

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

ESCUELA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

**Análisis comparativo del impacto del monocultivo de palma africana
(*Elaeis guineensis*) y de las plantaciones intercaladas de palma africana
en los servicios ecosistémicos.**

**Monografía previa a la obtención del título de Máster en Biología de la
Conservación**

SUSANA ALEXANDRA LEDESMA VARGAS

Quito, 2021

CERTIFICACIÓN DE FINALIZACIÓN DE ESTUDIO

Certifico que la Monografía de la Srta. SUSANA ALEXANDRA LEDESMA VARGAS ha sido concluida de conformidad con las normas establecidas; por lo tanto, puede ser presentada para la calificación correspondiente.

Rommel Montufar G.

Firma del Director de la Monografía

Rommel Montufar-Galárraga

Quito,

DEDICATORIA

A mi amado esposo y mis hermosos hijos.

TABLA DE CONTENIDOS

TABLA DE CONTENIDOS	IV
1. RESUMEN	1
2. ABSTRACT	2
3. INTRODUCCIÓN	3
4. JUSTIFICACIÓN	7
5. OBJETIVOS.....	9
6. METODOLOGÍA	9
7. RESULTADOS	10
Plantaciones intercaladas con palma africana	11
Resumen de los hallazgos de los sistemas de cultivos intercalados de la palma africana	19
Plantaciones monocultivos de palma africana	21
Resumen de los hallazgos de los sistemas de monocultivos de la palma africana.	34
8. CONCLUSIONES	35
9. RECOMENDACIONES	37
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	41
ANEXO 1.....	46
ANEXO 2.....	46

1. RESUMEN

Objetivo: Analizar comparativamente el impacto del monocultivo (EG) versus plantaciones intercaladas con palma africana (*Elaeis guineensis*) en el marco de los servicios ecosistémicos.

Método: Estudio cualitativo, de tipo descriptivo con diseño documental, en el marco de una revisión documental narrativa en el tema objeto de estudio. Se analizaron publicaciones divulgadas en la red en el periodo comprendido entre el 2016 al 2021 en bases de datos como Scielo y Google Scholar, en idioma español e inglés. Las palabras claves para ubicar en las bases de datos seleccionadas fueron: monocultivo, cultivos intercalados, palma africana, servicios ecosistémicos.

Hallazgos más importantes: Los monocultivos presentan mayores externalidades ambientales negativas. Si bien es cierto que a nivel económico la actividad es rentable, los costos ambientales son extremadamente altos en materia de servicios ecosistémicos, por la pérdida nutricional y desertificación de los suelos, el incremento de la huella de carbono, la contaminación del aire y el agua destinada a consumo humano y la perturbación de la biodiversidad en sus espacios productivos. Los cultivos intercalados, permiten una interacción de varias especies, muy similar a lo que ocurre en los bosques primarios, pero a menor escala, favoreciendo la actividad social, económica y agroalimentaria de los productores de palma africana, al alternar otras especies mientras se desarrolla la plantación en sus primeros 5 años.

Conclusión: Aun cuando hay suficiente literatura al respecto en ambos tipos de cultivo, pareciera que los cultivos intercalados, en el marco de los servicios ecosistémicos presentan menos externalidades negativas, sin embargo, se requieren más estudios para concluir a este respecto.

Palabras claves: monocultivo, cultivos intercalados, palma africana, servicios ecosistémicos

2. ABSTRACT

Objective: To comparatively analyze the impact of monoculture (EG) versus plantations interspersed with African palm (*Elaeis guineensis*) in the framework of eco-systemic services.

Method: Qualitative study, descriptive type with documentary design, within the framework of a narrative documentary review on the subject under study. Publications published on the web in the period between 2016 and 2021 in databases such as Scielo and Google Scholar, in Spanish and English, were analyzed. The keywords to locate in the selected databases were: monoculture, intercropping, African palm, eco-systemic services.

Most important findings: Monocultures present greater negative environmental externalities. Although it is true that at an economic level the activity is profitable, the environmental costs are extremely high in terms of eco-systemic services, due to the nutritional loss and desertification of the soils, the increase in the carbon footprint, air pollution and water intended for human consumption and the disturbance of biodiversity in its productive spaces. Intercropping allows an interaction of several species, very similar to what occurs in primary forests but on a smaller scale, favoring the social, economic and agri-food activity of African palm producers, by alternating other species while the plantation develops in its first 5 years.

Conclusion: Even though there is enough literature on the matter in both types of cultivation, it seems that intercropping, within the framework of eco-systemic services present fewer negative externalities, however, more studies are required to conclude in this regard.

Keywords: monoculture, intercropping, African palm, eco-systemic services

3. INTRODUCCIÓN

La palma africana productora de aceite es conocida por su nombre científico como *Elaeis guineensis*, nombre asignado por Jacquin en 1763 durante sus expediciones por África y basado en el vocablo griego *elaoin*, cuyo significado es aceite y *guineensis*, para reconocer a la región africana occidental de las costas del Golfo de Guinea que se considera su lugar de origen (Okolo et al., 2019). La palma africana fue introducida en Neotrópico por colonos y comerciantes de esclavos de Portugal en sus viajes realizados en el siglo XVI (Sehgal y Sharma, 2021).

La palma africana es un cultivo netamente tropical, tanto desde su origen en África como en sus lugares de expansión a lo largo de los siglos, se adapta apropiadamente en la zona de la franja ecuatorial, entre los 15° de latitud norte y sur, que se caracteriza por tener durante casi todo el año condiciones ambientales estables. Las particularidades de las áreas donde la palma africana logra altos niveles productivos concuerdan siempre con elevadas temperaturas ambientales (entre 21 y 28°C) un conveniente suministro de agua (precipitación anual de entre 1800 y 2200 mm), buena luz y radiación solar durante todo el año (Macas, 2018; Tapia y Alvarado, 2018; Holguin, 2018; Díaz, 2017; Salcedo, 2017).

El aceite de esta palma se obtiene del fruto, una planta generalmente produce en promedio entre 80 y 230 kilogramos de frutos en racimos por cosecha, una vez recogido los racimos del fruto, se envía a las empresas dedicadas a la extracción y procesamiento del aceite. Según Borrero (2021):

Los frutos de la palma africana tienen forma ovoide, de 3 a 6 cm de largos y cuentan con un peso aprox. de 5 a 12 gramos. Tienen la piel lisa y brillante (Exocarpio), una pulpa o tejido fibroso que contiene las células con aceite (Mesocarpio), una nuez o semilla compuesta por un cuesco lignificado (Endocarpio), y una almendra aceitosa o palmiste (Endospermo). Los frutos insertados en las espiguillas que rodean el raquis en forma helicoidal conforman los racimos (con peso variable entre 5 a 40 Kg. (p. 1).

El aceite crudo extraído de los frutos constituye aproximadamente entre el 40 y el 50% del peso individual del fruto (TRICHODEX, 2016). En plantaciones industriales, comercialmente, una hectárea de cultivo adulto de palmas de óptimo

material genético, gestionado con elevados niveles de tecnología y sin restricciones de suelo y con un clima apropiado para el cultivo, pueden llegar a producir aproximadamente siete toneladas de aceite (Altieri y Nicholls, 2000).

El aceite de palma constituye el 4% del PIB agrícola del Ecuador (Ministerio de Comercio Exterior, 2017); La producción de palma ha observado un incremento promedio equivalente al 8% anual, en el periodo comprendido entre el 2010 al 2016, representando el séptimo rubro de producción agrícola de exportación del Ecuador y uno de los sectores industriales más activos no petroleros y no tradicionales ecuatorianos (Cortez y Guallichico, 2019; Alvarez y Nicolalde, 2018; Ministerio de Comercio Exterior, 2017).

Es importante resaltar que gran parte del aceite de palma producido en Ecuador se exporta un 58%, lo cual ubica al país en el séptimo lugar de producción, mientras que países como Indonesia y Malasia lideran el mercado global nivel mundial. Recientemente, Ecuador atravesó dificultades en este sector productivo. De acuerdo con información emitida por el Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca – MPCEIP, En Ecuador el sector cruza por una situación complicada debido, tanto a la baja de precio del producto como la proliferación de enfermedades fitosanitarias como la pudrición del cogollo (PC), por lo que varios productores optaron por cambiar de actividad agrícola” (Sánchez et al., 2020).

En Ecuador, superficie cosechada de palma africana muestra un descenso a finales de 2019 a 200.908 hectáreas, registrando una reducción equivalente al 10,3%, con relación al 2018. La producción anual del 2019 fue de 2,3 millones de toneladas, lo cual representó una variación desfavorable del 18,3%, con respecto al 2018, Esmeraldas aglomera la producción nacional más significativa a finales del 2019 con una participación del 34,4%, del total sector productivo nacional (Instituto Nacional de Estadística y Censos , 2020); Sin embargo, sigue siendo un componente dinámico de la economía nacional.

Tabla 1. Superficie de palma africana sembrada por provincia en Ecuador.

Provincia	Superficie Palma (ha)
SANTA ELENA	156,5
EL ORO	297,0
BOLIVAR	466,0
COTOPAXI	1.789,9
IMBABURA	4.099,9
MANABI	8.604,6
ORELLANA	12.617,7
GUAYAS	14.802,8
PICHINCHA	17.505,0
SANTO DOMINGO	20.020,7
SUCUMBIOS	21.184,3
LOS RIOS	39.146,1
ESMERALDAS	116.430,5
Total general	257.120,9

ANCUPA 2018. Resultados censo palmero. Número de hectáreas sembradas de palma por provincia

En el país se dedican a la producción de palma africana 7,000 Unidades de Producción Agropecuaria (UPAs), de las cuales el 89% tienen superficies cultivadas que no superan las 50 hectáreas (Tabla 2), convirtiendo a este sector productivo en un generador de empleos de manera permanente y directa de 51,000 puestos de trabajo y conjuntamente 100,000 empleos indirectos. En Ecuador, el sector agroindustrial de la palma africana a finales de 2016 registró 319,000 hectáreas sembradas y con respecto al 2015, se evidenció un excedente e incremento con destino de exportación pues en el 2000 se exportaron 13.000 toneladas y el 2015 (finales de años) fue de 313,000 toneladas (Gómez, 2018; Aguilar, 2017; Corporación Financiera Nacional, 2017)

Tabla 2. **Palmicultores por área de cultivo en Ecuador**

Estrato	Palmicultores (#)
>0 a 10 ha	3.760
>10 a 20 ha	1.371
>20 a 50 ha	1.328
>50 a 100 ha	464
>100 a 200 ha	178
>200 a 500 ha	90
>500 a 1000 ha	18
>1000 ha	12
TOTAL	7.221

ANCUPA 2017. Resultados censo palmero. Muestra un número mayor dentro del estrato comprendido entre 0 a 10 ha.

En virtud de la importancia económica y social del cultivo de la palma africana, es preciso investigar las formas de cultivo de esta planta en Ecuador, si los monocultivos o cultivos intercalados constituyen la base de la cosecha y producción del sector y cuáles serían los beneficios de ambos tipos para establecer una comparación a este respecto y hacer propuestas sobre las buenas prácticas para el cultivo de esta planta.

El cultivo intercalado puede definirse como el cultivo simultáneo de dos o más siembras de diversas especies en el mismo espacio, generando una alternativa para mejorar trascendentalmente los sistemas de cultivo debido a la diversificación (Mousavi y Eskandari, 2011).

Un monocultivo por su parte es un solo tipo de planta o árbol cultivado que crece en un área limitada, como por ejemplo los campos de maíz en los EE. UU., o los árboles de palma aceitera en Indonesia. Si bien los monocultivos son comunes, son muy problemáticos por cuanto eliminan la diversidad de especies en un área a favor de una especie dominante, restringiendo las interacciones a un puñado de factores como el acceso a la luz solar, los nutrientes del suelo o el agua (Crumpler, 2019)

4. JUSTIFICACIÓN

La economía de Ecuador se ha caracterizado por depender de una manera significativa de las exportaciones de sector petrolero, por consiguiente, se precisa promover la exportación de productos no tradicionales para generar un cambio que se oriente a la diversificación de los ingresos del Estado (Gómez, 2021). En tal sentido, la siembra de palma africana constituye uno de los principales cultivos del país por los múltiples usos de esta, bien en la alimentación, como industria cosmética y farmacológica o bío combustibles (Borja, 2020; Nieto, 2015). Una coyuntura propicia para el sector palmicultor es que Ecuador tiene una ubicación geográfica idónea para este tipo de cultivos, pues se ha determinado que, por estar ubicado en la franja ecuatorial y a una considerable altura sobre el nivel del mar, se favorece el desarrollo de la palma africana (PROPALMA - Ecuador, 2020; Potter, 2011).

