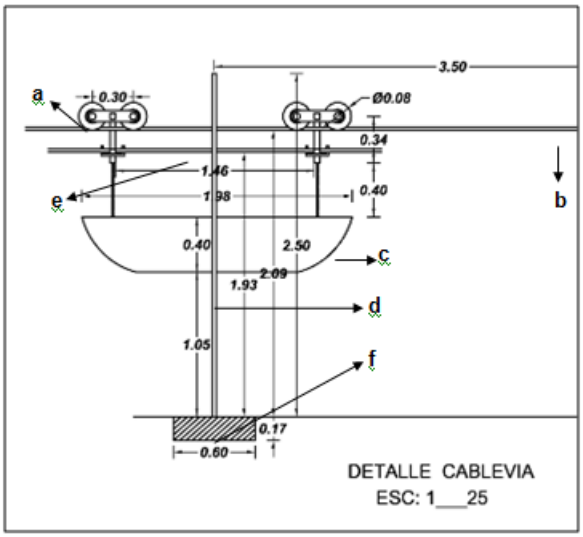
Diseño funcional del sistema de cablevía

A partir de las necesidades identificadas en campo, se diseñó un sistema de cablevía adaptado a las condiciones topográficas y operativas de la plantación. El sistema estuvo conformado por un cable tensado, garruchas de desplazamiento, canastas de transporte, separadores, torres metálicas y postes de madera en zonas susceptibles a inundación.

El diseño permitió establecer una estructura funcional orientada a facilitar el desplazamiento del fruto dentro del cultivo sin necesidad del tránsito permanente de maquinaria pesada sobre el terreno.

La propuesta técnica se desarrolló considerando criterios de estabilidad, capacidad de carga, resistencia estructural y facilidad operativa.

Figura 1. Detalle estructural del sistema de cablevía diseñado para la recolección del fruto de palma africana



Fuente: Elaboración propia

Descripción de la Figura 1

a) **Garruchas**:

Son dispositivos de desplazamiento que permiten el movimiento de las canastas a lo largo del sistema, facilitando el transporte del fruto mediante el deslizamiento sobre el cable tensado.

b) Cable tensado:

Constituye uno de los componentes principales del sistema, ya que permite el desplazamiento de las garruchas y soporta la tensión generada por el peso del fruto transportado, manteniendo la alineación y estabilidad estructural del cablevía.

c) Canastas:

Elementos utilizados para transportar el fruto de palma africana recolectado dentro del cultivo hacia los puntos de acopio.

d) Torres metálicas o de madera:

Su función es mantener la estabilidad y alineación del sistema, evitando desniveles ocasionados por el peso de la carga transportada.

e) Separadores:

Tienen como finalidad mantener una distancia adecuada entre las canastas, evitando choques o interferencias durante el desplazamiento.

f) Placa de concreto para torres:

Se utiliza como base de soporte para las torres metálicas, de madera y postes terminales del sistema, proporcionando estabilidad y resistencia estructural al cablevía.

Las pruebas preliminares evidenciaron que el sistema mantiene una adecuada alineación durante el transporte y permite el desplazamiento uniforme de las canastas a lo largo del recorrido. De igual manera, el uso de separadores contribuyó a evitar el choque entre las unidades de carga, mejorando la estabilidad del sistema durante la operación.

Evaluación operativa del sistema

Las pruebas de funcionamiento permitieron determinar que un operario podía movilizar hasta seis canastas con capacidad aproximada de 250 kilogramos cada una, alcanzando un transporte cercano a 1.500 kilogramos por recorrido. Estos resultados superaron la capacidad inicialmente proyectada para el sistema y evidenciaron una mejora significativa en la agilidad del proceso de recolección.

Durante la fase experimental también se identificó la necesidad de ajustar algunos componentes estructurales. En particular, las torres metálicas instaladas en zonas con acumulación permanente de agua presentaron riesgo de corrosión, motivo por el cual se propuso la utilización de postes de madera portátiles en sectores inundables. Esta modificación permitió adaptar el sistema a las condiciones ambientales propias de la región y mejorar su durabilidad operativa.

