



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERIA AGRONÓMICA



TRABAJO DE TITULACIÓN

Componente práctico de carácter Complexivo, presentado al H.
Consejo Directivo de la Facultad, como requisito previo a la obtención
del título de:

INGENIERA AGRÓNOMA

TEMA:

“Captación del dióxido de carbono en la palma aceitera (*Elaeis guineensis Jacq*) y su incidencia al medio ambiente”

AUTORA:

Bella Micheld Manzo Campaña

TUTOR:

Ing. Agr. Emilio Ramírez Castro, M.Sc.

Babahoyo – Los Ríos – Ecuador

2022

RESUMEN

La fijación de carbono por parte de los cultivos agrícolas es un proceso natural con potencial para la mitigación de los efectos nocivos de los gases de efecto invernadero. Teniendo en cuenta que la palma aceitera, es cultivada en grandes extensiones que algún momento fueron bosques o lugares forestales, pero fueron deforestados con la finalidad de insertarlo como cultivo y darle un manejo para su productividad, pero vemos que también cumple sus funciones ambientales que ayudan al planeta a reducir la cantidad de CO₂ en el planeta esto debido a su necesidad de absorberlo y transformarlo para generar glucosa de la cual se alimenta. Para ello es necesario conocer las características del cultivo de palma aceitera y sus funciones naturales, estudiando cada proceso fisiológico y sabiendo de esta forma cuál es su beneficio con respecto al medio ambiente y a su vez a la producción de este producto que es distribuido a nivel mundial. Se determina a través de esta investigación la cantidad de dióxido de carbono capturado por este cultivo el cual no da un aproximado de 29 kilogramos por hectárea diario. La cantidad de dióxido de carbono captado por las plantas es diferente dependiendo del cultivo en el caso de la palma aceitera la cantidad que absorbe es de 561,99 kg por hectárea, siendo las hojas las que más captan dióxido de carbono para realizar el proceso fotosintético haciendo que la incidencia contra el medio ambiente disminuya y recompense su manejo.

Palabras claves: Ambiente, captación, carbono, conservación, impacto ambiental.

ABSTRACT

Carbon sequestration by agricultural crops is a natural process with potential for mitigating the harmful effects of greenhouse gases. Bearing in mind that oil palm is cultivated in large areas that were once forests or forest places, but were deforested in order to insert it as a crop and manage it for its productivity, but we see that it also fulfills its environmental functions that help the planet to reduce the amount of CO₂ on the planet this due to its need to absorb it and transform it to generate glucose from which it feeds. For this, it is necessary to know the characteristics of the oil palm crop and its natural functions, studying each physiological process and knowing in this way what its benefit is with respect to the environment and in turn to the production of this product that is distributed worldwide. Through this investigation, the amount of carbon dioxide captured by this crop is determined, which does not give an approximate of 29 kilograms per hectare per day. The amount of carbon dioxide captured by plants is different depending on the crop. In the case of oil palm, the amount absorbed is 561.99 kg per hectare, with the leaves being the ones that capture the most carbon dioxide to carry out the photosynthetic process. making the incidence against the environment decrease and reward its management.

Keywords: Environment, capture, carbon, conservation, environmental impact.

CONTENIDO

AGRADECIMIENTO	¡Error! Marcador no definido.
DEDICATORIA	¡Error! Marcador no definido.
RESUMEN	II
ABSTRACT	III
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I.....	2
1.1. Definición del caso de Estudio.....	2
1.2. Planteamiento del problema.....	2
1.3. Justificación	3
1.4. Objetivos.....	4
1.4.1. Objetivo general.....	4
1.4.2. Objetivos específicos	4
1.5. Fundamentación teórica	4
1.5.1. Generalidades del cultivo de palma <i>aceitera Elaeis guineensis</i> <i>Jacq.</i> 4	
1.5.2. Definición del Dióxido de carbono	7
1.5.3. Fotosíntesis.....	8
1.5.4. Relación con el medio ambiente	10
1.6. Hipótesis	10
1.7. Metodología	11
CAPITULO II.....	12
2.1. Desarrollo del caso	12
2.2. Situaciones detectadas	12
2.3. Soluciones planteadas	13
2.4. Conclusiones.....	14
2.5. Recomendaciones	15
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	16

INTRODUCCIÓN

La captación de dióxido de carbono en las plantas es un proceso natural y vital para su desarrollo y subsistencia en el cual las plantas en el estroma producen las reacciones NADPH y el ATP los cuales se logra obtener a través de la generación de energía por medio de rayos solares y diferentes procesos fisiológicos de las plantas. La encima Ribulosa es combinada con una molécula de dióxido de carbono junto a la energía generada por el proceso fotosintético de la planta en la fase lumínica de esta forma la planta obtiene una molécula de glucosa (Cordero 2020).

