# UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

# FACULTAD DE CIENCIAS DE LA VIDA

## CARRERA DE INGENIERIA AMBIENTAL

**PROYECTO PARA OBTENER EL TITULO DE:**

INGENIERO AMBIENTAL

## TEMA:

INFLUENCIA DEL CULTIVO DE PALMA AFRICANA *Elaeis guineensis*, EN LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICAS DEL SUELO, UNA REVISIÓN DEL ESTADO DEL ARTE.


**AUTORES:**

NARANJO FUEL DENNIS BRAYAN

PASTO ARMIJO BOLIVAR BAYARDO

**DIRECTOR DEL PROYECTO:**

MSc. DANILO PEDRO SARABIA GUEVARA



PASTAZA-ECUADOR

2020 - 2021

**DECLARATORIA DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS**

Nosotros Naranjo Fuel Dennis Brayan con cédula de identidad 2101046288 y Pasto Armijo Bolívar Bayardo con cédula de identidad 2100736756, hacemos constar que somos autores del Proyecto de Investigación de Integración Curricular titulado: "**INFLUENCIA DEL CULTIVO DE PALMA AFRICANA *Elaeis guineensis*, EN LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICAS DEL SUELO, UNA REVISIÓN DEL ESTADO DEL ARTE"**, el cual constituye una elaboración personal realizada únicamente con la dirección del Tutor de dicho trabajo, MSc. Sarabia Guevara Danilo Pedro. En tal sentido manifiesto la originalidad de la conceptualización del trabajo del trabajo como interpretación de datos y elaboración de conclusiones dejando establecido que aquellos aportes intelectuales de otros autores se han referenciado debidamente en el texto de dicho trabajo.





Naranjo Fuel Dennis Brayan

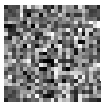
C.I. 2101046288

Pasto Armijo Bolívar Bayardo

C.I. 2100736756

## CERTIFICADO DE APROBACIÓN POR EL TRIBUNAL DE SUTENTACIÓN

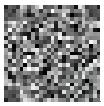
El tribunal de sustentación del proyecto de investigación y desarrollo aprueba el proyecto de investigación de Integración Curricular titulado: “Influencia del cultivo de palma africana *Elaeis guineensis*, en las características físico - químicas del suelo, una revisión del estado del arte”.



Firmado electrónicamente por:
EDISON OSWALDO SAMANIEGO GUZMAN

Ph. D. Samaniego Edison

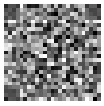
**Presidente del tribunal**



Firmado electrónicamente por:
JESUS ANTONIO BONILLA DE GARCIA

Msc. Bonilla Jesús

**Miembro del tribunal**



Firmado electrónicamente por:
MIGUEL ANGEL ENRIQUEZ ESTRELLA

Ing. Miguel Ángel Enríquez Estrella Mg.

**Miembro del tribual**

**CERTIFICADO DE PORCENTAJE DE SIMILITUD OBTENIDO EN EL SISTEMA ANTI-PLAGIO**

# UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

**SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND**

Certificado No. 132-SAU-UEA-2021Puyo, 16 de julio de 2021

Puyo, 16 de julio de 2021

Por medio del presente **CERTIFICO** que:

El Trabajo de Integración Curricular correspondiente a los estudiantes: Naranjo Fuel Dennis Brayan con C.I. 2101046288 y Pasto Armijo Bolivar Bayardo con C.I. 2100736756, con el Tema:**"INFLUENCIA DEL CULTIVO DE PALMA AFRICANA *Elaeis guineensis*, EN LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICAS DEL SUELO, UNA REVISIÓN DEL ESTADO DEL ARTE.",** de la carrera, Ingeniería Ambiental. Director de la investigación MSc. Danilo Sarabia Guevara, ha sido revisado mediante el sistema antiplagio URKUND, reportando una similitud del 2%, Informe generado con fecha 16 de julio de 2021 por parte del director conforme archivo adjunto.

Particular que comunico a usted para los fines pertinentes

Atentamente,

Firmado electrónicamente por:
ITALO MARCELO

Ing. Italo Marcelo Lara Pilco M.Sc.
**ADMINISTRADOR DEL SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND – UEA -.**

## DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Nosotros, Naranjo Fuel Dennis Brayan y Pasto Armijo Bolívar Bayardo, declaramos que el presente proyecto de investigación, es de nuestra autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autores, asumimos la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular.



NARANJO FUEL DENNIS BRAYAN

No. Cédula: 2101046288



PASTO ARMIJO BOLIVAR BAYARDO

No. Cédula: 2100736756

## DEDICATORIA

**Naranjo Dennis**

Dedico este proyecto de investigación a mis padres Sulma Fuel y Tomas Naranjo, especialmente a mis tíos Isaura Fuel y Richard Iza quienes fueron el pilar principal en mi formación como profesional y como persona, que incondicionalmente han sabido brindarme el apoyo necesario en el transcurso de mi carrera.

A mis amigos que me apoyaron durante estos 5 años, por haber compartido sus conocimientos y quedarnos con las anécdotas que con el transcurrir del tiempo quedaran grabadas en nuestras memorias.

A todas aquellas personas que esperaban mi fracaso en cada paso que daba hacia la culminación de mis estudios.

## AGRADECIMIENTO

**Naranjo Dennis**

Agradezco principalmente a Dios por haberme mantenido con vida hasta el momento, a mis tíos que han hecho todo el esfuerzo posible para que culmine esta etapa de mi vida, de igual forma a mis padres por apoyarme durante todo este tiempo.

Agradezco a la Universidad Estatal Amazónica por haberme aceptado ser parte de ella, a mis distinguidos maestros que con nobleza y entusiasmo vertieron todo su vasto conocimiento en mi vida, porque gracias a ellos ahora seré un gran profesional y un orgullo para todos.

A mi compañero de tesis Pasto Bolívar con quien llevo años de amistad y de compañerismo, por haberme permitido realizar ente proyecto junto a él y por todo el apoyo durante estos años. A mis amigos José Maldonado, Israel Pimbo, Stalin Parra, Paul Parra, Ingrid Campuzano y Mishell Morales que fueron una gran compañía durante este proceso de formación académica, con los que compartimos muchos momentos de tristeza, alegría y que se convirtieron en mi segunda familia.

Finalmente agradezco de manera muy especial a Dominica Varela por todo su cariño, que sin su gran apoyo y ayuda no estaría hoy aquí culminando mi carrera universitaria y que de todo corazón le deseo muchos éxitos y espero verla triunfar en la vida porque se merece siempre lo mejor.

## DEDICATORIA

**Pasto Bolívar**

Dedico este proyecto a mis Padres Luis Pasto y María Armijo quienes con su esfuerzo y amor me han permitido llegar a cumplir una meta más en mi vida y me han brindado su apoyo incondicional en todo momento.

A mi hermana Jennifer Dayana por ser esa luz en mi vida, por quien cada día intento superarme y ser mejor para convertirme en un gran ejemplo para ella.

A mis abuelos y tíos por siempre estar al pendiente de mí y brindarme su apoyo, sus consejos de no desviarme jamás de mis metas y tener fe en Dios para poder lograr todo lo que me proponga en mi vida.

## AGRADECIMIENTO

**Pasto Bolívar**

A Dios por brindarme salud y bendiciones de igual forma a mis adorados padres por darme la oportunidad de vivir esta etapa de aprendizaje, ya que en base a su esfuerzo he logrado cumplir una más de mis metas propuestas a lo largo de mi vida.

A la Universidad Estatal Amazónica (UEA), por acogerme durante estos cinco años y abrirme las puertas de su seno científico para poder estudiar y consagrarme como Ingeniero, de igual forma a los docentes que supieron guiarme y formarme compartiéndome sus conocimientos, experiencias y su apoyo que fue fundamental.

Agradezco a mi tutor MSc. Danilo Pedro Sarabia Guevara por compartirnos sus ideas y conocimientos para que el desarrollo de este proyecto se allá realizado de la mejor manera posible. También agradezco infinitamente a mi compañero de proyecto Dennis Naranjo por todos estos años de amistad de buen compañerismo y sobre todo de apoyo incondicional.

Finalmente, a mis amigos más cercanos Gabriel Barragán, Elsy Casco, Santiago Pereira y Estefanía Jiménez les agradezco mucho por tan grato apoyo y acogida durante esta etapa Universitaria, con quienes forme más que una amistad una familia.

**RESUMEN**

Las plantaciones de palma africana en la actualidad resultan muy rentables económicamente, sin embargo, la siembra a gran escala y en forma permanente ha generado la alteración de los parámetros físico químicos del suelo por el monocultivo de la misma; es por ello que el objeto principal de esta investigación es analizar la influencia del cultivo de palma africana (*Elaeis guineensis)* en la variación de los parámetros físico – químicos del suelo productivo del Ecuador; se llevó a cabo realizando una recopilación de 55 documentos indexados, para luego analizar y escoger la información más relevante para obtener lo más importantes, buscando en bibliotecas virtuales y buscadores académicos, para realizar un análisis actual de los cultivos de palma africana en el Ecuador; analizando e inventariando los principales parámetros físico-químicos del suelo cultivado por la palma africana, con el objetivo de identificar los cambios climáticos producidos por el aumento o disminución de dichos parámetros, para poder establecer algunos métodos de buenas prácticas agrícolas que permitan tener una producción sostenible y sustentable de (*Elaeis guineensis).* Llegando a obtener que la palma africana es partícipe del 4% del PBI interno del Ecuador, así mismo, que los parámetros fisicoquímicos del suelo más importantes en las plantaciones de palma africana son: pH, capacidad de intercambio catiónico (CIC), fósforo (P), potasio (K), materia orgánica (MO), conductividad eléctrica (CE) y la textura del suelo y estas mismas propiedades que requiere el cultivo son las que se van a ver afectadas ya sea por incremento o reducción de estos elementos en el suelo, además de cambiar principalmente la textura del suelo; la vez se ha notado un incremento sustancial en los niveles de $CO_2$ al momento de sembrar la palma africana, esto debido a la quema o tala de árboles para llevar a cabo esta acción (siembra). Se llegó a la conclusión general que la siembra extensiva e intensiva de la palma africana es de gran valor socioeconómico, genera empleos, mejora las condiciones de vida de muchas personas, no obstante, las malas prácticas de cultivo generan un daño que puede ser irreversible para el ambiente.

Palabras clave: Palma Africana, Alteración, Fisicoquímicos, Monocultivo, Agrícolas

**ABSTRACT**

African palm plantations are currently very profitable economically, however, large-scale and permanent planting has generated the alteration of the physical and chemical parameters of the soil due to its monoculture; that is why the main objective of this research is to analyze the influence of African palm *(Elaeis guineensis)* cultivation on the variation of the physical and chemical parameters of the productive soil of Ecuador; This research was carried out by compiling 55 indexed documents, and then analyzing and selecting the most relevant information to obtain the most important, searching in virtual libraries and academic search engines, to perform a current analysis of African palm cultivation in Ecuador; analyzing and inventorying the main physical-chemical parameters of the soil cultivated by the African palm, with the objective of identifying the climatic changes produced by the increase or decrease of these parameters, in order to establish some methods of good agricultural practices that allow to have a sustainable and sustainable production of (*Elaeis guineensis*). It was found that African palm accounts for 4% of Ecuador's internal GDP, and that the most important physicochemical parameters of the soil in African palm plantations are: pH, cation exchange capacity, cation exchange capacity (CEC), and soil moisture: pH, cation exchange capacity (CEC), phosphorus (P), potassium (K), organic matter (OM), electrical conductivity (EC) and soil texture, and these same properties required by the crop are the ones that will be affected either by an increase or reduction of these elements in the soil, in addition to changing mainly the soil texture; At the same time, a substantial increase in CO2 levels has been noted at the time of planting the African palm, due to the burning or felling of trees to carry out this action (planting). It was generally concluded that extensive and intensive planting of African palm is of great socioeconomic value, generates jobs and improves the living conditions of many people; however, poor cultivation practices generate damage that may be irreversible for the environment.

Key words: African palm, Disturbance, Physicochemical, Monoculture, Agricult

**TABLA DE CONTENIDO**

DECLARATORIA DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS _____ i

CERTIFICADO DE APROBACIÓN POR EL TRIBUNAL DE SUTENTACIÓN ___ ii

CERTIFICADO DE PORCENTAJE DE SIMILITUD OBTENIDO EN EL SISTEMA ANTI-PLAGIO _____ iii

ADMINISTRADOR DEL SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND – UEA -. _____ iii

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD _____ iv

DEDICATORIA _____ v

AGRADECIMIENTO _____ vi

DEDICATORIA _____ vii

AGRADECIMIENTO _____ viii

RESUMEN _____ ix

ABSTRACT _____ x

CAPITULO I _____ 2

1. INTRODUCCIÓN _____ 2

1.1. Planteamiento del problema _____ 4

1.2. OBJETIVOS _____ 5

1.3. JUSTIFICACIÓN _____ 6

CAPÍTULO II. _____ 7

2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA _____ 7

2.1. Suelo _____ 7

*2.2.2. Funciones del suelo* _____ 7

*2.2.3. Propiedades físicas del suelo* _____ 9

*2.2.4. Propiedades químicas del suelo* _____ 11

*2.2.5. Degradación del suelo* _____ 13

*2.2.5.1. Degradación física* _____ 14

*2.2.5.2. Degradación química* 14

*2.2.5.3. Degradación biológica* 15

*2.2.6. Consecuencias de la degradación del suelo* 16

*2.2.7. Erosión del suelo* 16

*2.2.8. Relación suelo-ambiente* 16

2.3. Cultivo 16

*2.3.2. Monocultivos* 16

*2.3.3. Policultivo* 17

*2.4.* Palma africana 17

*2.4.2. Historia* 17

*2.4.3. Historia en el Ecuador* 18

*2.4.4. Características principales del cultivo de Palma Africana* 19

*2.4.5. Características del suelo* 22

*2.4.6. Importancia Económica del Sector de Aceite de Palma* 23

2.5. Estado del arte 25

CAPITULO III 26

3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN 26

3.2. Tipo de investigación 26

*3.2.2. Documental* 26

3.3. Materiales 27

*3.3.2. Herramientas:* 27

*3.3.3. Aplicaciones:* 27

3.4. Métodos de investigación 27

3.5. Estado actual de la producción agroindustrial de palma africana en el Ecuador. 27

3.6. Inventario de las características físico-químicas del suelo afectadas por el cultivo de palma africana. 28

3.7. Métodos de buenas prácticas agrícolas que mejoren el estado de los parámetros físicos y químicos del suelo. 28

3.8. Influencia del cultivo de palma africana en las variaciones climáticas actuales. 30

CAPITULO IV 31

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS 31

4.1. Estado actual de la producción agroindustrial de palma africana en el Ecuador 31

4.2. Inventario de las características físicas y químicas afectadas del suelo cultivado con palma africana 37

4.3. Métodos de buenas prácticas agrícolas que mejoren el estado de los parámetros físicos y químicos del suelo. 39

4.4. Influencia del cultivo de la palma africana en las variaciones climáticas. 42

Conclusiones 49

Recomendaciones 50

REFERENCIAS 51

APÉNDICE 2

## ÍNDICE DE TABLAS

**Tabla 1-2:** Funciones o servicios ecosistémicos del suelo..... 7
**Tabla 2-2**: Uso de suelo agrícola en el Ecuador..... 9
**Tabla 3-2**: Propiedades físicas del suelo. ..... 10
**Tabla 4-2**: Propiedades químicas del suelo. ..... 12
**Tabla 5-2:** Descripción de la característica morfológicas de la Palma Africana. ..... 19
**Tabla 6-2**: Suelos desfavorables para la palma africana. ..... 23
**Tabla 7-2:** Estratificación Productiva aceite de palma. ..... 24
**Tabla 8-3:** Características fisicoquímicas de la fertilidad del suelo. ..... 28
**Tabla 9-4:** Inventario comparativo de característica fisicoquímicas de la fertilidad del suelo en cultivos de Palma Africana (*Elaeis guineensis*). ..... 37
**Tabla 10-4:** Los componentes del ambiente y sus posibles afecciones en cultivos de palma africana (*Elaeis guineensis*). ..... 44

## ÍNDICE DE FIGURAS

**Figura 1-2.** Una abuela y su nieta machacando la nuez de la palma aceitera para extraer el aceite y utilizarlo a modo de loción, en una zona interior de Togo. ..... 17
**Figura 2-2**. Ilustración de Köhler Medizinal-Pflanzen, 1897 de la Morfología de la Palma africana hoja, tallo y fruto. ..... 22
**Figura 3-2.** Participación del aceite de palma en PIB del Ecuador. ..... 24
**Figura 4-4.** Mapa de las principales provincias con grandes extensiones de cultivo de palma africana. ..... 354
**Figura 5-4.** Costo del aceite de palma africana en los últimos 12 meses. ..... 35
**Figura 6-4.** Integración de los planes de implementación para una transformación de palma sostenible ..... 40
**Figura 7-4.** Ciclo de las Medidas de Adaptación al Cambio Climático. ..... 43
**Figura 8-4.** Diagrama de cadena en las variaciones climáticas influenciadas por el cultivo de la palma africana. ..... 44

# CAPITULO I

## 1. INTRODUCCIÓN

De acuerdo con Oil World (2015), américa es el segundo productor mundial de aceites y grasas del mundo, después de Asia; en américa latina, Ecuador es el segundo productor de aceite de palma, por debajo de Colombia es el país líder en la producción de aceite de palma en América Latina.