Los resultados obtenidos muestran que el sistema de cablevía constituye una alternativa funcional para optimizar el transporte del fruto en plantaciones de palma africana ubicadas en terrenos húmedos o de difícil acceso. Además, el sistema contribuye a disminuir el esfuerzo físico de los trabajadores y favorece una mayor continuidad en las labores de cosecha durante temporadas de lluvia.

Comparación con métodos tradicionales de transporte

El análisis comparativo realizado entre el sistema de cablevía, el uso de tractores con góndolas y las carretas de tracción animal evidenció ventajas operativas importantes para la propuesta desarrollada. Aunque los costos operativos del sistema de cablevía resultaron similares a los de la tracción animal, se identificaron beneficios adicionales relacionados con la reducción de tiempos de transporte, menor afectación del suelo y mayor eficiencia en condiciones climáticas adversas.

En comparación con el transporte mediante tractor, el sistema propuesto reduce significativamente el deterioro de las vías internas y disminuye el riesgo de compactación del terreno. Estos aspectos representan un beneficio relevante desde el punto de vista productivo y ambiental, especialmente en cultivos extensivos establecidos sobre suelos húmedos.

Diversos autores han señalado que la implementación de tecnologías adaptadas a las condiciones locales puede mejorar la eficiencia de los sistemas agrícolas y reducir impactos negativos asociados al uso intensivo de maquinaria pesada (Fedepalma, 2021). En este sentido, el sistema de cablevía diseñado en esta investigación se presenta como una alternativa viable y adaptable a las necesidades de los palmicultores de la región.

Varios estudios indican que el tránsito constante de maquinaria pesada en terrenos agrícolas genera compactación del suelo, afectando la infiltración de agua, la aireación y el desarrollo radicular de los cultivos (Hamza & Anderson, 2005). En este contexto, la implementación de sistemas alternativos de transporte, adaptados a las condiciones ambientales y topográficas de las plantaciones, puede contribuir a mejorar la eficiencia operativa y reducir el deterioro del terreno (Sánchez & Villarreal, 2016). De igual manera, Fedepalma (2021) destaca que la optimización del transporte interno del fruto es un factor clave para disminuir pérdidas operativas y mantener la calidad de la cosecha en plantaciones de palma de aceite. Asimismo, la reducción del uso intensivo de maquinaria favorece la conservación de las propiedades físicas del suelo y mejora las condiciones de sostenibilidad del cultivo (Batey, 2009).

Discusión de los resultados

Los hallazgos obtenidos permiten afirmar que el diseño del sistema de cablevía responde adecuadamente a las problemáticas identificadas en el proceso de recolección del fruto de palma africana en el municipio de Río Viejo. La implementación de este tipo de tecnología favorece una mayor eficiencia operativa y representa una solución ajustada a las condiciones ambientales y productivas de la zona.

La principal ventaja observada fue la posibilidad de transportar grandes cantidades de fruto sin generar deterioro significativo sobre el terreno agrícola. Asimismo, el sistema mostró capacidad de adaptación frente a escenarios de inundación, aspecto fundamental en regiones donde las condiciones climáticas afectan de manera recurrente las actividades agrícolas.

Aunque el estudio se desarrolló a nivel de diseño y pruebas funcionales, los resultados obtenidos sugieren que la implementación de sistemas de cablevía podría contribuir a optimizar los procesos de cosecha y transporte en plantaciones palmeras con características similares. Sin embargo, se recomienda realizar futuras investigaciones orientadas a evaluar el desempeño del sistema a gran escala, los costos de mantenimiento a largo plazo y su impacto sobre la productividad del cultivo.

Asimismo, la eficiencia de los procesos logísticos y de transporte interno constituye un elemento clave para mejorar la productividad en los sistemas agrícolas extensivos. Jensen, Whicker y Deutz (2016) señalan que el fortalecimiento de las cadenas de suministro en la industria palmera requiere la implementación de estrategias operativas y tecnológicas capaces de optimizar el manejo y movilización del producto dentro de las plantaciones, especialmente en regiones con limitaciones de infraestructura y acceso.