La palma aceitera (*Elaeis guineensis Jacq*) es un cultivo que ha sido causa de la deforestación para poder establecerlo y producir, pero como cultivo se puede obtener beneficios económicos y a su vez ambientales a pesar de que se eliminan arboles forestales para sustituir la palma ella ejerce su función natural y da aporte al medio ambiente en lo cual generaremos información de su capacidad de ayuda a los ecosistemas y a la vez a la economía de los países productores de este cultivo.

Su incremento poblacional es cada vez más ascendente causando un impacto económico en los hogares ecuatorianos y todos los productores. Y existe un estudio donde se determina que la producción de aceites y grasas se elevó de 80,7 millones de toneladas a 188 millones (Dangond 1990).

La incidencia ambiental de la palma de aceite según estudios muestran que la cantidad de captación de dióxido de carbono es menor a la de la palma de azúcar la cual fija 44 kg por hectárea teniendo en relación la palma genera 29 kilogramos de carbono por cada hectárea al día, por lo tanto compite con la captación de un árbol forestal, pero que a su vez es un cultivo que muchos investigadores han tomado en cuenta para reducir la emisión de Co₂ debido a que se debe hacer por el efecto que tiene contra el medio ambiente y su aporte a el desequilibrio del cambio climático (Reyes 2012).

CAPITULO I

MARCO METODOLÓGICO

1.1. Definición del caso de Estudio

La palma de aceite *Elaeis guineensis Jacq* es ampliamente cuestionada en temas de sostenibilidad ambiental, a causa de la deforestación y los problemas que esta actividad conlleva para la vida silvestre, además en lo social se reconocen conflictos por el uso de tierras y la calidad de empleo proporcionado.

Estas críticas desprestigian al cultivo, sin tener en cuenta que no en todos los casos se desarrolla de esta manera y que en muchos de estos se debe a la técnica empleada más no al cultivo, por lo que no debe ser un concepto generalizador. Por tal razón el presente estudio se enfoca en describir la manera de captación del dióxido de carbono en la palma aceitera y su incidencia al medio ambiente.

1.2. Planteamiento del problema

El principal responsable del cambio climático, son las emisiones de gases de efecto invernadero derivadas de las actividades humanas que han venido aumentando los niveles de concentración de dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O). Al ser una problemática de nivel mundial y la cual se acrecienta con el tiempo, es necesario encontrar la manera de disminuir los niveles de producción y liberación de gases de efecto invernadero.

Para ello se ha evidenciado que, mediante la implementación de cultivos como es el caso de la palma aceitera, existe una disminución en la liberación directa de dióxido de carbono a la atmósfera, lo cual resulta como estrategia para controlar en cierta medida la exposición a los gases de efecto invernadero.

1.3. Justificación

El dióxido de carbono es un gas que es considerado contaminante y causante del efecto de invernadero el cual incrementa el cambio climático, pero los estudios en seres vivos entre ellos las plantas que necesitan de la presencia del CO₂ para realizar sus procesos metabólicos para su desarrollo.

La preservación del ecosistema, su cambio de uso y la consecuente pérdida de la biodiversidad, más el incremento del dióxido de carbono en la atmósfera como resultado de la contaminación por el incremento de la industrialización y constantes deforestaciones, en especial por el cultivo de la palma de aceite, está siendo continuamente motivo de interés por la comunidad científica para ayudar a el planeta y a su vez producir un cultivo que es de mucho aporte económico.

