

**Impacto de Buenas Prácticas en el cultivo de
palma africana (*Elaeis guineensis*) sobre el
Arrecife de Coral Mesoamericano**

Lorena Paola Luna Velásquez

Zamorano, Honduras

Diciembre, 2008

ZAMORANO
CARRERA DE DESARROLLO SOCIOECONÓMICO Y AMBIENTE

Impacto de Buenas Prácticas en el cultivo de palma africana (*Elaeis guineensis*) sobre el Arrecife de Coral Mesoamericano

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniera en Desarrollo Socioeconómico y Ambiente en el Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

Lorena Paola Luna Velásquez

Zamorano, Honduras
Diciembre, 2008

Impacto de Buenas Prácticas en el cultivo de palma africana (*Elaeis guineensis*) sobre el Arrecife de Coral Mesoamericano

Presentado por:

Lorena Paola Luna Velásquez

Aprobado:

Mily Cortés Posas, Ph.D.
Asesora Principal

Arie Sanders, M.Sc.
Director
Desarrollo Socioeconómico y
Ambiente

Carlos Quiroz, M.Sc.
Asesor

Raúl Espinal, Ph.D.
Decano Académico

Kenneth L. Hoadley, D.B.A.
Rector

RESUMEN

Luna, Lorena. 2008. Impacto de Buenas Prácticas en el cultivo de palma africana (*Elaeis guineensis*) sobre el Arrecife de Coral Mesoamericano. Proyecto de graduación del programa de Ingeniería en Desarrollo Socioeconómico y Ambiente, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Honduras. 49 p.

Debido a la creciente preocupación por el calentamiento global, y la inestabilidad en el precio del combustible fósil, Honduras, como importador neto de derivados de petróleo busca en la generación de biocombustibles alternativas para suplir la demanda del sector transporte. El cultivo de palma africana es la fuente más eficiente para la generación de biodiesel, es por ello que el gobierno creó el Megaproyecto de Palma Africana que intenta cubrir 200 mil hectáreas en el litoral Atlántico. La problemática surge porque la zona potencial designada por el gobierno alberga el 13% de las áreas de conservación en el país y cuencas con influencia directa al Arrecife Mesoamericano. Este trabajo define el impacto que tienen las Buenas Prácticas de cultivo para disminuir el daño potencial que la implementación del cultivo de palma puede ocasionar al arrecife. Para esto se determinan los contaminantes que se derivan del cultivo de palma que tienen efectos negativos sobre el arrecife. Adicionalmente se cuantifican las pérdidas económicas que el cultivo puede ocasionar, bajo distintos escenarios que contemplan la implementación de Buenas Prácticas en un 0%, 50%, y 100% del área del cultivo. Para esto se utilizó de referencia diferentes estudios, entre ellos se destacan: La producción de palma aceitera (SAG), Análisis de cuencas hidrológicas del Arrecife Mesoamericano (ICRAN-MAR) y La valoración económica de los arrecifes en riesgo en el Caribe (WRI). Los resultados obtenidos indican que la implementación de Buenas Prácticas es capaz de disminuir en un 70% la cantidad de sedimentos, nitrógeno y fósforo que se dirigen al arrecife. Sin embargo, no detienen la degradación a la que está expuesto. Los daños que genera el cultivo se concentran en los primeros 3 años, disminuyendo 142 millones de los ingresos potenciales durante los próximos 5 años en pesca y turismo. Las recomendaciones de este estudio se dirigen a que las entidades que velan por la conservación del arrecife implementen mecanismos no convencionales como manglares artificiales, diques y barreras que impidan que más efluentes afecten al coral y que los próximos proyectos contemplen estudios más profundos tanto topográficos, como biológicos para disminuir los daños que pueden ocasionar a diferentes ecosistemas.

Palabras clave: contaminantes, impacto económico, conservación.

CONTENIDO

Portadilla	i
Página de firmas.....	ii
Resumen.....	iii
Contenido.....	iv
Índice de gráficas	v
Índice de cuadros	vi
Índice de anexos.....	vii
1. INTRODUCCIÓN	1
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	10
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	20
4. CONCLUSIONES.....	29
5. RECOMENDACIONES	30
6. RECONOCIMIENTOS	31
7. BIBLIOGRAFÍA	32
8. ANEXOS	35

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica	Página
1. Importaciones anuales de combustibles en Honduras	2

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Factor topográfico en función de pendientes.....	14
2. Cobertura vegetal en cultivo de palma africana.....	14
3. Factor de prácticas de conservación	15
4. Recomendación de dosis de fertilizantes en palma africana.....	17
5. Ingreso de turistas a las Islas de la Bahía.....	18
6. Salidas en plantaciones de palma africana.....	20
7. Salidas en plantaciones de palma africana por etapa.....	21
8. Área de siembra del cultivo de palma africana en cuencas influyentes en arrecife coralino	23
9. Cantidad de contaminantes por etapa en escenarios con y sin Buenas Prácticas	24
10. Cantidad de contaminantes por etapa en diferentes escenarios	25
11. Daño causado por contaminación con área de proyecto sin Buenas Prácticas	26
12. Daños del arrecife en el tiempo	27
13. Valoración económica para los próximos 5 años del Arrecife Mesoamericano en Honduras	28

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo	Página
1. Diagrama de flujo del proceso de cultivo de palma africana.....	38
2. Cuadros de aplicación de fertilizantes en el cultivo de palma africana	39
3. Prácticas de conservación en el cultivo de palma africana	39
4. Pérdidas de nutrientes en el suelo	41
5. Absorción de fertilizantes en cultivo de palma africana.....	42
6. Etapas de producción del cultivo de palma africana.....	42
7. Mapa de áreas de proyecto de intensificación de palma africana que interceptan cuencas que afectan el Arrecife Mesoamericano.....	45
8. Daños causados por el cultivo de palma africana sin aplicar Buenas Prácticas	45
9. Daños en cuenca por Pastorok	46
10. Contaminantes utilizados en la producción de palma africana.....	46

1. INTRODUCCIÓN

1.1. MARCO TEÓRICO

En esta sección se pretende orientar al lector en el conjunto de conocimientos que guiaron este estudio. Se enmarca en la importancia que está cobrando el biodiesel en la actualidad, tanto para disminuir la contaminación como para mejorar la economía, en Honduras y el resto del mundo. Adicionalmente se habla sobre el estado del coral y su relevancia para el país.

1.1.1. Combustible fósil y su relación con el calentamiento global

Actualmente, es un hecho científico que el clima global está siendo alterado significativamente, como resultado del aumento de las concentraciones de gases de efecto invernadero tales como: el dióxido de carbono, clorofluoro-carbonos, metano y óxidos nitrosos (Houghton *et al.*, 1999). Los gases de efecto invernadero están atrapando una porción creciente de radiación infrarroja terrestre y para los cincuenta años próximos se espera incrementos de la temperatura planetaria entre 1.5 y 4.5°C (EEI, 1997). El gas que se encuentra en mayor concentración entre los que producen el efecto invernadero es el dióxido de carbono, producto en un 77% de la quema de combustibles fósiles. La disminución de gases de efecto invernadero, la generación de oportunidades en la agricultura y la perspectiva de agotamiento de fuentes de combustibles fósiles conforman razones ambientales y socio-económicas que otorgan a la biocombustibles valoración y significancia en la actualidad.

1.1.2. Importancia de biocombustibles

El etanol y el biodiesel reciben gran atención ya que estos son una posibilidad viable de sustituir los combustibles fósiles usados en el transporte sin necesidad de hacer mayores cambios en los motores de los vehículos. En los autos actuales el etanol puede sustituir hasta un 25% de la gasolina, sin requerir modificaciones. El biodiesel puede sustituir al diesel en un 100%. Este hecho es de gran importancia ya que el sector transporte demanda aproximadamente el 50% del consumo mundial actual de petróleo (CEPAL, 2007).

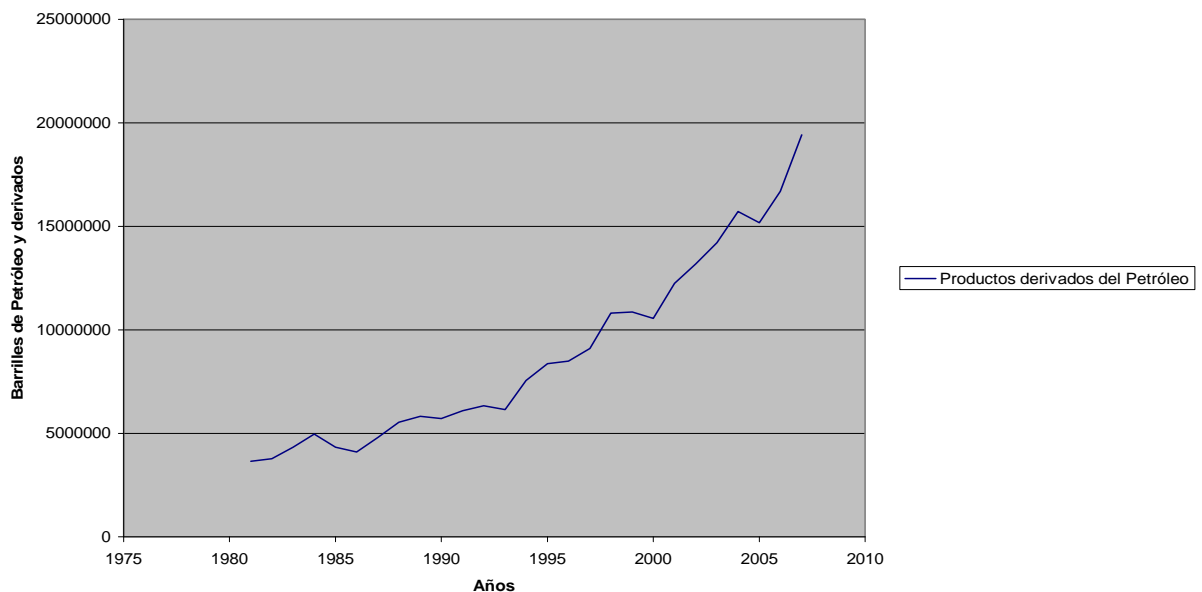
Según González (2004), el biodiesel es un combustible o aditivo para combustibles renovable y biodegradable, usado en motores diesel de forma pura o mezclada con otros derivados fósiles. El biodiesel se puede producir a partir de una gran variedad de productos que incluyen grasas animales y aceites vegetales vírgenes y reciclados. Estos

aceites pueden ser derivados de productos agrícolas como la higuera, piñon, soya, palma africana, girasol, colza y canola.