Los registros estadísticos del Banco Central de Ecuador BCE, indican que las exportaciones del sector no tradicional alcanzó a fines del 2019 un monto equivalente a \$5.312,1 millones de dólares, representando los extractos y aceites vegetales un 3,1%; al mismo tiempo, los productos del sector industrial no tradicional alcanzaron a exportar \$3.377,9 millones de dólares, participando los extractos y aceites vegetales con un 4,8% y ubicándose en el 4° lugar dentro de 15 productos. Entre los productos de exportación ecuatorianos de este sector se encuentran: aceite crudo de palma, oleína de palma, grasas y aceites comestibles; conjuntamente, de acuerdo con el Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca MPCEIP, los países de destino preferidos son la Unión Europea, México, Colombia, Venezuela, entre otros y actualmente se pretende incursionar y abrir nuevos mercados como China y reforzar la presencia en el mercado de la Unión Europea (Sánchez, et al., 2020).

La sala de prensa oficial de la Universitat Autònoma de Barcelona de España, refiere que la expansión del monocultivo de palma africana (*Elaeis guineensis*), en el Sudeste Asiático y América Latina, están cambiando el uso del suelo en un 40% de los bosques primarios tropicales, y en un 32% de los pastos

naturales y las superficies de cultivo de granos básicos. De la misma forma, se menciona la pérdida de biodiversidad, del hábitat de especies, y la contaminación de aguas y aire por los incendios generando una afectación directa a las poblaciones cercanas (Universitat Autònoma de Barcelona, 2021).

En este orden de ideas, la palma africana, en promedio, posee una vida útil productiva de 25 años. Terminado este ciclo es preciso destruir totalmente la plantación para fertilizar el suelo para nuevos cultivos. Esta labor no es rentable a nivel económico en virtud del elevado costo y a la recuperación del suelo. Por ende, las empresas procuran nuevos bosques primarios, o terrenos sin ocupación, pero muy fértiles iniciar nuevas plantaciones esta palma a gran escala. El incremento de las plantaciones de la palma africana obedece a la demanda significativa ejercida por los países del Norte para la elaboración de biocombustibles, lubricantes, alimentación, cosméticos y productos farmacológicos (Woittiez et al., 2018).

A diferencia de los monocultivos, las plantaciones de especies intercaladas son más diversas en genotipos, especies, estructuras y funciones, son consideradas como sistemas de plantación más respetuosas con el medio ambiente y sostenibles que los monocultivos, especialmente en el caso intercalado de especies autóctonas. Existen suficientes evidencias de que la plantación intercalada de múltiples especies puede generar numerosos beneficios económicos, ambientales y sociales. Un ejemplo de ello es que se demostró que intercalar especies como el álamo y el abeto blanco aumentaron la producción de madera de álamo y secuestraron más carbono que los monocultivos de álamo o abeto blanco en el marco de los servicios ecosistémicos (Ching et al., 2018).

En cuanto a servicios ecosistémicos, las plantaciones intercaladas ofrecen ciertas ventajas como:

- Mejoría de la actividad del nitrógeno como nutriente (vinculado a la fijación biológica),
- Optimización del uso del agua,
- Favorecen el control de las malezas,
- Disminuyen las acometidas y daños ocasionados por las plagas,

- Incrementan la estabilidad del suelo, la agregación y la permeabilidad
- Aumento de la biomasa, así como la dinámica y la variedad de microorganismos del suelo y el equilibrio y resguardo de la diversidad biológica (Quiroz y Freddu, 2002).

En tal sentido se plantean interrogantes como las siguientes ¿Cuáles efectos sociales, económicos, ecológicos tiene los monocultivos y los cultivos intercalados de la palma africana?

¿Existen ventajas o beneficios entre los monocultivos o cultivos intercalados con relación a la palma africana?

Para dar respuesta a estas interrogantes se plantean los siguientes objetivos de investigación.

5. OBJETIVOS

Objetivo general

Analizar comparativamente el impacto del monocultivo de palma africana (*Elaeis guineensis*) versus plantaciones intercaladas con palma africana (*Elaeis guineensis*) en el marco de los servicios ecosistémicos.

Objetivos específicos

Evaluar el impacto del monocultivo de la palma africana (*Elaeis guineensis*) en los servicios ecosistémicos.

Evaluar el impacto del cultivo intercalado de la palma africana (*Elaeis guineensis*) en los servicios ecosistémicos

6. METODOLOGÍA

El estudio se concibe desde la perspectiva de un estudio bibliográfico, que pretende desde la revisión de la literatura actual identificar las características de las plantaciones de monocultivos de palma africana (Arias, 2016; Hernández et al.,

2014), para compararlas con las de plantaciones intercaladas de palma africana con otras especies; y así determinar los beneficios potenciales o perturbaciones de ambos tipos de plantaciones en un marco ecosistémico para establecer cuál de los dos tipos ofrecen mayor compatibilidad con el ambiente y una mayor sustentabilidad en sus tres dimensiones especiales: social, económica y ecológica.

La documentación será estudiada bajo la premisa de extraer evidencia científica a favor y contra del monocultivo de palma africana y los cultivos intercalados. En este sentido,

La revisión de la literatura es definida como un estudio detallado, selectivo y, a veces, crítico que tiene como objetivo examinar lo que se ha publicado. La Revisión Narrativa (RN), busca describir los elementos principales que la constituyen y sus potencialidades. La RN tiene como objetivo explorar, describir y discutir un determinado tema, de forma amplia, considerando múltiples factores desde un punto de vista teórico y de contexto (Zillmer y Díaz, 2018, p. 1).

A efectos de la presente investigación se analizan publicaciones divulgadas en la red en el periodo comprendido entre el 2016 al 2021 en las bases de datos Scielo, Scopus y Google Scholar, considerando artículos de investigación, revisión, tesis de maestría y doctorado (Ver Anexo 1).

Las palabras claves para ubicar en las bases de datos seleccionadas fueron: monocultivo, cultivos intercalados, palma africana, servicios eco-sistemicos (monoculture, intercropping, African palm, ecosystem services).

7. RESULTADOS

A continuación, se presentan los hallazgos más importantes de la investigación, en este sentido, se detallan los artículos relacionados con los elementos de plantaciones intercaladas de la palma africana y posteriormente con plantaciones de planta africana bajo la modalidad de monocultivos (Ver Anexo 2).

Plantaciones intercaladas con palma africana

1. Namanji et al. (2021), plantean diferentes opciones que permiten el intercalado de la palma aceitera con otros cultivos que pueden aumentar los ingresos, la resiliencia y la biodiversidad de los pequeños agricultores. Los resultados evidencian que más agricultores desarrollaron cultivos alimentarios en plantaciones jóvenes de palma africana que los que no lo hicieron, produciendo cultivos anuales entre las palmeras plantadas con el espaciamiento recomendado de 9 x 9 m, lo que ayudó a satisfacer las necesidades alimentarias familiares. No se observaron efectos negativos sobre el crecimiento de la palma de aceite o cultivos asociados en los primeros 4-5 años (Namanji et al., 2021).

Desarrolladas las opciones de cultivo intercalado y agroforestería de palma aceitera para Uganda, se requiere la movilización y el empoderamiento de la comunidad para lograr que se establezcan políticas públicas que favorezcan el desarrollo de cultivos tanto alimentarios como comerciales. Esto no disminuirá la producción general y probablemente aumentará la producción total y la resiliencia de los pequeños agricultores. El estudio concluye que la agrosilvicultura de palma de aceite intercalada proporciona medios de vida alternativos, reduce la dependencia, distribuye los riesgos y las cargas de trabajo, y diversifica los ingresos al mismo tiempo que ayuda a satisfacer las necesidades nutricionales de las familias, mejora la biodiversidad y la resistencia a las fluctuaciones en el precio de los racimos de frutas frescas. Las opciones de cultivos intercalados sugeridos por Namanji et al.(2021), son los siguientes:

Cultivos intercalados en plantaciones jóvenes de palma aceitera

Sistema de cultivos intercalados común durante el desarrollo temprano de la palma aceitera hasta cuatro o cinco años. Proporciona alimentos e ingresos antes de las primeras cosechas de palma aceitera, reduce costos de deshierbe, sin efectos negativos en el crecimiento de la palma aceitera, pueden cultivarse maíz y frijoles y plantas perennes como banano y piña para mejorar la seguridad

alimentaria y la nutrición familiar. El cultivo intercalado con leguminosas (frijoles, guisantes, soja, etc.) incrementa la fertilidad del suelo mediante la fijación de nitrógeno, y cultivos de cobertura como la mucuna previenen la erosión del suelo (Namanji et al., 2021).

Cultivo intercalado permanente en sistemas de avenidas de doble hilera

Modelo que permite la producción de palma aceitera y otros cultivos durante todo el ciclo de 25 años. Con un número similar de palmeras por hectárea que en el monocultivo estándar de 9x9 metros, las palmas se plantan más juntas en hileras dobles con un espacio de 6 metros dentro de las hileras, dejando “avenidas” de 15 metros de ancho, permitiendo a los agricultores intercalar cultivos de alto valor como cacao, café, vainilla, árboles frutales o maderables, con un impacto negativo mínimo en los rendimientos de la palma aceitera (Namanji et al., 2021).

Plantación de árboles limítrofes

Este modelo incluye árboles limítrofes alrededor de las plantaciones de palma aceitera, y en áreas más secas ayuda a conservar la humedad y reduce la erosión eólica. Estos árboles proporcionan leña, leña para carbón, postes, madera, frutos o caucho según la especie. Esto diversifica la producción, mejora el ciclo de la biodiversidad y la nutrición y, el demarcado de límites (Namanji et al., 2021).

Jardines domésticos de varios pisos

Sistema que permite la palma aceitera entre muchos cultivos anuales y perennes de árboles frutales y ganado, respaldando múltiples estrategias de medios de vida, permitiendo a los pequeños agricultores producir alimentos, piensos, combustible, madera y productos animales en pequeñas parcelas de tierra, lo que aumenta la resiliencia si falla uno u otro cultivo o baja el precio.

2. Khasanah et al., (2020) señalan que los sistemas de palma aceitera intercalados podrían incrementar la eficiencia del uso de la tierra y otros recursos, reducir el riesgo de los agricultores y disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) por unidad de producto. Los valores del índice de equivalencia de tierras para servicios de aprovisionamiento (LERP, Land equivalency index for provisioning services) superiores a 1.0 muestran que al menos algunos de los

sistemas intercalados utilizan la tierra de manera más eficiente que los monocultivos y, por lo tanto, son “ahorradores de tierras”, donde el LERP del monocultivo no puede exceder 1.0 (Khasanah et al., 2020). La diversificación, característica de las plantaciones intercaladas, también modifica las funciones de regulación del clima y el agua ("reparto de tierras") en relación con un sistema de referencia forestal monoprodutor (Khasanah et al., 2020).

Una evaluación empírica de múltiples servicios ecosistémicos en paisajes agrícolas es asistida por modelos que sintetizan el conocimiento basado en procesos, especialmente para sistemas perennes donde los experimentos bien diseñados requieren ciclos productivos completos costosos y escasos. Los modelos agroforestales exploran opciones de espaciamiento, cultivos intercalados y manejo del suelo, prediciendo rendimientos cosechables, impactos en los flujos de agua, lixiviación de nutrientes y emisiones de gases de efecto invernadero (Khasanah et al., 2020). Se evidenció que los sistemas de palma aceitera + cacao son menos sensibles a la incertidumbre de los precios de la palma aceitera y amortiguan los riesgos de producción de palma aceitera y cacao, que se supone que son independientes entre sí.

El hallazgo más relevante es que el modelo de exploración propuesto presume que los sistemas intercalados de cultivo de palma aceitera proporcionen considerables mejoras económicas y ambientales. El desempeño varió en un conjunto de indicadores económicos y ambientales y se deben aplicar factores de ponderación para elegir el sistema que proporcione el equilibrio deseado entre la mejora económica y ambiental. El único indicador en el que un monocultivo de palma aceitera demostró ser superior a cualquier escenario de diversificación fue la alta rentabilidad de la mano de obra, ya que requería menos mano de obra en comparación con los cultivos intercalados. Sin embargo, estos (intercalados) pueden apoyar a la palma aceitera como cultivo de biocombustible al reducir su huella de carbono. Desde la óptica del debate sobre reparto de tierras versus conservación de tierras, los cultivos intercalados son una modalidad de conservación de tierras mediante un uso más eficiente de la tierra.

3. Van Leeuwen (2019), en un estudio sobre cultivos intercalados de piña y palma aceitera en suelos de turba evidenció que esta práctica puede proporcionar buenos ingresos a los pequeños agricultores durante la fase de replantación de la palma aceitera sin efectos negativos importantes sobre el crecimiento y la productividad de esta, con la condición de que exista demanda y oportunidades de comercialización de piñas. Asumir esta práctica puede facilitar a los pequeños agricultores la replantación oportuna de palmas de aceite. Dado que la resiembra oportuna mejora los rendimientos promedio de aceite, el cultivo intercalado tiene el potencial de aumentar la sostenibilidad de la producción de aceite en términos de eficiencia en el uso de la tierra.