Los resultados obtenidos en esta investigación coinciden con diversos estudios que destacan la importancia de incorporar tecnologías apropiadas en los sistemas agrícolas para optimizar los procesos de cosecha y transporte. Según Corley y Tinker (2016), la eficiencia operativa en plantaciones de palma de aceite depende en gran medida de la capacidad logística para movilizar oportunamente el fruto cosechado, especialmente en zonas con condiciones ambientales complejas. De igual forma,

Woittiez et al. (2017) señalan que las limitaciones relacionadas con infraestructura y transporte representan uno de los principales factores que afectan la productividad en sistemas palmeros tropicales. Asimismo, estudios sobre mecanización agrícola han demostrado que la reducción del tránsito de maquinaria pesada contribuye a disminuir la degradación física del suelo y favorece la sostenibilidad del cultivo a largo plazo (Batey, 2009). En este sentido, la implementación de sistemas alternativos como el cablevía puede constituir una estrategia funcional para mejorar la eficiencia del transporte interno sin incrementar significativamente el impacto sobre el terreno. Finalmente, Verheye (2010) destaca que las tecnologías adaptadas a las condiciones locales permiten fortalecer la competitividad de los sistemas agrícolas y mejorar las condiciones de trabajo en zonas rurales con restricciones de acceso y movilidad.

CONCLUSIONES

El desarrollo del presente estudio permitió identificar las principales dificultades relacionadas con el transporte y la recolección del fruto de palma africana en los cultivos ubicados en el municipio de Río Viejo, sur de Bolívar, especialmente aquellas asociadas a las condiciones del terreno, las inundaciones frecuentes y el uso de métodos tradicionales de transporte que generan compactación del suelo y limitaciones operativas.

El diseño del sistema de cablevía demostró ser una alternativa técnicamente viable para mejorar el proceso de recolección del fruto dentro de las plantaciones, permitiendo mayor agilidad en el transporte y reduciendo el esfuerzo físico requerido por los operarios. Asimismo, las pruebas de funcionamiento realizadas evidenciaron que el sistema posee capacidad suficiente para movilizar cargas considerables de fruto de manera eficiente y continua.

Otro aspecto relevante fue la adaptación del sistema a las condiciones ambientales propias de la región, particularmente mediante el uso de postes de madera portátiles en zonas susceptibles a inundaciones, lo cual contribuye a disminuir el deterioro estructural ocasionado por la humedad y el contacto permanente con el agua.

De igual manera, el estudio permitió establecer que el sistema de cablevía representa una alternativa favorable frente a los métodos tradicionales de transporte, debido a que reduce el impacto sobre el suelo, disminuye dificultades de acceso en épocas de lluvia y optimiza el tiempo requerido para la evacuación del fruto hacia los centros de acopio.

Finalmente, los resultados obtenidos evidencian que la implementación de tecnologías adaptadas a las condiciones locales puede contribuir significativamente al fortalecimiento de los procesos productivos en el sector palmero, favoreciendo una mayor eficiencia operativa y mejores condiciones de trabajo para los palmicultores de la región.

Recomendaciones

- Realizar estudios complementarios orientados a evaluar el comportamiento del sistema de cablevía a largo plazo, considerando variables como mantenimiento, durabilidad de materiales y costos operativos en diferentes condiciones climáticas.
- Implementar programas de capacitación para los operarios encargados del manejo del sistema, con el fin de garantizar un uso adecuado de la estructura y optimizar el proceso de transporte del fruto.
- Considerar la adaptación del sistema de cablevía a diferentes extensiones y configuraciones de cultivo, permitiendo su aplicación en otras zonas palmeras con características topográficas y ambientales similares.
- Utilizar materiales resistentes a la humedad y la corrosión en aquellos sectores con mayor exposición al agua, especialmente en áreas de inundación recurrente.
- Promover el interés de los productores y asociaciones palmeras en la implementación de alternativas tecnológicas que contribuyan a mejorar la eficiencia de las labores agrícolas y disminuir el impacto negativo sobre el suelo y las vías internas de los cultivos.
- Desarrollar futuras investigaciones enfocadas en la automatización parcial del sistema y en la incorporación de nuevas tecnologías que permitan aumentar la capacidad de transporte y reducir aún más los tiempos de recolección.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Basiron, Y. (2007). Palm oil production through sustainable plantations. European Journal of Lipid Science and Technology, 109(4), 289–295. https://doi.org/10.1002/ejlt.200600223