En la actualidad los países industrializados proclaman ambiciosas metas sobre el uso de biocombustibles. En Europa se espera sustituir el 5.75% del combustible del transporte para el 2010; y el 10% para el 2020. El objetivo de los Estados Unidos es alcanzar los 35 billones de galones por año (aproximadamente 132 billones de litros por año) sustituidos. Debido a esto, desde el 2004 hasta el 2007 la inversión en biocombustibles se ha incrementado 8 veces (Giménez, 2007).

1.1.3. Importancia del biodiesel en Honduras

Honduras es un país que se caracteriza por ser un importador neto de los derivados del petróleo para efecto de atender la demanda interna de energía que cada día se manifiesta creciente y con costos que debilitan la economía nacional. Como ejemplo de su dependencia Honduras importa alrededor de 4,616 mil barriles de diesel y 2,887 mil barriles de gasolina al año (624,735 millones de dólares) y la mayor parte de ellos son para el sector transporte. Sólo pocas empresas usan el diesel para generar energía ya que la mayoría usa bunker (fuel oil) (Padilla, 2007).



Gráfica 1. Importaciones anuales de combustibles en Honduras (CAP, 2006).

La creciente demanda de combustibles en Honduras está reflejada en el gráfico anterior, que representa las importaciones de derivados de petróleo desde 1981 hasta el 2007, en el cual la cantidad de barriles importados en el 2007 es seis veces superior a la reportada en 1981. En búsqueda de evitar futuros impactos en la economía del país, debido a la tendencia de alza percibida en el petróleo y sus derivados en los últimos años, la empresa privada nacional y el gobierno de la República, encaminan esfuerzos en pro del aprovechamiento de las fuentes alternativas de energía (INE, 2006).

El biodiesel ha sido identificado por el gobierno hondureño como alternativa para abastecer un porcentaje del mercado nacional de combustibles. Adicionalmente se presenta la oportunidad de exportar a Estados Unidos y Europa que se encuentran muy interesados en fuentes energía alternas, especialmente para el sector transporte. Por ahora, Honduras se ha centrado en la producción de biodiesel a partir de la palma africana (*Elaeis guineensis*) con el objetivo de lograr una sustitución inicial del 10% de las importaciones. Durante el 2006 el país destinó 1,052 millones de dólares a la importación de combustibles siendo éstas casi un 25% de sus importaciones totales en ese año y consumiendo el equivalente al 20% de los ingresos por exportaciones. Un 10% de sustitución representaría una reducción considerable en la utilización de divisas.

Actualmente, Honduras cuenta con 100 mil hectáreas de palma africana en la costa atlántica que producen aproximadamente 1,400 mil toneladas métricas de fruta fresca por año, con estas se producen unas 300 mil Tm de aceite. Del total de esa producción de aceite, el 58% se exporta, o sea unas 170 mil Tm equivalentes a 100 millones de dólares en divisas para el país, situación que se ha incrementado en los últimos años. A finales del presente año se espera que existan 120 mil hectáreas cultivadas de palma (SAG, 2008).

La elección del cultivo de palma africana como fuente de biocombustibles está basada en la experiencia del país con este cultivo. Adicionalmente se ha considerado la eficiencia de la palma para la producción de aceite, del que posteriormente con la esterificación se obtiene el biodiesel. El rendimiento de aceite en palma africana es del 22%, un cultivo bien manejado rinde hasta 5.7 Tm de aceite crudo por ha/año (SAG, 2005).

1.2. ANTECEDENTES

A continuación se presentan detalladamente acontecimientos que validan la necesidad del estudio como ser: proyecto del gobierno de intensificación del cultivo de palma africana, contaminación ocasionada por la palma africana, y la situación actual del Arrecife Mesoamericano y su importancia en Honduras.

1.2.1. Megaproyecto Cultivo de Palma Africana para Biodiesel

En Febrero del 2006 en la República de Honduras el gobierno de Miguel Zelaya aprobó un proyecto que pretende cubrir un área de 200 mil hectáreas con el cultivo de palma africana, en los departamentos de Cortés, Yoro, Atlántida y Colón entre los años 2007 - 2010; propuesta presentado por el asesor de proyectos especiales de gobierno, Moisés Starkman. (SAG, 2006). El principal objetivo de este proyecto es reducir la dependencia actual de Honduras de los combustibles importados, además de generar 300 mil empleos directos e indirectos, reducir las emisiones de carbono y azufre dañino para la salud y el medio ambiente producto del diesel fósil. El proyecto también generará un ahorro \$ 370 millones en divisas promoviendo el crecimiento económico (Starkman, 2006). Los contras del proyecto surgen porque los departamentos donde se planea intensificar la producción están próximas y contienen áreas protegidas costeras como: Refugio de Vida Silvestre Cuero y Salado, el Parque Nacional Jeannette Kawas, Las lagunas costeras de

Guaymoreto Cacao y Brus, Laguna y la Biosfera de Río Plátano, entre otros humedales costeros no protegidos (REDHES, 2007).

1.2.2. Problemas de contaminación producida por palma africana

El cultivo de palma africana es un cultivo extensivo. Según Lassaleta (2005), estas modalidades de cultivos aunque han conseguido un aumento de productividad, son insostenibles y las pérdidas que genera desde el punto de vista social, económico y ambiental son incalculables y en algunos casos, irreversibles. De acuerdo a experiencias y estudios realizados en la provincia de Pichincha-Ecuador en zonas palmicultoras cercanas a Santo Domingo, se establece que la concentración de elementos químicos encontrados sobrepasa los límites recomendados para consumo humano, riego, ganado y vida acuática. La contaminación por todos estos agroquímicos causa daños a la flora y fauna, daños a la salud de los trabajadores agrícolas y a las personas que viven junto a las plantaciones.

Los efectos contaminantes se observan en el deterioro de la salud de animales domésticos y de la fauna y flora de las zona cercanas a las plantaciones. Habitantes de Santo Domingo de los Colorados reportan que han desaparecido especies de peces como guañas (*Chaetostoma aequinoctialis*) y barbudos (*Rhamdia wagneri*). También la deforestación y las obras de canalización y desecamiento de esteros previos a la plantación provocan cambios profundos en el régimen hidrológico.

En el control de plagas se utilizan elevados volúmenes de insecticidas, fungicidas y herbicidas. Los insecticidas más usados son: *endosulfan* (organoclorado) y el *carbofuran* (carbamato, prohibido en Estados Unidos y Canadá), *malathion* (organofosforados); el herbicida más común utilizado es el *glifosato* y de los fungicidas el *carboxin*. Estos insecticidas han sido clasificados como altamente y moderadamente peligrosos según la Organización Mundial de la Salud (Buitron, 2002).

1.2.3. Efectos de contaminación sobre el arrecife de Coral Mesoamericano

La mayoría de los corales son altamente sensibles a los impactos de sedimentos y nutrientes, ya que pueden inhibir su crecimiento e inclusive degradar la salud de los corales ya existentes. La degradación producida tiene lugar porque los sedimentos impiden el paso de la luz a las zooxantelas y los nutrientes que fluyen a las aguas costeras aceleran el crecimiento de algas, que además de competir por energía solar colonizan el área impidiendo el crecimiento de larvas importantes para el coral. Actividades como la conversión agraria, las prácticas de la labranza, las modificaciones en los ríos, y la construcción de carreteras pueden aumentar entre 2 a 10 veces la cantidad de sedimentos generados en área determinada (NASA, 1994).

Los estudios realizados sobre la degradación de los arrecifes de coral establecen que existe una relación directa entre la calidad del agua que desemboca en las zonas costeras y el blanqueamiento y deterioro de los sistemas arrecifales. Por ejemplo, en Indonesia se han realizado estudios que atribuyen del 30 al 60% de disminución de diversidad coralina a la contaminación y sedimentación, y en el Arrecife Mesoamericano estudios han comprobado que el 20% de los corales de esta sub-región están altamente amenazados por

sedimentación, y nutrientes. El agua contiene sedimentos y contaminantes fosforados y nitrogenados, provenientes de la intensificación de la agricultura, actividad maderera y al escurrimiento de fertilizantes de plantaciones de banano y cítricos desde el sur de Belice hasta Guatemala y Honduras (WRI, 2005).