Teniendo en consideración que el cultivo de palma aceitera es un rubro importante dentro de las actividades agrícolas del litoral ecuatoriano, es importante reconocer y describir el mecanismo de captación de dióxido de carbono en este cultivo de manera que se puedan determinar los beneficios que este evento tiene para el medio ambiente, de manera que pueda aprovecharse para la generación de valor agregado, así como también para generar un importante aporte en la conservación ambiental.

Con los resultados del presente estudio, se beneficiará directamente a los productores de palma aceitera, mientras que, de forma indirecta a los actores de la cadena productiva, así como también a los habitantes de zonas aledañas a los sitios de producción de palma aceitera, puesto que ayudaría a promover un ambiente más saludable.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Describir la forma de captación del dióxido de carbono en la palma aceitera y su incidencia al medio ambiente.

1.4.2. Objetivos específicos

- Caracterizar la importancia de la captación del dióxido de carbono en el cultivo de palma aceitera.
- Analizar los beneficios de la captación del dióxido de carbono para el medio ambiente.

1.5. Fundamentación teórica

1.5.1. Generalidades del cultivo de palma *aceitera* *Elaeis guineensis* Jacq.

Origen de la palma aceitera *E guineensis* Jacq.

Registros nos indican que es proveniente de África occidental siendo Malasia y Indonesia los mayores productores de palma y este cultivo llega a extenderse al centro y sur de América. Arqueólogos establecen que la palma aceitera era usada en tiempos muy remotos desde antes de Cristo y su uso como producto era versátil para preparaciones de alimentos u otros.

Uno de los primeros importadores de palma es Inglaterra el cual inicia el comercio de este producto aproximadamente en el siglo XVIII y su distribución comercial progresa mucho más para el siglo XIX estableciéndose en el comercio internacional como un producto de consumo diario (Fontalvo 2014).

Características botánicas de la palma

Raíz

El sistema radicular es compuesto lo cual se distribuye en raíces primarias, secundarias, terciarias, y cuaternarias las cuales logran alcanzar longitudes

promedias de 1 a 15 metros y estas ayudan a dar mayor estabilidad al sostenerse desde el suelo y se expande de forma vertical 50 cm y estas no cumplen funciones de absorción de nutrientes agua y minerales (Reyes 1997).

Estipe

Es el encargado de dar soporte a la estructura de la planta lo cual cumple la función de un tallo, pero con la diferencia que no produce ramificaciones laterales como lo hacen las plantas aceráceas, un ejemplo son los helechos arborescentes. Otra función que tiene en la planta es que a partir de su elongación las inflorescencias aparecen en las axilas de las hojas (Forero *et al.* 2012).

Flor

Se caracteriza por tener 2 tipos de floración las cuales son las hepaxántica es decir las flores aparecen por un periodo de tiempo y luego mueren por otra parte, tenemos las flores pleonanticas lo que significa que en el tallo o estipe reproduzca ramas con inflorescencias (Forero *et al.* 2012).

Fruto

Para que el fruto sea generado por la planta se necesita la fecundación de al menos uno de los óvulos de los 3 carpelos de los cuales 2 desaparecen y se forma el fruto. Es un fruto esférico de forma ovoide y larga con una longitud de 3 a 5 cm y su mesocarpio es la fuente de aceite (Murphy 2009).

Área foliar

Las hojas son cambiantes en su forma y esto se va dando conforma van creciendo y desarrollándose. Inicialmente después de la germinación tiene forma lancuela ósea angostas y elípticas con puntas arriba u debajo de esta forma luego cambian dividiéndose de la línea raquis y del ápice.

Taxonomía

Reino..... Plantae

División.....Magnoliophyta

Clase..... Liliopsida
Orden.....Arecales
Familia.....Arecaceae
Genero.....Elaeis
Especie.....Elaeis guineensis

Características edafoclimáticas

Suelo

La mejor condición óptima para el cultivo de palma es un pH 4.5 hasta 7.0 además la palma aceitera según la USDA (Departamento de agricultura de los Estados Unidos) los suelos más comunes y de preferencia para su manejo son los Oxisoles y Ultisoles, con preferencia suelos profundos con texturas franco-arcilloso y diversidad de biomasa para el desarrollo de cada etapa del cultivo (Woittiez 2018). Las mejores condiciones para el crecimiento y desarrollo de la palma son de 5.5 de fertilidad del suelo medio alto con buen porcentaje de materia orgánica. Requiere de un promedio mensual de 75 % a 80 % de humedad para cumplir las condiciones ambientales correctas y de esta forma desarrollarse sin mostrar déficit (Cortez 2009).