El aprovechamiento máximo del cultivo intercalado de piña y palma aceitera considera tres pasos importantes. En primer lugar, el desarrollo del método sostenible para la eliminación de la piña en suelos de turba reemplazando el método de quema actual. En segundo lugar, se requiere el establecimiento de buenas prácticas agrícolas. Por último, debe verificarse que los cultivos intercalados no afectan la productividad de la palma aceitera en etapas posteriores de su vida. Asumidos estos pasos, los cultivos intercalados de piña y palma de aceite pueden considerarse una práctica agrícola relativamente sostenible para una actividad humana en suelos de turba.

4. Una revisión sobre las posibilidades de cultivos intercalados con palma aceitera en crecimiento realizada por Dissanayake y Palihakkara (2019), señala que la vida económica de la planta es de alrededor de 30-35 años y la plantación por hectárea es de alrededor de 120-135 plantas. En la etapa inicial de las plantaciones (edad hasta 3-5 años) hay una gran cantidad de espacio libre disponible dentro de las plantaciones jóvenes.

Los resultados de la investigación mostraron que el rendimiento en cultivos intercalados incrementó significativamente cada año en comparación que, en los monocultivos, fue de 5,00; 12,40 y 14,20 toneladas de aceite/ hectárea durante 2016, 2017 y 2018 respectivamente y el rendimiento fue de 3,74; 9,51; y 9,92 toneladas de aceite/ hectárea en los mismos años respectivos, pero como monocultivo. La media combinada indicó que el incremento de rendimiento en

palma aceitera (RFF) en cultivos mixtos fue del 36,40% por encima del monocultivo. por lo tanto, el cultivo de plátano, piña y ñame pata de elefante como cultivo intercalado en un cultivo intercalado de palma aceitera joven hasta los 4 años es la mejor opción para obtener beneficios adicionales de un cultivo de palma aceitera juvenil en la región de Konkan del Sur en Sri Lanka (Dissanayake y Palihakkara, 2019).

5. Un estudio denominado “Aves asociadas con diferentes especies y estructuras de árboles en paisajes agroforestales de palma aceitera en Malasia”, realizado por Atiqah et al. (2019), evidencia que la expansión del cultivo de palma aceitera (*Elaeis guineensis*) está reconocida como una gran amenaza para la biodiversidad tropical. Sin embargo, pequeñas propiedades, a diferencia de los monocultivos convencionales de palma aceitera a gran escala, a menudo practican el cultivo intercalado para beneficiarse de otras especies vegetales en el orden alimenticio, lo cual se asemeja a un sistema natural de carácter agroforestal. Estas pequeñas propiedades privadas proveen una vegetación más heterogénea que soporta mayor diversidad de aves. Metodológicamente, el estudio comparó la riqueza de especies y la abundancia de aves detectadas posándose en la palma de aceite (árboles muertos y vivos) y otras siete especies de cultivos plantados dentro de las pequeñas propiedades de palma de aceite, lo cual se evidenció a través de censos de líneas transversales, donde se registró un total de 816 aves de 39 especies de 20 familias en los cultivos intercalados y periodos objeto de esa investigación.

Los hallazgos indican que la riqueza y abundancia de especies de aves difirió significativamente entre los cultivos intercalados de la palma aceitera con otras especies de monocultivos. Los árboles que no son de palma aceitera aumentaron acumulativamente la riqueza y abundancia de especies de aves. Aunque las aves en general se posaron con mayor frecuencia en palmeras de aceite vivas, también utilizaron otras especies vegetales, como el árbol del fruto del pan, mango, papaya, plátano y coco, así como árboles muertos. Al medir el efecto, se encontró adicionalmente que tanto la riqueza como la abundancia de especies de aves dependen de la estructura y tipo de especie del árbol, lo cual sugiere que una mayor diversidad de especies de árboles dentro de las plantaciones de palma aceitera

sustenta una mayor variedad de especies de aves locales comparado con los monocultivos (Atiqah et al., 2019).

6. Stomph (2017) en su estudio titulado “Palma de aceite en pequeña escala: ¿espacio para la diversificación?” tuvo como objetivo desafiar la suposición de que la palma de aceite es más adecuada para el monocultivo de pequeños agricultores en Indonesia, a través de una exploración basada en modelos de la viabilidad a corto y largo plazo de una variedad de diversificaciones a nivel de parcela. Se exploró el cultivo intercalado mediante la simulación de cinco escenarios en el modelo de captura de agua, nutrientes y luz para sistemas agroforestales (WaNuLCAS). Los 5 cultivos incluidos fueron: cacao, caucho, mandioca, maní y mucuna como cultivo de cobertura. Los escenarios se simularon durante un período de 25 años, para cuatro condiciones climáticas y del suelo típico de la palma aceitera de Indonesia. Los precios de los insumos agrícolas (por ejemplo, plántulas, mano de obra, fertilizantes) y productos se basaron en los registrados para el contexto de Indonesia.

Los hallazgos evidencian que hay espacio para la mejora del desempeño económico y ambiental a través de los cultivos intercalados de producción de palma aceitera de pequeños agricultores. El desempeño varió a lo largo del conjunto de indicadores, pero fue independiente del tipo de suelo probado y del número de días secos consecutivos. El único indicador en el que un monocultivo de palma aceitera fue superior al cultivo intercalado fue la baja demanda de mano de obra, de allí los altos rendimientos relativos de la mano de obra. Sin embargo, el salario-trabajo devuelto por los sistemas de cultivos intercalados era muy competitivo en los mercados laborales actuales. Por lo tanto, el RTL (Retorno del Trabajo, indicador económico donde todo el beneficio neto se atribuye al trabajo) más bajo no se considera una limitación principal para los cultivos intercalados. El resto de los indicadores evidenció una mejora del desempeño. La diversificación a través de cultivos intercalados con anuales comercializables mostró ser más adecuada cuando se considera el rendimiento temprano y los retornos a la tierra, al tiempo que mejora levemente los impactos ambientales. El cultivo intercalado con plantas perennes requerirá una mano de obra considerablemente mayor, pero podrá lograr el LER (coeficiente de tierra equivalente, indicador para comparar el desempeño de

un cultivo intercalado con un monocultivo) más grande. Si el producto tiene un precio competitivo en comparación con el aceite de palma, como el cacao, generará beneficios y servirá como una estrategia para afrontar los riesgos.

7. Nchanji et al. (2016), en un estudio sobre la Eficacia de los cultivos intercalados de palma aceitera por parte de los pequeños agricultores de Camerún, se planteó como objetivo fundamental estudiar el cultivo intercalado de la palma de aceite durante su etapa de crecimiento con cultivos alimentarios. Generalmente los grandes sectores productivos de aceite de palma africana culpan a este sistema intercalado de producción de un supuesto impacto negativo en el crecimiento y rendimientos futuros de las palmas. Sin embargo, para los pequeños agricultores, el cultivo intercalado presenta numerosas ventajas, ya que no solo cubre el costo de deshierbe, sino que también proporciona alimentos e ingresos extras mientras espera que las palmas entren en producción.

El estudio se llevó a cabo en siete comunidades de la región suroeste de Camerún y explora cómo los pequeños agricultores de palma aceitera (pequeña, mediana y gran escala) utilizan la técnica de cultivo intercalado durante las primeras etapas de la palma aceitera para acrecentar el desarrollo como medio para mejorar su calidad de vida. Los resultados indicaron que, un salario medio anual de 705.000 de Francos de África Central FCFA, equivalente a 1.075 € se obtuvo por hectárea por hogar para los pequeños agricultores que practican el cultivo intercalado.

Los hallazgos evidencian que la mayoría de los pequeños agricultores practican el cultivo intercalado para la subsistencia y para mejorar sus niveles de ingresos. El cultivo intercalado también ayuda a reducir el costo de deshierbe de la plantación de palma aceitera y a maximizar el uso de la tierra, pues los pequeños agricultores están menos tentados a abrir tierras forestales para plantar cultivos alimentarios. En términos de cultivos intercalados, los pequeños agricultores del sitio de estudio cultivan más plátanos, cocoyam, maíz, mandioca, etc. en comparación con otros cultivos alimentarios como frijoles, maní, etc., debido a valores culturales. Los cultivos alimentarios más valorados en efectivo fueron el ñame, el plátano y la yuca. Las fuentes de su material de siembra procedían de tierras agrícolas de los pequeños agricultores, del mercado local o del sector

agroindustrial. Se evidenció, que hay una brecha de conocimiento a ser superada por los pequeños agricultores en cuanto a la calidad del material de siembra para el cultivo intercalado, cultivos para promover y cultivos para evitar, mejores técnicas de cultivo y mejores prácticas de manejo para el cultivo intercalado.

8. Hairiah et al. (2016) en una investigación sobre “Cultivos intercalados de palma aceitera: un modelo de interacciones árbol-suelo-cultivo adelantado” exploró si en un clima menos adecuado, y una modalidad de cultivo intercalado, puede ser una opción agronómica para aumentar el crecimiento y la producción de palma de aceite a través del papel de la raíz más profunda de los árboles intercalados como redistribución de elevación hidráulica utilizando el modelo WaNuLCAS.

La palma aceitera africana es parte de la agrosilvicultura intercalada en su centro de origen africano, pero toda la expansión actual se basa en una tecnología de monocultivo. En climas subóptimos de palma aceitera, sin embargo, está aumentando el interés en los sistemas de producción intercalada (Hairiah et al., 2016).

Se desarrolló para el estudio un módulo que representa la fisiología y fenología del desarrollo de la flor y el fruto de la palma aceitera en el modelo de captura de agua, nutrientes y luz en un sistema agroforestal (WaNuLCAS) para explorar el sistema de cultivo intercalado. El modelo representa un perfil de suelo de cuatro capas con cuatro zonas espaciales donde se pueden plantar árboles y / o cultivos y tiene un paso de tiempo diario. Representa la luz, el agua y los nutrientes (N y P) como recursos de crecimiento, sujetos a la competencia y al intercambio. Las interacciones se basan en la arquitectura, la fisiología y la fenología aéreas y subterráneas. El módulo de palma aceitera incluye cinco elementos: mantenimiento del tiempo de emergencia de la fronda (pasos de tiempo del filocrón), determinación del sexo de las flores, aborto del fruto, mantenimiento de libros del desarrollo de la etapa del fruto y un posible ciclo de cosecha de un racimo de frutas al final de cada filocrón. Además, considera tres factores: la disponibilidad de agua, la disponibilidad de nutrientes y las reservas de crecimiento determinan la dinámica del tiempo filocrónico, la determinación de la flor y el desarrollo del fruto (Hairiah et al., 2016).

En simulaciones con un período seco prolongado y efectos de levantamiento hidráulico, se predice que el peso del racimo de palma aceitera en el sistema intercalado sería mayor que en el monocultivo, sin embargo, solo en la etapa inicial de producción. La menor producción de los años siguientes se debe al menor tamaño de los racimos. El levantamiento o elevación hidráulico(a) [redistribución hidráulica del agua por raíz más profunda (sin y con), período seco prolongado] puede reducir el efecto de largos períodos secos sobre la inducción de flores masculinas. En condiciones con un período seco prolongado y con levantamiento hidráulico, se predice que el peso del racimo de palma aceitera en el sistema intercalado será mayor que en el sistema de monocultivo. En otras palabras, la elevación hidráulica estimula la producción de inflorescencia femenina; sin embargo, solo sucedió durante las primeras etapas de producción (Hairiah et al., 2016).

Resumen de los hallazgos de los sistemas de cultivos intercalados de la palma africana

Los estudios sobre las plantaciones intercaladas de la palma aceitera africana considerados para el presente estudio se ubican temporalmente en el periodo comprendido entre los años 2016-2021, y se ubican en países africanos y asiáticos como Uganda, Camerún, Indonesia, Malasia, Sri Lanka y Costa de Marfil. No se encontraron experiencias en este tipo de cultivos en América Latina. Los estudios incluyen experiencias experimentales y simuladas. Los hallazgos de estas investigaciones permiten resaltar los siguientes aspectos:

- El cultivo intercalado promueve la reducción de la pobreza de las personas marginadas, sobre todo en las mujeres que no tienen acceso a la tierra, maximiza el uso de esta por parte de los pequeños agricultores, favorece la seguridad alimentaria en los hogares, la estabilidad en el rendimiento y las ganancias en las plantaciones de palma aceitera de los pequeños agricultores. De la misma forma mejora sus condiciones laborales al trabajar en sus propias parcelas, pues la contaminación por plaguicidas no

representaría para ellos una problemática, debido a que el cultivo intercalado atrae especies de insectos y aves que son depredadores de plagas que afectan a las grandes plantaciones. Se observa por parte de las grandes empresas agroindustriales una resistencia y desestimación de los cultivos intercalados de palma africana con otras especies porque consideran que se desmejora el crecimiento y desarrollo de las plantas.

- En plantaciones intercaladas, los árboles que no son de palma aceitera permiten el aumento, riqueza y abundancia de especies de aves y otras especies.

De los estudios revisados se plantean una serie de recomendaciones para el éxito de los cultivos intercalados que pueden observarse en la tabla 3.