El Arrecife Mesoamericano es el segundo más grande del mundo. De suma importancia en términos de biodiversidad es compartido por México, Honduras, Guatemala y Belice. Se extiende 1000 Km y es el arrecife continuo más grande del Hemisferio Occidental. Éste ha sido sujeto de estudios por diversas entidades que buscan protegerlo, entre ellas el Instituto de Recursos Mundiales. Este instituto encontró que más del 80% del sedimento, y 50% de los contaminantes que llegan a las aguas costeras del Arrecife Mesoamericano se originan de actividades humanas en territorio hondureño. Este sedimento y contaminantes provienen principalmente de actividades agrícolas en las cuencas del Río Ulúa, Patuca y Negro (WRI, 2006).

1.2.4. Importancia del arrecife coralino en Honduras

Los arrecifes de coral se caracterizan por ser fuente de alimento de una riquísima variedad de crustáceos, tortugas, peces, y otros animales marinos siendo además refugio para su reproducción y crecimiento. Los ecosistemas marinos en especial los arrecifes coralinos tienen un papel fundamental como fuente de recursos para los asentamientos humanos costeros, proporcionando alimento y empleo, principalmente en comunidades rurales e isleñas donde existen pocas alternativas de trabajo. Adicionalmente la belleza de los arrecifes de coral atrae a miles de turistas que dejan beneficios económicos a las comunidades

En Islas de la Bahía la afluencia de turistas en el año 2005 fue de 277,060 visitantes, lo cual refleja la importancia de este rubro en los ingresos nacionales. Esta cantidad de turistas representó el 24.7% del total de turistas recibidos en Honduras durante el 2005. Esto cobra especial importancia al tomar en cuenta que el turismo es el segundo en generación de divisas, y representa casi el 7% del Producto Interno Bruto de Honduras según el Banco Central (IHT, 2006).

Por otra parte, se estima que los ecosistemas arrecifales aportan el 10% del volumen mundial de pesca y el 50% del carbonato de calcio producido a nivel global. Un arrecife también protege las costas del choque de fenómenos naturales como tormentas, huracanes o eventuales “tsunamis”, cuyo fuerte oleaje provoca erosión y socava los terrenos costeros (WWF, 2008).

1.3. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

En la zona donde se pretende ejecutar el Megaproyecto de Palma Africana para Biodiesel existen 23 áreas protegidas, que representan el 13% del territorio nacional protegido. Éstas poseen una rica biodiversidad que comprende altas montañas, valles, bosques secos, humedales costeros, arrecifes coralinos y sistemas insulares. Los tres humedales del norte hondureño están inscritos en la Convención de Humedales RAMSAR, y representan un papel clave en la continuidad del Sistema Arrecifal Mesoamericano (REDHES, 2007).

Las formaciones coralinas se ubican sobre la franja tropical, entre los 30° N y los 30° S, en aguas someras y hasta una profundidad de 60 m. Para su desarrollo requieren condiciones óptimas de temperatura, radiación y baja sedimentación. La iluminación limita el crecimiento activo del coral debido a los requerimientos de luz de las algas simbióticas, por esto el mayor desarrollo de la estructura coralina ocurre a profundidades menores de 20 m. Se da una baja tolerancia a sedimentos suspendidos puesto que la turbidez reduce el nivel de iluminación y utilización de la energía solar. Además, interfiere con la alimentación de los pólipos y aumenta los gastos energéticos de estos para mantener sus superficies limpias. Por esta razón, los arrecifes alcanzan su mejor desarrollo en aguas oceánicas de gran transparencia y están ausentes de las costas sujetas a copiosas aportaciones de sedimentos finos.

Los arrecifes coralinos son vulnerables al enriquecimiento de las aguas por nutrientes debido a que causa afloramientos de fitoplancton y los organismos que se alimentan de estos (zooplancton). Estos afloramientos reducen las transparencias de las aguas y provocan la sedimentación de material orgánico. También se propicia la colonización de los sustratos del arrecife por algas filamentosas y carnosas que crecen sobre el coral vivo y lo destruyen. Este enriquecimiento es provocado por efluentes que contienen nutrientes y que llegan al mar vía difusores submarinos o como resultado de la escorrentía o descarga de los ríos, sobre todo cuando estos drenan zonas agrícolas donde se utilizan grandes cantidades de abonos químicos (Goenaga, 1986).

El proyecto menciona que sólo se usaran zonas sin cobertura forestal, pero no habla sobre qué medidas se tomarán para proteger el Arrecife (Starkman, 2006). Las cuencas donde se sitúa el proyecto: Cuenca del Río Chamelecon, Ulua, Lean, Aguan, Lislis, Sico (Tinto o Negro), Plátano, Patuca, Warunta y Cruta que desembocan en el Caribe y se consideran de alta influencia en el Arrecife Mesoamericano. Estas cuencas cargan ya de por sí contaminantes que dañan el coral como nitrógenos, fosfatos y sedimentos (WRI, 2006). Estudios como Papua Nueva Guinea han demostrado que la siembra de palma africana, mal manejada, puede producir contaminación severa de fuentes de agua. Aumentar cultivos en 200,000 ha sin un adecuado programa de Buenas Prácticas puede aumentar la presencia contaminantes en las cuencas que influyen el arrecife.

Los contaminantes produjeron el efecto de blanqueamiento, reducción de cobertura del coral vivo, incrementaron del recubrimiento algas o disminución de la diversidad de especies en el sistema coralino. Un aumento de los mismos podría ser fatal para el coral, la pesca y el turismo (WRI, 2006). Es importante definir qué tan relevantes son las Buenas

Prácticas para evitar que el cultivo extensivo de palma afecte de forma negativa el Arrecife Mesoamericano.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo general

- Definir la relevancia de las Buenas Prácticas en el cultivo extensivo de palma africana, para evitar efectos negativos en el Arrecife Mesoamericano.

1.4.2. Objetivos específicos

- Definir los impactos ambientales producidos por el cultivo de palma africana.
- Determinar el los impactos ambientales del cultivo de palma africana que dañan al arrecife coralino.
- Establecer el efecto de las Buenas Prácticas de cultivo sobre los contaminantes que afectan el arrecife de coral.
- Cuantificar las pérdidas económicas que genera la degradación coralina en pesca y turismo en Honduras.

1.5. LÍMITES DEL ESTUDIO

Este estudio está sujeto a las siguientes consideraciones:

1.5.1. Área

El estudio se limitó a las áreas seleccionadas por el programa del gobierno para la intensificación de 200 mil hectáreas de palma africana:

- | | |
|-----------------------------|------------------|
| • Valle de Sico | 30 000 hectáreas |
| • Valle de Sula | 35 000 hectáreas |
| • Valle de Aguán | 50 000 hectáreas |
| • Valle de Leán | 35 000 hectáreas |
| • Zona de La Mosquitia | 30 000 hectáreas |
| • Alto del Patuca (Olancho) | 20 000 hectáreas |

Las mismas fueron seleccionadas por el programa debido a los requerimientos agroecológicos de la palma africana que coinciden con las condiciones climáticas

existentes en la Costa Norte de Honduras. Las condiciones climáticas más relevantes son: temperaturas medias anuales entre 24° y 28°C, precipitación anual mínima de 2000 mm, suelos planos o ligeramente ondulados con textura franco arcillosa o arcillo arenosa, profundos y bien drenados (FAO, 1792).

1.5.2. Contaminantes

El estudio se limitó a considerar sólo los contaminantes del cultivo extensivo de palma que generen mayor efecto sobre el coral bajo tres escenarios

- Buenas Prácticas de manejo en las 200 mil hectáreas por cultivar
- Buenas Prácticas de manejo en 100 mil hectáreas por cultivar
- Buenas Prácticas de manejo en ningún área por cultivar

1.5.3. Tiempo

Se analizaron los efectos del cultivo en diferentes etapas

- Etapa 0: 0 – 3 años, establecimiento de la plantación
- Etapa I: 4 – 5 años, producción 3 – 7 Tm/ha
- Etapa II: 6 – 7 años, producción 8 – 15 Tm/ha
- Etapa III: 8 – 9 años, producción 16 – 20 Tm/ha
- Etapa IV: 10 – 11 años, producción 21 – 22 Tm/ha
- Etapa V: 12 – 25 años, producción 23 – 26 Tm/ha

Estas etapas fueron consideradas basándose en las diferencias de productividad y la variabilidad de la cobertura en las superficies cultivadas en dichos períodos. Lo cual afecta directamente la cantidad de insumos en la producción y la erosión que se pueda producir.

1.6. EJECUTOR

El ente interesado que tiene mayor capacidad de utilizar el estudio es la Secretaría de Agricultura y Ganadería de Honduras (SAG). Debido a sus planes de cultivar zonas productivas de una forma ambientalmente amigable, sin repercutir sobre la biodiversidad y ecosistemas próximos a las explotaciones agrícolas y ganaderas. Además, porque está en vigencia la ejecución del Megaproyecto de Cultivo de Palma Africana para Biodiesel, ubicado en zonas altamente vulnerables en las que se deben evitar los efectos negativos que pueden ser generados por sedimentos, fertilizantes y pesticidas producidos por este monocultivo.

1.7. SUPUESTOS

Las condiciones necesarias para que las aseveraciones de este estudio puedan ser validadas dependen ciertamente de los posibles beneficiarios del estudio, como ser la Secretaria de Agricultura y Ganadería en conjunto con los productores de palma africana en la costa norte de Honduras, y las ONG's que trabajan por el cuidado del Arrecife Mesoamericano.