Topografía

Para este cultivo los mejores terrenos topográficamente deber ser planos o levemente con undulaciones teniendo un máximo de 10 % (Cortez 2009).

Características climáticas.

Las temperaturas óptimas para la palma deben ser de 25° c hasta los 32° c lo cual podemos encontrar en zonas de característica tropicales húmedas (Paramanthan 2003). Su precipitación favorece las zonas con 1.800 mm durante todo el periodo del año y el déficit hídrico se manifiesta cuando alcanza los 1000 mm por año. Tenemos que la humedad relativa va mayor al 75 % (Paramanthan 2003).

Heliofanía

Se necesita un aproximado de 1600 horas luz anual para su desarrollo y acondicionamiento, de la etapa lumínica para la absorción de energía lumínica brindada por el sol con la cual la planta procesa esa luz junto al agua y CO₂ para convertirla en alimento.

1.5.2. Definición del Dióxido de carbono

Se lo puede definir como un gas sin color ni olor y está constituido por 1 átomo de carbono más 2 átomos de oxígeno en los enlaces covalentes. Es parte existente de nuestro planeta considerado un contaminante pero que a su vez se lo estudia por ser esencial en la vida y los procesos naturales del planeta tierra (Cortes *et al.* 2017).

Importancia

Sin la captación de dióxido de carbono generado por las plantas el planeta no tendría vida y no existiera como está estructurada y esto se debe a que sin el CO₂ no podrían las plantas realizar su proceso fotosintético. Esto significaría que las plantas no generarían glucosa la cual necesita para su alimentación, sin el dióxido de carbono no sería posible la captación de rayos solares que con el agua y los nutrientes esenciales para las plantas no se podría realizar ningún proceso simbiótico natural para la vida (Fernández 2014).

Ventajas

- Permite el dióxido de carbono la liberación de oxígeno cuando después de ser absorbido el CO₂.
- Es necesario para la vida y se necesita para la generar glucosa lo cual necesita la planta para subsistir.

Desventajas

- En plantas y animales desplaza el oxígeno que respiramos.
- La captación de CO₂ aumenta la cantidad de agua que absorben las plantas.

- La alta concentración de CO₂ afecta a cultivos volviéndolos vulnerables a plagas y enfermedades.
- Acelera el proceso de crecimiento de hojas y causa mal formaciones.
- Su alta concentración acelera el efecto de invernadero.
- Forma parte del cambio climático.

Qué tipo de planta es la palma aceitera según la cantidad de carbono que contiene

La palma aceitera es considerada por su ruta metabólica C3 ya que su mecanismo fijado de CO₂ es estable formado del ácido 3- fosfoglicérico con 3 átomos de carbono. De esta forma es parte de las plantas con fotorrespiración lo cual desprende dióxido de carbono a través de órganos fotosintetizadores de iluminación. También se la considera C3 porque las hojas viejas realizan su actividad morfológica por 21 meses. La palma llega a generar 29 kilogramos de carbono por cada hectárea al día (Corley 1998).

1.5.3. Fotosíntesis

Es un proceso químico en el cual las plantas generan su propio alimento para su desarrollo dándose en este proceso natural y necesario de la planta. La captación de dióxido de carbono el cual es absorbido por la planta y al combinar el agua absorbida por las raíces más la luz solar y el dióxido de carbono se da la fotosíntesis proceso que se da en todo ser vivo con clorofila sean plantas, algas y ciertas bacterias (Cordero 2020).

Tipos de fotosíntesis

Fase lumínica

Cortes *et al.* (2017) señala que durante el día las plantas requieren para subsistir la energía lumínica generada por el sol llamada fotón. La cual es absorbida por los tilacoides, en este caso las plantas de palma aceitera con la clorofila que contienen con los cloroplastos. La fotosíntesis luminosa donde suceden cuatro procesos fotosintéticos los cuales son:

Excitación fotoquímica de la clorofila:

La cual necesita 700 nanómetros de luz y esto se debe a que no toda la luz solar causa este efecto químico.