Batey, T. (2009). Soil compaction and soil management – A review. Soil Use and Management, 25(4), 335–345. https://doi.org/10.1111/j.1475-2743.2009.00236.x

Corley, R. H. V., & Tinker, P. B. (2016). The oil palm (5th ed.). Wiley-Blackwell.

Donough, C. R., Witt, C., & Fairhurst, T. H. (2009). Yield intensification in oil palm plantations through best management practice. Better Crops International, 13(1), 12–14.

Fairhurst, T., & Härdter, R. (2003). Oil palm: Management for large and sustainable yields. Potash & Phosphate Institute (PPI), Potash & Phosphate Institute of Canada (PPIC), and International Potash Institute (IPI).

Fedepalma. (2021). Anuario estadístico del sector palmero colombiano 2020-2021. Federación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite.

Fontanilla, J., & Castiblanco, C. (2009). Sistemas de cablevía para el transporte de racimos de fruta fresca en palma de aceite. Palmas, 30(2), 45–53.

Goh, K. J. (2000). Climatic requirements of oil palm for high yields. En Managing oil palm for large and sustainable yields (pp. 27–52). PPI/PPIC/IPI.

Hamza, M. A., & Anderson, W. K. (2005). Soil compaction in cropping systems: A review of the nature, causes and possible solutions. Soil and Tillage Research, 82(2), 121–145. https://doi.org/10.1016/j.still.2004.08.009

Hanafiah, M. M., Hasan, M., Jamaluddin, S. N., & Idris, M. (2021). Sustainable production of oil palm and palm oil industry in Malaysia. Sustainability, 13(16), 9072. https://doi.org/10.3390/su13169072

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). Metodología de la investigación (6.ª ed.). McGraw-Hill Education.

Iba, O., Dumont, M. J., & Ngadi, M. (2015). Palm oil: Processing, characterization and utilization in the food industry – A review. Food Bioscience, 10, 26–41. https://doi.org/10.1016/j.fbio.2015.01.003

Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). (2020). Manejo agronómico del cultivo de palma de aceite en Colombia. ICA.

Jensen, P. D., Whicker, L., & Deutz, P. (2016). Developing supply chains in the Malaysian palm oil industry. Journal of Cleaner Production, 112, 4278–4287. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.08.052

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2021). Cadena productiva de la palma de aceite en Colombia. Gobierno de Colombia.

Pacheco, P., Schoneveld, G., Dermawan, A., Komarudin, H., & Djama, M. (2020). Governing sustainable palm oil supply: Disconnects, complementarities, and antagonisms between state regulations and private standards. Regulation & Governance, 14(3), 568–598. https://doi.org/10.1111/rego.12220

Pressman, R. S. (2010). Ingeniería del software: Un enfoque práctico (7.ª ed.). McGraw-Hill.

Rahim Abd Shuib, R., Fadzly Md Radzi, M. K., Bakri, A., & Mohd Khalid, M. R. (2020). Development of a harvesting and transportation machine for oil palm plantations. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 884(1), 012050. https://doi.org/10.1088/1757-899X/884/1/012050

Verheye, W. (2010). Growth and production of oil palm. En W. Verheye (Ed.), Soils, plant growth and crop production (Vol. II). EOLSS Publishers.

Woittiez, L. S., van Wijk, M. T., Slingerland, M., van Noordwijk, M., & Giller, K. E. (2017). Yield gaps in oil palm: A quantitative review of contributing factors. European Journal of Agronomy, 83, 57–77. https://doi.org/10.1016/j.eja.2016.11.002