Las primeras plantaciones de palma africana en el Ecuador se remontan aproximadamente al año 1953, cerca de la provincia de Santo Domingo de los Colorados, posteriormente se fue extendiendo hasta llegar a las provincias de Esmeraldas, Los Ríos, Pichincha, Sucumbíos y Orellana, así progresivamente desde el año 1967 empieza a mostrar un incremento en la industria.

En la actualidad la agroindustria de la palma africana o palma aceitera pasa por un gran momento en el Ecuador, en el 2019, la superficie plantada de palma africana a nivel nacional fue de 246 574 hectáreas, y la producción se concentra en la provincia de Esmeraldas con el 34.42%, seguida de la provincia de los ríos con un total de 16.6% de producción (Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2019).

El rendimiento de este tipo de cultivo es mayor al de cualquier otra oleaginosa lo que ha provocado el desplazamiento de cultivos tradicionales como el banano o la caña de azúcar. Poco a poco la incursión de este cultivo ha generado un impacto positivo en la vida de las comunidades debido a la generación de nuevas plazas de trabajo por lo cual esta actividad es cada vez más importante dentro de la industria nacional; sin embargo la expansión de la palma, es considerada como uno de los principales agentes de deforestación en el Ecuador, sobre todo en sitios como la provincia de Esmeraldas, donde se asientan la mayoría de estos sembríos, en territorios que en años anteriores solían ser bosques tropicales.

La expansión del cultivo de palma africana de aceite (*Elaeis guineensis*) está generando un enorme impacto ambiental a nivel mundial, muy agudizado en países del Sudeste Asiático y América Latina donde estas plantaciones están substituyendo en un 40% a los bosques tropicales y en un 32% a los pastos naturales y las áreas de cultivo de

grano básico. Un estudio realizado por la investigadora Sara Mingorría, pone en evidencia que una de las grandes consecuencias ambientales de estos cultivos es la infertilidad que provocan en los suelos. Según Mingorría, este monocultivo demanda una gran cantidad de nutrientes, y elimina la capa orgánica del suelo.

Diversos análisis comparativos del estado de los suelos realizados por Mingorría tras la producción de distintos tipos de cultivo, han demostrado que se requieren 25 años para lograr que el área en la que se plantó palma africana, vuelva a ser fértil ya que el suelo queda muy debilitado que así se abone en abundancia, los componentes se pierden y desaparecen.

Las plantaciones de palma africana son conocidas como "desiertos verdes" porque este tipo de árbol hace mucha sombra, lo que no permite que se forme vegetación a su alrededor, tres años después de ser plantada, bajo la palma no crece vegetación; su vez, la intensidad productiva provoca un agotamiento devastador del suelo (Mingorría, 2017).

La presente investigación es un trabajo netamente bibliográfico que está enfocada en analizar, recopilar y exponer los datos obtenidos en diferentes investigaciones realizadas a las plantaciones de la palma africana (*Elaeis guineensis),* en el Ecuador, comparar la tasa de consumo de los componentes fisicoquímicos del suelo, analizar métodos de buenas prácticas agrícolas y su influencia para reducir la pérdida de nutrientes del suelo, y determinar la influencia del monocultivo de palma africana (*Elaeis guineensis),* en la variación del cambio climático.

## 1.1. Planteamiento del problema

Durante los últimos años el cultivo de palma africana (*Elaeis guineensis)* se ha visto afectada por la carencia de nutrientes debido a la alteración de la estructura del suelo. El monocultivo de la palma africana demanda una gran cantidad de nutrientes y elimina la capa orgánica del suelo, lo que ha causado la alteración de los parámetros fisicoquímicos teniendo como resultado suelos con bajos rendimientos de producción agrícola (Mingorría, 2017).

Análisis comparativos del estado de los suelos realizados por Mingorría tras la producción de distintos tipos de cultivo demuestran que se requieren 25 años para lograr que la zona en la que se plantó palma aceitera, vuelva a ser fértil ya que el suelo queda tan debilitado que por más que se abone, los componentes se pierden y desaparecen (Mingorría, 2017).

Las grandes extensiones de bósques que han sido talados para el sembrio de palma africana, así como el poco control y monitoreo de los gobiernos locales sobre el uso del suelo son las grandes problematicas en el cultivo extensivo de la especie antes mencionada, es por ello que la presente investigación tiene como finalidad analizar y comparar distintos estudios sobre el cultivo de la palma africana (*Elaeis guineensis)* en el Ecuador que nos permitirá conocer el impacto generado al suelo a causa del monocultivo de la palma aceitera y de esta manera poder determinar el estado en el que se encuentra el suelo, para que posteriormente los autores puedan evaluar el estado actual de los parámetros y nutrientes presentes en el mismo, y a su vez proponer alternativas sostenibles para el cultivo de la palma africana en nuestro país.

### Formulación del problema

¿El cultivo intensivo de palma africana *(Elaeis guineensis)* influye en la variación de los parámetros fisicoquímicos del suelo?

## 1.2. OBJETIVOS

### Objetivo General

Analizar la influencia del cultivo de palma africana (*Elaeis guineensis)* en la variación de los parámetros físico – químicos del suelo productivo del Ecuador.

### Objetivos Específicos

- Realizar un inventario del estado de los principales componentes físico - químicos que son afectados por el cultivo de palma africana (*Elaeis guineensis).*

- Analizar métodos de buenas prácticas agrícolas y su influencia para reducir la perdida de los componentes físico – químicos del suelo en el cultivo de palma africana (*Elaeis guineensis)* en el Ecuador.

- Determinar la influencia del cultivo de palma africana (*Elaeis guineensis),* en las variaciones climáticas actuales.

## 1.3. JUSTIFICACIÓN

La expansión del cultivo de palma africana de aceite (*Elaeis guineensis*) está generando un enorme impacto ambiental a nivel mundial, sobre todo en América Latina en donde estas plantaciones están sustituyendo en un 40% a los bosques tropicales y en un 32% a los pastos naturales y las áreas de cultivo de grano básico, además una de las más grandes consecuencias ambientales es la infertilidad que provoca en los suelos (Universidad Autónoma de Barcelona, 2017); todos estos problemas mencionados hacen que este proyecto de investigación se lleve a cabo con el propósito de evaluar y conocer el estado en el que se encuentran los componentes de los suelos con presencia de cultivos de palma africana (*Elaeis guineensis*) en el Ecuador, analizando el desarrollo que cada uno de los parámetros físico-químicos presentes en el suelo, investigando sus funciones específicas y su relación con la pérdida de fertilidad.

Se pretende que con el rumbo que sigue el presente proyecto investgativo ayude en la concientización de los pequeños y medianos productores de aceite de palma, proporcionando prácticas agrícolas sustentables con el objetivo de disminuir la pérdida de nutrientes en el suelo cultivado por palma africana (*Elaeis guineensis*), o a su vez devolver paulatinamente los componentes perdidos a lo largo del tiempo, facilitando el crecimiento óptimo de los cultivos.

La revisión y evaluación bibliográfica espera plantear contundentes resultados en el ámbito de estudio contribuyendo con información teórica que sea la base de futuros estudios sobre las consecuencias que representa el monocultivo de palma africana en nuestro país, así mismo que se pueda aplicar en el campo de manera experimental para poder contrastar los resultados teóricos con la realidad.

# CAPÍTULO II.

## 2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

### 2.1. Suelo

El Ministerio del Ambiente define al recurso suelos como: "Tierras continentales e Insulares aptas para la agricultura, ganadería, forestación de reservas naturales, áreas protegidas, asentamientos humanos, entre otros." *(Acuerdo Ministerial 097, 2015).* El suelo es un recurso natural limitado y no renovable que puede proporcionar diversos ecosistemas o servicios ambientales, por ejemplo, un recurso relacionado con el ciclo biogeoquímico de la participación del suelo en elementos clave de la vida (como carbono, nitrógeno, fósforo, entre otros.). Utilizando continuamente la energía disponible que se transfiere del sistema vivo a las partes no vivas de la tierra. Sin embargo, el suelo es un lugar natural para la producción de alimentos y materias primas de las que depende la sociedad mundial (2009; OBIO - Observatorio Nacional De Biodiversidad, 2016).

#### *2.2.2. Funciones del suelo*

El suelo como parte de los ecosistemas y agroecosistemas prestan servicios y funciones para el mantenimiento de estos y de estas depende el desarrollo de las actividades sociales y económicas de las comunidades *(*Gardi *et al*., 2014*)*. Como parte de los ecosistemas el suelo cumple las siguientes funciones descritas en la tabla 01.

**Tabla 1-2:** Funciones o servicios ecosistémicos del suelo

| Función / Servicio | Descripción |
|---|---|
| **Producción de alimentos y biomasa.** | Es el apoyo y el suministro de nutrientes a las plantas para producir alimentos y biomasa, representando directa o indirectamente más del 95% de la producción mundial de alimentos. |
| **Escenario indispensable para los ciclos biogeoquímicos.** | Estos ciclos involucran carbono, nitrógeno, fósforo, Azufre, entre otros elementos. La posición del suelo en estos ciclos es insustituible, siendo el intermediario en el intercambio de los elementos químicos de los sistemas vivos a los otros que no lo son. |
| **Almacenamiento o fijación de carbono.** | El suelo es el sumidero de carbono más grande |

| | |
|---|---|
| | del mundo natural. El secuestro de carbono a través del suelo se denomina "Fijación de carbono" o "captura de carbono". Evita que el CO2 entre a la atmósfera, Este es uno de los gases de efecto invernadero que provocan el cambio climático. |
| **Almacenamiento y filtración de agua** | El suelo participa en el ciclo hidrológico y permite así la recarga de los acuíferos. Además, influye en la calidad del agua, ya que amortigua y atrapa ciertos contaminantes e impide que lleguen a las reservas de agua. |
| **Soporte de las actividades humanas y fuente de materias primas** | Sobre el suelo se realizan todas las actividades antropogénicas, además de siniestrar materia prima para el desarrollo productivo de las sociedades. |
| **Reserva de biodiversidad.** | Por la diversidad y abundancia de organismo que viven en la superficie e interior del suelo, es considerado como la reserva más importante de biodiversidad. |
| **Depósito del patrimonio geológico y arqueológico.** | Gran parte de la historia del planeta, los seres vivos y la humanidad, se encuentra en el suelo. Preservando así el patrimonio geológico y arqueológico en su superficie e interior. |

Adaptado de: "El suelo y su relación con los servicios ecosistémicos y la seguridad alimentaria." Burbano, H. 2016.

Dentro de la función de soporte de la actividades humanas y producción de alimentos el Ministerio de Agricultura y Ganadería clasifica en 8 tipos de uso de suelo en el territorio Nacional del Ecuador dentro del Plan Estratégico Institucional 2017-2021 *(MAG, 2017).* Esta clasificación de observa en la tabla 2-2:

**Tabla 2-2:** Uso de suelo agrícola en el Ecuador.

| Uso | Descripción |
|---|---|
| **Cultivos Permanentes** | Son aquellos cultivos que se plantan y después de un tiempo relativamente largo llegan a la edad productiva. Tienen un prolongado período de producción que permite cosechas durante varios años, sin necesidad de ser sembrados o plantados nuevamente después de cada cosecha |
| **Cultivos Transitorios y Barbechos** | Son aquellos cuyo ciclo vegetativo o de crecimiento es generalmente menor a un año, llegando incluso a ser de algunos meses y una vez que llegaron a dar su fruto, la planta se destruye siendo necesario volverlos a sembrar para obtener una nueva cosecha, convirtiéndose en barbecho, es decir tierra sin cultivos (en reposo), por un período menor de un año. |
| **Descanso** | Son aquellas tierras que, habiendo sido cultivadas anteriormente, se las dejó de cultivar en forma continua durante un periodo comprendido entre uno a cinco años, durante este período no se encuentran ocupadas por cultivo alguno. |
| **Montes y Bosques** | Es toda vegetación arbustiva o boscosa, natural o plantada; que puede tener valor por su leña, madera u otros productos, o por razones ecológicas. |
| **Páramos** | Son las tierras altas del callejón interandino cubiertas por vegetación típica de los páramos andinos (paja de páramo) que suele usarse para pastoreo extensivo. |
| **Pastos Cultivados** | Son los pastos sembrados que rebrotan después de haber sido cortados o usados para el pastoreo. Se destinan, prácticamente en su totalidad, para alimento del ganado. |
| **Pastos Naturales** | Son los pastos que se han establecido y desarrollado de modo natural o espontáneo, con la intervención de los agentes naturales (agua, viento, etc.). Si hay tierras en las cuales han crecido árboles o arbustos y son aprovechados principalmente como alimento del ganado, estas serán clasificadas como pasto natural. |
| **Otros Usos** | Son categorías de aprovechamiento de la tierra, no clasificada en los grupos anteriores. |

Adaptado de: "Plan Estratégico Institucional 2017-2021" MAG. 2017.

### *2.2.3. Propiedades físicas del suelo*

Las propiedades físicas son diferentes para cada tipo de suelo son aquellas que pueden ser apreciadas y palpadas directamente. Estas propiedades determinan rigidez,

penetración de raíces, drenaje, porosidad, fertilidad, retención de nutrientes, plasticidad. Esta característica estas influencias principalmente por la edafología y el uso del suelo *(Toapanta, 2016).* Dentro de estas propiedades se detalla las siguientes que se observan en la Tabla #03

**Tabla 3-2:** Propiedades físicas del suelo.

| Propiedades | Descripción | Método de determinación |
|---|---|---|
| **Textura** | La textura del suelo se refiere a la proporción de componentes inorgánicos (como arena, limo y arcilla) de diferentes formas y tamaños. La textura es una propiedad importante debido a su influencia como factor de fertilidad y la capacidad de mantener el agua, la aireación, el drenaje, el contenido de materia orgánica y otras propiedades. Cuando las partículas principales son grandes (0.05-2 mm arena), la textura del suelo es rugosa; cuando las partículas principales tienen un tamaño promedio entre arcilla y arena (0.002-0.05 mm limo), la textura del suelo es media; cuando las partículas pequeñas dominan, La textura del suelo está bien. En el suelo (arcilla <0,002 mm) *(Jaramillo, 2002).* | Lo métodos de determinación en laboratorio más comunes son: por volumen de sedimentación, por el método de la pipeta y por el método Bouyucos. Sus resultados nos permiten la utilización del triángulo textural de suelos de la USDA |
| **Porosidad** | La porosidad del suelo determina el crecimiento radicular de las plantas, la disponibilidad de agua y aire, pues los poros son espacios en el suelo que no están ocupados por sólidos, en los que se pueden distinguir macroporos y microporos. Los macroporos no contienen agua y los microporos se refieren a los que contienen una parte. Microporos que se pueden utilizar como agua para el crecimiento de las plantas *(Rucks, et al., 2004*). El número de poros y su tamaño dependen de las partículas contenidas en el suelo, por lo tanto, los suelos arenosos (partículas grandes) contienen poros grandes, pero su número es menor que los suelos arcillosos (partículas pequeñas), que tienen diámetros de poros más pequeños. Entre ellos, | Se determina de forma indirecta a partir del valor de la densidad aparente; en laboratorio se puede medir de forma directa utilizando un porómetro. |

| | | |
|---|---|---|
| | la arcilla retiene más agua y nutrientes. *(Plaster, 2000).* | |
| **Color** | El color del suelo depende de la composición del suelo y cambia con el contenido de humedad, el grado de oxidación de la materia orgánica presente y los minerales presentes. Algunas propiedades del suelo pueden evaluarse como medida indirecta. Se utiliza para distinguir la secuencia en el perfil del suelo, determinar el origen del material parental, la presencia de materia orgánica, el estado de drenaje y la presencia de sal y carbonato. | En laboratorio y en campo la determinación del color del suelo se hace por medio de la escala de Munsell |
| **Densidad Aparente** | La densidad aparente es la relación entre el peso de las partículas sólidas y el volumen que ocupa el suelo. Teniendo en cuenta el espacio que ocupan los poros en el suelo, depende de la organización de la parte sólida y se ve afectada por su textura, estructura, contenido de materia orgánica del suelo, humedad y el grado de compactación del suelo *(Jaramillo, 2002).* | Se determina con la relación que existe entre el peso seco a (105 °C), de una muestra de suelo, y el volumen que esa muestra ocupa en el suelo. |
| **Densidad Real** | La densidad real es la relación entre el peso de las partículas sólidas y el volumen que ocupa el suelo, sin considerar el espacio que ocupa el suelo en los poros, por lo que depende de la composición mineral y del contenido de ciertos sólidos, como la presencia de MOS y óxidos de hierro en el suelo (Jaramillo, 2002). | Para su determinación, se toma una muestra de suelo de volumen conocido, esta muestra es secada al horno a 105 ° C, hasta que tenga un peso constante, se procede a pesar y se calcula la densidad real (Plaster, 2000). |

Adaptado de: "Efecto de labranza convencional y siembra directa en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo y en la producción de tres cultivos de la Sierra." Toapanta, 2016.