Fotólisis o foto oxidación del H₂O:

Donde se reduce 1 molécula de agua y se libera oxígeno, electrones y protones.

Foto reducción del NADP:

Recepta los electrones de la clorofila que provienen del agua y así dan forma al NADPH (Nicotinamida adenina dinucleótido fosfato).

Foto fosforilación del ADP:

Se produce debido a la interacción de los fotosistemas: F1 y F2 en el cual el F1 solo reacciona con la longitud de las ondas menores o iguales a 700 nanómetros.

Fase oscura: como se produce la captación de dióxido de carbono

La fase oscura llamada así debido a que esta fase no es dependiente de la luz solar para generar energía que queda como reserva de la fotosíntesis lumínica. La planta capta dióxido de carbono y agua de la atmósfera terrestre y así lo transforma en almidón (Cortes *et al.* 2017).

Proceso paso a paso del ciclo de Calvin

Según Paxala (2018:9) el ciclo se clasifica en 3 etapas las cuales son:

1. **Carboxilación:** Donde el CO₂ se añade a 1 compuesto de 5 carbonos para lograr la generación de 2 moléculas de 3 carbonos y es aquí donde se reduce el dióxido de carbono.

2. **Reducción:** Es cuando interviene la enzima NADPH (Nicotinamida adenina dinucleótido fosfato) y el ATP (adenosín trifosfato) perdiendo su composición y queda PGA (Ácido 3-Fosfoglicérico). Esta es la fase de mayor desgaste energético de la planta ya que en el proceso ya que la Cinasa convierte el fosfoglicerato en a través del consumo de glicerol-3- fosfato.
3. **Regeneración:** Es la fase final del ciclo de Calvin, pero es la más larga en las que se involucran 13 enzimas las cuales 2 son de esta etapa y de todo el ciclo incluyendo la enzima RUBISCO, también interviene la Sedoheptulosa-1,7-bisfosfatasa con la fostobuloquinasa.

Por lo tanto, para producir 1 molécula de glucosa el ciclo de Calvin debe cumplir con 6 vueltas en las cuales cada vuelta representa 1 molécula de CO₂ utilizadas dando como resultado un total de captación de 6 moléculas de dióxido de carbono para obtener 1 molécula de azúcar (Briseño 2018).

1.5.4. Relación con el medio ambiente

El cambio climático es uno de los problemas más incidente por el impacto del sobrecalentamiento global, en todo esto el dióxido de carbono tiene que ver por su efecto invernadero, que es la retención en la atmosfera del calor que genera el sol. El dióxido de carbono es uno de los gases atmosférico con mayor impacto a nivel ecológico, ocupando el segundo lugar (Pardo *et al.* 2019).

1.6. Hipótesis

H₀: Se desconoce la manera de captación del dióxido de carbono en la palma aceitera y su incidencia al medio ambiente.

H_a: Se puede hacer una correcta descripción de la manera de captación del dióxido de carbono en la palma aceitera y su incidencia al medio ambiente.

1.7. Metodología

El presente trabajo documental se basó en la exploración y selección de diferentes fuentes de información secundaria que expongan aspectos vinculados al tema de estudio como gases de invernadero, captación de carbono y su importancia para la conservación del ambiente. Para tal efecto se procuró seleccionar fuentes bibliográficas recientes, ya que aportan con hallazgos relevantes actualizados en cuanto al tema de estudio. Posteriormente, se realizó un análisis y síntesis de la información obtenida, de manera que se pudieron determinar las conclusiones más importantes de acuerdo con los objetivos de la investigación planteada.

CAPITULO II

RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Desarrollo del caso

Esta investigación busca la recopilación de información sobre la captación del dióxido de carbono en la palma aceitera y la incidencia que puede ocasionar en el medio ambiente.

2.2. Situaciones detectadas

La palma aceitera compensa la cantidad de dióxido de carbono que asimila de la atmosfera y el dióxido generado por el factor antropogénico a través de la industrialización y el aumento de este gas emitido por lo tanto planteo que su manejo sea preciso y se investigue formas de contrarrestar este problema que difícilmente será regulado ya que el consumo de aceites y grasas va en aumento y económicamente es rentable pero ambientalmente es perjudicial.