- La Secretaria de Agricultura y Ganadería, debería establecer un mecanismo de control para saber quiénes son los palmeros que están sembrando en la zona designada al Megaproyecto de Palma Africana, además de destinar un programa de fondos para asesorar a estos productores para la implementación de Buenas Prácticas en su cultivo.
- Sin embargo, no todo depende de las acciones de la SAG sino también, de la disponibilidad de los productores para aplicar las prácticas de manejo sugeridas, tanto por la SAG como por este estudio.
- Las Organizaciones no Gubernamentales que trabajan en pro del bienestar de los arrecifes en territorio nacional, podrían utilizar este estudio como una muestra más de que las acciones antropológicas, específicamente la agricultura que no se realiza de manera amigable con el ambiente, puede tener consecuencias perjudiciales sobre los ecosistemas marinos y directamente sobre los hondureños que se benefician de éstos.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología que se utilizó está basada en la recopilación de información secundaria y primaria para ahondar las temáticas en las que se enfoca el estudio. Y así, poder establecer la funcionalidad de las prácticas de manejo en un cultivo intensivo para evitar la degradación del ecosistema marino. El punto de partida fue la revisión de las prácticas de establecimiento y manejo utilizadas en la producción de palma africana en Honduras y su comparación con la de diferentes lugares, con condiciones biofísicas o magnitudes de producción similares a las existentes en el país. Para este efecto se utilizaron: lecturas que permitieron realizar una descripción de procesos y el diagrama de flujo del cultivo de palma africana (Anexo 1). Además de la secuencia de procesos se definieron las entradas y salidas de cada uno. Se consideran entre las salidas a la cantidad de suelo erosionado en los diferentes períodos del cultivo, los fertilizantes, herbicidas y pesticidas que debido a los procesos erosivos se lavan y dirigen a las cuencas, considerándose una amenaza para el sistema coralino.

A continuación se procedió a la identificación de las salidas potencialmente perjudiciales para los arrecifes coralinos, en el proceso de siembra y mantenimiento del cultivo de palma africana. Para definir las salidas que pueden afectar el Arrecife Mesoamericano se consideraron dos variables: áreas de influencia y sensibilidad a determinados contaminantes. Ambas variables se evaluaron según la información correspondiente sobre cuencas que drenan al arrecife y daños en el mismo por la contaminación.

Determinadas las salidas que pueden afectar al arrecife, se procedió a su cuantificación. La cantidad de suelo erosionado fue cuantificado utilizando técnicas como la ecuación de RUSLE, que permite calcular la pérdida de suelo generada por un cultivo en condiciones particulares. Según la cantidad de suelo erosionado y la absorción del fertilizante definida por el fabricante se determinó la cantidad de fertilizantes que se pierde a través del suelo erosionado. Por otro lado, otra cantidad de fertilizantes arrojados al sistema por el cultivo de palma se calculó a partir de la diferencia entre los requerimientos nutricionales de la planta y las cantidades aplicadas en los sistemas de producción comunes en la Costa Norte de Honduras.

Los estudios realizados en los impactos ambientales producidos por el cultivo extensivo de palma africana en diferentes ecosistemas fueron claves para la identificación de la potencial degradación que puede causar la intensificación de este cultivo si carece de Buenas Prácticas de manejo. Paralelo a esto, fue clave la recopilación de información del ciclo de vida del coral mesoamericano a fin de conocer las condiciones en las que se desarrolla, las etapas vulnerables en su crecimiento y los contaminantes que inciden en dichas vulnerabilidades. Estudios como el realizado por ICRAN-MAR sobre el estado de

las cuencas del Arrecife Mesoamericano fueron de suma importancia para determinar qué porcentaje de la degradación del coral se atribuye a prácticas agrícolas y a qué contaminantes.

2.1. PRÁCTICAS UTILIZADAS EN LA PRODUCCIÓN DE PALMA AFRICANA

Con el fin de conocer cuáles son los procesos involucrados en la producción de palma africana se realizó un diagrama que resume las principales actividades por etapa y las salidas que estas generan (Anexo 1). Para realizar este diagrama se usaron los siguientes materiales:

2.1.1. Materiales

- Manual Técnico Palma Africana Aceitera. Secretaria de Agricultura y Ganadería (SAG) Honduras.
- Manual Técnico para el cultivo de Palma Aceitera. Ruperto Raygada Zambrano. Lima, Perú.
- Guía Ambiental Práctica para la agroindustria de la palma de aceite. ACUNPA, Ministerio de Ambiente- Ecuador.

2.2. SALIDAS PRODUCIDAS EN LA PLANTACIÓN DE PALMA AFRICANA Y SU PRIORIZACIÓN

Las salidas del proceso de producción de palma africana están claramente descritas en el diagrama de flujo (Anexo 1); y se definen a partir de la revisión de estudios de impacto ambiental que han sido realizados sobre el cultivo. Los materiales usados para establecer las salidas de los procesos de cultivo de palma africana fueron:

- Impact of Oil Palm Activities in the Kokoda and Popondetta Catchments. Sedimentation in Bauroda Lagoon – Ninianda Bay. Papua Nueva Guinea. Ben Cole, John Craven.
- Greasy palms. The social and ecological impacts of large-scale oil palm plantation development in Southeast Asia. Londres, Inglaterra. Friends of Earth.
- Review of previous similar studies on the environmental impacts of Oil Palm plantation cultivation on people, soil, water and forests ecosystems. Chiba, Japón. Stephen Talania Keu, Msc.
- Diagnóstico Ambiental Cualitativo (DAC). Mezapa, S.A de C.V. Tegucigalpa, Honduras.

Las salidas de los procesos varían según la cantidad de insumos aplicada o entrada de los mismos. La cantidad de las entradas, como los fertilizantes aplicados en la producción de palma africana, varían acorde al período de vida del cultivo y la producción de dicho año. En el Anexo 2 se presenta un cuadro que ejemplifica las variaciones en el tiempo de las aplicaciones.

Como se indicó antes, no se hizo una cuantificación de todas las salidas procedentes del proceso de cultivo de palma. Se priorizaron aquellas que afectan el Arrecife Mesoamericano según áreas de influencia y sensibilidad a determinados contaminantes. Para esto se utilizó: El análisis de las cuencas hidrológicas realizado por el proyecto ICRAN MAR.

- El análisis de las cuencas hidrológicas realizado por el proyecto ICRAN MAR fue desarrollado para producir información y herramientas que examinen los impactos posibles de los diferentes usos de suelo y distintas opciones de desarrollo en el Arrecife Mesoamericano.

Este estudio también incluye los impactos asociados con la calidad del agua en la región del arrecife. El proyecto tuvo como objetivos:

- Relacionar diferentes modelos de uso de suelo dentro de las cuencas hidrológicas con los impactos en los arrecifes de coral.
- Identificar las cuencas hidrológicas más vulnerables a la erosión y aquellas que aportan la mayor cantidad de sedimentos y contaminantes a las aguas costeras.
- Adaptar herramientas para poder pronosticar tendencias importantes, evaluar diferentes opciones en decisiones políticas o de desarrollo y poder facilitar mejoras en el manejo de las tierras en la región.
- Utilizar los resultados de los modelos y herramientas de diagnóstico para asistir en la educación y promoción de “mejores prácticas de manejo” para reducir los impactos de los recursos marítimos.

En el análisis se obtuvo la información siguiente:

- Los principales contaminantes que dañan el Arrecife Mesoamericano.
- El origen de los contaminantes que llegan al Arrecife Mesoamericano (cuencas hidrológicas).

Esta información se comparó con las zonas donde se espera ubicar los cultivos de palma. Se traslapó el área de las cuencas que drenan hacia el arrecife con el área de cultivo y se obtuvo el área de cultivo donde las salidas del cultivo de palma afectarán el arrecife. Además con la información recopilada se determinaron los contaminantes de palma que se requiere cuantificar.

2.3. MODELO DE LA ECUACIÓN DE PÉRDIDA DE SUELOS (RUSLE) EN DETERMINACIÓN DE SEDIMENTOS

La utilidad de esta ecuación para el estudio radica en predecir pérdida de suelo promedio a largo plazo en condiciones de campo específicas, usando un sistema de manejo o en ausencia del mismo.

La ecuación de RUSLE tiene la siguiente expresión matemática (Mannaerts, 1999).

$$A = R \times K \times LS \times C \times P \quad [1]$$

Donde:

A = Pérdida de suelo promedio anual en *ton/ha.año*

R = Factor erosividad de las lluvias en *MJ/ha × mm/hr*

K = Factor erodabilidad del suelo en *ton/ha.MJ × ha/mm.hr*

LS = Factor topográfico (función de longitud-inclinación-forma de la pendiente, adimensional)

C = Factor ordenación de los cultivos (cobertura vegetal), adimensional

P = Factor de prácticas de conservación (conservación de la estructura del suelo), adimensional

La ecuación de RUSLE fue aplicada en función de las condiciones donde se pretende cultivar palma africana y de los distintos escenarios que evalúa el estudio. Para estos se revisaron materiales como mapas de tipos de suelos, precipitación media anual, cobertura y pendientes en la costa norte del país facilitados por la Secretaria de Agricultura y Ganadería de Honduras. A continuación la descripción y justificación de los valores utilizados en los componentes de la ecuación.

El factor de erosividad (*R*) en la costa norte de Honduras con precipitaciones medias de 2500 – 3000 mm al año, fue determinado por Mikhailova en 1995 otorgando dos distintos valores a la zona: *600 MJ/ha × mm/hr* al pie de montaña y *300 MJ/ha × mm/hr* en lugares cercanos a la costa. En el estudio se utilizaron valores promedio durante los años en los cuales el factor de erosividad puede afectar la erosión debido a que no se ha trasladado completamente la cobertura de la plantación, en los años siguientes se utilizó el valor mínimo de erosividad en la zona, desde que la plantación llegó a su madurez, altura, densidad y cobertura de la Palma se mantienen constantes.