### *2.2.4. Propiedades químicas del suelo*

La determinación de las propiedades químicas del suelo no solo permite verificar el estado actual de mismo, sino, también establecer tratamientos para su

acondicionamiento, recuperación, recuperación, remediación o conservación dependiendo del uso del mismo. Las características a describir se observan en la tabla #04

**Tabla 4-2:** Propiedades químicas del suelo.

| Propiedades | Descripción |
|---|---|
| **pH** | La reacción del suelo se expresa por pH, que corresponde a su fase o solución acuosa. La sal y los coloides ionizables que existen actualmente, determinan su valor, y tres posibles condiciones: ácida, neutra y alcalina *(Plaster, 2000).* El suelo ácido se encuentra en áreas con alta precipitación, ya que sus bases son arrastradas por la lluvia y predomina el H + y aluminio + 3, Cuando hay escasez de agua y el suelo es muy alcalino por saturación de bases donde OH excede H + , finalmente para cultivos se busca un pH cerca de 7.0 (neutro), debido al que el pH afectará la disponibilidad de nutrientes *(Navarro & Navarro, 2003).* |
| **Capacidad de intercambio Catiónico** | La capacidad del suelo para absorber y almacenar cationes. Estos se retienen y protegen para evitar la pérdida de nutrientes por lixiviación, los cationes pueden ser intercambiados y utilizados por las plantas para su nutrición, Aclarando que CIC es igual a la carga negativa de cada suelo (*Jaramillo, 2002*). La capacidad del suelo para retener nutrientes está relacionada con la cantidad de cationes atraídos por el coloide del suelo y depende de la cantidad de arcilla, el tipo de arcilla y la cantidad de humus *(Plaster, 2000)* |
| **Conductividad eléctrica** | Mide la capacidad del suelo para conducir la corriente utilizando las características de conductividad de la sal; por lo tanto, conductividad eléctrica mide la concentración de sal soluble en la solución del suelo. Debido a la mayor concentración de sal, cuanto más fácil fluye la corriente a través del mismo suelo, mayor es valioso. La unidad utilizada para medir es dS / m (decímetros por metro). Esta medida es equivalente a la medida utilizada anteriormente: mmhos / cm. |

| | |
|---|---|
| | *(Porta, et al., 2014).* |
| **Materia orgánica (MO)** | La MO es la porción del suelo que está constituida por restos de animales y plantas en distinto estado de descomposición, que son fuente de reciclaje que nutrientes para el suelo (*Navarro & Navarro , 2003*), en los cultivos los residuos de cosechas anteriores conforman a la MO que se incorpora para el siguiente cultivo, mientras que los bosques la MO está conformada por hojarasca, árboles muertos, raíces los cuales se descomponen, son fuente de energía y alimento para los organismos del suelo y plantas, la MO es la materia prima para la formación de los coloides (humus) del suelo *(Plaster, 2000),* siendo que se relaciona con la mayoría de los procesos que ocurre en el suelo, por lo que es un claro indicador de la salud del suelo *(Ghisolfi, 2011).* |
| **Nutrientes** | Los nutrientes son esenciales para el desarrollo de la plantas, se los considera esenciales ya que las plantas los requieren, para completar su ciclo de vida, la función de cada nutriente no puede ser remplazada por otro elemente (nutriente), estos intervienen en varios procesos metabólicos de las plantas, se consideran macronutrientes ya que las cantidades requeridas por las plantas son mayores a las disponibles en el suelo (N, P y K), los macronutrientes secundarios son aquellos nutrientes que sus cantidad suelen haber suficientes en el suelo (S, Ca y Mg), y micronutrientes los cuales la planta requieren en porciones bajas (B, Cl, Cu, Fe, Mn, Zn, Ni y Mo) *(Porta, et al., 2014).* |

Adaptado de: "Efecto de labranza convencional y siembra directa en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo y en la producción de tres cultivos de la Sierra." Toapanta, 2016.

### *2.2.5. Degradación del suelo*

Según, (MADS, 2016), Menciona que la degradación del suelo se refiere a un proceso degenerativo que es la reducción en la capacidad y calidad de esta para producir beneficios, debido a que se altera sus funciones causando el desbalance de

las propiedades físicas químicas y biológicas; la degradación del suelo es un proceso natural, sin embargo, según (Montatixe, 2020) el ser humano es el responsable directo de la perdida de la cobertura vegetal por las malas prácticas agrícolas.

*2.2.5.1. Degradación física*

La degradación física es un proceso relacionado con el movimiento de las partículas del suelo producidas por el viento o la velocidad del agua, donde se altera de manera directa el espacio poroso, generando transformaciones físicas y desencadenando una variación en la cantidad de nutrientes que son necesarios para el crecimiento del sistema radicular de las plantas (López Falcón, 2002).

Según (Departamento de Desarrollo Económico, Sostenibilidad y Medio Ambiente, 2017) los procesos Inducidos son:

- *Erosión hídrica***.** - la erosión hídrica es el proceso en la cual el suelo pierde la capacidad productiva por la acción del agua, esta inicia cuando las gotas de lluvia caen y se mueven por un terreno desnudo.
- *Erosión eólica.* - la erosión eólica ocurre cuando el suelo tiene una capa débilmente suelto propenso a la erosión eólica, que es causado por el viento.
- *Compactación.* - la compactación se refiere a la reducción de la porosidad del suelo dando como consecuencia la menor disponibilidad del agua y aire además que se dificulta la penetración de las raíces de las plantas en el suelo.

**Naturales**

- *Formación de horizontes endurecidos*. - se refiere al endurecimiento del suelo debido a la cementación de ciertos compuestos que se acumulan en los suelos, motivo por el cual la morfología y la hidrología cambian, dado que la circulación del agua se ralentiza lo que da como consecuencia la erosión de los horizontes.

*2.2.5.2. Degradación química*

La degradación química es un proceso que modifica las propiedades químicas del suelo, se evidencia en el empobrecimiento de nutrientes debido a una ineficiente rotación de cultivos además la degradación química se produce por algunos problemas ambientales ocasionados por la actividad antrópica que inciden en la

degradación química y con lleva a la pérdida de calidad del suelo en todas sus funciones productiva ambiental y promotora de la salud de plantas y animales, los procesos químicos involucrados en la degradación del suelo son la salinización, perdida de nutrientes, perdida de la materia orgánica, acidificación. (Montatixe, 2020).

Según Quezada (2020) los Inducidos o naturales son:

- *Salinización.* - la salinización es un fenómeno natural que está asociada con las condiciones climáticas, donde presenta un incremento de contenido de las sales solubles en el suelo, estos presentan variación en la superficie con pequeños montículos que son muy ricos en sales.
- *Desbasificación.* - la desbasificación es el proceso que causa el arrastre y eliminación de iones que son débilmente retenidos en la superficie del suelo es decir se desatura y sus posiciones den cambio son ocupadas por hidrogeniones.
- *Contaminación.* - la contaminación es otra manera que se origine la degradación química por la introducción de agentes contaminantes en el suelo, donde la concentración de los mismos este por encima de ciertos niveles, mismos que repercuten negativamente y da como consecuencia la ´perdida de algunas funciones del suelo como también consecuencias a la cadena alimentaria.

**Natural**

- *Laterización.* - es el proceso caracterizado por la movilización y perdida de los iones del suelo, sílice que van desde las capas superiores hacia las capas inferiores de los diferentes horizontes y dan lugar a la coloración del suelo, la movilización es causada por la acción del agua.

*2.2.5.3. Degradación biológica*

La degradación biológica es el desgaste de la cobertura vegetal, está relacionada con la perdida de la materia orgánica y el empobrecimiento de los microorganismos existentes en el suelo debido a las practicas inadecuadas en el suelo sin tomar medidas de conservación.

**Inducidos**

- Degradación de la cobertura vegetal
- Disminución del contenido en materia orgánica

- Disminución de macro y microfauna

### *2.2.6. Consecuencias de la degradación del suelo*

Existen varias consecuencias por la degradación del suelo entre esas tenemos a la perdida de los nutrientes como es el nitrógeno, potasio, azufre, fosforo, calcio, magnesio entre otras; la perdida de estos nutrientes elementales hace que exista una modificación de las propiedades físico-químicas del suelo y a su vez afecta a la estructura del suelo (López Falcón, 2002).

### *2.2.7. Erosión del suelo*

La erosión del suelo es el proceso de desprendimiento y arrastre de las capas del terreno que se da de forma natural por acción del agua, el viento, lluvias o gravedad, sin embargo, las prácticas agrícolas pueden acelerar el proceso; la tala de bosques para establecer plantaciones como palmas aceiteras es la principal causa de erosión del suelo de tal manera que arrastra su capa fértil y sus nutrientes (Afandi, Yahya, Nurzuhaili, Hashim, & Syarif, 2017).

### *2.2.8. Relación suelo-ambiente*

Burbano (2016), Establece que el suelo en el ambiente actúa de diversas formas y tiene diferentes funciones que tienen relación con el medio ambiente y actúa como un reactor que ayuda a la transformación de otros recursos naturales, una de las funciones más evidentes, es el suministro de nutrientes para el desarrollo, producción de alimentos y biomasa a través de las plantas, de este depende el 95% de la producción de alimentos a nivel mundial; los ciclos biogeoquímicos también dependen del suelo debido a que son los encargados de otorgar condiciones estables para el desarrollo de la vida en la tierra.

## 2.3. Cultivo

El cultivo es la práctica que es realizada por el ser humano en el cual consiste en sembrar semillas en la tierra mismos que responden a procesos naturales, en donde hay realizar las actividades necesarias para obtener frutos que puedan ser utilizados con propósitos alimenticios, medicinales y estéticos (Bembibre, 2009).

### *2.3.2. Monocultivos*

Es un procedimiento agrícola que se realiza en extensas cantidades de terreno, mismas que son destinadas para el uso de sembríos de un solo tipo de planta, esto se da por las grandes demandas que existe en la actualidad lo que lleva a la necesidad de los agricultores de sembrar cultivos que les genera mayor ingreso económico en menores

cantidades de tiempo privando a la tierra de la posibilidad de producir otro tipo de cultivo y eso trae como consecuencia la perdida de nutrientes del suelo lo que provoca la erosión, infertilidad y disminución de la diversidad del mismo (Alzate & Peñaranda, 2019).

### *2.3.3. Policultivo*

Se refiere a un sistema agrícola que se basa en el cultivo de diversas especies de vegetales, el uso de diferentes cultivos en una misma superficie; las ventajas de tener un policultivo es que aumenta el intercambio de nutrientes de forma balanceada (Ecured, 2021).

## *2.4.* Palma africana

La palma de aceite o la palma africana es una planta monocotiledónea de la familia de las palmeras. Los cultivos oleaginosos producen la mayor cantidad de aceite por unidad de superficie. Originario de África, su cultivo hace tiempo que dejó de utilizarse para satisfacer las necesidades tradicionales de las comunidades en pequeña escala como se ve en la figura #01 para la producción y exportación a gran escala *(Angulo & Perero, 2019).*



**Figura 1-2.** Una abuela y su nieta machacando la nuez de la palma aceitera para extraer el aceite y utilizarlo a modo de loción, en una zona interior de Togo.

Tomado de: Blog Por Fin en África.2015. El aceite de palma en África: de plantaciones familiares a grandes corporaciones. Autor Rafael Cabanillas.

### *2.4.2. Historia*

*Elaeis guineensis* nombre científico de la palma africana es nativa de la región africana que bordea el Golfo de Guinea en la costa Oeste de África y ha sido un cultivo predominante en la región desde hace más de 5000 años. En esta región

las mujeres molían y hervían los frutos para poder sacar el aceite, después lo quemaban y esto servía para que pudieran iluminar sus casas cuando llegaba la noche, así mismo hacían pomadas analgésicas. Las cáscaras más duras se utilizaban como combustible, con las hojas construían los techos, las cercas, petates y escobas. Las hebras de las plantas se usaban para los cestos, cuerdas y para los materiales de la pesca *(Clare, 2005).*

En el siglo XV el cultivo de palma de aceite transcendió de Guinea Occidental a otras partes de África y el sudeste asiático. Para el siglo XVI inicio a expandirse en América a lo largo de la zona ecuatorial, esta llegaba a través de colonizadores y del tráfico de esclavos de navíos portugueses, y desde América esta plata se introdujo a Asia Oriental (Asosicion Venezolana de Cultivadores de Palma Aceitera [ACUPALMA], 2003).

La palma africana a inicios del siglo XX, en 1910 inicio las primeras labores culturales, con lo que paso de la etapa de pre-cultivo a la etapa cultivo propiamente dicho (COPORDIB, 2003). Desde aquí por su alto rendimiento en la producción de aceite, variedad de productos en la alimentación e industria, hicieron que este alcanzara gran importancia económica a nivel mundial (Angulo y Perero, 2019).

### *2.4.3. Historia en el Ecuador*

En 1953, se llevaron a cabo plantaciones de palma africana en Ecuador en Quinindé, en la provincia de Esmeraldas, y Santo Domingo de los Colorado, que pertenecía a la provincia de Pichincha. En 1979, el Instituto Ecuatoriano de Reforma Agraria y Colonización (lERAC) realizó un estudio en la provincia de Napo y verificó que su temperatura era apta para la siembra de palma, una vez confirmada sembraron 20.000 hectáreas de palma. 10,000 hectáreas de ganancia, que incluyo a Palmera del Ecuador y Palmoriente *(Muñoz, 2012).*

En la década de los 90 se da el boom de la producción de la palma y este adquiere importancia en la economía nacional y a partir del año 1994, la producción supera el consumo nacional produciéndose los primeros excesos y estos son extraído en ese tiempo por FEDAPAL (Fundación de Fomento de Exportaciones de Aceite de Palma y sus Derivados de Origen Nacional) *(Asimbaya, 2013).*

### *2.4.4. Características principales del cultivo de Palma Africana*

La palma aceitera es considerada como una planta monocotiledónea, proveniente del orden Palmales, familia Palmáceas, género (Eleaeis guineensis). En este tipo de planta se producen inflorescencias masculinas y femeninas, por lo cual se considera que es monoica. El aspecto de la palma aceitera es la de un árbol esbelto, cuyo tallo alcanza los 25m. de altura con hojas largas y arqueadas *(Lozada, 2017)*. En la tabla #05 y figura #02 se presenta la morfología de la planta.