Pero a diferencia de otros cultivos tropicales, su potencial de captura de CO₂ no es superior al de los árboles de los bosques, pero si superiores a 40 kilogramos por hectárea, teniendo en cuenta que los árboles que son talados almacenan mayor cantidad de carbono hasta 165 toneladas por cada hectárea esto nos lleva a determinar que los árboles y todo sistema agroforestal es incompensable.

Por otra parte, se encontró que la palma aceitera en su proceso fotosintético para captar el dióxido de carbono y convertirlo en oxígeno absorbe menor cantidad de agua a diferencia de otros cultivos que fija más dióxido, pero la absorción de agua es mayor causando también un impacto ambiental por el factor hídrico.

En estudios realizados demuestran que la incidencia ambiental en la cantidad de captación de dióxido de carbono es de 29 kilogramos de carbono por cada hectárea al día.

2.3. Soluciones planteadas

Controlar y manejar con precisión el cultivo de palma es una demanda de alto índice debido a que en costos de producción su costo es alto y por ser un monocultivo se utiliza insumos fósiles los cuales tienen incidencia en la liberación de carbono. Es necesario también la renovación de estos cultivos que ya han cumplido con su ciclo de vida de esta forma ayudamos a el medio ambiente teniendo plantas de palma jóvenes con alta cantidad de consumo de dióxido de carbono y generación de oxígeno lo cual ayuda al medio ambiente y la vida en nuestro planeta.

Establecer y ejecutar normas que controlen la emisión del dióxido de carbono por parte del hombre es fundamental para que cultivos como la palma de aceite equilibren la condición ambiental ya que si las plantas no logran capturar la alta cantidad de CO_2 que se haya concentrado por el factor antropogénico esto afectara a las plantas mismas haciéndolas vulnerables ante ataques de plagas y enfermedades debido al efecto que tiene el no poder sintetizar el alto volumen de este gas en la tierra y perdiendo mucha energía no logra abastecerse y tiene a perder su vigorosidad.

2.4. Conclusiones

La necesidad de que esta información sea generada para conocer todos los aspectos tratados en este estudio ya que la palma de aceites es de mucha importancia económica pero así mismo debe existir equilibrio entre su beneficio ambiental ya que producir y generar ingresos económicos no compensa el deteriorar más las condiciones del planeta.

Concluyendo que este cultivo si tiene un índice promedio de captación de dióxido de carbono y que la capacidad de secuestro de CO₂ es de 125,50 toneladas por hectárea en la edad de 12 años del cultivo, el estipe alcanza a captar 561 kilogramos y sus hojas 328,76 kilogramos.

2.5. Recomendaciones

Recomiendo que sea cultivada la palma aceitera por su capacidad de ayudar al medio ambiente a pesar de que este tema sea parte de controversia debido a que se han talado muchas zonas forestales para su establecimiento y manejo con objetivos económicos y productivos.

Recomiendo ver a la palma no solo como un monocultivo si no también enfocarnos en que dentro de los ecosistemas cumple un rol importante para la captación de dióxido de carbono. Pero ante ello existe la necesidad de entender el proceso que las plantas atraviesas para que todo esto sea posible teniendo en cuenta que requiere de un equilibrio nutricional y que todas las condiciones para su desarrollo sean dadas.