Tabla 2. Cultivos facultados a la asociación con la palma africana

NOMBRE COMÚN	ESPECIE	Referencia bibliográfica
Plátano	<i>Musa Paradisiaca</i> / <i>Musa acuminata</i>	(Dissanayake & Palihakkara, 2019; Ismail & Khasim, 2005; Sanchez, 2016)
Name	<i>Discorea spp</i>	(Dissanayake & Palihakkara, 2019; Gawankar et al., 2018; Nchanji et al., 2016b)
Yuca	<i>Mannihot esculenta</i>	(Dissanayake & Palihakkara, 2019; Nchanji et al., 2016b; Sanchez, 2016)
Papa China/ Malanga	<i>Colocasia esculenta</i>	(Nchanji et al., 2016b)
Maíz	<i>Zea mays</i>	(Dissanayake & Palihakkara, 2019; Nchanji et al., 2016b)
Sandia	<i>Citrullus lanatus</i>	(Dissanayake & Palihakkara, 2019; Nchanji et al., 2016b)
Maní	<i>Arachis hypogaea</i>	(Dissanayake & Palihakkara, 2019; Ismail et al., 2006; Nchanji et al., 2016b)
Palmito	<i>Bactris gasipaes</i>	(Ismail et al., 2005)
Garden Huckleberry	<i>Solanum melanocerasum</i>	(Nchanji et al., 2016b)
Planta de hoja amarga	<i>Vernonia amigdalina</i>	(Dissanayake & Palihakkara, 2019; Nchanji et al., 2016b)
Amaranto	<i>Amaranthus hybridus</i>	Dissanayake & Palihakkara, 2019; Nchanji et al., 2016)
Piña	<i>Anana comosus</i>	(Gawankar et al., 2019; Khasim et al., 2006)
Soja	<i>Glycine max</i>	(Ismail et al., 2007)
Vainitas	<i>Phaseolus vulgaris</i>	(Reddi et al., 2015)
Alubias/habichuelas	<i>Cyamopsis tetragonolobus</i>	(Reddi et al., 2015)
Chilli	<i>Solanum</i>	(Reddi et al., 2015)
Berenjena	<i>Solanaceae melongena</i>	(Reddi et al., 2015)

Especies compatibles para la asociación de cultivos con palma africana.

Plantaciones monocultivos de palma africana

1. Luke et al. (2020), en el estudio titulado Complejidad dentro de un monocultivo de palma aceitera: los efectos de variabilidad del hábitat y lluvia en comunidades de la libélula adulta (Odonata). Indica que, pese a la pérdida de hábitat forestal y especies dependientes de los bosques, una gran cantidad de especies, en particular insectos, pueden persistir dentro de las plantaciones. Este estudio se centra en Odonata (libélulas y caballitos del diablo): un elemento indicador carismático y un agente de control de plagas potencialmente valioso.

Se analizó poblaciones adultas de Odonata cada dos años dentro de una plantación industrial de palma aceitera en Sumatra, Indonesia. Evaluamos los efectos de la lluvia (incluida una sequía asociada a la Oscilación del Sur de El Niño), el papel de las zanjas en las carreteras y la importancia de la vegetación del sotobosque en las poblaciones de Odonata (Luke, et al., 2020).

Se encontró 41 especies de Odonata y las comunidades variaron entre los microhábitats del núcleo de la plantación y los bordes de las carreteras, y entre las estaciones. La abundancia se relacionó significativamente con los niveles de lluvia cuatro meses antes de los levantamientos, lo que probablemente indica la importancia de los altos niveles de agua en las zanjas de las carreteras para un desarrollo larvario exitoso. Los hallazgos destacan que hay un gran número de especies de Odonata presentes en las plantaciones de palma aceitera y sugieren que su abundancia podría potencialmente incrementarse manteniendo o estableciendo cuerpos de agua. Como los Odonata son depredadores, esto podría traer beneficios para el control de plagas, además de mejorar la biodiversidad dentro de los paisajes agrícolas intensivos (Luke et al., 2020).

2. Matin et al. (2020) exploraron las consecuencias ambientales, económicas y sociales del auge de la palma aceitera. Los autores analizaron que el cultivo de palma ha generado críticas sobre las tendencias negativas en el medio ambiente, la producción y el consumo, y revisaron las consecuencias ambientales, económicas y sociales en diferentes partes del mundo.

El estudio concluye en que las plantaciones de monocultivo de palma aceitera albergan mucha menos biodiversidad y presentan reservas de carbono mucho más bajas que los bosques tropicales, por lo que se ha sugerido la prohibición del uso de aceite de palma como una posible medida para mejorar la sostenibilidad (Qaim et al., 2020).

Los autores manifiestan que se requiere de políticas sostenibles para promover el crecimiento de la productividad en la palma africana y proteger las selvas tropicales a través de derechos de propiedad claros, mecanismos de incentivos y sanciones económicas. Herramientas para generar incentivos como certificaciones de sostenibilidad y el diseño del mosaico agrícola considerando otros elementos del paisaje natural también pueden ayudar a conciliar los objetivos económicos, sociales y ambientales en muchas situaciones. La consideración de los pequeños agricultores como parte de los actores es importante desde una perspectiva social y requiere apoyo específico para superar las limitaciones de capital, conocimiento, tecnología y acceso al mercado. La combinación de políticas adecuadas debe ajustarse al contexto local donde se ubican los monocultivos de palma africana (Qaim et al., 2020).

3. Dhandapani et al. (2020), evidencian que los suelos compuestos mayoritariamente por turberas tropicales en el sudeste asiático son ecosistemas importantes que juegan un papel crucial en los ciclos biogeoquímicos globales, con potencial para fuertes ciclos de retroalimentación climática. La degradación de las turberas tropicales debido a la expansión de las plantaciones de monocultivos de palma aceitera y su impacto en la biodiversidad y el balance de carbono es una real preocupación mundial (Dhandapani et al., 2020).

Utilizando datos publicados anteriormente sobre las propiedades fisicoquímicas de la turba, la biodiversidad y las emisiones de gases de efecto invernadero de las plantaciones de palma aceitera de pequeños propietarios, se determinó que el monocultivo prolongado de la palma aceitera durante dos generaciones daría como resultado la pérdida de carbono y las propiedades funcionales de la turba que pueden conducir a la posible desclasificación de las propiedades fisicoquímicas de las turberas para la producción de un aceite de palma de calidad. Sin embargo, el estudio hace hincapié en la necesidad de explorar más a fondo la sostenibilidad de sistemas de cultivos intercalados a lo largo del ciclo de vida de las plantaciones de palma en turberas, y si se integran con las prácticas de manejo actuales. También se enfatiza que la necesidad de más investigación para evaluar completamente los impactos del cultivo intercalado de palma aceitera en comparación con el monocultivo de palma aceitera ampliamente practicado. Por último, se sugiere cambios en las políticas de certificación del gobierno para fomentar las prácticas de cultivos intercalados por parte de los pequeños agricultores (Dhandapani et al., 2020).

4. Aini et al. (2020) en un estudio titulado “¿Cómo se reemplaza los bosques naturales con caucho y palma aceitera?: Las plantaciones afectan la respiración del suelo y los flujos de metano?”, los autores señalan que para evaluar el impacto de la transición forestal a plantaciones en los flujos de metano (CH₄) y respiración (CO₂) del suelo, efectuaron mediciones en un bosque no perturbado, un bosque perturbado, plantaciones de caucho jóvenes y viejas y una plantación de palma aceitera en suelo mineral en Jambi, Indonesia. Los flujos de metano y sus variables de control fueron monitoreados mensualmente durante catorce meses; la respiración del suelo se midió con menos frecuencia. Todas las plantaciones estaban gestionadas por pequeños propietarios y nunca habían sido fertilizadas.

Para evaluar el impacto de las prácticas de manejo comunes en las plantaciones de palma aceitera, se agregó urea a una tasa de 33,3 kg N / ha., y después, se monitoreó exhaustivamente los flujos de CH₄ del suelo. El suelo actuó como sumidero de CH₄ en el bosque no perturbado y la plantación de caucho joven. Este no fue el caso en los otros sistemas de uso de la tierra que tuvieron flujos similares a los flujos en el bosque no perturbado, en el bosque perturbado,

plantaciones de caucho antiguas y plantaciones de palma aceitera, respectivamente. En la plantación de palma aceitera, no hubo efecto inhibitor del fertilizante nitrogenado sobre la metanotrofia (Aini et al., 2020).

La disponibilidad y calidad del sustrato (hojarasca y suelo) ejerció un fuerte control sobre los flujos anuales de ambos gases a lo largo del gradiente de uso de la tierra. La variación temporal en el CH₄ fue considerablemente alta y en los flujos respiratorios fue moderada, pero no se relacionó específicamente con la variación estacional. Es fundamental realizar más investigaciones exhaustivas y a largo plazo para determinar más a fondo la dirección y la magnitud de los cambios que las emisiones de gases traza en los suelos afectados por la conversión de bosques a plantaciones en los trópicos (Aini et al., 2020).

5. Yeo et al., (2020), en una investigación sobre “Cambios en las propiedades del suelo superficial y comunidades de macroinvertebrados con la conversión de bosques secundarios a plantaciones de palma aceitera (*Elaeis guineensis*)” , plantearon como objetivo evaluar la variación en los parámetros físico-químicos del suelo y las estructuras de macroinvertebrados luego de la conversión de bosques secundarios en plantaciones de palma aceitera, y comprender qué esperar con el envejecimiento de las plantaciones. Se asumió que las propiedades del suelo mejorarían con respecto a la conservación de la biodiversidad con el envejecimiento de las plantaciones de palma aceitera. El muestreo se llevó a cabo en bosques secundarios y en plantaciones de palma aceitera de 13, 20 y 39 años en la estación La Mé, Costa de Marfil. Se establecieron tres áreas de muestreo en cada tipo de uso de la tierra y clase de edad, para un total de 12 áreas de muestreo. En un transecto de más de 50 m, se muestrearon macroinvertebrados que habitan en la hojarasca utilizando trampas de caída y macroinvertebrados de la capa superior del suelo (0-10 cm) utilizando monolitos (50 cm por 50 cm por 10 cm), siguiendo el modelo modificado de Método de Biología y Fertilidad del Suelo Tropical. Se caracterizaron los parámetros físicos y químicos del suelo. Los resultados mostraron que la conversión de bosques secundarios a plantaciones de palma aceitera se caracterizó por cambios en la densidad de macroinvertebrados del suelo (-30%), riqueza taxonómica (-37%) y grupos funcionales (-17%), así como en la densidad aparente del suelo (+ 14%) y contenido de agua (+ 16%), después de ~

39 años de conversión. El carbono orgánico del suelo, el nitrógeno total y la materia orgánica aumentaron con el envejecimiento de las plantaciones y alcanzaron condiciones similares a las de los bosques secundarios. La interferencia humana impuesta a las comunidades de macroinvertebrados durante la preparación del sitio y la siembra no fue compensada por la reducción del índice de degradación del suelo a lo largo del tiempo. Los resultados tienen implicaciones para la implementación de la agricultura de conservación y las prácticas de manejo relacionadas.

6. Nurrochmat et al. (2020), en su investigación titulada “Foro de políticas: reconciliación de los objetivos del aceite de palma y reducción de la deforestación: cambio de tierras y reforma agraria en Indonesia” señalan que el cultivo más eficiente, en términos de productividad en la producción de aceite comparados con otros cultivos, como soja, colza y girasol es la palma africana aceitera. Indonesia es uno de los principales productores de aceite de palma a nivel mundial, donde la plantación de palma aceitera cubre más de 14 millones de hectáreas de tierra. El Gobierno de Indonesia fijó el objetivo de incrementar la producción de aceite de palma de 25 millones de toneladas en 2010 a 50 millones de toneladas para 2020. Si bien la producción total de aceite de palma en 2019 es de aproximadamente 40 millones de toneladas, se necesita 10 millones de toneladas más de producción de aceite de palma para alcanzar la meta en 2020. Por consiguiente, es posible que se requiera una mayor conversión de tierras forestales para establecer nuevas plantaciones de palma aceitera. La investigación tuvo como objetivo proponer un escenario para intercambiar tierras forestales por tierras no forestales o con bajas emisiones de carbono en Kalimantan Central (Nurrochmat et al., 2020).

El escenario de incremento de 10 millones de toneladas de aceite de palma se implementará con éxito mediante la presencia de incentivos a la participación del sector agroindustrial y pequeños productores, políticas adecuadas y un gobierno que facilitará y apoyará este incremento. La reforma agraria es una política facilitadora de arriba hacia abajo sobre el uso y distribución de la tierra implementada por el gobierno local. Este estudio concluye que la integración de la propuesta de intercambio de tierras en la reforma agraria, el llamado escenario de uso de la tierra ajustado para el incremento de nuevas plantaciones es relevante

para la política basada en evidencia que proporcionará al gobierno local una base institucional sólida, un proceso de simplificación y una rentabilidad significativa para realizar los procedimientos de intercambio de tierras. Esta política tiene un gran potencial para conciliar el crecimiento de la plantación de palma aceitera y la reducción de la deforestación (Nurrochmat et al., 2020).