El factor de erodabilidad (*K*) depende de: la textura, permeabilidad, tamaño de las partículas de arena, y clase estructural del suelo. En el caso de las zonas de estudio la textura predominantes es de suelos franco arcillosos, compuestos en un 30% de arcilla, 30% de arena y un 40% de limo. (SAG, 2005). El factor de erodabilidad para un suelo con los características de la zona cultivo es de *0.4 ton/ha.MJ × ha/mm.hr* (Wischmeier *et al.*, 1971).

El factor topográfico (*LS*) debido a la distribución del total de las plantaciones establecidas por el proyecto de gobierno se encuentra en zonas con distintos grados de pendientes. Por esta razón dentro de cada área se utilizaron diferentes factores para los grados de pendiente. El factor topográfico esta dado en función del grado de pendiente y la longitud de la pendiente. Por tratarse de estimaciones por hectárea el valor utilizado para la longitud de pendiente corresponde a 1000 m. Los valores utilizados en las diferentes pendientes se encuentran resumidos en el siguiente recuadro.

Cuadro 1. Factor topográfico en función de pendientes.

<i>Grado de Pendiente</i>	<i>LS</i>
0 – 2	0.3
2 – 9	2.4
9 – 18	6.0
18 – 27	6.0
27 – 36	6.0

Fuente: Bardfield (1983).

El factor de cubierta vegetal (*C*) de un suelo desnudo es 1, y varía significativamente entre las diferentes etapas, porque a medida que madura la plantación logra cubrir casi la totalidad de las entrelineas. De esa manera se justifican valores muy altos durante las primeras 3 etapas del cultivo de palma africana y los valores bajos en la siguientes etapas a causa del incremento del área foliar que alcanza el cultivo. Los valores estimados para el factor de cobertura en las distintas etapas están basados en recomendaciones del Departamento de Suelos de la Escuela Agrícola Panamericana.

Cuadro 2. Cobertura vegetal en cultivo de palma africana.

<i>Edad de Plantación</i>	<i>Factor C</i>
0-3 años	0.70
4-5 años	0.20
6-7 años	0.09
8-9 años	0.09
10-11 años	0.09
12-25 años	0.09

Fuente: Laboratorio de Suelos, EAP Zamorano

El factor de prácticas de conservación en las plantaciones de palma africana fue establecido acorde con los escenarios. Cuando se estimaron las pérdidas de suelo sin prácticas de conservación se utilizó el factor mínimo en esos casos, que es 1. En caso de la pérdida de suelos utilizando prácticas de conservación los valores de *P* están sujetos a la aplicación de las recomendaciones resumidas en el Anexo 3.

A continuación se presenta un recuadro con los índices de factor *P* otorgado a una plantación con las consideraciones de Buenas Prácticas listadas en el anexo mencionado anteriormente:

Cuadro 3. Factor de prácticas de conservación.

<i>Pendiente (%)</i>	<i>P</i>
1-2	0.20
2-8	0.25
9-12	0.30
13-16	0.35
17-20	0.40
20-25	0.45

Fuente: Entrevista Dr. Carlos Gauggel, Especialista en Suelos, EAP Zamorano.

2.4. EFICIENCIA DE FERTILIZACIÓN Y PÉRDIDA DE NUTRIENTES EN EL CULTIVO DE PALMA AFRICANA

Debido a la naturaleza del estudio, es decir que no se encuentra sujeto a una finca en particular donde se pudiera realizar un análisis de los nutrientes en el suelo y de la disponibilidad de los mismos para el cultivo, se limitó cuantificar la cantidad de fertilizantes basado en los índices de absorción de la palma africana en diferentes niveles de productividad, edad de la plantación y las recomendaciones para fertilización en cultivo de palma africana. Para eso se utilizaron: el Manual de Técnico Palma Africana Aceitera, elaborado por la Secretaria de Agricultura y Ganadería de Honduras y el Manual para Palma Aceitera elaborado por la Secretaria de Agricultura de Costa Rica.

El aprovechamiento total de los nutrimentos aplicados a un cultivo es utópico, ya que la planta es capaz de utilizar solo una proporción de fertilizante. A esta proporción, que generalmente se expresa en porcentajes se denomina eficiencia de la fertilización. Para nutrientes como el Nitrógeno se conoce que de cada 100 kg/ha de N aplicados, solamente 60 son utilizados por el cultivo y el resto, o sea 40 kg/ha quedan fuera del alcance de la planta (Guerrero, 2005).

Dependiendo de las condiciones del suelo y las climáticas, una parte de los nutrientes aplicados en la fertilización se perderán del sistema suelo-raíz quedando fuera de la acción absorbente de la planta, debido a la ocurrencia de los procesos mencionados en el Anexo 4. Así, las pérdidas se estimaron utilizando las siguientes fórmulas para las distintas pérdidas de nutrientes:

2.4.1. Modelo de pérdida de nutrientes por lixiviación/erosión

$$NE = Q_F \times N_F \times P_L \quad [2]$$

Donde:

NE = Nutriente erosionado en Kg/ha

Q_F = Cantidad de fertilizante aplicado en Kg/ha

N_F = Porcentaje de nutriente presente en el fertilizante aplicado. Adimensional

P_L = Pérdidas por lixiviación estimadas para el nutriente. Adimensional

2.4.2. Modelo de pérdida de nutrientes por fijación

$$NF = Q_F \times N_F \times P_F \quad [3]$$

Donde:

NE = Nutriente erosionado en Kg/ha

Q_F = Cantidad de fertilizante aplicado en Kg/ha

N_F = Porcentaje de nutriente presente en el fertilizante aplicado. Adimensional

P_L = Pérdidas por fijación estimadas para el nutriente. Adimensional

*Las pérdidas ocasionadas por volatilización del nutriente corresponden a contaminación atmosférica que no está contemplada en el estudio.

La cantidad de fertilizantes utilizados en un cultivo depende de factores como disponibilidad de nutrientes en el suelo, requerimiento nutricional del cultivo, rendimiento potencial del cultivo y eficiencia de fertilización.

En el Anexo 5 se presenta un cuadro con la cantidad de fertilizante que absorbe la palma africana por hectárea en las diferentes etapas del cultivo, según los niveles de productividad. Este cuadro fue derivada de los índices de absorción de nutrientes en la producción de una tonelada de racimo de fruto fresco (RFF) en palma africana que son: 8 Kg de nitrógeno, 1.1 Kg. de fósforo, 11 Kg. de potasio y 2.5 Kg. de magnesio (SAG, 2005).

Para comprobar si las aplicaciones mencionadas en el cuadro del Anexo 5 son las que realmente aplican los agricultores, se solicitó información a uno de los programas existentes en la Escuela Agrícola, en el cual trabajan directamente con diversos productores PROMIPAC, informaron que las tendencias son muy variadas, pues algunos productores aplican un 60% más de la dosis recomendada debido a las pérdidas que se producen naturalmente, y otros agricultores ni siquiera aplican las dosis recomendadas.

El cuadro 4 presenta un ejemplo de cantidad de fertilizante utilizado en el cultivo, el cual es adoptado por los productores en Honduras.

Cuadro 4. Recomendación de dosis de fertilizantes en palma africana.

Fertilizantes	Unidad	Etapa					
		0	I	II	III	IV	V
Cloruro de Potasio	Kg/ha	0	143	143	143	143	143
Bórax	Kg/ha	0	9	9	9	9	9
Sulfato de Magnesio	Kg/ha	36	36	36	36	36	36

Fuente: Quesada (2006), adaptado por la autora.

2.5. VALORACIÓN ECONÓMICA GENERAL DE ARRECIFE MESOAMERICANO - HONDURAS

Posteriormente el estudio pretende presentar una valoración económica de las pérdidas por daños al arrecife en términos de la contribución a la pesca y el turismo que percibe Honduras gracias a los arrecifes coralinos situados en territorio nacional. El área del Arrecife Mesoamericano comprendida en territorio hondureño es 1120 Km² (WRI, 2005). El análisis para la valoración de turismo y pesca está basado en relaciones de producción pesquera y atracción de turismo para esta área. Para esto se realizó una exploración preliminar de datos obtenidos y sintetizados a través de literatura y extrapolaciones para llevar los datos a nivel regional.

Se consultaron las siguientes fuentes:

- Environmental, Economic and Social Costs of Coral Reef Destruction in Philippines. Galaxea 7:161-178. McAllister
- World Resources Institute. Implicaciones Económicas de Degradación del Coral. Arrecifes en Peligro en el Caribe. Estados Unidos. Burke L., Maidens J.

2.5.1. Pesca

La producción de alimento es uno de los beneficios directos más tangibles de los arrecifes coralinos. Las pesquerías en estos ecosistemas son una fuente vital de proteínas para las personas que viven en las Islas de Honduras y en zonas aledañas a los arrecifes. Según el censo realizado por Berthou Patrick en 1999, aproximadamente 342 personas viven de la pesca artesanal.

En una estimación de la productividad pesquera de los arrecifes coralinos realizada por McAllister (1988) cuantificó una producción de 13 Tm/Km² en arrecifes con excelente condición, 8 Tm/km² en arrecifes con condiciones regulares, y 3 Tm/Km² en arrecifes en malas condiciones.