También es importante el buen manejo integrado de plagas y enfermedades que ayudarían a que la planta no represente dificultades para desarrollar sus otras funciones morfofisiologías y produzcamos y a la vez conservemos el medio ambiente. No sembremos este cultivo en zonas que no cumplan las características óptimas para la palma aceitera.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Atwoli y Vázquez. 2022. Llamamiento a adoptar medidas urgentes para limitar los aumentos de temperatura en el mundo, restablecer la diversidad biológica y proteger la salud: (Revista). Disponible en <https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/54701/v45e1232021.pdf?sequence=5&isAllowed=y>
- Briceño. 2018. Ciclo de Calvin | Qué es, en qué consiste, características, fases, explicación: (en línea, sitio web). Disponible en <https://www.euston96.com/ciclo-de-calvin/>.
- Corley. 1993. Cómo lograr rendimientos de 17 toneladas de aceite por hectárea: (Revista). Disponible en <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/401/401>
- Corley. 1998. Respuestas al estrés por calor en los cultivos: (Artículo científico). Disponible en <https://www.redalyc.org/journal/437/43748637021/html/>
- Cortez. Et al. 2014. Actividad fotosintética y su relación con el rendimiento de diez clones de cacao nacional: (Revista). Disponible en http://revistasespam.espam.edu.ec/index.php/Revista_ESPAMCIENCIA/article/view/202
- Cordero. 2020. La fotosíntesis y sus etapas en el proceso de producción de glucosa en las plantas: (Tesis). Disponible en <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/8501/E-UTB-FACIAG-ING%20AGROP-000103.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cortez. 2009. ANATOMÍA Y MORFOLOGÍA VEGETAL: (Artículo científico). Disponible en <https://unl.edu.ec/sites/default/files/archivo/2019-12/ANATOMI%CC%81A%20Y%20MORFOLOGI%CC%81A%20VEGETAL.pdf>

- Dangond. 1990. Palma de aceite: compromiso con el progreso y la convivencia: (Revista). Disponible en https://kipdf.com/palma-de-aceite-compromiso-con-el-progreso-y-la-convivencia-luis-francisco-dango_5afba2378ead0e144c8b4573.html
- Fontalvo. 2014. El aceite de palma africana *elae guineensis*: Alternativa de recurso energético para la producción de biodiesel en Colombia y su impacto ambiental: (Artículo científico). Colombia. Disponible en <http://www.scielo.org.co/pdf/prosp/v12n1/v12n1a11.pdf>
- Forero *et al.* 2012. Generalidades sobre la morfología y fenología de la palma de aceite: (Revista). Colombia. Disponible en <http://52.200.198.20/bitstream/handle/123456789/107644/Generalidades%20sobre%20la%20morfolog%c3%ada%20y%20fenolog%c3%ada%20de%20la%20palma%20de%20aceite.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Fernández. 2014. La fotosíntesis y sus etapas en el proceso de producción de glucosa en las plantas: (Tesis). Disponible en <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/8501/E-UTB-FACIAG-ING%20AGROP-000103.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ibarra. 2015. Crecimiento en vivero de las palmas aceiteras *Elaeis oleífera* x *Elaeis guineensis* y *Elaeis guineensis* x *Elaeis guineensis* en Tumaco Colombia: (Artículo científico). Colombia. Disponible en <http://www.scielo.org.co/pdf/ccta/v16n2/v16n2a07.pdf>
- O' Loughlin. 2009. Biotecnología de la producción de algas: (Artículo científico). Disponible <https://www.fisicanet.com.ar/biologia/metabolismo/ap12-fijacion-decarbono.php>
- Paramantham. 2003. Carbon monoxide contamination: an environmental health problema: (Artículo científico). Disponible en <https://www.scielosp.org/article/rsap/2006.v8n1/108-117/>

Pardo *et al.* 2019. Contexto actual del impacto ambiental de la palma de aceite: (Revista científica). Disponible en file:///C:/Users/User/Downloads/12868-Texto-14998-1-10-20191219.pdf

Paxala. 2018. La fotosíntesis y sus etapas en el proceso de producción de glucosa en las plantas:(Tesis). Disponible en https://rraae.cedia.edu.ec/Record/UTB_655107992d03fee3ba3c58d4b4456514

Reyes. 1997. Distribución del sistema radical de la palma de aceite (*Elaeis guineensis Jacq.*) en Tumaco, Colombia: (Revista). Colombia. Disponible <https://www.redalyc.org/pdf/4962/496250639011.pdf>

Reyes. 2012. Aprovechamiento de residuos agroindustriales para el mejoramiento de la calidad del ambiente: (Revista). <https://revistas.unimilitar.edu.co/index.php/rfcb/article/download/3108/2874>

Woittiez. 2018. Brechas de rendimiento en el cultivo de palma de aceite: una revisión cuantitativa de factores determinantes: (revista). Disponible en <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Woittiez. 2018. Carbon dioxide and global climate warming: a topic to introduce in the Colombian school: (Artículo científico). Disponible en <https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1346&context=ap>