**Tabla 5-2:** Descripción de la característica morfológicas de la Palma Africana.

| Característica | Descripción |
|---|---|
| **El sistema radicular** | Es de forma fasciculada ya que crece formando haces. Este sistema es bastante desarrollado y sus raíces son generalmente superficiales se encuentran en su mayoría de 0,50 a 1.0 metro de profundidad. Aparece una raíz pivotante, que al poco tiempo se sustituye por un bulbo carnoso, que va a constituir la base del estipe (tallo) y de donde se van a desprender las raíces primarias que llegan a medir de 1.0 a 20 metros de longitud. De estas raíces surgen las raíces secundarias y las terciarias que conjuntamente se encargan de la absorción de los nutrientes que necesita la palma aceitera |
| **Estipe** | El estipe o conocido como el tronco de la palma aceitera se desarrolla de tres a cuatro años; es de forma cilíndrica; en estado silvestre puede llegar a medir hasta 30 metros de altura, y sus plantaciones cultivadas, en su edad adulta, tienen de 4 a 8 metros. Las bases de inserción de los pecíolos que permanecen vivos por largo tiempo, forman gruesas escamas que dan al árbol un aspecto liso y negruzco. |
| **Hojas** | En una planta adulta, el tallo está coronado por un penacho en la corona del estipe, miden de 5 a 8 metros de largo y un peso de 5 a 8 kilos cada una. Es una hoja compuesta formada por 100 a 160 pares de foliolos. Su peciolo es bastante desarrollado y presenta un gran número de espinas. |

| | |
|---|---|
| **Inflorescencias masculina y femenina** | La Palma Aceitera es una planta monoica, ya que en esta planta se hayan presentes los dos sexos, pero de forma separada. Las flores se presentan en espigas aglomeradas en un espádice (cavidad que protege a la inflorescencia) que se desarrolla en la base de las hojas. Esta inflorescencia puede ser masculina o femenina. Está constituida de un raquis central donde van insertas las espigas y las que a su vez portan las flores. Las espigas femeninas son carnosas, fibrosas, provistas de fuertes espinas. Las flores van insertas en espirales sobre el raquis de las espigas. La flor femenina presenta un ovario esférico que contiene tres cavidades en cada uno de los cuales se aloja un óvulo. Generalmente solo uno es fecundo, raramente se fecundan dos o tres. Las espigas masculinas son más largas que las femeninas y de forma cilíndrica. En su madurez, las anteras se parten longitudinalmente, dando salida a abundante polen de color amarillo y con un olor característico de anís. |
| **Racimos** | Una vez que han sido fecundadas las inflorescencias femeninas se transforman en racimos, los mismos que se encuentran sostenidos en un fuerte pedúnculo fibroso; es de forma ovoide y provisto de espinas. Entre la fecundación y maduración de los 12 frutos transcurren de 5 a 6 meses. El peso y tamaño de los racimos depende de la variedad, así como de la edad de la planta, se obtiene racimos desde cuatro hasta sesenta y setenta kilos. |
| **El Fruto** | Es una drupa, ovoide, que presenta en su ápice los restos de los estigmas en formas de tres pequeñas puntas negras. Su tamaño y peso varía de acuerdo a la localización de los frutos dentro del racimo y de la variedad. Está constituido de las siguientes partes:<br>• Epidermis: lisa, brillante, de diferente coloración<br>• Mesocarpio o Pulpa: de espesor variable, de color amarillo-anaranjado, cuya masa es de consistencia aceitosa está cruzada por haces de fibras; es la parte más importante del fruto por su alto contenido de aceite.<br>• Endocarpio: es de consistencia muy dura, de color |

| | |
|---|---|
| | negruzco y de espesor variables.<br>• Almendra: en el interior del cuesco se encuentra la almendra, de forma más o menos ovoide y de color blanquecino.<br>• Nuez: de tamaño variable según la variedad. En su extremo superior presente tres poros germinativos. Generalmente hay una almendra en cada semilla, pero pueden presentarse dos o tres. |
| **Ciclo de vida** | Una planta de palma africana empieza a producir al tercer año. La producción es gradual, puede empezar con 4 o 6 toneladas por hectárea al año, y si la plantación tiene un buen cuidado y es bien tratada puede llegar a producir hasta las 20 toneladas por hectárea. Una palma tiene un ciclo de vida de entre 20 a 25 años. |
| **Variedad según el grosor del fruto** | • *Pisífera (P x P)*<br>Son palmas cuyos frutos prácticamente no tienen cuesco, sino un cartílago blando. Palma gigante, Carece de interés comercial.<br>• *Dura (D x D)*<br>Se cultivó hasta la década de los 60, se caracteriza por tener un gran cuesco de 2 a 8 milímetros de espesor. Son poco rentables y competitivas.<br>• *Tenera (D x P)*<br>Por ser un hibrido proveniente del cruzamiento de Dura por Pisífera, el cuesco del fruto es delgado y la proporción de la fruta bastante mayor. Por ende, el contenido de aceite es más abundante. Se observa un anillo de fibras oscuras adyacente al cuesco que son su principal característica. |

**Adaptado de:** "Factibilidad financiera para el establecimiento de un vivero y la siembra de 1000 plantas de Palma Africana en la hacienda Terranova en el cantón Muisne, parroquia San Gregorio" Borja, 2013.



**Figura 2-2.** Ilustración de Köhler Medizinal-Pflanzen, 1897 de la Morfología de la Palma africana hoja, tallo y fruto.
**Tomado de:** Manual Técnico para El Cultivo de la Palma Aceitera. Ecuador, Raygada, 2005.

### *2.4.5. Características del suelo*

La palma africana contiene es una planta con mayores niveles de triglicéridos y con ventajas para competir por lo que su producción generaría una gran cantidad de biodiesel a nivel nacional. (Velázquez & Gómez, 2010). Entre las características que van de acuerdo con la plantación de la palma depende de factores climáticos, así mismo como el agua y la tierra. El suelo debe ser fértil y rico en nutrientes; por eso los suelos adecuados son los limosos profundos que también deben de contar un alto drenaje. (Herrera, 2012), por lo contrario, el suelo desfavorable para su cultivo se detalla en la tabla #06.

**Tabla 6-2:** Suelos desfavorables para la palma africana.

| Nombre | Características |
|---|---|
| **Limosos profundos** | Deben estar bien drenados |
| **arcillosos** | Ocasionan problemas de drenaje debido al alto nivel de las aguas, el efecto de la falta de movimiento de agua a través del suelo es más notable en palmas jóvenes. |
| **arenosos** | Retienen humedad y baja densidad nutricional. La palma africana no crece satisfactoriamente en este tipo de suelos |

**Adaptado de:** "Unidos solucionaremos la problemática de la palma aceitera en Ecuador." MAG, 2017.

### *2.4.6. Importancia Económica del Sector de Aceite de Palma*

Este sector constituye el 4% del PIB agrícola del Ecuador representado en la figura #03. Esta industria ha tenido un crecimiento del 8% en promedio anual, entre el 2010 al 2016, estableciéndose como el séptimo producto agrícola de exportación del país y una de las industrias más dinámicas de la producción no petrolera y no tradicional. En los últimos 5 años, el 42% del aceite de palma producido es para consumo interno, y el 58% fue para exportación de aceite crudo de palma y como productos semielaborados y elaborados, generando US$ 271 millones en divisas de exportación, contribuyendo al equilibrio de la balanza comercial del país. *(MAG, 2017b).*

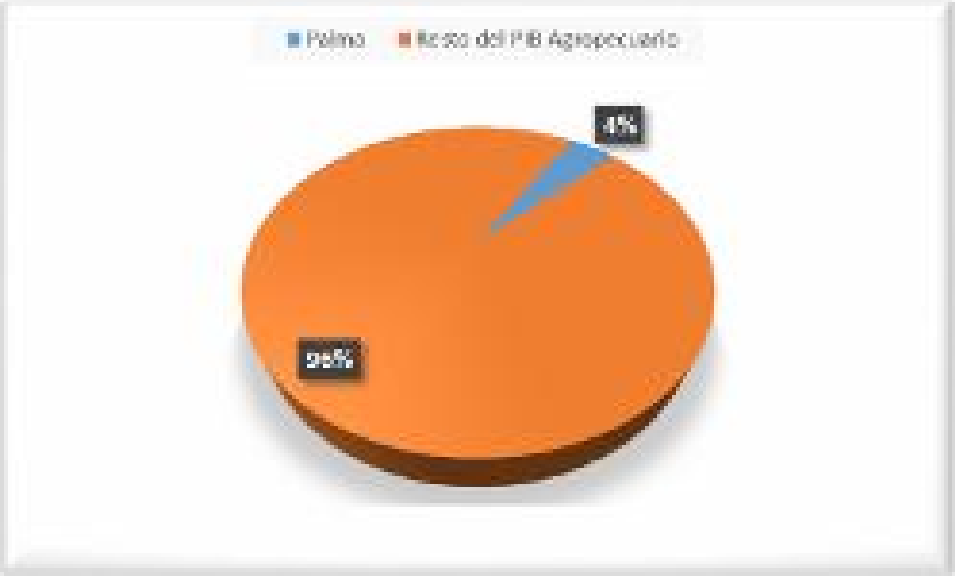



**Figura 3-2.** Participación del aceite de palma en PIB del Ecuador.
**Tomado de:** Informe sobre el sector Palmicultor ecuatoriano. MAG, 2017b.

En el país existen alrededor de 280 mil hectáreas sembradas de palma africana, de estás alrededor de 219 mil fueron cosechadas en el año 2016. Según el tipo de productores, el sector se encuentra distribuido como se muestra en la siguiente tabla #07.

**Tabla 7-2:** Estratificación Productiva aceite de palma.

| Tamaño | Número de productores | Porcentaje de participación |
|---|---|---|
| **Pequeños (1- 50 ha)** | 6099 | 87% |
| **Medianos (51- 500 ha)** | 877 | 13% |
| **Grandes (> 500 ha)** | 24 | 0.3% |
| **TOTAL** | 7000 | 100% |

Adaptado de: "Informe sobre el sector Palmicultor ecuatoriano. MAG, 2017b.

Este sector genera alrededor de 150 mil empleos directos e indirectos, particularmente en zonas marginales y vulnerables, contribuyendo a la reducción de la pobreza y al mantenimiento de la paz social. Las zonas productoras de aceite de palma están ubicadas en las Provincias de Esmeraldas, Sucumbíos, Santo Domingo,

Los Ríos y Pichincha. Como característica particular en el cultivo de palma, los pequeños productores están presentes en todas las zonas productoras del país y no concentrados en lugares específicos. Esto se debe a que, como se indicó anteriormente, la gran mayoría de productores de aceite de palma son pequeños y medianos productores. Por otra parte, se ha identificado que los grandes productores de aceite de palma están concentrados en los cantones de San Lorenzo y Shushufindi, en las Provincias de Esmeraldas y Sucumbíos, respectivamente (*MAG, 2017b).*

## 2.5. Estado del arte

La construcción del estado de arte permite determinar la forma como ha sido tratado el tema cómo se encuentra el avance de su conocimiento en el momento de realizar una investigación y cuáles son las tendencias existentes en este momento cronológico para el desarrollo de la temática o problemática que se va a llevar a cabo (*Londoño, 2016).*

Un estado del arte representa la primera actividad de carácter investigativo informativo por medio de la cual el investigador, se pregunta desde el inicio de su trabajo, que se ha dicho y que no como se ha dicho; a quien se ha dicho y que falta por decir. Con el fin de desvelar el dinamismo y la lógica que deben estar presentes en toda descripción, explicación o interpretación de cualquier fenómeno que ha sido estudiado por teóricos o investigadores *(Vélez & Galeano, 2002).*

Se estableció con los conceptos anteriores las etapas para construir el Estado del Arte basado en la Guía para Construir Estados del Arte de *Londoño Olga et. al, (2016):*

1. Delimitación del trabajo: en este caso sería la influencia del cultivo de palma africana (*Elaeis guineensis)* en la variación de los parámetros físico-químicos del suelo productivo.
2. Investigación bibliográfica: se clasificó el material por similitud con el tema e importancia científica.
3. Elaboración de un plan de trabajo: se buscó y asigno el método que más se adapte al desarrollo de los objetivos específicos plateados.
4. Redacción de los resultados obtenidos: se infirió con los datos obtenidos para la resolución de la problemática planteado.

5. Revisión del contenido y la forma: se efectuó una revisión del vocabulario, ortografía, además de asegurar el orden lógico y cronológico.

# CAPITULO III

# 3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

## 3.2. Tipo de investigación

El presente proyecto es una investigación de tipo documental explicativo e interpretativo, basada en la revisión bibliográfica de diversas fuentes y revista indexadas en base de datos como: SciELO, Academia, Dialnet, ResearchGate y Sciencedirect a partir de las mismas se determinó el proceso de selección, acceso y registro de la información adecuada y veraz acerca de influencia de los cultivos de palma africana en la calidad del suelo (Hernandez, Fernández, & Baptista, 2014).

### *3.2.2. Documental*

Este estudio se basó principalmente en la recopilación con un alcance explicativo evaluando la causalidad de los cultivos de palma africana (variable independiente) en la calidad de nutrientes del suelo (variable dependiente), se buscó estas variables por separado obteniendo información muy amplia y subjetiva, pero correlacionándolos en la calidad de nutrientes del suelo para los cultivos de palma africana la información presentada se redujo y se volvió objetiva para el tema planteado (Hernandez, Fernández, & Baptista, 2014).

Para la recolección de información se asoció distintas fuentes nacionales principalmente e internacionales (Perú, Colombia, Costa Rica) publicadas en los últimos 6 años. Como motor de búsqueda se usó el Google Académico incluyendo términos como: componente físico y químicos del suelo, monocultivos de palma africana, parámetros de calidad del suelo, impactos ambientales por cultivo de (*Elaeis guineensis)*, buenas prácticas agrícolas.

En un matriz de resumen de estado del arte se reseñaron un total de 55 documentos de diversos tipos entre ellos: artículos científicos, norma técnica legislativa, manuales de producción, planes de manejo, trabajos de grado pregrado y postgrado, entre otros. Luego se depuro la información estableciendo el grado de correlación de la información con las variables para así obtener un total de 18 documentos (apéndice A): una norma técnica legislativa, tres manuales, cinco artículos y nueve trabajos de grado pregrado y postgrado.

## 3.3. Materiales

### *3.3.2. Herramientas:*

- Computadora.
- Libreta de apuntes.
- Esferos.
- Libros.
- Teléfono celular.

### *3.3.3. Aplicaciones:*

- Word
- Excel
- Office 360
- Microsoft Teams.
- Google académico.
- ArcMap
- Google Earth Pro

## 3.4. Métodos de investigación

Para reconocer y caracterizar la problemática de estudio, se utilizó el método bibliográfico descriptivo basado en la Guía para Construir Estados del Arte de Olga *et. al, (2016)* siguiendo las etapas descritas en el marco teórico.

## 3.5. Estado actual de la producción agroindustrial de palma africana en el Ecuador.

El informe sobre el sector palmicultor ecuatoriano del 2017 indica la evolución este sector en cuanto a sus beneficios, regulaciones sociales ambientales y buenas prácticas agrícolas, con este informe se evaluó la situación actual de la producción de palma africana en el Ecuador respecto a los beneficios socioeconómicos, e impacto que genera (Afandi, Yahya, Nurzuhaili, Hashim, & Syarif, 2017).

## 3.6. Inventario de las características físico-químicas del suelo afectadas por el cultivo de palma africana.

Para el cumplimiento del primer objetivo específico de la investigación es necesario tener en cuenta cuales son los parámetros establecidos como indicadores de la calidad y fertilidad de suelo, y después limitarlos a los que más se adapten al objetivo del proyecto, para eso *El Acuerdo Ministerial 97 (2015)* indica los valores referenciales para la calidad del recurso suelo y su remediación, junto con *Novillo et al, (2018)* quienes analizaron la propiedades físicas del suelo en diferentes sistemas agrícolas en la provincia de Los Ríos, *Magaña & Mora (2018)* quienes realizaron el análisis de la vulnerabilidad del sector agrícola frente al cambio climático en el cantón Quevedo y con guía del manual técnico para el cultivo de la palma aceitera *(Zambrano, 2005),* se establecieron las características que se incluyen en el inventario y estos se indica en la tabla #08.