7. Descals et al., (2020) efectuaron una investigación que titularon “Mapa mundial de alta resolución de plantaciones de palma aceitera de dosel cerrado industrial y de pequeños agricultores”, en la cual sostienen que los cultivos de semillas oleaginosas, especialmente la palma aceitera, se encuentran entre los usos agrícolas de la tierra de mayor y rápida expansión, y se sabe que causan un daño ambiental significativo. En consecuencia, estos cultivos suelen aparecer en debates públicos y de políticas, que se ven obstaculizados o sesgados por la falta de información precisa sobre los impactos ambientales. En particular, la falta de mapas de cultivos mundiales precisos sigue siendo motivo de preocupación. Los avances recientes en el aprendizaje automático y el acceso a datos por detección remota permiten abordar esta brecha. El estudio presenta un mapa actualizado de plantaciones de palma aceitera de dosel cerrado (*Elaeis guineensis*) por tipología (plantaciones industriales vs. pequeñas) a escala global y con un detalle sin precedentes (resolución de 10 metros).

La capa mundial de palma aceitera revela que las plantaciones de palma aceitera se encuentran en 49 países tropicales. El sudeste asiático se ubica como la principal región productora con 18.69 Mha, el 90% de las plantaciones mundiales. El análisis confirma una variación regional significativa en la proporción de productores industriales versus pequeños productores, pero también que, desde una perspectiva típica de desarrollo de la tierra, grandes áreas de palma aceitera de pequeños productores legalmente definidas se asemejan a plantaciones a escala industrial. La superficie total de palma aceitera por país es similar a la superficie cosechada según lo informa la FAO, excepto en los países de África occidental, donde las estimaciones del estudio son más bajas debido a la omisión de plantaciones de palma aceitera salvaje (Descals et al., 2020).

8. En un estudio denominado “El cultivo de palma aceitera mejora el pH del suelo, la conductividad eléctrica, las concentraciones de calcio intercambiable, magnesio y el contenido de azufre y carbono orgánico del suelo disponible” (Behera et al., 2020, p.2), Según Behera et al. (2020), plantean que la superficie de tierra cultivada con palma aceitera (*Elaeis guineensis Jacq.*) está aumentando en diferentes partes del mundo. La evaluación de los parámetros de calidad del suelo de las plantaciones de palma aceitera es esencial para juzgar la sostenibilidad del uso de la tierra y para mantener la fertilidad del suelo evitando la degradación de la tierra. Los efectos del cultivo de palma aceitera en India sobre los parámetros del suelo son poco conocidos. Por lo tanto, el objetivo del estudio fue evaluar el impacto del cultivo de palma aceitera a lo largo de los años (considerando plantaciones de palma aceitera de 6, 12 y 18 años) sobre las propiedades del suelo, la disponibilidad de nutrientes, las reservas de carbono orgánico del suelo (COS) y las existencias de COS en comparación con parámetros en tierras desiertas adyacentes a las plantaciones del sur de la India.

Los suelos con cultivo de palma aceitera mostraron valores mejorados de pH del suelo, conductividad eléctrica, concentraciones de calcio y magnesio intercambiable y azufre disponible, y contenido de COS en profundidades de suelo de 0-20, 20-40 y 40-60 cm en comparación con esos parámetros en tierras desiertas adyacentes a las plantaciones. La concentración de fósforo disponible en el suelo aumentó con la edad de la plantación, lo que revela la necesidad de un manejo racional del fósforo. Sin embargo, la concentración de nitrógeno disponible, potasio, calcio y magnesio intercambiable y azufre y boro disponibles no cambiaron con la edad de la plantación. El contenido de COS y carbono muy lábil fue mayor en las capas superficiales del suelo de cultivo de palma aceitera que en tierras desiertas adyacentes a las plantaciones. El cultivo de palma aceitera condujo a una mejora del 20, 18 y 45% en el stock de COS en cultivos de 6, 12 y 18 años, respectivamente, en comparación con el stock de COS en las tierras adyacentes lo que indica secuestro de C debido al cultivo de palma aceitera. El stock de C muy lábil y menos lábil en las tierras desiertas adyacentes a las plantaciones de palma aceitera de 6 y 12 años fue similar, mientras que los valores de estos parámetros fueron mayores de 18 años. La correlación positiva ($p < .01$) del COS con los depósitos de carbono muy lábiles, lábiles y menos lábiles indicó su interrelación.

El presente estudio reveló el impacto del cultivo de palma aceitera en las propiedades del suelo, los nutrientes disponibles y las reservas de COS y su stock. El cultivo con una práctica de manejo dada tuvo un pH del suelo, CE, Ex. Ca, ej. Mg y S disponible en comparación con tierras adyacentes al cultivo de palma aceitera. La concentración de P disponible aumentó con la edad del cultivo de palma aceitera. Los cultivos de 18 años registraron un mayor contenido de COS, C menos lábil (Behera, et al., 2020).

9. Meijaard et al. (2020), titularon a su estudio “Los impactos ambientales del aceite de palma en contexto”, donde señalan que alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) requiere equilibrar las demandas de tierras entre la agricultura (ODS 2) y la biodiversidad (ODS 15). La producción de aceites vegetales y, en particular, aceite de palma, ilustra estas demandas y compensaciones en competencia. El aceite de palma representa aproximadamente el 40% de la demanda mundial anual actual de aceite vegetal como alimento, para animales y combustible (210 Mt), pero la palma aceitera plantada cubre menos del 5 al 5,5% de la superficie total de cultivos oleaginosos (aproximadamente 425 Mha) debido a los rendimientos relativamente altos de la palma aceitera. La actual expansión de la palma aceitera en las regiones boscosas de Borneo, Sumatra y la península de Malaca, donde se produce más del 90% del aceite de palma mundial, ha generado una preocupación sustancial sobre el papel de la palma aceitera en la deforestación. De acuerdo con el estudio, la contribución directa de la expansión de la palma aceitera a la deforestación tropical regional varía ampliamente en África.

La palma aceitera también está implicada en el drenaje y la quema de turberas en el sudeste asiático. Los impactos ambientales negativos documentados de dicha expansión incluyen la disminución de la biodiversidad, las emisiones de gases de efecto invernadero y la contaminación del aire. Sin embargo, la palma aceitera generalmente produce más aceite por área que otros cultivos oleaginosos, a menudo es económicamente viable en sitios inadecuados para la mayoría de los otros cultivos y genera una riqueza considerable para al menos algunos actores. Se prevé que la demanda mundial de aceites vegetales aumente en un 46% para 2050 (Meijaard et al., 2020).

El estudio resalta que, aunque siguen existiendo brechas sustanciales en la comprensión de la relación entre los impactos ambientales, socioculturales y económicos de la palma de aceite, y el alcance, el rigor y la eficacia de las iniciativas para abordarlos, ha habido poca investigación sobre los impactos y compensaciones de otros cultivos de aceite vegetal. Es necesario prestar mayor atención a la investigación de los impactos de la producción de aceite de palma en comparación con las alternativas para que las compensaciones se evalúen a escala mundial (Meijaard et al., 2020).

10. En un estudio titulado “El efecto de la expansión agrícola de la palma aceitera en el tamaño del grupo de macacos de cola larga (*Macaca fascicularis*) en Malasia peninsular”, llevado a cabo por Tee et al., (2019), se considera que la expansión a gran escala de los monocultivos de palma aceitera (*Elaeis guineensis*) en el sudeste asiático está creando ecosistemas con hábitats homogéneos con baja diversidad de especies. No obstante, la heterogeneidad varía entre los minifundios de palma aceitera y las plantaciones a gran escala, encontrándose una mayor heterogeneidad de hábitat en los minifundios. Hasta la fecha, ha habido una escasez de investigación de campo sobre especies de primates, especialmente macacos en plantaciones de palma aceitera. El presente estudio, tuvo como objetivo investigar el tamaño del grupo de macacos de cola larga (*Macaca fascicularis*) en cuatro tipos de hábitat: bosque sin talar, bosque talado, plantaciones de palma aceitera a gran escala y minifundios. Se realizaron censos de campo en 2015 y 2016 para determinar el tamaño del grupo de *M. fascicularis* en plantaciones de palma aceitera a gran escala y pequeñas propiedades de palma aceitera. Estos datos de las plantaciones de palma aceitera se compararon con encuestas realizadas en una reserva forestal de tierras bajas explotadas y un estudio anterior en un bosque de tierras bajas sin explotar. Se evidenció que el tamaño del grupo de *M. fascicularis* en las plantaciones a gran escala fue menor en comparación con las pequeñas propiedades, el bosque talado y el bosque no talado. Se concluye que la expansión de los monocultivos de palma aceitera a gran escala debería ser limitada debido a sus impactos adversos sobre la biodiversidad, incluidas especies comunes como *M. fascicularis*.

11. Medina et al. (2019), realizaron una investigación que titularon “Cultivo y producción de palma aceitera en América del Sur: estado y perspectivas”, manifestando que Sur América aporta el 16% de la producción agrícola mundial y del 21% de la ganadería mundial. La rápida expansión de las plantaciones de palma en la zona ecuatorial alrededor del mundo ha sido motivada por un aumento en el cultivo de especies como *Elaeis guineensis*, *Elaeis oleifera* y *Elaeis odora*. Frente al aumento de la cosecha de palma aceitera, la generación de residuos es un aspecto importante para considerar. Esta investigación tiene como objeto presentar una visión general del cultivo de la palma en América del Sur, enfocándose en el uso pleno de los frutos de la palma para la producción de biodiesel. Asimismo, se analiza el estado de los principales proyectos en la región para la producción de biocombustibles de segunda generación de agencias gubernamentales e institutos privados. A partir de los datos consultados se determinó que Colombia, Ecuador y Brasil cuentan con políticas e incentivos para el agronegocio de la producción de palma aceitera.

En Brasil, existe una política de apoyo a la sostenibilidad con la preservación de la región amazónica y el bosque tropical nativo. Este tipo de políticas se encontraron en Colombia, pero no en Ecuador. En estos países, el desarrollo de la agroindustria de la palma de aceite se centra en regiones con menores ingresos económicos. El cultivo de palma y la producción de aceite son, por tanto, una alternativa para mejorar las condiciones económicas de las personas que viven en estas comunidades. A pesar de los usos potenciales de la palma aceitera en América del Sur, solo en Brasil existe un uso eficiente de la palma, porque hay proyectos más amplios con políticas claras para la valorización de residuos sólidos y desechos líquidos de la agroindustria. Podemos concluir que otros países productores de palma, como Colombia, Ecuador y Perú, pueden seguir el enfoque adoptado por el gobierno brasileño, apoyando las economías regionales y limitando los impactos ambientales (Medina et al., 2019).

12. Según Mainville (2019), en su investigación titulada “De Big Oil a Palm Oil: Transformando la Amazonía Ecuatoriana en Monocultivos”, el autor plantea que, desde los inicios de la operación petrolera la Amazonía ecuatoriana ha sido víctima de las actividades más contaminantes de todos los tiempos. El auge

petrolero en la década de 1970 impulsó la deforestación del bosque, resultado en la pérdida de más de 400.000 hectáreas de selva virgen desde 1990.

Sin embargo, en las últimas dos décadas, un nuevo colono agricultor se ha expandido cada vez más en la Amazonía ecuatoriana, y sin mucha atención por parte del público: la industria del aceite de palma africana. Transformando radicalmente ecosistemas extremadamente ricos en monocultivos de grandes extensiones de tierra. La industria del aceite de palma ahora ocupa más de 64.000 hectáreas solo en las provincias de Sucumbíos y Orellana.

El estudio señala que, las plantaciones de aceite de palma se han más que duplicado en América Latina desde 2001, y Ecuador se encuentra ahora entre los 10 principales países productores del mundo. Es necesario volar sobre las plantaciones de palma amazónica para comprender completamente el impacto de operaciones tan grandes. En la provincia de Sucumbíos, en el norte de la Amazonía ecuatoriana, bloques de bosque que cubren más de 30.000 campos de fútbol se han convertido en monocultivos de palmeras.

Uno de los retos principales para los productores de aceite de palma es la necesidad de grandes cantidades de fertilizantes y pesticidas para mejorar el rendimiento de sus cultivos, compensar la pérdida de nutrientes resultante de la deforestación y controlar las infestaciones de insectos y hongos. Las empresas también tienen que invertir masivamente en el desarrollo de nuevos árboles híbridos que puedan resistir las infestaciones. Estas tres necesidades - pesticidas, fertilizantes e investigación y desarrollo - requieren la inversión de millones de dólares cada año. Según datos del gobierno ecuatoriano, el propietario de una plantación de palma gasta en promedio siete veces más dinero en fertilización y control de insectos y enfermedades (702 \$ / hectárea) que en la cosecha real (100 \$ / hectárea) en el primer año de esta.