Los precios actuales del mercado establecen \$6/kg como promedio (WRI, 2005), a partir de esta información recopilada podemos estimar los ingresos potenciales percibidos por la pesca que se realiza en la zona arrecifal en Honduras, suponiendo que los arrecifes se encuentran en condiciones regulares. La ecuación utilizada es simplemente:

$$I = V \times A \times P \quad [4]$$

Donde:

I = Ingresos por pesca \$

V = Valores supuestos de producción pesquera máxima sostenible en Tm/Km²-año

A = Área del arrecife en Km²

P = Precios actuales del mercado en \$/Kg

2.5.2. Turismo y recreación

Los arrecifes de coral proveen valores indirectos a la industria turística, como es el caso del aporte de arena a sus famosas playas. Una manera de medir el impacto económico de la degradación de los arrecifes coralinos sobre el turismo es examinar una fuente de ingreso que está ligada a arrecifes prístinos y saludables: los buceadores con tanque (WIR, 2005).

Los buceadores buscan arrecifes con gran cobertura de coral vivo, diversidad de peces, y transparencia de agua. La mitad de todo el buceo en el Caribe tiene lugar en áreas marinas protegidas, aunque estos arrecifes representan apenas el 20% de todos los de la región. “El buceador promedio gasta cerca de \$2100 por viaje al Caribe” (ClineGroup, 1997).

Para realizar una valoración económica del turismo relacionado con los arrecifes coralinos, se calculó el número de buceadores que visitaban la región y el ingreso bruto asociado con estas visitas. Según la información proporcionada por el Departamento de Estadísticos del Instituto Hondureño de Turismo, en el 2005 se estimó que el 7.6% de las personas que ingresan a las Islas de la Bahía realizan inmersiones (scuba) para apreciar a los arrecifes.

Cuadro 5. Ingreso de turistas a Islas de la Bahía (2005).

<i>Transporte</i>	<i>Visitantes</i>
Aéreo (Roatán)	34705
Crucero	277060
Total Visitantes	311765

Fuente: Dirección General de Migración y Extranjería.

Puerto de Cruceros y Marina de las Islas de la Bahía.

A partir de la información del recuadro, y el porcentaje de personas que bucean se cuantificó la cantidad de personas que bucearon en las Islas de la Bahía durante el 2005: 23694 personas. Sin embargo, la degradación de los arrecifes coralinos reducirá su valor tanto para los buceadores como para otros turistas, como resultado de un buceo menos interesante, menos pesca deportiva, y más erosión de las playas.

Se estimaron las pérdidas potenciales en el ingreso turístico debido a las tendencias proyectadas en la degradación de los corales, de no ser implementadas prácticas de manejo y conservación. El índice de amenaza de arrecifes en peligro fue usado como indicador de la condición futura del arrecife.

La tasa de descenso del turismo de buceo del 1 al 10% en arrecifes con amenaza media o alta, y una pérdida asociada con el ingreso. Para sitios que presenten amenaza baja, se considera que no hay pérdidas en ingreso de turistas, con amenaza media las pérdidas se estiman del 1 al 5%, y con amenaza alta es un rango del 4 al 10% de pérdida en los ingresos de turistas. Esta caída porcentual es un estimado conservador basado en la síntesis de opiniones de los expertos. El ingreso futuro de un escenario de “no degradación” se basó en un crecimiento continuo del turismo estimado en un 7% al año.

$$I = T \times B \times C \times G \quad [5]$$

Donde:

I = Ingresos por turismo \$

T = Cantidad de turistas que visitan las Islas.

B = Tasa de buceo de los visitantes de las Islas

C = Crecimiento del turismo estimado por condiciones del arrecife

G = Gasto promedio de un buceador. \$/Persona

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En esta sección se presentan los resultados de los cálculos y métodos aplicados en el estudio, acompañados de breves discusiones y explicaciones de los mismos.

3.1. IMPACTOS AMBIENTALES PRODUCIDOS POR EL CULTIVO DE PALMA AFRICANA

Las diferentes etapas de producción de la palma africana, desde la planificación hasta el tratamiento post-cosecha en las diversas fuentes se describen en el Anexo 6 según El Manual Técnico de Palma Africana Aceitera de la SAG.

La secuencia de pasos se representa en el diagrama de flujo del Anexo 1. Cada paso es representado con sus entradas, es decir con los insumos y materias primas necesarios para el proceso; y con sus salidas, los desechos o residuos de cada proceso. Las principales salidas del proceso se listan a continuación:

Cuadro 6. Salidas en plantaciones de palma africana.

Fertilizantes sin absorber: Urea, Súper Triple Fosfato, Cloruro de Potasio, Bórax, Sulfato de Magnesio.

Herbicidas residuales: Paraquat, Diuron y Glifosato

Insecticidas y Plaguicidas sin absorber: Endosulfan, Carbofuran, Bacillus Thuringiensis

Materia Orgánica

Gases de Efecto invernadero

Bolsas de polietileno

Estacas

Sedimentos

Como se mencionó antes estas salidas varían dependiendo de la edad del cultivo. Obedeciendo a esta variabilidad se organizan las salidas en ciclos de tiempo. En el cuadro siguiente se presentan las salidas que pueden llegar al arrecife a través de escorrentía según su ciclo de tiempo.

Cuadro 7. Salidas en plantaciones de palma africana por etapa.

Etapa	Tiempo	Contaminantes Pertinentes
0	0-2 años	Fertilizantes: Urea, Súper Triple Fosfato, Cloruro de Potasio, Bórax, Sulfato de Magnesio. Herbicidas: Paraquat, Diuron Insecticidas y Plaguicidas: Endosulfan, Carbofuran, Bacillus Thuringiensis Sedimentos
I	3-4 años	Fertilizantes: Urea, Súper Triple Fosfato, Cloruro de Potasio, Bórax, Sulfato de Magnesio. Herbicidas: Paraquat, Diuron Insecticidas y Plaguicidas: Endosulfan, Carbofuran, Bacillus Thuringiensis Sedimentos
II	5-6 años	Fertilizantes: Urea, Súper Triple Fosfato, Cloruro de Potasio, Sulfato de Magnesio. Herbicidas: Glifosato, Paraquat Insecticidas y Plaguicidas: Endosulfan, Carbofuran Sedimentos
III	7-8 años	Fertilizantes: Urea, Súper Triple Fosfato, Cloruro de Potasio, Sulfato de Magnesio. Herbicidas: Glifosato, Paraquat Insecticidas y Plaguicidas: Endosulfan, Carbofuran, Bacillus Thuringiensis Sedimentos
IV	9-10 años	Fertilizantes: Urea, Súper Triple Fosfato, Cloruro de Potasio, Sulfato de Magnesio. Herbicidas: Glifosato, Paraquat Insecticidas y Plaguicidas: Endosulfan, Carbofuran Sedimentos
V	11-25 años	Fertilizantes: Urea, Súper Triple Fosfato, Cloruro de Potasio, Sulfato de Magnesio. Herbicidas: Glifosato, Paraquat Insecticidas y Plaguicidas: Endosulfan, Carbofuran, Bacillus Thuringiensis Sedimentos

En el cuadro anterior no se mencionan todas las salidas que aparecen en el diagrama de flujo, tales como: estacas, bolsas de polietileno y gases efecto invernadero. Esto debido a que éstas salidas reciben diferentes tratos en las plantaciones y no llegan a formar parte de

las escorrentías comunes. Por ejemplo en algunas fincas las bolsas de polietileno son quemadas, otros las recolectan. En el caso de las estacas las apilan y son utilizadas para otros fines o próximas cosechas. Los gases efecto invernadero no llegan al mar porque se dirigen a la atmósfera. Es decir, ninguna de las salidas mencionadas en este párrafo se dirigen a los ríos o a los arrecifes como para ser considerados contaminantes pertinentes en el estudio.

3.2. IMPACTOS AMBIENTALES DEL CULTIVO DE PALMA AFRICANA QUE DAÑAN AL ARRECIFE CORALINO Y EL EFECTO DE LAS BUENAS PRÁCTICAS DE CULTIVO

Acorde a los resultados que arrojan los estudios de Impacto Ambiental citados en este estudio se define que en los cultivos la capa superior del suelo es la más vulnerable. Este es generalmente el horizonte fértil del suelo (siendo el más rico de la descomposición, alimento-lanzando residuos de la planta y del animal). Por otra parte la pérdida de suelo superior sugiere a los productores utilizar cantidades cada vez mayores de fertilizantes como compensación para la fertilidad natural reducida, esto aumenta el peligro de la contaminación del agua subterránea y de agua superficial (Williams, 1991). Por consiguiente los contaminantes clave para el arrecife son sedimentos y nutrientes.

Por otro lado los mayores problemas del arrecife son los causados por la pérdida de claridad del agua. Esta puede originarse a partir del exceso de sedimentación causada por los dragados de las costas y la erosión ocasionada por la deforestación. Esto afectará a las zooxantelas y su habilidad de fotosintetizar.