**Tabla 8-3:** Características fisicoquímicas de la fertilidad del suelo.

| CARACTERÍSTICA FISICOQUÍMICAS DE LA FERTILIDAD DEL SUELO | |
|---|---|
| **Ph** | Acidez o alcalinidad |
| **MO** | Materia orgánica |
| **P** | Fosforo |
| **Ca** | Calcio |
| **Mg** | Magnesio |
| **K** | Potasio |
| **CIC** | Capacidad de intercambio catiónico |
| **Granulometría** | Textura (arcilla, limo, arena) |

***Adaptado de*:** Magaña & Mora (2018) & "Manual técnico para el cultivo de la palma aceitera", Zambrano, 2015.

## 3.7. Métodos de buenas prácticas agrícolas que mejoren el estado de los parámetros físicos y químicos del suelo.

La mayoría de los cultivos del país no incluyen medidas de protección ambiental, lo que conduce a la deforestación de la tierra y deterioro de la calidad del suelo. La siembra de palma requiere el uso de fertilizantes químicos y pesticidas que no siempre se usan de manera técnica, aunque en realidad existen muchas alternativas de fuentes biológicas que pueden reemplazarlos, estos productos todavía

se usan en grandes cantidades *(MAG,2017B)*. Si se considera que Ecuador, los pequeños productores de palma aceitera (productores de menos de 50 hectáreas) que representan el 40% del área de siembra tienen una cultura ambiental baja desde una perspectiva ambiental y agrícola, ya que carecen de la capacitación adecuada en manejo de cultivos *(Rodríguez, 2010)*.

Actualmente el sector palmicultor requiere de un cambio hacia las buenas prácticas agroambientales no solo para conservar la calidad del suelo, sino también para ingresar al mercado internacional que cada año exige el cumplimiento de normas que aseguren la producción sostenible de alimentos, estándares de seguridad y bienestar ambiental.

Para el cumplimiento del objetivo de analizar los métodos de buenas prácticas agrícolas y su influencia para reducir la pérdida de los componentes físico – químicos del suelo en el cultivo de palma africana (*Elaeis guineensis)* en el Ecuador se tomará la literatura que indica en el siguiente listado:

1. Manual de Buenas Prácticas Ambientales en Palma Aceitera (ANCUPA, 2012).
2. Guía de buenas prácticas agrícolas para palma aceitera (Resolución Técnica N°- 303, 2015).
3. Formulación de un plan de manejo ambiental para la unidad productora de palma africana de la empresa PALMASUR SAT, municipio de Tumaco – Nariño (Jarmillo, 2021).
4. Mejorar la remoción de nanoparticulas de plata aplicadas en un suelo de palma africana utilizando la técnica electro remediación (Ebratth, 2019).
5. Análisis de la calidad ambiental del suelo de la plantación de palma africana (*Elaeis guineensis*) en la parroquia San Carlos, Cantón Joya de los Sachas, provincia de Orellana (Reinoso, 2018).
6. Diseño de una red de sensores inalámbrica para la monitorización y transmisión de datos del suelo y ambientales en tiempo real en los cultivos de palma africana (Piamonte, 2017).

## 3.8. Influencia del cultivo de palma africana en las variaciones climáticas actuales.

La expansión de las plantaciones de palma aceitera generalmente tiene el costo de conversión de los ecosistemas naturales, especialmente las selvas tropicales. Además, ha tenido consecuencias desastrosas en los bosques cambiando su dinámica natural, afectando de forma directa a las poblaciones que ahí habitan *(Furumo & Aide, 2017).* Por otro lado, la destrucción de los ecosistemas significa la liberación de dióxido de carbono (CO2), un gas de efecto invernadero cuya acumulación en la atmósfera es la causa del calentamiento global y el consiguiente cambio climático. No solo eso, sino que los ciclos biogeoquímicos se ven alterados cambiando la dinámica de los compuestos del planeta (Afandi *et al*, 2017).

Como cualquier monocultivo a gran escala, las plantaciones de palma requieren grandes cantidades de combustibles fósiles, también necesitan pesticidas porque una gran cantidad de plagas y enfermedades han atacado estas plantaciones *(Alzate & Peñaranda, 2019),* además, necesitan usar herbicidas para combatir cualquier planta que no sea la palma y que pueda competir por el agua y los nutrientes del suelo.

Para determinar la influencia del cultivo de palma africana (*Elaeis guineensis),* en las variaciones climáticas actuales, se elaboró un gráfico de las causas de las variaciones climáticas que puedan estar influenciadas actividad agrícola de la palma africana.

# CAPITULO IV

# 4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Este capítulo presenta los resultados obtenidos al recopilar, clasificar y analizar la información bibliográfica sobre la influencia del cultivo de palma africana (*Elaeis guineensis)* en la variación de los parámetros fisicoquímicos del suelo agrícola del Ecuador. También se investigó las características específicas para medir la fertilidad de suelo, como mantener la calidad del suelo con buenas prácticas agrícolas enfocadas en los cultivos de palma africana y qué afecciones climáticas se presentan por los monocultivos de esta especie. Todo esto se realizó con la matriz bibliográfica establecida en la metodología delimitado así estudio de arte.

## 4.1. Estado actual de la producción agroindustrial de palma africana en el Ecuador

Se analizó el informe sobre el sector palmicultor ecuatoriano elaborado en 2017 por el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) junto al Ministerio del Ambiente (MAE), Ministerio de Salud (MSP) y el Ministerio de Relaciones Exteriores, en el cual se analizó los años de producción 2006-2016, llegando a la siguiente interpretación de sus conclusiones

El cultivo de palma africana representa una fuente de ingresos y beneficios para las poblaciones vulnerables de las provincias (Esmeraldas, Sucumbíos, Santo Domingo, Los Ríos y Pichincha) donde se cultiva convirtiéndose en un sector de potencial crecimiento *(MAG, 2017b).* Esto debido que cerca del 100% de los productores son pequeños y medianos, con una participación mínima de grandes productores (0,3%). En el entorno de la Responsabilidad Social Empresarial, desarrollaron el concepto de "empresas anclas" donde los grandes productores comparten su experiencia, bagaje tecnológico, procesos ambientales y socialmente amigables, entre otros elementos utilizados en sus plantaciones con los pequeños productores para lograr rendimientos óptimos e impulsar el desarrollo del sector palmicultor *(MAG, 2018).*

Por otra parte, la gestión ambiental durante los procesos de producción de aceite de palma es fiscalizada por el MAE, en coordinación con el MAG y el MSP, para preservar el medio ambiente, la salud de trabajadores y habitantes de las zonas productoras. Razón con la cual se cuenta con una Guía de Buenas Prácticas

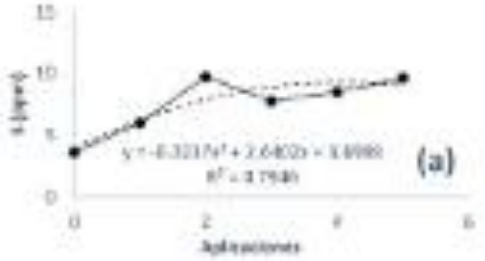
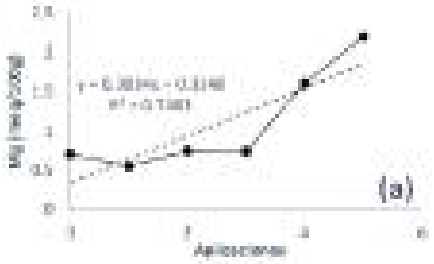
agrícolas para palma aceitera emitida en 2005 como Resolución Técnica N°303 destacando que en el cultivo de palma hay cero “labranza”. Se realiza únicamente un hoyo para la siembra, considerando que el ciclo de cultivo dura 25 años, esta es una ventaja importante para el suelo. Adicionalmente, la palma no requiere equipos mecánicos como arado, rastra, sembradoras ni cosechadoras por lo que la compactación del suelo es prácticamente nula, lo que reduce la erosión del suelo *(GBP, 2005).*

El Ecuador cuenta con un Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP) que por mandato constitucional garantiza la conservación de la biodiversidad y el mantenimiento de las funciones ecológicas, en el mapa de deforestación 2008-2014 la palma aceitera es de los cultivos menos depredadores, pues el 97% del cultivo se desarrolla en zonas agrícolas fuera de las áreas protegidas *(MAG,2018).* El MAE en un informe del Plan de Acción REDD+ manifestó en 2016 que reemplazar la producción de aceite de palma con otros tipos de aceite vegetal puede causar importantes problemas sociales y ambientales. En términos de uso de la tierra, la palma es el cultivo oleaginoso más eficaz. En comparación con otros cultivos oleaginosos, tiene el mayor rendimiento. Sustituir el aceite de palma por otro aceite vegetal (aceite de girasol, aceite de soja o aceite de colza) significa que se necesita más tierra, lo que promoverá el crecimiento de la frontera agrícola. Además, la palma captura más dióxido de carbono que cualquier otro cultivo: la palma 45,10 toneladas de dióxido de carbono / ha / año.

Según datos de 2019 del Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos (INEC), Ecuador tiene 200.908 hectáreas sembradas de palma, de las cuales 80.363 están en Esmeraldas, provincia que produce el 41 % del fruto de palma, le siguen las provincias de Los Ríos (18,5 %) y Santo Domingo (9,9 %). Esto se incrementó para mayo del 2020 con la reactivación de la demanda y comercio mundial tras el alza de las restricciones implantadas por la pandemia, impulso un alza de materias primas entre ellas la fruta de palma; el precio internacional del aceite crudo de palma se ha incrementado en más del 100%, la tonelada de palma pasó de USD 70 antes de mayo de 2020 a cotizarse hasta en USD 230 en las últimas semanas de febrero de 2021 *(FOB Indonesia,2020).*

**Tabla 9-4:** Resumen de los resultados obtenidos por autores.

| Autor | Título | Fecha | Principales resultados |
|---|---|---|---|
| GERALDINE ALEJANDRA JARAMILLO TENORIO | Formulación de un plan de manejo ambiental para la unidad productora de palma africana de la empresa PALMASUR SAT, municipio de Tumaco - Nariño. | 2021 | El desarrollo de las plantaciones de palma africana plantea importantes problemas ambientales como: amenaza para los bosques, uso intensivo de químicos, impacto sobre la biodiversidad y sobre los seres humanos. |
| YALENKA EBRATTH | Mejorar la remoción de nanopartículas de plata aplicadas en un suelo de palma africana utilizando la técnica electro remediación | 2019 | Los resultados obtenidos en la extracción de nanopartículas presentaron un aumento en 2.56% en comparación al estudio base. |
| JENNY ELIZABETH REINOSO MARTÍNEZ | "Análisis de la calidad ambiental del suelo de la plantación de palma africana (*Elaeis guineensis)* en la parroquia San Carlos, cantón joya de los sachas, provincia de orellana" | 2018 | Los parámetros que se vieron afectados son la materia orgánica de apreciable (5.2%) a muy deficiente (0.53%), el pH de neutro (7.1) a moderadamente acido (5.6) y la C.I.C de normal alto (15.48) a bajo (8.7). La infiltración básica del suelo intervenido (19.01 mm/hr) aumentó en relación con la registrada para el suelo no intervenido (16.05 mm/h) debido a la disminución de la calidad de la textura y estructura. La evaluación general indicó que la calidad del suelo ha disminuido de forma notable pasando de una alta calidad (0.71) a una calidad moderada (0.43) en los doce años que lleva implementada la plantación. |
| Dulce Milagros Magaña Cruz Raúl Valentín Mora Yela | Análisis de la vulnerabilidad del sector agrícola frente al cambio climático en el cantón Quevedo, Ecuador | 2018 | Un incremento en el Dióxido de Carbono elevaría la tasa fotosintética de las plantas y por consiguiente incrementaría el rendimiento. Altas temperaturas del aire pueden detener la fotosíntesis, evitar la fertilización de los óvulos de las plantas e inducir a una deshidratación |

| | | | |
|---|---|---|---|
| JULY MARLEY BUITRAGO BARBOSA | Evaluación de residuos líquidos agroindustriales de la palma aceitera *(Elaeis guineensis)* sobre las propiedades químicas de un suelo de uso agrícola. | 2016 | Después de la aplicación de las aguas residuales tratadas de la industria de la palma aceitera se obtuvieron los siguientes resultados:<br><br><br><br> |

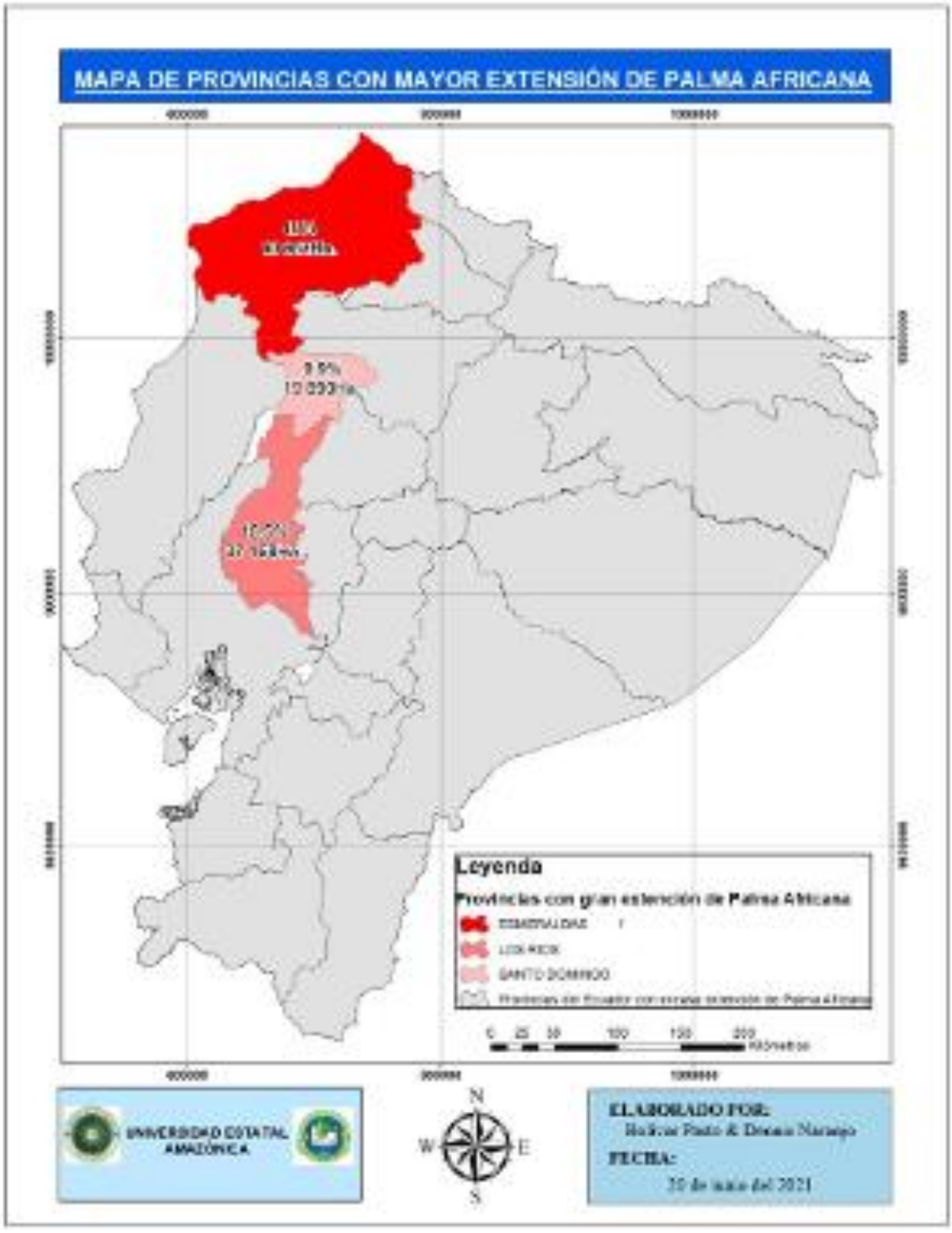



**Figura 4-4.** Mapa de las principales provincias con grandes extensiones de cultivo de palma africana.

**Fuente:** Instituto Nacional de Estadísticas y Censos-INEC, 2019**.**



**Figura 5-4.** Costo del aceite de palma africana en los últimos 12 meses.
**Fuente:** (INDEX MUNDI, 2021)

Con estos incrementos a principios de junio del 2020, en la Asamblea Nacional por unanimidad se aprobó la ley de palma, bajo el nombre de Ley para el Fortalecimiento y Desarrollo de la Producción, Comercialización, Extracción, Exportación e Industrialización de la Palma Aceitera y sus Derivados buscando regular las actividades económicas alrededor de la palma africana o palma de aceite en Ecuador.