El caso es que reemplazar uno de los bosques más ricos y complejos del mundo por un sistema de monocultivo implica altos riesgos de brotes de insectos y hongos. En 1998, después de limpiar casi 25.000 acres de selva amazónica para su plantación cerca de la ciudad de Coca, esta agroindustria perdió todas y cada

una de las palmeras debido a una infestación de pudrición de cogollos, una enfermedad generalizada que ha afectado y sigue amenazando a cientos de miles de personas y de acres de plantaciones de palma en América Latina.

A pesar de estos altos riesgos, la pérdida de bosques primarios por la producción de aceite de palma está aumentando en la Amazonía y las consecuencias van mucho más allá de la deforestación, la pérdida de biodiversidad y las emisiones de carbono. Casi todas las plantaciones de palma amazónica en Ecuador están ubicadas río arriba de las tierras ancestrales de Secoya y Siona. Los arroyos y ríos que atraviesan plantaciones enteras acumulan herbicidas, insecticidas, fungicidas y fertilizantes también atraviesan las comunidades, contaminando el agua esencial para beber y aseo personal, así como los peces que comen y los suelos que utilizan. Cuando depende del bosque y el río para sobrevivir, una plantación de palma de 50, 000 acres no es considerado realmente como un buen vecino.

13. Guillaume et al. (2018), en el estudio sobre el “Costos y beneficios del carbono de la selva tropical de Indonesia” advirtieron que la aceleración del uso de la tierra en los trópicos juega un rol significativo en la satisfacción de la demanda mundial de productos agrícolas y maderables, pero genera altos costos ambientales. El de la conversión de la selva tropical en plantaciones de árboles de una mayor intensidad de manejo sobre las reservas de carbono y la dinámica, ha convertido las selvas y bosques primarios de Sumatra en intensas plantaciones de monocultivo de caucho de palma aceitera, especialmente las plantaciones de esta última han afectado negativamente el balance y equilibrio natural de las selvas tropicales mundiales y están muy asociadas con una gran huella de carbono. El cultivo de aceite de palma en Indonesia, que, junto con Malasia, representa para su región geográfica cerca del 85% de la producción mundial de aceite de palma, utilizada con frecuencia en alimentos procesados, cosméticos y biocombustibles.

El tipo de uso del suelo fue el factor principal que explica la variabilidad total de las existencias de C, los flujos y la descomposición de la materia orgánica entre los diferentes sitios de ubicación de la plantación, (47%), mientras que el efecto para la región se duplicó. Cada uso del suelo representó una posible vía entre la

producción de bienes y el mantenimiento de existencias de C. Las pérdidas de existencias de carbono y la disminución de la producción de biomasa que queda en el ecosistema fueron limitadas en el caucho de origen selvático, pero el rendimiento fue bajo en comparación con los monocultivos. Los altos rendimientos en monocultivos se asociaron con una fuerte disminución de las existencias de C y la producción de biomasa que queda en la plantación, y la desaceleración de las tasas de descomposición y la actividad microbiana del suelo. Los monocultivos de palma aceitera y caucho se distinguieron por la producción y descomposición de biomasa.

Los autores evaluaron las emisiones de carbono del cultivo de aceite de palma en base a datos de dos años sobre el suelo y la vegetación en el centro de Sumatra, concluyendo que al convertir las selvas tropicales en plantaciones de palma aceitera se incrementaron los niveles de emisiones de CO₂ (dióxido de Carbono).

En las plantaciones de monocultivo, se identifica hasta un 90 por ciento menos de biomasa que retorna al suelo para alimentar a los microorganismos vivos, comparado con la selva tropical. Se determinó que estos factores arrojan dudas reales sobre la sostenibilidad de esta forma de agricultura. Para disminuir el impacto negativo de los monocultivos, la investigación sugiere que la deforestación solo debería realizarse si la madera talada podría usarse para otros fines, en lugar de quemarla. A largo plazo, el estudio recomienda que las plantaciones se establezcan solo en las llanuras de pastizales o en la sabana, sin bosques en su superficie para reducir la deforestación.

14. Mendes et al. (2017), investigó cómo los mamíferos del bosque responden a un mosaico de paisajes, incluidas las plantaciones maduras de palma aceitera y en las partes del bosque primario colindante con los monocultivos en la Amazonía oriental. Utilizando censos de transectos lineales (LTC) y captura de cámara (CT), se cuantificó los patrones generales de la estructura de la comunidad de mamíferos y se intentó identificar tanto los rasgos de la historia de vida de las especies como las covariables ambientales como la estructura del hábitat; población de mamíferos, tipos de especies (terrestres, arbóreas) sus hábitos de

alimentación (diurnos y nocturnos); y espaciales que gobiernan la intolerancia de las especies al monocultivo de palma aceitera.

Teniendo en cuenta la riqueza, abundancia y composición de especies de mamíferos, las plantaciones de palma aceitera fueron consistentemente pobres en comparación con el bosque primario adyacente, pero las respuestas difirieron entre los grupos funcionales. El grado de dependencia del hábitat forestal fue un rasgo principal que determinó las diferencias de composición entre los hábitats. Teniendo en cuenta tanto los datos de LTC (en inglés line-transect censuses, en español censos de transectos lineales) como de CT (en inglés camera-trapping, en español captura de cámara); la distancia como parte del hábitat de las especies ubicados desde la interfaz bosque-plantación tuvo un efecto significativo en los conjuntos de mamíferos dentro de cada tipo de hábitat estudiado. Aproximadamente el 87% de todas las especies detectadas dentro de las plantaciones de palma aceitera nunca fijaron su hábitat a más de 1300 m del borde del bosque. El estudio refuerza la noción de que las plantaciones convencionales de palma aceitera son extremadamente hostiles a la biodiversidad de los bosques tropicales nativos, lo que no augura nada bueno dadas las perspectivas de expansión de la palma aceitera tanto en las fronteras envejecidas como en las nuevas de deforestación amazónica.

Resumen de los hallazgos de los sistemas de monocultivos de la palma africana.

Los hallazgos más relevantes de estas investigaciones se resumen a continuación.

El monocultivo de la palma africana es económicamente rentable, pero sus costos ambientales y sociales son muy altos, cada año, miles de hectáreas de selva tropical se destruyen para satisfacer la creciente demanda mundial del producto barato, lo cual produce niveles asombrosos de emisiones de CO₂ (dióxido de carbono), contaminación atmosférica producto de la combustión de la biomasa

deforestada, desertificación de los suelos y afectación a la calidad de las fuentes de agua y por tanto a la salud de las comunidades cercanas a las plantaciones.

De la misma forma, las plantaciones de palma aceitera son extremadamente hostiles a la biodiversidad de los bosques tropicales nativos, lo que no augura nada bueno a futuro dadas las perspectivas de expansión de monocultivos de palma aceitera tanto en las fronteras envejecidas como en las nuevas fronteras producto de la deforestación a nivel mundial. Los monocultivos de palma aceitera generan a nivel global tendencias negativas en el medio ambiente, la producción y el consumo, lo cual a su vez tiene consecuencias económicas y sociales en diferentes partes del mundo donde este tipo de cultivo persiste.

Otro de las grandes externalidades negativas generadas por los monocultivos de palma aceitera incluyen no solamente la disminución de la biodiversidad, las emisiones de gases de efecto invernadero y la contaminación del aire, sino la contaminación de los cuerpos de aguas naturales cercanos a las plantaciones y los efectos sobre el suelo de las mismas debido a las grandes cantidades de fertilizantes y pesticidas para mejorar el rendimiento de estos cultivos, subsanar la pérdida de nutrientes de los suelos producto de la deforestación y controlar las infestaciones de insectos y hongos.

8. CONCLUSIONES

Al evaluar las evidencias expuestas en los artículos seleccionados, es cierto que los monocultivos de palma africana presentan mayores externalidades ambientales negativas que los cultivos intercalados.

Si bien es cierto que a nivel económico la actividad es rentable, los costos ambientales son extremadamente altos en materia de servicios ecosistémicos, primero por la pérdida nutricional y desertificación de los suelos de este tipo de plantaciones, el incremento de la huella de carbono, la contaminación del aire y el agua destinada a consumo humano, así como la pérdida de la diversidad biológica. Igualmente, los riesgos de la salud por la acumulación de químicos derivados de fertilizantes, plaguicidas los cuales son acumulados en animales (peces y animales

de pastoreo) usados para el consumo humano en las poblaciones indígenas o autóctonas que viven cerca de las plantaciones.

Sin embargo, es innegable el aporte económico para los países cultivadores, tanto por la generación de empleos directos e indirectos, la activación de la economía de las regiones con el consecuente impacto social en las comunidades, pero es preciso reflexionar si hay compatibilidad o coherencia entre este tipo de actividad y la sostenibilidad desde sus tres aspectos, ecológicos, sociales y económicos.

En lo ecológico, se deriva que el impacto es negativo en la biodiversidad, y en sus múltiples servicios ecosistémicos como por ejemplo la captación atmosférica de CO₂, la protección de la capa vegetal, el suministro de oxígeno, alimentación a las especies vertebradas e invertebradas, el favorecimiento del clima y su aporte a la disminución de la huella de carbono que afecta al cambio climático, la protección de los cuerpos de agua originales. Otra externalidad desfavorable es que las plantaciones monocultivos cada día, a pesar de las advertencias de importantes investigadores y ONGs ambientales, tienen un crecimiento vertiginoso, afectando a bosque nativos, favoreciendo al sector industrial pero no a las poblaciones cercanas a estos monocultivos y a la fauna que vive e interactúa en estos. Todo esto a costa de la deforestación de bosques nativos primarios altamente ricos en sistemas ecosistémicos como la captación de Carbono atmosférico, y la fijación en el suelo de nutrientes producto de la interacción de especies vegetales y poblaciones animales que se dan originalmente en estos bosques.

Se puede concluir que los monocultivos de palma aceitera representan un serio peligro para los ecosistemas y las relaciones que se dan entre sus componentes, sobre todo en aquellos lugares donde se desean imponer a costa de las especies endémicas de flora y fauna, las comunidades humanas adyacentes, su salud y el cambio de sus dinámicas sociales originales y ancestrales. Los desechos industriales de las plantaciones, así como el uso de plaguicidas para controlar enfermedades fitosanitarias, su impacto en los cuerpos de agua cercanos permite inferir que no hay una relación directa entre el sacrificio de los entornos humanos y naturales con las ganancias de las grandes corporaciones agroindustriales de este sector.

En lo social, afecta a las comunidades cercanas a las poblaciones y sus formas de interactuar desde sus saberes ancestrales para organizar la estructura de participación en la procura del sustento de vida se ve afectada, el desplazamiento de sus hábitats de origen con la consecuente migración a los centros urbanos por causa del despojo de sus tierras lo cual implica una contribución a la pobreza y desigualdad social, la pérdida de la identidad y pertinencia social con respecto a sus nacionalidades indígenas.

En lo económico, el monocultivo no favorece a los pequeños productores pues no les permite utilizar conjuntamente sus tierras para intercalar el cultivo de la palma africana con otras especies mientras la planta inicia su proceso productivo, desfavoreciendo la soberanía alimentaria y los beneficios económicos de la venta de especies temporales como el maní, el maíz, el plátano, banano, la batata y otros rubros vegetales, que bien pueden darse intercaladamente mientras la plantas de palma alcanzan su proceso productivo.

Las ventajas de los cultivos intercalados es que su dinámica se asemeja a un bosque natural donde no se da una sola especie sino múltiples a la vez, lo cual enriquece a la diversidad de especies que la prefieren para considerarla su hábitat natural, de igual forma, el constructo del tejido social y productivo que se da en las pequeñas plantaciones intercaladas que fortalece y beneficia a sus propietarios, donde el cultivo de especies de consumo masivo y popular favorecen la nutrición de los núcleos endógenos de desarrollo comunal, lo cual les permite en convertirse en artífices de su propio desarrollo local.

9. RECOMENDACIONES

En virtud de la comparación de los tipos de cultivos realizada, favoreciendo a los cultivos intercalados, porque estos permiten una interacción de varias especies, algo similar a lo que ocurre en los bosques primarios, pero a menor escala, favorecen la actividad social, económica y agroalimentaria de los productores de palma africana, se proponen los siguientes aspectos, en materia de cultivos y de estrategias para los palmiagricultores:

Cultivos intercalados en plantaciones jóvenes de palma aceitera de hasta cuatro o cinco años, permitiendo la producción de cultivos alimentarios y comerciales. Genera alimentos e ingresos antes de las primeras cosechas de palma aceitera, reduciendo los costos de deshierbe, sin efectos negativos en el crecimiento de la palma aceitera. Entre la siembra y la primera cosecha de palma aceitera, se pueden cultivar cultivos anuales como maíz y frijoles y plantas perennes como banano y piña para mejorar la seguridad alimentaria y la nutrición familiar. El cultivo intercalado con leguminosas (frijoles, guisantes, soja, etc.) incrementa la fertilidad del suelo a través de la fijación de nitrógeno, y los cultivos de cobertura como la mucuna ayudan a prevenir la erosión del suelo.