Por su cuenta las aguas usadas y fertilizantes aumentan la cantidad de materia orgánica y por tanto causan eutricación en el agua, principalmente causada por los nutrientes (sustancias nitrogenadas y fosfatadas). Estos estimulan el crecimiento de las algas, que al crecer más rápido que los corales asfixian los pólipos y compiten por espacio en el suelo marino con los corales

Sobre el origen de los sedimentos y nutrientes que llegan al Arrecife Mesoamericano: De las 400 cuencas hidrológicas de la región del Arrecife Mesoamericano, la cuenca del Río Ulúa en Honduras contribuye con la mayor cantidad de sedimentos, Nitrógeno y Fósforo. Otros ríos grandes que transportan sedimentos y nutrientes en cantidades significativas son el Río Patuca (Honduras), el Río Belice (Belice), y el Río Tinto ó Negro (Honduras). Esto demuestra que la mayoría del sedimento y nutrientes transportados por las cuencas hidrológicas que desembocan en el Arrecife Mesoamericano se originan en Honduras. Se estima que más del 80 por ciento del sedimento, y más de la mitad de los nutrientes (Nitrógeno y Fósforo) se originan aquí. Con base en esta información se definen como contaminantes priorizados del cultivo de palma a las pérdidas de suelo en erosión, úrea (nitrógeno) y súper triple fosfato (nitrógeno y fósforo). Las cuencas hondureñas que influyen el arrecife son: La Cuenca de Ulúa, Aguan, Tinto o Negro y Patuca. Un mapa de las cuencas de influencia y su traslape con las áreas de cultivo se puede ver en el Anexo 7. Del análisis de las 200 Hectáreas de proyecto se deriva el siguiente cuadro.

Cuadro 8. Área de siembra del cultivo de palma africana en cuencas influyentes en arrecife coralino.

Zona de intensificación	Área original	Áreas en cuencas de influencia al arrecife			
		Ulúa	Aguan	Tinto	Patuca
Valle de Sula	35000	26250	0	0	0
Valle de Aguan	50000	0	47500	2500	0
Valle de Sico	30000	0	0	30000	0
Zona de la Mosquitia	30000	0	0	1500	9000
Alto del Patuca	20000	0	0	0	20000
Total (Km)	136750	26250	47500	34000	29000

Fuente: SAG (2006).

Conociendo las áreas y contaminantes que pueden afectar el arrecife, y según los métodos matemáticos citados en la metodología de este documento, se definió una cantidad de contaminantes producida por hectárea para cada etapa del cultivo de palma. Las cantidades aquí presentadas son calculadas para el total de hectáreas del proyecto que afectan el arrecife y suponen dos posibilidades: ningún uso de Buenas Prácticas y uso de las mismas en las 136,750 hectáreas con influencia sobre el arrecife.

Cuadro 9. Cantidad de contaminantes por etapa en escenarios con y sin Buenas Prácticas.

Etapa	Contaminante	100% del proyecto Sin Buenas Prácticas de Manejo	100% del proyecto Con Buenas Prácticas de Manejo
Etapa 0	Sedimentos miles Tm	20361.3	6199.0
	Nitrógeno miles Tm	27.0	2.0
	Fósforo miles Tm	2.8	1.9
Etapa I	Sedimentos miles Tm	5817.5	1771.0
	Nitrógeno miles Tm	15.2	12.0
	Fósforo miles Tm	1.8	1.6
Etapa II	Sedimentos miles Tm	1745.0	531.0
	Nitrógeno miles Tm	12.9	0.4
	Fósforo miles Tm	1.6	1.5

Cantidad de contaminantes por etapa con y sin Buenas Prácticas			
Etapa	Contaminante	100% del proyecto Sin Buenas Prácticas de Manejo	100% del proyecto Con Buenas Prácticas de Manejo
Etapa III	Sedimentos miles Tm	1745.3	531.0
	Nitrógeno miles Tm	14.9	11.3
	Fósforo miles Tm	1.7	1.5
Etapa IV	Sedimentos miles Tm	1745.0	531.0
	Nitrógeno miles Tm	15.0	11.6
	Fósforo miles Tm	1.8	1.5
Etapa V	Sedimentos miles Tm	1745.0	531.0
	Nitrógeno miles Tm	15.4	12.3
	Fósforo miles Tm	1.9	1.6

Tomando en cuenta las áreas previamente determinadas y estas producciones de contaminante / hectárea y etapa se determina el siguiente cuadro. En este cuadro se presentan la cantidad de contaminantes que produce cada zona que se espera cultivar (con influencia sobre el arrecife). De nuevo se presentan las dos posibilidades: ningún uso de Buenas Prácticas y uso de las mismas. De cualquier modo en este cuadro se agrega un tercer escenario, uso de Buenas Prácticas sólo en 50 por ciento de las áreas de influencia.

Cuadro 10. Cantidad de contaminantes por etapa en diferentes escenarios.

Etapa	Contaminante	100% del proyecto Sin Buenas Prácticas de Manejo	50% del proyecto con Buenas Prácticas de Manejo	100% del proyecto Con Buenas Prácticas de Manejo
Etapa 0	Sedimentos miles Tm	20361.3	13280.0	6199.0
	Nitrógeno miles Tm	27.0	21.9	2.0
	Fósforo miles Tm	2.8	2.4	1.9
Etapa I	Sedimentos miles Tm	5817.5	3794.0	1771.0
	Nitrógeno miles Tm	15.2	13.5	12.0
	Fósforo miles Tm	1.8	1.7	1.6
Etapa II	Sedimentos miles Tm	1745.0	1138.0	531.0
	Nitrógeno miles Tm	12.9	11.9	0.4
	Fósforo miles Tm	1.6	1.6	1.5

Cantidad de contaminantes por etapa en diferentes escenarios				
Etapa	Contaminante	100% del proyecto Sin Buenas Prácticas de Manejo	50% del proyecto con Buenas Prácticas de Manejo	100% del proyecto Con Buenas Prácticas de Manejo
Etapa III	Sedimentos miles Tm	1745.3	1138	531
	Nitrógeno miles Tm	14.9	13.1	11.3
	Fósforo miles Tm	1.7	1.6	1.5
Etapa IV	Sedimentos miles Tm	1745	1138	531
	Nitrógeno miles Tm	15	13.3	11.6
	Fósforo miles Tm	1.8	1.6	1.5
Etapa V	Sedimentos miles Tm	1745	1138	531
	Nitrógeno miles Tm	15.4	13.9	12.3
	Fósforo miles Tm	1.9	1.7	1.6

Las cantidades expresadas en el cuadro anterior corresponden, a las variaciones las salidas de contaminantes del cultivo de palma africana en las diferentes etapas de producción. Como era de esperarse la cantidad de contaminantes es mayor en los casos donde no aplican Buenas Prácticas de manejo

La emisión de sedimentos de plantaciones con prácticas de conservación corresponde al 30% de la emisión de sedimentos en plantaciones sin prácticas de conservación. Por otra parte, la cantidad de sedimentos que salen de la suma del 50 % de las plantaciones utilizando prácticas de conservación y el otro 50% de las plantaciones sin practicas de conservación; corresponden al 65% de las emisiones de las plantaciones sin prácticas de conservación.

Las variaciones en las cantidades de nutrientes que salen de la plantación de palma africana son más significativas en el caso del nitrógeno, puesto que las variaciones en la emisión de fosforo en los distintos escenarios no son muy elevadas.

Acorde a la cantidad de contaminantes que puede producir el cultivo de palma en cada etapa puede definirse el deterioro del arrecife en los tres escenarios de Buenas Prácticas de manejo establecidos en el apartado anterior. El siguiente cuadro presenta el deterioro del arrecife por etapa de cultivo para: 0 Buenas Prácticas.

Cuadro 11. Daño causado por contaminación con área de proyecto sin Buenas Prácticas.

Etapa	Daño
0	Medio
I	Bajo
II	Bajo
III	Bajo
IV	Bajo
V	Bajo
V1	Bajo
V2	Bajo

Fuente: WIR (2005), adaptado por la autora.

Los valores de deterioro definidos en el cuadro anterior, se derivan del análisis comparativo de los contaminantes arrojados en peso (sedimentos y nutrientes) en las plantaciones de palma africana (Anexo 8) con el cuadro elaborada por Pastorok R (Anexo 9), en su publicación en Ecology Progress. El cuadro de Pastorok se interpretó tomando en cuenta que las concentraciones de los sedimentos en las épocas con mayor precipitación diluyen las cantidades de contaminante arrojadas. Siendo así que los rangos de evalúan los daños a los que se les otorgó calificación de 1 – 3 se consideraron ligeros y de 3 – 10 moderados. Estos términos se traducen a bajo y medio para poder compararlos con los de datos del estado del Arrecife de Reefs at Risk in the Caribbean realizado por World Resources Institute.

El cuadro anterior refleja que los mayores efectos sobre los arrecifes de coral son producidos en el período de establecimiento de la plantación de palma africana (Etapa 0), esto se puede atribuir a distintos factores como los efectos de la intensidad de lluvia por la escasa cobertura en la plantación, el uso de fertilizantes en esa época e inclusive es determinante las zonas en las que se encuentre ubicada la plantación.

De forma similar se analizó el daño causado por arrojar contaminantes, cuando en el 50% del área del proyecto utiliza Buenas Prácticas. En el Anexo 8 se presenta el cuadro correspondiente a dichos cálculos. No se realiza un cuadro para cuando el 100% del área usa Buenas Prácticas ya que con un 50% de Buenas Prácticas todos los impactos dan bajos. Demostrando que independientemente del uso o no uso de Buenas Prácticas de conservación los arrecifes coralinos están expuestos a degradación causada por los contaminantes que se dirigen al mar a través de efluentes.

A continuación el cuadro de daños en el tiempo (cada 5 años) ocasionados por las plantaciones de palma africana sin Buenas Prácticas, uniendo estos daños a la situación actual del Arrecife Mesoamericano publicada por el WRI.

Cuadro 12. Daños del arrecife en el tiempo.

Nivel de Daño	Condición Actual	Etapa 0 - I	Etapa II - IV	Etapa V	Etapa V2	Etapa V3
Bajo	66%					
Medio	13%	79%	79%	79%	79%	79%
Alto	21%	21%	21%	21%	21%	21%
Muy Alto	0%	0%	0%	0%	0%	0%

Fuente: WRI (2005), adaptado por la autora.