Malki Sáenz coordinador de la Unidad de Información Socio Ambiental de la Universidad Andina plantea "*esta ley no piensa en un cambio de modelo fuera de la producción como ya la conocemos, depredando todo lo que tenemos, es más de lo mismo*" (2020); analizando su planteamiento esta ley parece desconocer el contexto ambiental y social del cultivo de la palma, entre las que se cuentan las afectaciones a las comunidades aledañas, la contaminación de agua, la deforestación y la destrucción de suelos productivos dejando de lado todo el progreso socio ambiental en cultivos de palma africana logrado en 2016.

Para lo cual el Presidente Lenin Moreno junto con la Comisión Ecuménica de Derechos Humanos, la Coordinadora Ecuatoriana de organizaciones para la Defensa de la Naturaleza y el Medio Ambiente señala a la palma como "*la causante de la deforestación de extensas zonas de bosques tropicales y de la pérdida de biodiversidad, contaminación de suelos y ríos, acaparamiento de tierras y de agua para riego*" el 25 de junio del 2020 solicitó el veto del proyecto aprobado por la Asamblea Nacional encaminado no a la invalidación de la ley, sino a mejorar la redacción y a ponerlo a tono con otras leyes, para así continuar con los proyectos

por el cultivo sostenible y responsable de palma, para poder alcanzar la meta de un suministro libre de deforestación para 2025 en la región amazónica y 2030 para el resto del país (Moreno, 2020).

## 4.2. Inventario de las características físicas y químicas afectadas del suelo cultivado con palma africana

La Norma de calidad ambiental del recurso suelo y criterios de remediación para suelos contaminados en 2015 estableció que las características físicos del suelo son la profundidad efectiva y la textura mientras que las características químicas las agrupo en un solo concepto la fertilidad definiéndola como la calidad que posee el suelo para proporcionar los nutrientes necesarios para el desarrollo normal y productivo de las plantas, los niveles de fertilidad vienen dados de acuerdo a los valores del potencial hidrógeno (pH), conductividad eléctrica (CE), capacidad de intercambio catiónico (CIC) bases totales (BT), saturación de bases (SB), contenido de materia orgánica (MO), nitrógeno rotante (NR), fósforo (P) y su medición la debe realizarla un profesional certificado en campo y laboratorio *(MAE, 2015).*

Sin embargo, para el análisis de fertilidad de los suelos cultivados en 2017 Juan Gallardo (C.S.I.C, Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Salamanca), Cristian Vega (Asociación Nacional de Cultivadores de Palma Aceitera, ANCUPA) y Angel Calvache (Facultad de Ciencias Agricolas, Universidad Central del Ecuador) recomendaron analizar: pH, MO, P, Ca, Mg, K, CIC y la textura. Siendo los valores de estos elementos lo más importantes en los cultivos de palma africana *(Elaeis guineensis)* para su crecimiento optimo y estos mismos son lo que demuestra el grado de afección que se puede generar en el suelo cultivado, ya sea por la pérdida o incremento inducido por fertilizante de estos elementos.

El inventario se realizó en base a lo anteriormente mencionado y lo encontrado en la bibliografía consultada realizando una tabla comparativa con de los valores registrados en suelos de uso de cultivos de palma africana dos de Ecuador y uno de Costa Rica como se observa a continuación en la tabla #09:

**Tabla 10-4:** Inventario comparativo de característica fisicoquímicas de la fertilidad del suelo en cultivos de Palma Africana (*Elaeis guineensis*).

| Variables | Joya de los Sachas, Orellana, Ecuador Reinoso, J. (2018) | La Concordia, Esmeraldas, Ecuador Montalvo, C. (2017) | | La Palma, Osa, Puntarenas, Costa Rica Mack, L. (2019) | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | *Elaeis guineensis ilegitima* | *Elaeis guineensis* | Sistema Agroforestal (SAF) | Monocultivo |
| **pH** | 5.6 | 5.21 | 5.62 | 5.7 | 5.7 |
| **MO (%)** | 0.53 | 5.6 | 5,8 | 3.10 | 2.85 |
| **P(mg/kg)** | 43.64 | 2,5 | 6,6 | - | - |
| **K (mg/kg)** | 588.3 | 989.2 | 62.6 | 50.8 | 50.81 |
| **CIC (meq/100 gr)** | 8.7 | - | - | 18.44 | 22.94 |
| **CE (Us/cm)** | 13.82 | 1862 | 207 | - | - |
| **Textura** | Franco | Franco Arenoso | Franco Arenoso | Franco arcillo arenosa gravoso | Franco arcillo arenosa |

*Adaptado de*: "Análisis de la calidad ambiental del suelo de la plantación de palma *africana (Elaeis guineensis)* en la parroquia San Carlos, cantón Joya de los Sachas, provincia de 0rellana", Reinoso, 2018. "Estudio del comportamiento micorrizico en la palma *Elaeis guineensis* y palma *Elaeis Oleifera* en la Concordia" Montalvo, 2017 & "Evaluación del sistema agroforestal y monocultivo de palma africana (*Elaeis guineensis Jacq*.) establecidos por el proyecto Lapa en la región de Osa-Golfito, Puntarenas, Costa Rica" Mack, 2019.

En la tabla anterior se puedo observar que el cultivo de palma africana, lo suelos donde se desarrollan son medianamente ácidos con pH promedio de 5.5, tanto en Orellana, Esmeraldas (Costa y Amazonia ecuatoriana) como en Costa Rica. El porcentaje de materia orgánica si es variable entre los suelos presentados Esmeraldas presenta los mayores valores (5.6- 5.8), seguido de Costa Rica (2.85-3.10) y Orellana (0.53) esto puede ser debido a las características edafologías propias del suelo o al uso del suelo anterior al cultivo. El fosforo en el suelo ayuda al crecimiento de la planta sin embargo este no es absorbido en su totalidad la planta de palma africana solo necesitas trazas de este elemento y el excedente lo devuelve al suelo por sus raíces, los valores observados en este si presentan gran variación entre Orellana (43.64 ppm) y Esmeraldas (2.5-2.6 ppm) que, aunque presenten esta enorme diferencia ambos valores son óptimos para el desarrollo de cultivo. La CIC no indica que el suelo tiene la capacidad de retener nutrientes Orellana presenta baja CIC que además por riego de los cultivos pueda producir el lavado de los suelos y Costa Rica con el mayor CIC evitaría este impacto

negativo, es decir, el mayor desgaste de nutriente se puede presentar en suelos con propiedades similares al de Orellana (Reynoso, 2018).

Otra característica es la CE que permite aprovechar las sales disueltas en el suelo, mientras mayor es su valor como en Esmeraldas mayor sales disueltas y menor el impacto de desalinización, por el otro lado Orellana a con un CE bajo tiene mayor probabilidad de perder las sales del suelo que son absorbida por a planta. La textura de los suelos optimas son las francas, donde mejor desarrollo radicular de la palma se da, por lo menciona se puedo decir que las características del suelo se van a afectar por las características propias del mismo en primer lugar, ya que, a menor presencia de alguno de estos elementos, más se incrementara las acciones por incluirlo al suelo cultivado generando un mayor desgaste, una fertilidad artificial y momentánea. Para luego obtener un suelo maltratado, erosionado, compactado y con pérdida de la fertilidad que se notara en el análisis de las características del inventario analizado, mostrando estas con valores menores o mayores al estudio inicial del suelo cultivado. Por es el manejo de suelo agrícolas para cultivos de palma debe estar guiado por la normativa nacional, el manual de buenas prácticas agrícolas y fiscalizado por el MAE y el MAG para así garantizar el impacto negativo mínimo que genere esta producción de palma africana durante su ciclo productivo (Reynoso, 2018).

### 4.3. Métodos de buenas prácticas agrícolas que mejoren el estado de los parámetros físicos y químicos del suelo.

Como se mencionó en lo resultados sobre el estado actual del sector agroindustrial palmicultor, el Gobierno del Ecuador trabajando con el sector público y privado desde el 2014 ejecutan el Plan de Mejora Competitiva de la Cadena de Palma Aceitera (PMC) este es un espacio para definir las estrategias y acciones necesarias para concretar la transformación de la cadena productiva de la palma de manera eficiente, sustentable y socialmente inclusiva; integrándose con el Plan de Acción para la Reducción de Deforestación y Degradación de bosques (PAREDD+) se genera los planes de implementación de palma sostenible como se aprecia en la figura #06 en coordinación del Ministerio de Agricultura y Ganadería, Ministerio del Ambiente del Ecuador, Ministerio de Comercio Exterior, Ministerio de Industrias y Productivilidad y el agricultor.

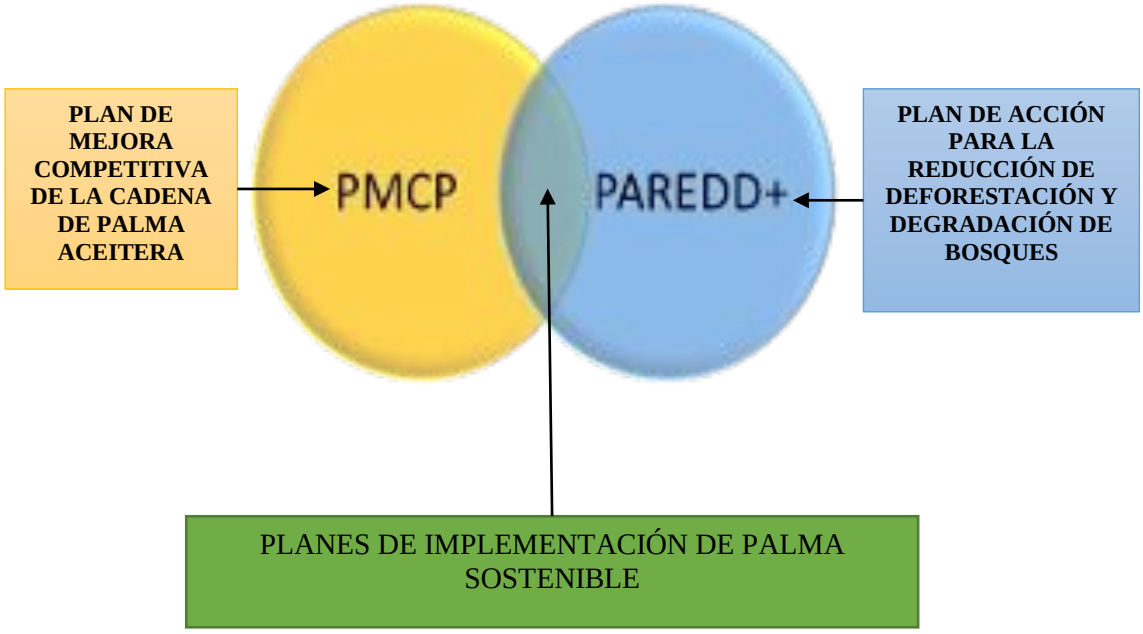



**Figura 6-4.** Integración de los planes de implementación para una transformación de palma sostenible.

*Tomado de:* "Informe sobre el sector palmicultor", MAE, 2017. Recuperado de https://www.produccion.gob.ec/wp-content/uploads/2019/06/informe-palma-espa%C3%B1ol-.pdf

Estos planes tienen como objetivo lograr una cadena de palma productiva, inclusiva y sostenible en 2025, tal razón los productores están obligados a obtener permisos o licencias ambientales con fines de protección, y para ello creó un Sistema Único De Información Ambiental (SUIA) dispuestos en Libro VI, de la Calidad Ambiental, Decreto No. 3516, como guía para el cumplimiento de esta norma AGROCALIDAD en 2015 desarrollo la Guía de Buenas Prácticas Agrícolas para palma aceitera (BPA) con Resolución Técnica N°- 303 presenta los "Labores de conservación del suelo", (Art. 14) con los siguientes literales:

a) Se deben realizar labores de conservación de las características físicas, químicas y biológicas del suelo, para así mejorar su estructura y fertilidad (obras mecánicas, prácticas culturales, prácticas agronómicas).

b) Se recomienda propender a la labranza de conservación o labranza reducida (reducción de la labranza del suelo al mínimo) para evitar erosión e incrementar la materia orgánica por los residuos vegetales.

c) Se deben implementar prácticas de conservación de suelos para mitigar el riesgo de erosión, en terrenos con pendientes superiores al 12 % (10,8°).

d) No se debe quemar residuos orgánicos e inorgánicos en el lote.

A partir de estos se elaboraron las actividades de buenas prácticas para conservación de la calidad y fertilidad del suelo, en este trabajo se destacó las siguientes que más se apegan mantener o mejorar los parámetros físicos y químicos del suelo del inventario *(BPA, 2015)*:

- Al preparar el suelo para la siembra, los restos vegetales existentes deben ser derribados y triturados para que se pudran en el campo, el tamaño de los troncos debe ser adecuado para evitar la propagación de plagas aproximadamente de unos 50 cm y no se debe realizar la quema de la vegetación existente.
- Para terrenos con una pendiente superior a 15 °, las terrazas deben construirse a lo largo del contorno del terreno, evitar sembrar en pendientes superiores a 30 ° y mantener la cobertura de plantas en todas las pendientes.
- Plantar leguminosa que contribuya a la fijación de nitrógeno, para establecer cultivos asociados. Es importante la inoculación de semillas, es decir, que se introduzcan artificialmente en ellas, bacterias nativas, como las del género *rhizobium.*
- Es mejor utilizar mulas o búfalos en lugar de tractores para transportar la fruta en la plantación.
- Hacer una aplicación adecuada de fertilizantes de acuerdo a una recomendación técnica basada en las necesidades nutricionales del suelo, la planta y el balance hídrico
- Aplicar el raquis de palma (residuo de la palma) en las coronas u otro tipo de material vegetal como cáscara de arroz, de maíz, hoja de palma, entre otros disponibles en la zona, prefiere utilizar abono orgánico y compost.
- Realice el mantenimiento de corona, limpieza del estípite, chapia (baja), poda y ordenamiento de la palera y carillas manualmente en lugar de usar herbicidas.

Estas actividades permiten evitar la degradación y erosión del suelo manteniendo sus características físicas, químicas y biológicas en una calidad aceptable para el uso destinado y el ambiente. Jaramillo (2021), plantea que para fortalecer los manuales y las actividades en el área productiva se debe tener en cuenta un plan de manejo ambiental (PMA), ya que este permite el análisis del suelo tomando muestras del área de producción y enviándolas al laboratorio, para conocer los nutrientes disponibles realmente para las plantas en el suelo, el estado actual del suelo y los cambios que ocurrirán durante todo el ciclo de cultivo de la palma africana. Reuniendo así un conjunto de criterios, estrategias, acciones y programas necesarios para prevenir, mitigar y compensar los impactos negativos y poder potencializar los positivos.

### 4.4. Influencia del cultivo de la palma africana en las variaciones climáticas.

Los cultivos de palma africana se desarrollan frente al cambio climático global, el nivel de riesgo que este suponga depende de los que estemos dispuestos hacer. Según Jarvis, A. *et al* "La palma de aceite puede ser parte de la solución, pero se requieren esfuerzos importantes para encontrar las sinergias entre mitigación, adaptación, cuidado del medio ambiente y mejora de la rentabilidad", (2014).