Cultivo intercalado permanente en sistemas de avenidas de doble hilera permitiendo la producción de palma aceitera y otros cultivos durante la vida útil de la plantación de 25 años. Con un número similar de palmeras de aceite por hectárea que en el monocultivo estándar es de 9x9 metros, las palmas se plantan más juntas en hileras dobles con un espaciado de 6 metros dentro de las hileras, dejando espacios de 15 metros de ancho. Esto permite a los agricultores intercalar con varias combinaciones de cultivos de alto valor como cacao, café, vainilla, árboles frutales o maderables, con un impacto negativo mínimo en los rendimientos de la palma aceitera, y permite una selección más amplia de cultivos que pueden recibir luz, agua y nutrientes.

Plantación de árboles limítrofes, modelo que incluye árboles limítrofes alrededor de las plantaciones de palma aceitera, y en áreas más secas esto ayuda a conservar la humedad y reduce la erosión eólica. Estos árboles proporcionan leña, leña para carbón, postes, maderas, frutos o caucho según la especie, diversificando la producción, mejora el ciclo de la biodiversidad y la nutrición y, al demarcar los límites, también puede reducir los conflictos de propiedad de la tierra.

Jardines domésticos de varios pisos, a menudo se encuentra como una sola especie entre muchos cultivos anuales y perennes, mezclada con árboles frutales y ganado. Esto respalda estrategias de medios de vida, permitiendo a pequeños agricultores producir alimentos, piensos, combustible, madera y

productos animales en pequeñas parcelas de tierra, incrementado la resiliencia si falla uno u otro cultivo o baja el precio. Se utilizan todas las partes del árbol de palma aceitera y los racimos de frutas frescas se suelen procesar para uso doméstico.

En plantaciones intercaladas, los árboles que no son de palma aceitera aumentaron acumulativamente la riqueza y abundancia de especies de aves. Aunque las aves en general se posaron con mayor frecuencia en palmeras de aceite vivas (probablemente reflejando una abundancia relativa), también utilizaron otras especies, como el fruto del pan, el mango, la papaya, el plátano y el coco, así como árboles muertos. En consecuencia, tanto la riqueza como la abundancia de especies de aves dependen de la estructura del árbol y el tipo de especie de árbol. Por ello, proporcionar una mayor diversidad de especies de árboles dentro de las plantaciones de palma aceitera gestionadas intensivamente puede sustentar una variedad más amplia de especies de aves locales en comparación con los monocultivos.

Algunas recomendaciones para el éxito de los cultivos intercalados son las siguientes:

1. Animar a los pequeños productores a probar diferentes sistemas de cultivos intercalados y adoptar las mejores prácticas de manejo, para mejorar la diversidad de cultivos y proporcionar un amortiguador a los precios fluctuantes de los racimos de frutas frescas de palma aceitera.

2. Promover el cultivo intercalado de frijoles, ñame, banano, mandioca, etc. en los primeros 4-5 años después de la siembra, sin que se observe competencia, y los agricultores se benefician de alimentos e ingresos antes de la primera cosecha de palma aceitera.

3. El cultivo intercalado permanente es posible si se adoptan espaciamientos alternativos de palma aceitera en el establecimiento, como el sistema de avenidas de doble hilera (cultivo en callejones) y la siembra de cultivos

tolerantes a la sombra con buenos precios de mercado, como pimienta negra o blanca, vainilla, cacao, café o cúrcuma.

4. Pueden plantarse otros árboles en campos de palma aceitera más antiguos alrededor de las plantaciones o en espacios libres, pero aún no se dispone de resultados de experimentos a largo plazo sobre los ingresos generales de la combinación de la palma aceitera con árboles maderables.

5. Capacitar al talento humano para asegurar que los cultivos intercalados se planifiquen e implementen como un sistema organizado para generar mayores beneficios.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, D. (14 de Octubre de 2017). *La palma africana se apodera silenciosamente de la Amazonía de Ecuador*. Mongabay Latam. Recuperado el 20 de Septiembre de 2021 de <https://es.mongabay.com/2017/10/ecuador-palma-africana-en-la-amazonia-norte/>
- Aini, F., Hergoualc'h, K., Smith, J., Verchot, L., y Martius, C. (2020). How does replacing natural forests with rubber and oil palm. *Ecosphere*, 11(11), 1-20. <https://doi.org/10.1002/ecs2.3284>
- Altieri, M., y Nicholls, C. (2000). *AGROECOLOGÍA: Teoría y práctica para una agricultura sustentable* (1a edición) (Serie Textos Básicos para la Formación Ambiental). Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.
- Alvarez, J., y Nicolalde, D. (2018). *Impacto y potencialidades en la exportación de productos derivados de la palma con valor agregado del Ecuador en el período 2010-2017*. [Tesis de Grado, Universidad Central del Ecuador].
- Arias, F. (2016). *El Proyecto de Investigación. Introducción a la metodología científica*. (7^a ed.). Episteme.
- Atiqah, N., Yahya, M., Aisyah, S., Ashton, A., y Azhar, B. (2019). Birds associated with different tree species and structures in oil palm agroforestry landscapes in Malaysia. *Emu - Austral Ornithology*, 119(4), 397-401.
- Behera, S., Shukla, A., Suresh, K., Manorama, K., Mathur, R., Kumar, A., Harinarayana, P., Prakash, Ch., y Tripathi, A. (2020). Oil palm cultivation enhances soil pH, electrical conductivity, concentrations of exchangeable calcium, magnesium, and available sulfur and soil organic carbon content. *Indian Council of Agricultural Research*. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1002/ldr.3657>
- Borja, S. (14 de Septiembre de 2020). *Ecuador: nueva ley de palma promueve la producción de aceite pero deja inconforme al sector ambiental*. Mongabay Latam. Recuperado el 20 de Septiembre de 2021 de <https://es.mongabay.com/2020/09/ley-de-palma-en-ecuador-promueve-aceite-genera-temor-en-comunidades/#:~:text=Idioma=,Ecuador%3A%20nueva%20ley%20de%20palma%20promueve%20la%20producci%C3%B3n%20de%20aceite,deja%20inconforme%20al%20sector%20ambiental&text=En%20julio%20se%20aprob%C3%B3%20la,los%20impactos%20socioambientales%20del%20cultivo.>
- Borrero, C. (01 de febrero de 2021). *Cultivo de la palma de aceite (Elaeis guineensis Jacq.)*, Herbáceos. Recuperado el 10 de Septiembre de 2021 de https://www.infoagro.com/herbaceos/oleaginosas/palma_aceite.htm
- Calderón, Á., Dini, M., y Stumpo, G. (2016). *Los desafíos del Ecuador para el cambio estructural con inclusión social (Informe Oficial)*. Naciones Unidas - CEPAL.
- Ching, C., Kuchma, O., y Krutovsky, K. (2018). Mixed-species versus monocultures in plantation forestry: Development, benefits, ecosystem services and perspectives for the future. *Global Ecology and Conservation*, 15(419), 1-13. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2018.e00419>.

- Corporación Financiera Nacional. (2017). *Ficha Sectorial. Cultivo de Palmas de Aceite (Palma Africana)*. GDGE – Subg. de Análisis e Información, CFN.
- Cortez, P., & Guallichico, P. (2019). *Análisis del acuerdo de la CAN y sus efectos para la internacionalización del aceite de palma africana desde Ecuador a Colombia durante el periodo 2013 – 2017*. [Tesis de Grado, Universidad de las Fuerzas Armadas].
- Crumpler, J. (27 de October de 2019). *Demand for Palm Oil Putting Pressure on Endangered Ecosystems*. Science over Everything. Recuperado el 12 de Septiembre de 2021 de <http://scienceovereverything.com/2019/10/27/palm-oil/>
- Descals, A., Wich, S., Meijaard, E., Gaveau, D., Peedell, S., y Szantoi, Z. (2020). High-resolution global map of smallholder and industrial closedcanopy oil palm plantations. *Earth System Science Data*, (13), 1-22.
- Dhandapani S, Girkin NT, y Evers S. (2020). Is Intercropping an Environmentally-Wise Alternative to Established Oil Palm Monoculture in Tropical Peatlands? *Frontiers in Forests and Global Change*, 3(70), 1-8. <https://doi.org/10.3389/ffgc.2020.00070>
- Díaz, A. (2017). *Análisis multitemporal del crecimiento del área sembrada en palma africana (elaeis guineensis) y su efecto en los espacios naturales en la zona de los llanos orientales de Colombia*. [Tesis de Grado, Universidad Militar Nueva Granada].
- Dissanayake, S., y Palihakkara, I. (2019). A Review on Possibilities of Intercropping with Immature Oil Palm. *International Journal for Research in Applied Sciences and Biotechnology*, 6(6), 23-27. <https://doi.org/10.31033/ijrasb.6.6.5>.
- Gómez, J. (2018). *La producción y exportación del aceite de la palma africana a los principales mercados internacionales período, 2012-2016*. [Tesis de Grado, Universidad de Guayaquil].
- Gómez, M. (2021). *Análisis de la evolución de las exportaciones de productos no tradicionales bajo el Acuerdo Multipartes con la Unión Europea, periodo 2015-2020*. [Tesis de Grado, Universidad de Guayaquil].
- Guillaume, T., Kotowska, M., Hertel, D., Knohl, A., Krashevskaya, V., Murtillaksono, K., . . . y Kuzyakov, Y. (2018). Carbon costs and benefits of Indonesian rainforest conversion to plantations. *Nature Communications*, 9(2388), 1-12. <https://doi.org/10.1038/s41467-018-04755-y>.
- Hairiah, K., van Noordwijk, M., y Khasanah, N. (2016). *Intercropping Oil Palm: A Tree-soil-crop Interactions Model*. World Agroforestry Centre (ICRAF) Southeast Asia Regional Program, Recuperado de 20 de septiembre del 2021 de <http://outputs.worldagroforestry.org/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=39741>.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., y Baptista Lucio, M. (2014). *Metodología de la Investigación* (6a ed.). McGRAW-HILL.
- Holguin, A. (2018). *Las exportaciones de aceite de palma y su contribución al PIB agrícola de la economía ecuatoriana durante el periodo 2010 – 2016*. [Tesis de Grado, Universidad de Guayaquil].

- Instituto Nacional de Estadística y Censos (2020). *Boletín técnico 01-2019-ESPAC- Encuesta de Superficie y producción agropecuaria continua 2019*. INEC.
- Khasanah, N., van Noordwijk, M., Slingerland, M., Sofiyudin, M., Stomph, D., Migeon, A., y Hairiah, K. (2020). Oil Palm Agroforestry Can Achieve Economic and Environmental Gains as Indicated by Multifunctional Land Equivalent Ratios. *Front. Sustain. Food Syst*, 1-13. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2019.00122>
- Lohbeck, M., Bongers, F., Martinez, M., y Poorter, L. (2016). The importance of biodiversity and dominance for multiple ecosystem functions in a humanmodified tropical landscape. *Ecology*, 97(10), 2772-2779. <https://doi.org/10.1002/ecy.1499>.
- Luke, S., Advento, A., Dow, R., Ketut, A., Barclay, H., Eycott, A. y Slade, E. (2020). Complexity within an oil palm monoculture: The effects of habitat variability and rainfall on adult dragonfly (Odonata) communities. *Biotropica*, (52), 366–379. <https://doi.org/10.1111/btp.12749>
- Macas, J. (2018). *Manejo de las Mejores Prácticas Agrícolas en la Nutrición Balanceada de Calcio, Magnesio y Potasio en el Cultivo de Palma Africana (Elaeis guineensis Jacq.) (Noviembre)*. Sacha, EC: INIAP/ Sacha, EC: INIAP, Estación Experimental Central de la Amazonía, 2018/AGLATAM: 1er Congreso internacional alternativas tecnológicas para la producción agropecuaria sostenible en la Amazonía ecuatoriana.
- Mainville, N. (07 de June de 2019). *From Big Oil to Palm Oil: Transforming the Ecuadorian Amazon into Monocultures*. Amazon. Recuperado el 12 de Septiembre de 2021, de <https://www.amazonfrontlines.org/chronicles/from-big-oil-to-palm-oil/>
- Medina, J., Magalhães, A., Zamora, H., y Quijano, J. (2019). Oil palm cultivation and production in South America: status and perspectives. *BioFPR*, 13(5), 1202-1210. <https://doi.org/10.1002/bbb.2013>.
- Meijaard, E., Brooks, T., Carlson, K., Slade, E., Gaveau, D., Huay, J., . . . Sheil, D. (2020). The environmental impacts of palm oil in context. *Nat. Plants* (6), 1418–1426. <https://doi.org/10.1038/s41477-020-00813-w> .
- Mendes, A., Peres, C., Maue´, P., Linhares, G., Mineiro, I., Silva, S., y Lima, R. (2017). Oil palm monoculture induces drastic erosion of an Amazonian forest mammal fauna. *Plos One*, 12(11), 1-19. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0187650>.
- Ministerio de Comercio Exterior. (2017). *Informe sobre el sector palmicultor ecuatoriano Mayo 2017*. Quito: Ministerio Comercio Exterior Ecuador.
- Mousavi, S. R., & Eskandari, H. (2011). A general overview on intercropping and its advantages in sustainable agriculture. *Journal of Applied Environmental and Biological Sciences*, 1(11), 482-486.
- Sehgal, S., y Sharma, V. (2021). Palm/Palm Kernel (*Elaeis guineensis*). *Health Attributes and Food Applications*, 145-161. https://doi.org/10.1007/978-981-15-4194-0_6
- Namanji, S., Ssekya, C., y Slingerland, M. (2021). *Intercropping food and cash crops with oil palm –Experiences in Uganda and why it makes sense*. Ecological Trends Alliance and Tropenbos International.
- Nchanji, Y., Nkongho, R., Mala, W., y Levang, P. (2016). Efficacy of oil palm intercropping by smallholders. Case study in South-West Cameroon. *Agroforest Syst*, (90), 509–519. <https://doi.org/10.1007/s10457-015-9873-z>