Para realizar el diagrama de cadena causal primeramente se analizó los impactos generados por el cultivo de palma africana especialmente de le especie (*Elaeis guineensis).* En el 2012, Dammert *et al*, mencionan que a nivel mundial "aproximadamente del 50 - 60% de la producción de palma se ha hecho a expensas de la cobertura forestal natural", incidiendo en la pérdida de ecosistemas especialmente selvas y bosques húmedos tropicales y en su biodiversidad, Indonesia, que concentra en la actualidad del 80% de la producción de palma africana aceitera lo cual ha incrementado en un 600% la deforestación de sus bosques tropicales, en Guatemala en 2017 los cultivos de palma africana han reemplazado en un 42% los bosques tropicales y en un 32% los pastos naturales *(UAB, Universidad Autónoma de Barcelona, 2017).* El incremento de la frontera hacia esta zona se da debido que estos sitios conocidos como lugares de biodiversidad (Hot Spots) reúnen la característica edafológica más favorables para el cultivo, provocando la fragmentación de bosques y selvas, que afecta directamente la migración de flora y fauna, reduce gradualmente las poblaciones (Morera *et al*.,

2005), y aumenta el efecto de borde de los residuos, lo que significa que la calidad de estos remanentes.

La palma no puede sobrevivir con otros cultivos o plantas, pues le quitan alimento de la tierra, y rendimiento en cuanto a cantidad de aceite por hectárea. Por ello, los cultivos de palma ofrecen un paisaje monótono recibiendo el nombre de desiertos verdes (*Corella, 2016);* además producen mucha sombra, evitando el crecimiento de otras especies a su alrededor; adsorben gran cantidad de nutrientes del suelo y debido a su alta intensidad de producción en la última década provoca la pérdida de la propiedad fisicoquímica y biológicas del suelo, su ciclo de vida útil de 25 años debilita tanto el suelo que para su recuperación requeriría del doble de tiempo del ciclo del cultivo *(Rodríguez, 2010).*

Dammert *et al*. (2012) también advirtió sobre el impacto de las plantaciones de palma africana en el recurso hídrico, dado el uso de agroquímicos, herbicidas y fertilizantes requerido. En regiones de altas precipitaciones, estos químicos se arrastran fácilmente al subsuelo termina en curso de agua. Morera *et al*. (2005) menciona que el cambio en la cobertura ha modificado las condiciones ambientales, alterando el régimen hidrológico, el ciclo de los elementos naturales, el microclima en la región y las propiedades del suelo.

A pesar de lo establecido por Dammert (2012), Furumo y Aide (2017) determinan que América Latina no sufre tanta deforestación como resultado de la siembra de palma africana. En cambio, encontraron que el 79% de las palmas africanas en América Latina se cultivaron en tierras que anteriormente fueron intervenidas como pasto para el ganado, bananeras y la agricultura. Rodríguez (2010), mencionó una serie de prácticas para asegurar una producción más amigable con el medio ambiente, incluyendo la siembra en terrazas en áreas inclinadas para preservar el suelo, y la siembra de arbustos en leguminosas entre drenajes y palmeras para reducir el uso de pesticidas o se reemplaza sustancias menos contaminantes e incorpora abonos de origen orgánico.

En Ecuador se elaboró la Herramienta para la integración de criterios de Cambio Climático en los Planes de Desarrollo y Ordenamiento Territorial por el MAE en 2017 estableciendo el ciclo de medidas de adaptación para el cambio climático que se observa en la figura 7.

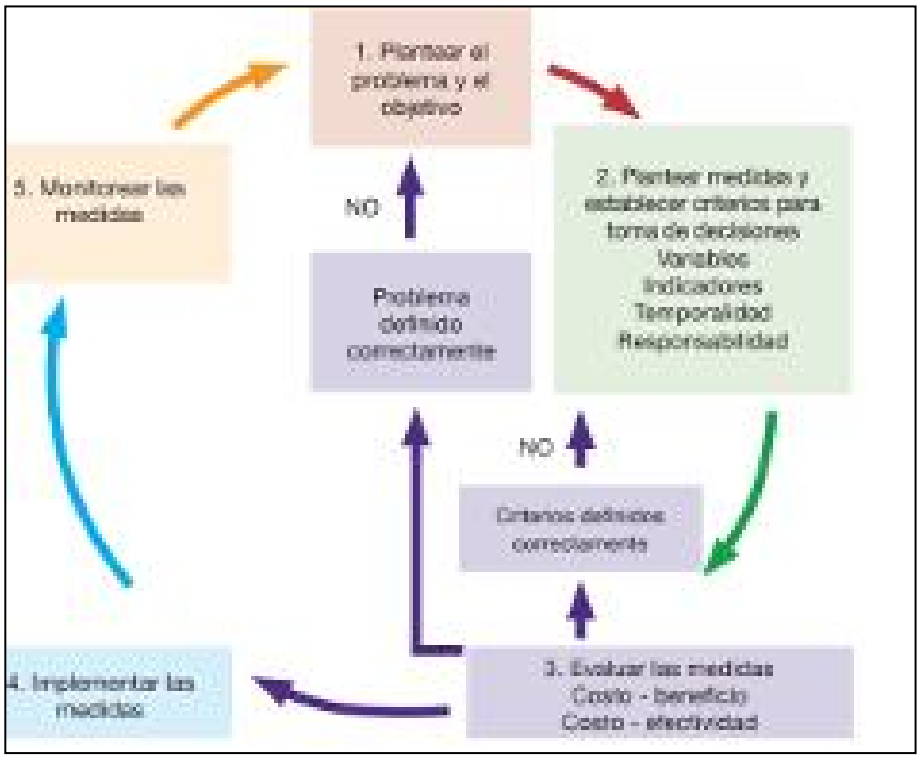



**Figura 7-4.** Ciclo de las Medidas de Adaptación al Cambio Climático.
*Tomado de:* "Herramienta para la integración de criterios de Cambio Climático en los Planes de Desarrollo y Ordenamiento Territorial", MAE, 2017 Recuperado de: https://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/2019/09/Caja-de-herramientas-Cambio-Clima%CC%81tico-.pdf

El ciclo de medidas de adaptación del cambio climático no permite establecer un método científico para identificar problemas y soluciones para cualquier actividad productiva que genere impactos negativos. Como se observa en la imagen primeramente se debe identificar, plantear y delimitar el problema con sus objetivos, seguido de las soluciones, medidas o criterios para generar un cambio o reducir el impacto para ello se indica a la responsabilidad de los actores y la vida útil de las medidas. Una vez aclarado esto se debe hacer el análisis costo- beneficio-efectividad, si se encuentra falla en este análisis por algún criterio deficiente se vuelve a empezar, caso contrario se ingresa a la fase de implementación y monitoreo de las medidas, y con cualquier variación se vuelve a empezar a plantear la problemática, con lo cual cerramos el ciclo.

Estas medidas de adaptación se incluyen en el PMC y el BPA y uno de las nuevas actividades encaminada a la sostenibilidad del cultivo es la producción de biocombustible con los residuos de la cosecha. Finalmente, con lo mencionado anteriormente se elaboró el siguiente diagrama que se observa en la figura 8.

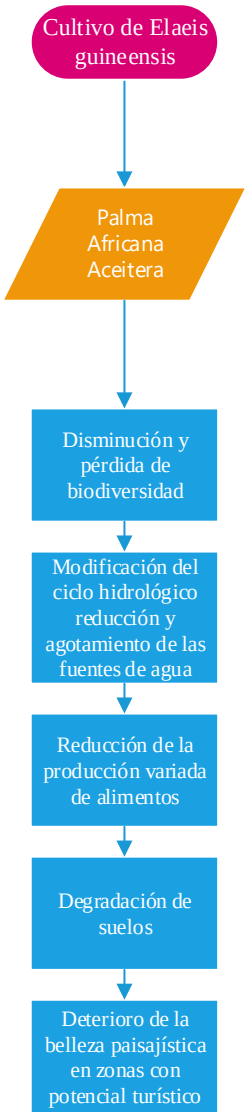



**Figura 8-4.** Diagrama de cadena en las variaciones climáticas influenciadas por el cultivo de la palma africana.

***Adaptado de:*** "Impactos ambientales de las plantaciones de palma de aceite en Malasia", HENSON, E. 2000.

Para tener una mejor perspectiva se elaboró la tabla#10 con los componentes del ambiente y sus posibles afecciones al cambiar el uso de suelo de tierra de bosques natural a cultivo de palma de aceite.

**Tabla 11-4:** Los componentes del ambiente y sus posibles afecciones en cultivos de palma africana (*Elaeis guineensis*).

| | |
|---|---|
| **Clima** | |
| **Precipitación** | Sin cambio significativo |
| **Temperatura** | Sin cambio significativo |
| **Concentración de $CO_2$ atmosférico** | Aumento por tala de bosques tropicales o quema de pastizales. |
| **Flora y fauna** | |
| | Reducción de la biodiversidad, aumento de especie plagas y perdida de especies nativas. |
| **Suelos** | |
| **Estructura física** | Destrucción inicial seguida de una recuperación, excepto en las calles utilizadas por la por maquinaria pesada. |
| **Fertilidad** | |
| **Materia Orgánica** | Incremento inicial seguido de una reducción. |
| **Contenido de nutrientes** | Incremento debido a fertilizantes |
| **Erosión y escorrentía** | Incremento inicial seguido de una reducción. |
| **Perdida por lixiviación.** | Incremento inicial seguido de una reducción. |
| **Nivel freático** | Puede elevarse temporalmente debido a la reducción de la Evapotranspiración potencial y actual (ET) después de la tala. |
| **Infiltración de agua** | Muy reducido durante la tala pero luego mejora con el establecimiento del cultivo de cobertura |
| **Agua** | |
| **Flujo de la corriente** | Puede incrementarse temporalmente después de la tala debido a la reducción |

| | |
|---|---|
| | en la ET. |
| **Depósito de sedimento y contenido de nutrientes** | Puede incrementarse temporalmente después de la tala debido al incremento en la erosión y la escorrentía. |
| **Inundaciones** | Sedimentos de lodo pueden causar inundaciones. |
| **Otros efectos** | |
| **Residuos de plaguicidas herbicidas** | Posibilidad de contaminación del agua del suelo, los trabajadores y los productores por el uso incorrecto de los químicos para protección de plantas. |
| **Aplicación de efluentes de las plantas extractores de aceite de palma.** | Posibles efectos sobre la calidad del agua por el uso del material incorrectamente tratado. |
| **Aspectos socioeconómicos** | Alteración en los estilos de vida de los nativos, pérdida de los recursos forestales, pérdida del potencial turístico, incremento en la escala de pagos a empleados. |

*Adaptado de:* "Impactos ambientales de las plantaciones de palma de aceite en Malasia", HENSON, E. 2000

Analizando la tabla anterior destacamos que los cultivos de palma africana en lo últimos años se ha incrementado debido al aumento de uso en diferentes industrias de sus derivado, además que la (*Elaeis guineensis)* tiene mayor porcentaje de producción de aceite por hectárea cultivada a diferencia de otras oleaginosas se la está incluyendo para la producción de biocombustibles y no solo de sus residuos con lo cual se llega al incremento de la frontera agrícola generando es desplazamiento de áreas naturales, reservas y perdida de la biodiversidad, aclarando que este problema no es exclusivo de los cultivos de palma africana sino está ligado también a otros tipos de cultivos agrícolas.

Sin contar esta las amenazas ambientales son muy pocas, en especial si la comparamos con otras actividades económicas, además una ventaja es que tiene la facilidad de implementar sistemas agroforestales en su producción, bajo la tutela de

leyes, normas, manuales y guías para el cultivo de palma africana que verifican el correcto funcionamiento y el cuidado ambiental, junto a esto el Sistema Nacional de Áreas Protegidas estableció áreas que no pueden ser incluidas en planes agrícolas, siendo una ventaja clara para el cuidado de la biodiversidad y conservación de ecosistemas naturales.

Ya desde un punto de vista más particular y propio de los cultivos de palma africana, sin uso de guías de buenas practicas el deterioro del suelo es alto se genera compactaciones, erosiones y perdida de la fertilidad, que en un inicio si se analiza la características físicas y químicas (MO, CIC, CE, K, P, PH, entre otras), serán contradictorios ya que estarán en lo rangos óptimos, pero al pasar el tiempo abra una reducción como se expone en la tabla anterior. El recurso agua también se verá afectado y no solo por el uso para el riego, si no la contaminación el mismo por el incremento de sustancias propias del recurso o ingreso de elementos nocivos extraños provenientes del uso de fertilizante y plaguicidas.

Los ciclos biogeoquímicos estos ligados a la vegetación presente en la zona tanto en calidad como en cantidad, al establecer un cultivo masivo de una sola especie esto se ven afectados, es decir la disponibilidad de agua, carbono, nitrógeno, entre otros, va a variar, puede ser incrementándose o reduciendo, desencadenando una serie de impactos negativos en la relación agua-suelo-planta-animal-atmosfera, que de una u otra manera incide en el ser humano.

Socialmente estos cultivos generan mayores ingresos económicos y oportunidades, pero con el costo del cambio de la dinámica de la comunidad que ahí habitan con la aalteración en los estilos de vida de los nativos, pérdida de los recursos forestales, pérdida del potencial turístico, incremento en la escala de pagos a empleados. Por lo posterior cuando el auge termine queda una población abandona y destruida.

Aclarando que todos estos impactos pueden ser prevenidos, reducidos o mitigados aplicando las acciones necesarias para un desarrollo sustentable y sostenible de las poblaciones.

## Conclusiones

- Se analizó el estado actual de la palma africana *(Elaeis guineensis),* a través de investigaciones realizadas por el Ministerio del Ambiente del Ecuador, pudiendo dar realce al precio alcanzado a inicios de año, así como a la extensión agrícola productiva de esta especie a nivel nacional y en tres principales provincias; de la misma manera se pudo concluir bajo expresas palabras del hasta ese entonces (junio del 2020) presidente de la república, que la palma africana es la causante de la deforestación de extensas zonas de bosques tropicales, además de la pérdida de biodiversidad, y contaminación de suelos y ríos.

- Bajo el criterio de tres investigadores de diversas organizaciones, y centros de estudio, se pudieron determinar siete características físico-químicas del suelo que son afectadas por el cultivo de palma africana: potencial de hidrógeno (pH), materia orgánica (MO), fósforo (P), potasio (K), capacidad de intercambio catiónico (CIC), conductividad eléctrica (CE) y la textura del suelo; éstas fueron medidas en dos regiones diferentes del país y comparados con un estudio similar en Costa Rica, evidenciando, según las mediciones, la gran capacidad del suelo de la costa ecuatoriana, específicamente de Esmeraldas, para el cultivo de palma africana *(Elaeis guineensis).*

- Se realizó un listado de acciones de buenas prácticas agrícolas basados en el Plan de Mejora Competitiva de la Cadena de Palma Aceitera (PMCP) y el Plan de Acción para la Reducción de Deforestación y Degradación de Bosques (PAREDD+), estableciendo puntos importantes para la implementación de la palma sostenible.

- Se ha determinado que el cultivo de palma africana ha sido causante de la deforestación de miles de hectáreas de bosques nativos alrededor del mundo, además de ser el promotor de alta concentración de $CO_2$ atmosférico en zonas donde se va a plantar esta especie.

## Recomendaciones

- Realizar investigación de campo para el mejor análisis del problema y las variables estudiadas en esta investigación.

- Proporcionar (por parte del gobierno) una base de datos online para poder realizar mapas interactivos con información actualizada de los diversos cultivos del país.

- Implementar las buenas prácticas agrícolas para poder tener una producción sostenible de palma africana y sobre todo amigable con el ambiente.

- Analizar y poner en práctica el ciclo integrado de medidas de adaptación al cambio climático.

## REFERENCIAS


Acuerdo Ministerial 097. *Reforma texto unificado de legislacion secundaria, Medio Ambiente, Libro Vi, Decreto Ejecutivo 3516.* Quito. Ecuador. 04 de Noviembre del 2015.

ACUPALMA, 2003. Asosicion Venezolana de cultivadores de palma aceitera. Generalidades de la palma aceitera.

Afanador, L. N. (2017). *iofertilizantes: conceptos, beneficios y su aplicación en Colombia.* Bogotá.

Afandi, Yahya, Nurzuhaili, Hashim, & Syarif. (2017). Manejo del deterioro y erosión del suelo debajo de la palma aceitera. *ResearchGate*, 2-3. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/326930499_Managing_Soil_Deterioration_and_Erosion_under_Oil_Palm

Alzate, J., & Peñaranda, S. (2019). Incidencia del monocultivo de la caña de azúcar, en los aspectos económicos y socio ambientales del Valle del Cauca, en el período 2007-2017. *(Tesis de Economista).* Universidad Santiago de Cali, Cali. Obtenido de Repositorio de la Universidad Santiago de Cali, Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales: https://repository.usc.edu.co/bitstream/handle/20.500.12421/1517/INCIDENCIA%20DEL%20MONOCULTIVO.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Angulo, T., & Perero, D. (2019). La producción de biocombustible de palma africana como una alternativa para la reducción del consumo de combustibles fósiles en el Ecuador en el periodo 2010 – 2017. Guayaquil-Ecuador.

Asamblea General del Ecuador. (6 de agosto de 2014). Ley organica de recursos hidricos usos y aprovechamiento del agua. Quito, Ecuador: Ediciones Legales.

Asamblea General del Ecuador. (29 de diciembre de 2017). Codigo Organico de Organizacion Territorial,. Quito, Ecuador: Ediciones Legales.

Asamblea General del Ecuador. (29 de diciembre de 2017). Registro Oficial. *Código orgánico de organización territorial (COOTAD)*. Quito, Ecuador: Ediciones legales.

Asimbaya, B. M. (2013). Universidad Central del Ecuador Facultad de Ciencias Agrícolas. Recuperado de: http://docplayer.es/91081747-Universidad-central-del-ecuador-facultad-deciencias-agricolas-carrera-de-ingenieria-agronomica.html

Bembibre, V. (Enero de 2009). *definiciónabc*. Obtenido de definicion ABC: https://www.definicionabc.com/general/cultivo.php

Bermeo, A. (2010). Tesina previa a la obtención en diplomado superior en derecho constitucional y derechos fundamentales. *Supremacía Constitucional*. Universidad de Cuenca, Cuenca.

Borja, J. (2013), Factibilidad financiera para el establecimiento de un vivero y la siembra de 1000 plantas de Palma Africana en la hacienda Terranova en el cantón Muisne, parroquia San Gregorio. Recuperado de: http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/9366/FACTIBILIDAD%20FINANCIERA%20PARA%20EL%20ESTABLECIMIENTO%20DE%20UN%20VIVERO%20Y%20LA%20SIEMBRA%20DE%201000%20PLANTAS%20DE%20PALMA%20AFRICANA%20EN%20LA%20HACIENDA%20TERRANOVA.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Burbano, H. (2016). El suelo y su relación con los servicios ecosistémicos y la seguridad alimentaria. Recuperado de: http://dx.doi.org/10.22267/rcia.163302.58

Bustos, C., & Galia, C. (2009). *El desarrollo sostenible y la agenda 21*.

Campoblanco, H., & Gomero, J. (2000). Importancia de los ríos en el entorno ambiental. *Revista del Instituto de Innvestigación de la Facultad de Geología, Minas y Metalurgia y Ciencias Geográficas.*

Clare, P. (2005). El desarrollo del Banano y la Palma aceitera en el pacífico costarricense desde la perspectiva de la ecología histórica. Diálogos Revista Electrónica de Historia, 308-346 pp.

Congreso de la república del Ecuador. (2008, 20 de octubre). *Constitución de la República.* Ecuador: Ediciones Legales.

COPORBID, (2003). Corporación para el Desarrollo Industrial de la Biotecnología y Producción Limpia. *Programa estratégico para la producción de biodiesel a partir de aceites vegetales.* Recuperado de*:* http://www.si3ea.gov.co/si3ea/documentos/documentacion/Biodiesel/Produccion_Biodiesel.pdf

Departamento de Desarrollo Económico, Sostenibilidad y Medio Ambiente. (25 de Agosto de 2017). Degradación del suelo. Obtenido de https://www.euskadi.eus/informacion/degradacion-del-suelo/web01-a2inglur/es/#977

Ecured. (08 de Mayo de 2021). *Policultivo.* Obtenido de escured.cu: https://www.ecured.cu/Policultivo

Gardi, C.; Angelini, M.; Barceló, S.; Comerma, J.; Cruz, C.; Encina, A.; Jones, A.; Krasilnikov, P.; Mendonça, M.; Montanarella, L.; Muñiz, O.; Schad, P.; Vara, M.; Vargas, R. (2014). Atlas de suelos de América Latina y el Caribe. Comisión

Ghisolfi, E. (2011). Contenidos de MOS: relación con la fertilidad del suelo en siembra directa . Villa María: Eduvim.Europea. Oficina de Publicaciones de la Unión Europea, Luxembourg,

Hernandez, S., Fernández, C., & Baptista, L. (2014). *Metodología de la investigación.* México.

INDEX MUNDI. (mayo de 2021). *Indec Mundi*. Obtenido de https://www.indexmundi.com/es/precios-de-mercado/?mercancia=aceite-de-palma&meses=12

Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2019). *Encuesta de Duperficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC).* Quito.

Jaramillo, D. (2002). *Introduccion a la ciencia del suelo. Medellin* : Recuperado de: http://www.bdigital.unal.edu.co/2242/1/70060838.2002.pdf

Londoño, O., Maldonado, L., Calderon, L., & Granados, F. (2016*). Guia para contruir estados del arte*, Recuperado de: https://iconk.org/docs/guiaea.pdf

López Falcón, R. (2002). *Degradación del suelo causas, procesos,evaluación e investigación* . Venezuela.

Lozada, D. (2017). Respuesta de la Palma Aceitera (*Elaeis Guineensis jacq.)* a la aplicación de sustancias húmicas de leonardita y un bioestimulante radicular. Recuperado de: http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/11813/1/T-UCE-0004-26-2017.pdf

MADS. (2016). *Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible.* Obtenido de Política para la gestión sostenible del Suelo: http://www.andi.com.co/Uploads/Pol%C3%ADtica_para_la_gesti%C3%B3n_sostenible_del_suelo_FINAL.pdf

MAG. (2017). Ministerio de Agricultura y Ganadería, Plan Estratégico Institucional 2017-2021. Recuperado de: https://www.agricultura.gob.ec/wp-content/uploads/2020/09/AM_068_PEI2.pdf. 66-67 p.

MAG. (2017 b). Ministerio de Agricultura y Ganadería, Informe sobre el sector Palmicultor ecuatoriano. Recuperado de: https://www.produccion.gob.ec/wp-content/uploads/2019/06/informe-palma-espa%C3%B1ol-.pdf.

MAG. (2018). Unidos solucionaremos la problemática de la palma aceitera en Ecuador. Recuperado de: https://www.agricultura.gob.ec/34076-2/.

Mingorría, S. (19 de 04 de 2017). *The nadies waving resistance: Oil palm and sugarcane conflicts in the territory,communities and households of the Q'epchil', PolochicValley, Guatemala.* Obtenido de Universidad Autonoma de Barcelona, Institut de Ciència i Tecnologia Ambientals: https://www.tdx.cat/handle/10803/402364#page=16

Mingorría, S. (2017). *Violencia, silencio, miedo: el desvelo del conflicto de palma aceitera y caña de azucar en el Valle del Polochic, Guatemala.* Guatemala. Obtenido de https://www.ecologiapolitica.info/novaweb2/wp-content/uploads/2016/07/051_Mingorria_2016.pdf

Ministerio del Ambiente. (4 de noviembre de 2015). Reforma Texto Unificado Legislacion Secundaria, Medio Ambiente, libro v . Quito, Ecuador: Ediciones Legales.

Ministerio del Ambiente Ecuatoriano. (2019). *Codigo Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización.* Quito: Ediciones Legales.

Montatixe, C. (07 de 02 de 2020). Degradación del suelo y desarrollo económico en la agricultura familiar de la parroquia Emilio María Terán, Píllaro-Tungurahua 2018. *(Tesis de Magister).* Universidad Central del Ecuador, Quito. Obtenido de Repositorio Digital Universidad Central del Ecuador (UCE), Facultad de Ciencias Agrícolas: http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/20761/3/T-UCE-0004-CAG-003-P.pdf

Muñoz, A. (2012). Palma africana en el Ecuador Agrytec.com. Quito, Ecuador: Recuperado de: http://www.agrytec.com/agricola/index.php?option=com_content&view=article&id=3468:palmaafricana-en-el-ecuador&catid=49:articulos-tecnicos&Itemid=43

Navarro , G., & Navarro , S. (2003). Química Agrícola.(2 edición). Madrid, España:

OBIO. (2016). Observatorio Nacional De Biodiversidad. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la Nación. Suelos. Buenos Aires, Argentina. Recuérado de: http:// obio.ambiente.gob.ar/suelos.

Organización de las Naciones Unidas. (12 de Octubre de 2018). *Noticias ONU*. Obtenido de Noticias ONU: https://news.un.org/es/story/2018/10/1443562

Plaster, E. (2000). La Ciencia del Suelo y su Manejo . Madrid, España: Paraninfo.

Raygada, R. (2005). Manual Técnico para El Cultivo de la Palma Aceitera. Peru. p.9

Porta, J., López , M., & Poch, R. (2014). Edafología uso y protección del suelo. (3 edición). Cataluña, España: Mundi-Prensa.

Rodriguez, S., Feder, V., & Fratucci, A. (2015). Impactos percibidos del turismo. *Estudios y Perspectivas en Turismo, 24*(1), 115 - 134.

Rucks, L., García , F., Kaplán, A., Ponce de León, J., & Hill, M. (2004). Propiedades físicas del suelo . Ecuador Recuperado de: http://bibliofagro.pbworks.com/f/propiedades+fisicas+del+suelo.pdf.

Sánchez, J. (18 de Febrero de 2021). *Hidrología.usal*. Obtenido de Precipitaciones: https://hidrologia.usal.es/temas/Precipitaciones.pdf

Topanata, O. Efecto de labranza convencional y siembra directa en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo y en la producción de tres cultivos de la Sierra. Recuperado de Universidad Central del Ecuador: http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/10130/1/T-UCE-0004-90.pdf

Universidad Autónoma de Barcelona. (15 de 06 de 2017). *UAB.CAT*. Obtenido 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

Valera, A., & Ron, S. (23 de Noviembre de 2020). *bioweb.bio*. Obtenido de Geografía y Clima del Ecuador: https://bioweb.bio/faunaweb/amphibiaweb/GeografiaClima/

# APÉNDICE

## a) Cuadro de resumen

| AUTOR | TITULO | AÑO | URL | |
|---|---|---|---|---|
| RUPERTO RAYGADA ZAMBRANO | Manual técnico para el cultivo de la palma aceitera | 2005 | https://issuu.com/javiersaravia1/docs/manual_palma_aceitera | M |
| TECH SERVE | MANUAL TECNICO DE PALMA AFRICANA | 2009 | https://palma.webcindario.com/manualpalma.pdf | M |
| LESLEY POTTER M. | La industria del aceite de palma en Ecuador: ¿un buen negocio para los pequeños agricultores? | 2011 | file:///C:/Users/Administrator/Downloads/1028-Texto%20del%20art%C3%ADculo-3895-1-10-20131116.pdf | A |
| MERY ESPERANZA FERNÁNDEZ | EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA PRODUCCION Y RENDIMIENTO DE CULTIVOS POR SECTORES | 2013 | http://www.ideam.gov.co/documents/21021/21138/Efectos+del+Cambio+Climatico+en+la+agricultura.pdf/3b209fae-f078-4823-afa0-1679224a5e85 | A |
| MAE | Acuerdo Nº 97/A - Norma de calidad ambiental del recurso suelo y criterios de remediación para suelos contaminados (Anexo 2, Libro VI de la Calidad Ambiental, del Texto Unificado de la Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente) | 2015 | https://www.efficacitas.com/efficacitas_es/assets/Anexo%202.pdf | N |
| OSCAR FABIAN TOAPANTA LEMA | EFECTO DE LABRANZA CONVENCIONAL Y SIEMBRA DIRECTA EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS, QUÍMICAS Y BIOLÓGICAS DEL SUELO Y EN LA PRODUCCIÓN DE TRES CULTIVOS DE LA SIERRA. | 2016 | http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/10130/1/T-UCE-0004-90.pdf | T |
| ANDREA GONZÁLES CÁRDENAS | La agroindustria de la palma de aceite en América* | 2016 | https://web.fedepalma.org/sites/default/files/files/Fedepalma/Memorias%20de%20la%20XVIII%20Conferencia%20Internacional%20sobre%20Palma%20de%20aceite/M_3_3_%20La%20agroindustria%20en%20America.pdf | A |
| JULY MARLEY BUITRAGO BARBOSA | EVALUACIÓN DE RESIDUOS LÍQUIDOS AGROINDUSTRIALES DE LA PALMA Elaeis guineensis SOBRE LAS PROPIEDADES QUÍMICAS DE UN SUELO DE USO AGRÍCOLA | 2016 | https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/8558/1102356715.pdf?sequence=1&isAllowed=y | T |
| GabrielGarbanzo-León1BryanAlemán-Montes2AlfredoAlvarado-Hernández2CarlosHenríquez-Henríquez2 | Validación de modelos geoestadísticos y convencionales en la determinación de la variación espacial de la fertilidad de suelos del Pacífico Sur de Costa Rica | 2017 | https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0188461117300481 | A |
| LUIS MIGUEL PIAMONTE PONCE | Diseño de una red de sensores inalámbrica para la monitorización y transmisión de datos del suelo y ambientales en tiempo real en los cultivos de palma africana. | 2017 | https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/10703/Luis%20Piamonte-2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y | T |
| CAMILA MONTALVO | ESTUDIO DEL CONPORTAMIENTO MICORRIZICO EN LA PALMA ELAEIS GUINEENSIS Y PALMA ELAEIS OLEIFERA EN LA CONCORDIA | 2017 | http://dspace.udla.edu.ec/jspui/bitstream/33000/7358/1/UDLA-EC-TIAM-2017-13.pdf | T |
| DULCE MILAGROS MAGAÑA CRUZ, RAÚL VALENTÍN MORA YELA | Análisis de la vulnerabilidad del sector agrícola frente al cambio climático en el cantón Quevedo, Ecuador | 2018 | https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/5295/1/iniaptpTM827mm.pdf | A |
| JENNY ELIZABETH REINOSO MARTÍNEZ | "ANÁLISIS DE LA CALIDAD AMBIENTAL DEL SUELO DE LA PLANTACIÓN DE PALMA AFRICANA (Elaeis guineensis) EN LA PARROQUIA SAN CARLOS, CANTÓN JOYA DE LOS SACHAS, PROVINCIA DE ORELLANA" | 2018 | http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/10555/1/236T0414.pdf | T |
| Indira Dayanara Novillo Espinoza1 , Manuel Danilo Carrillo Zenteno2 *, Jessica Elizabeth Cargua Chavez3 , Virginia Nabel Moreira4 , Karla Estefania Albán Solarte5 , Fátima Lourdes Morales Intriago6 . | Propiedades físicas del suelo en diferentes sistemas agrícolas en la provincia de Los Ríos, Ecuador | 2018 | PDF | T |
| MAE | Herramienta para la integración de criterios de Cambio Climático en los Planes de Desarrollo y Ordenamiento Territorial | 2019 | https://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/2019/09/Caja-de-herramientas-Cambio-Clima%CC%81tico-.pdf | M |
| LUCÍA GRACIELA MACK RIVAS | EVALUACIÓN DEL SISTEMA AGROFORESTAL Y MONOCULTIVO DE PALMA AFRICANA (ELAEIS GUINEENSIS JACQ.) ESTABLECIDOS POR EL PROYECTO LAPA EN LA REGIÓN DE OSA-GOLFITO, PUNTARENAS, COSTA RICA. | 2019 | https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/11173/evaluacion_sistema_agroforestal_monocultivo_palma_africana.pdf?sequence=1&isAllowed=y | T |
| YALENKA EBRATTH | MEJORAR LA REMOCION DE NANOPARTICULAS DE PLATA APLICADAS EN UN SEULEO DE PALMA AFRICANA UTILIZANDO LA TECNICA ELECTROREMEDIACION | 2019 | https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/8244/39013.pdf?sequence=1&isAllowed=y | T |
| GERALDINE ALEJANDRA JARAMILLO TENORIO | FORMULACIÓN DE UN PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA LA UNIDAD PRODUCTORA DE PALMA AFRICANA DE LA EMPRESA PALMASUR SAT, MUNICIPIO DE TUMACO - NARIÑO. | 2021 | https://repositorio.uniautonoma.edu.co/bitstream/handle/123456789/304/T%20IA-P%20172%202021.pdf?sequence=1&isAllowed=y | T |