- Nieto, M. (2015). *Gestión por procesos para el cultivo de palma africana. Caso: Hacienda "La Pradera" Quinindé- Esmeraldas. (Tesis de Grado)*. Quito: PUCE-Facultad de Ciencias Administrativas y Contables.
- Nurrochmat, D., Boer, R., Ardiansyah, M., Immanuel, G y Purwawangsa, H. (2020). Policy forum: Reconciling palm oil targets and reduced deforestation: Landswap and agrarian reform in Indonesia. *Forest Policy and Economics*, (119). <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2020.102291>
- Okolo, C., Okolo, E., Nnadi, A., Obikwelu, F., Obalum, S., y Igwe, C. (2019). The oil palm (*elaeis guineensis jacq*): nature's ecological endowment to Eastern Nigeria. *Agro-Science*, 18 (3), 48-57. <https://dx.doi.org/10.4314/as.v18i3.9>.
- Otzen, T., & Manterola, C. (2017). Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. *Int. J. Morphol*, 35(1), 227-232.
- Potter, L. (2011). La industria del aceite de palma en Ecuador: ¿un buen negocio para los pequeños agricultores? *Revista EUTOPÍA*, (2), 39-54.
- PROPALMA - Ecuador. (2020). *Anuario 2020*. Quito: PROPALMA.
- Qaim, M., Sibhatu, K., Siregar, H., y Grass, I. (2020). Environmental, Economic, and Social Consequences of the Oil Palm Boom. *Annu. Rev. Resour. Econ*, (12), 321–344.
- Quiroz, J., y Freddu, A. (2002). Rehabilitación de plantaciones tradicionales. *Manejo Integrado de Plagas*, (63), 73 - 80.
- Salcedo, J. (2017). *Caracterización de los factores que inciden en la producción de buena calidad de racimo de fruta fresca (rff) de palma africana, en la zona del bajo Ariari*. [Tesis de Grado, Universidad Nacional Abierta y a Distancia].
- Sánchez, A. M., Vayas, T., Mayorga, F., y Freire, C. (2020). *Sector Aceites y Grasas del Ecuador en Corporación Ecuatoriana para el Desarrollo de la Investigación y la Academia CEDIA. PANORAMA GENERAL*. Recuperado el 26 de Octubre de 2021, de: <https://blogs.s.org.ec/obest/wp-content/uploads/sites/7/2020/10/Sector-aceites-y-grasas-de-origen-vegetal-y-animal-del-Ecuador.pdf>
- Stomph, D. (2017). *Smallholder oil palm: space for diversification?*, MSc Thesis Wageningen University. Wageningen University.
- Tapia, M., y Alvarado, F. (2018). Análisis correlacional entre la producción del aceite de palma, sus exportaciones y su contribución al PIB agrícola durante el período 2010 - 2017. *Dominio de las Ciencias*, 4(4), 270-283.
- Tee, S., Solihhin, A., Juffiry, S., Putra, T., Lechner, A., Azhar, B. (2019). The effect of oil palm agricultural expansion on group size of long-tailed macaques (*Macaca fascicularis*) in Peninsular Malaysia. *Mammalian Biology*, (94), 48-53.
- TRICHODEX. (13 de Junio de 2016). *El cultivo de la palma de de aceite y sus características*. Trichodex. Recuperado el 13 de Septiembre de 2021 de <https://www.trichodex.com/el-cultivo-de-la-palma-de-aceite-y-sus-caracteristicas/>
- Universidad Técnica de Ambato y Observatorio Económico y Social de Tungurahua. (2020). *Sector Aceites y Grasas del Ecuador*. Observatorio Económico y Social de Tungurahua.

- Universitat Autònoma de Barcelona. (08 de marzo del 2021). *Las plantaciones de palma aceitera provocan la infertilidad de los suelos tropicales*. UAB. Recuperado el 11 de Septiembre de 2021 de <https://www.uab.cat/web/sala-de-prensa/detalle-noticia/las-plantaciones-de-palma-aceitera-provocan-la-infertilidad-de-los-suelos-tropicales-1345667994339.html?noticiaid=1345727879056>
- Van Leeuwen, S. (2019). *Analysis of a pineapple-oil palm intercropping system in Malaysia*. MSc Thesis Plant Production Systems. Wageningen University.
- Woittiez, L., van Wijk, M., Slingerland, M., van Noordwijk, M., y Giller, K. (2018). Brechas de rendimiento en el cultivo de palma de aceite: una revisión cuantitativa de factores determinantes (Carlos Arenas, trad.). *Palmas*, 39(1), 16-68.
- Yeo, J., N'Dri, J., Edoukou, E., y Ahui, J.-L. (2020). Changes in surface soil properties and macroinvertebrate communities with the conversion of secondary forests to oil palm (*Elaeis guineensis*) plantations. *Crop and Pasture Science* 71(9), 837-849 <https://doi.org/10.1071/CP19370>.
- Zillmer, J., y Díaz, B. (2018). Revisión Narrativa: elementos que la constituyen y sus potencialidades. *Nurs Health*. 8(1), 1-2.

ANEXO 1

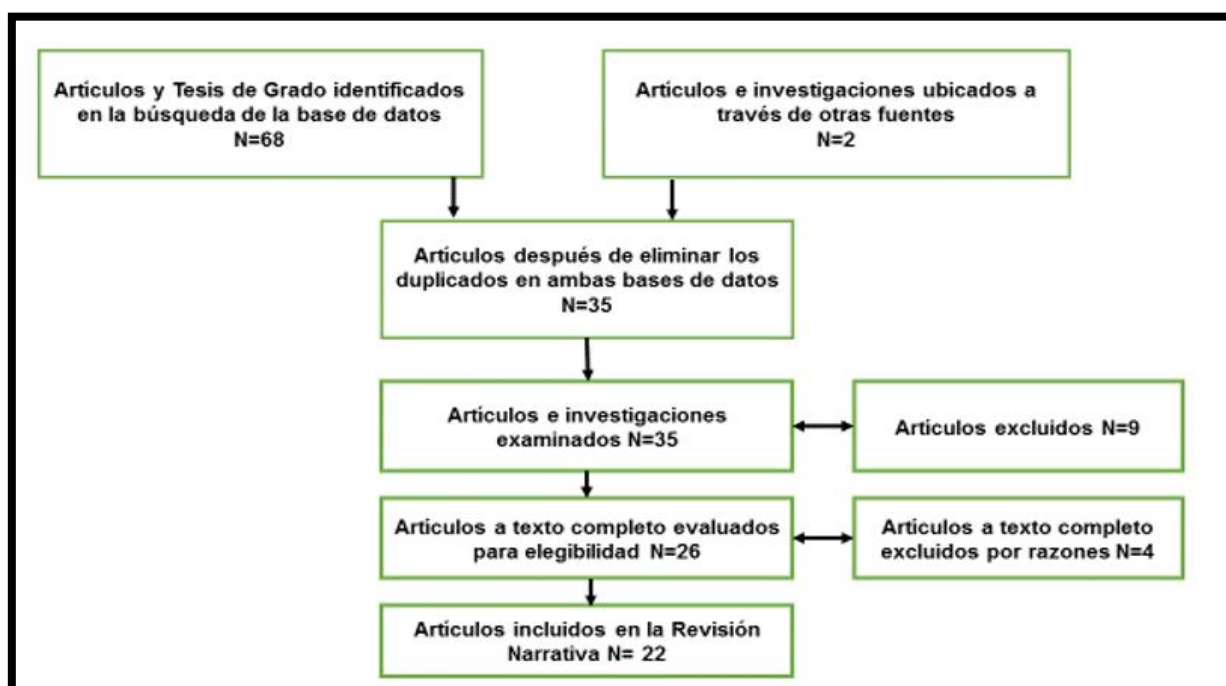


Figura 1. Criterios para la selección de los artículos incluidos en la revisión de literatura.

ANEXO 2

Tabla 3. Estudios seleccionados para la revisión

Plantaciones intercaladas				
N°	Autores	Año	País	Título del estudio
1	Namanji, Ssekyewa, y Slingerland	(2021)	Uganda	Intercalar cultivos alimentarios y comerciales con palma aceitera - Experiencias en Uganda y por qué tiene sentido
2	Khasanah, y otros	(2020)	Indonesia	La agro-silvicultura de palma aceitera puede lograr beneficios económicos y ambientales según lo indican las proporciones equivalentes de tierras multifuncionales
3	Van Leeuwen	(2019)	Malasia	Análisis de un sistema de cultivo intercalado de piña y palma aceitera en Malasia
4	Dissanayake y Paliakkara	(2019)	Sri Lanka	Una revisión sobre las posibilidades de cultivos intercalados con palma aceitera inmadura
5	Atiqah y otros	(2019)	Malasia	Aves asociadas con diferentes especies y estructuras de árboles en paisajes agroforestales de palma aceitera en Malasia
6	Stomph	(2017)	Indonesia	Palma de aceite en pequeña escala: ¿espacio para la diversificación?
7	Nchanji, Nkongho, Mala, y Levang	(2016)	Camerún	Eficacia de los cultivos intercalados de palma aceitera por parte de los pequeños agricultores. Caso de estudio del suroeste de Camerún,
8	Hairiah, van Noordwijk, y Khasanah	(2016)	Indonesia	Cultivos intercalados de palma aceitera: un modelo de interacciones árbol-suelo-cultivo

Plantaciones monocultivos				
N°	Autores	Año	País	Título del estudio
1	Luke y otros	(2020)	Indonesia	Complejidad dentro de un monocultivo de palma aceitera: los efectos de variabilidad del hábitat y lluvia en comunidades de la libélula adulta (Odonata)
2	Matin, Sibhatu, Siregar y Grass (2020)	(2020)	Indonesia	Consecuencias ambientales, económicas y sociales del auge de la palma aceitera,
3	Dhandapani, Girkin, y Evers	(2020)	Malasia	¿Es el cultivo intercalado una alternativa ecológica al monocultivo de palma aceitera establecido en las turberas tropicales?
4	Aini, Hergoualc'h, Smith, Verchot, y Martius	(2020)	Indonesia	¿Cómo se reemplaza los bosques naturales con caucho y palma aceitera?: Las plantaciones afectan la respiración del suelo y los flujos de metano
5	Yeo, N'Dri, Edoukou, y Ahui	(2020)	Costa de Marfil	Cambios en las propiedades del suelo superficial y comunidades de macroinvertebrados con la conversión de bosques secundarios a plantaciones de palma aceitera (<i>Elaeis guineensis</i>)
6	Nurrochmat, Boer, Ardiansyah, Immanuel, y Purwawangsa	(2020)	Indonesia	Foro de políticas: reconciliación de los objetivos del aceite de palma y reducción de la deforestación: cambio de tierras y reforma agraria en Indonesia
7	Descals, y otros	(2020)	Indonesia	Mapa mundial de alta resolución de plantaciones de palma aceitera de dosel cerrado industrial y de pequeños agricultores
8	Behera y otros	(2020)	India	El cultivo de palma aceitera mejora el pH del suelo, la conductividad eléctrica, las concentraciones de calcio intercambiable, magnesio y el contenido de azufre y carbono orgánico del suelo disponible
9	Meijaard, y otros	(2020)	Malasia	Los impactos ambientales del aceite de palma en contexto
10	Tee, y otros	(2019)	Malasia	El efecto de la expansión agrícola de la palma aceitera en el tamaño del grupo de macacos de cola larga (<i>Macaca fascicularis</i>) en Malasia peninsular
11	Medina, Magalhães, Zamora, y Quijano	(2019)	Brasil	Cultivo y producción de palma aceitera en América del Sur: estado y perspectivas,
12	Mainville	(2019)	Ecuador	De Big Oil a Palm Oil: Transformando la Amazonía Ecuatoriana en Monocultivos
13	Guillaume	(2018)	Indonesia-Malasia	Impacto ambiental negativo de las plantaciones de aceite de palma mostrado en un estudio suizo
14	Mendes, y otros	(2017)	Brasil	El monocultivo de palma aceitera induce una erosión drástica que afecta a una fauna de mamíferos de la selva amazónica