Acorde al cuadro anterior, los daños causados por las plantaciones de palma africana que no utilizan Buenas Prácticas modifican la situación del Arrecife Mesoamericano trasladando los arrecifes que sufren un daño bajo a medio, volviéndolos sensibles a otros estresores que no fueron considerados en este estudio, como es el caso de la presión por pesca, desarrollo costero y las fuentes de amenaza de origen marino. Dichos estresores podrían ocasionar cambios en los niveles de daño en el arrecife trasladándolos a altos o muy altos, de cualquier modo el efecto de otros estresores no es evaluado aquí.

Debido a los daños obtenidos en el cuadro que no utiliza prácticas de manejo, la realización de cuadros que implementen prácticas de manejo, ya sea en un 50% o en un 100% no fue necesaria pues los valores serían muy similares a la presentada anteriormente y no reflejarían mayores diferencias con el cuadro 12. Es importante mencionar que la asignación de los niveles de daños ocasionados por las plantaciones de palma africana fue basada en los criterios de definición de Muy Alto del estudio de Lauretta Burke.

3.3. DE LOS POSIBLES EFECTO ECONÓMICOS DE LOS CONTAMINANTES DEL CULTIVO DE PALMA SOBRE EL ARRECIFE DE CORAL

Los arrecifes coralinos saludables aportan importantes beneficios económicos, tanto para las comunidades costeras como al país en general. Estos beneficios económicos generados por los arrecifes se manifiestan en elevadas rendimientos pesqueros, ingresos relacionados con el turismo, la protección contra la erosión litoral y la nutrición para las comunidades costeras. Este estudio considera únicamente los beneficios percibidos por pesca y turismo para representar el impacto económico de los daños en el coral.

La cuantificación de los efectos económicos utiliza los índices de daños obtenidos en la sección anterior insertados en los análisis de ingresos por pesca y turismo. Esto da los siguientes resultados:

Cuadro 13. Valoración económica para los próximos 5 años del Arrecife Mesoamericano para Honduras.

Tiempo	Ingresos Sin Palma Africana en millones de \$ EEUU	Ingresos con Palma Africana en millones de \$ EEUU	Ingresos dejados de percibir por daños en el Arrecife en millones de \$ EEUU
Ingresos por Pesca	344.2	233.5	110.9
Ingresos por Turismo	69.7	38.5	31.2
Ingresos Totales	414.1	272.0	142.1

En la actualidad los ingresos generados por pesca y turismo en la zona cubierta por el Arrecife Mesoamericano en Honduras son 118.6 millones de dólares, los cuales según las formulas de Laretta Burke en el estudio Reefs at risk in the Caribbean pueden incrementarse en un 14% durante los próximos 5 años, pero si se establece el Mega-proyecto de Palma Africana el Arrecife Mesoamericano percibirá una disminución en los ingresos generados del 38% en los próximos 5 años.

El sector turismo es el más afectado económicamente debido a que el potencial de ingresos estimado en dicho sector disminuiría en un 44% en caso de establecerse las plantaciones, por otra parte el sector pesquero decrecería en un 32%.

Es importante mencionar que el estudio sólo consideró los impactos económicos durante los próximos 5 años debido a que es en ese periodo donde la plantación produce efectos perceptibles en los arrecifes coralinos según el método de análisis antes mencionados.

4. CONCLUSIONES

- El Arrecife Mesoamericano es muy sensible a las cantidades de sedimento que llegan al mar. Lastimosamente la implementación de Buenas Prácticas por sí solas no detienen la degradación a la que está expuesto el arrecife.
- Las implicaciones económicas de los daños de este cultivo extensivo (primeros 5 años) pueden traducirse en pérdidas de \$142.1 millones considerando sólo el efecto en pesca y turismo. Si bien es cierto son inferiores a los \$370 millones de divisas que el gobierno pretende ahorrar en compra de combustible con la implementación del Megaproyecto de Palma Africana, el impacto sobre la calidad de vida de las poblaciones afectadas puede ser muy alto, y los que perciban los beneficios de una inversión en biocombustible de palma muy pocos.
- La cantidad de sedimentos generados en actividades agrícolas están íntimamente relacionados con el tipo de cultivo, ya que es el cultivo el que define condiciones como cobertura y localización que afectan la cantidad de sedimentos generados.
- Los contaminantes de la palma que más afectan los arrecifes se producen mayormente durante la etapa de establecimiento del cultivo. En esos 3 años los daños causados al Arrecife Mesoamericano se consideran medios.
- Pueden desplazar plantaciones forestales y la fauna que habita en las zonas destinadas al cultivo.
- Presencia de fertilizantes, herbicidas y pesticidas en las escorrentías.
- Generación de sedimentos.
- Las salidas producidas en la plantación de palma africana que pueden afectar al Arrecife Mesoamericano según su sensibilidad son los sedimentos y los nutrientes: fósforo y nitrógeno.

5. RECOMENDACIONES

- Los Organismos interesados en el cuidado y la conservación del Arrecife Mesoamericano deberán utilizar métodos de conservación no convencionales, como ser adecuación de manglares artificiales o humedales que retengan los sedimentos que se dirigen al mar.
- Establecer un control y un manejo ordenado de los desechos provocados en el cultivo de palma africana, especialmente en el periodo de establecimiento de la plantación.
- Realizar estudios topográficos e inspecciones biológicas sobre la localización tentativa de las plantaciones puede reducir significativamente el impacto del cultivo de palma africana en el ecosistema al que se piensa introducir; y así integrar actividades generadoras de ingresos y muy prometedores con la economía con las prácticas adecuadas para no causar daños mayores a los ecosistemas.
- Fragmentar las aplicaciones de fertilizantes y dosificarlas en función de las características del suelo, para que no se desperdicien y no sean arrastrados al mar.
- Implementar un plan de desarrollo de cobertura en la plantación durante el periodo crítico del cultivo (3 primeros años) para disminuir las pérdidas por erosión ocasionadas en este periodo.
- Implementar Buenas Prácticas en el cultivo de palma africana para por lo menos desacelerar el impacto en los arrecifes de coral.
- Realizar prácticas que promuevan el desarrollo de cobertura adaptada a los diferentes cultivos, para minimizar los efectos de la precipitación reduciendo la intensidad con la que llega al suelo y dispersa su estructura, entre otras funcionalidades que tiene la cobertura.

6. RECONOCIMIENTOS

Dios, por permitirme llegar a Zamorano y acompañarme durante estos cuatro años.

Mis padres, que con esfuerzo y apoyo constante han hecho posible la culminación de mi carrera.

Dra. Mily Cortes Posas, por impartir el conocimiento e instruirme para la elaboración de este documento.

Departamento de Suelos de Zamorano, especialmente los profesores Carlos Gauggel y Gloria de Gauggel por su apoyo técnico.

SAG. La Secretaria de Agricultura y Ganadería, en especial a los Ing. Victor Iscoa e Ing. Juan Angel Midesel por la información que brindaron.

7. BIBLIOGRAFÍA

Alerta Verde. 1996. Los monocultivos de palma africana, etnocidio y genocidio en el oriente. Alerta Verde (Boletín de Acción Ecológica). N. 35, Octubre.

Arrecifes Coralinos llenos de basura. Diario El Herald, Honduras. Publicado el 29 de Marzo de 2007. (en línea). Consultado el 19 de Mayo del 2008. Disponible en: <http://www.periodicos-de-honduras.com>

Bardfield B.J; Haan C.T y Warner R.C. 1983. Applied hydrology and sedimentology for disturbed areas. Oklahoma, Estados Unidos, Oklahoma Technical Press, 334 p.

Bertsch, F. 2003. Absorción de nutrientes por cultivos. San Jose. Costa Rica. 189 p.

Canadian Environmental Agency. 1997. Environmental Issues. (en línea) Consultado el 16 de Junio de 2008. Disponible en: <http://www.eei.org/>

CAP (Comisión Administradora de Petróleo). 2007. Resumen de importaciones anuales 1981 al 2007. (en línea). Consultado el 17 de Mayo de 2008. Disponible en: <http://www.cap.gob.hn>

Cave, R. D. 1995. Manual para la enseñanza del Control Biológico en América Latina. Primera ed. Zamorano, Honduras. Zamorano Academic Press. p 51 – 72.

CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical, CO). 1981. Guía de estudio CIAT: Formulaciones de herbicidas. CIAT. Cali, Colombia. 36p.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación). 1972. Proyecto de Desarrollo y Diversificación de la Producción Agrícola, Honduras. Proyecto para el fomento del cultivo de Palma Africana. Tegucigalpa, Honduras. 79 p.

Gauggel, C. (9 de Julio de 2008). Entrevista sobre factores de Ecuación Rusle Honduras. (L. Luna, Entrevistador)

GreenFacts. 2008. Free Articles The Bio Ethanol Fuel Delema A Quilitative Research. (en línea). Consultado el 16 de Mayo de 2008. Disponible en: <http://www.greenfacts.org>

Goenaga Goenaqa, C. 1986. Los arrecifes costaneros en Puerto Rico: Estado Actual e implicaciones sociales. Science-Ciencia, Boletín Científico del Sur Vol 13 No 2.

González, C. 2004. Análisis comparado sobre la evolución del consumo de combustible biodiesel a nivel mundial. (en línea). Consultado el 16 de Mayo de 2008. Disponible en: <http://www.colombianadebiocombustibles.com>

Gómes, J. 1993. Control químico de malezas. Trillas. México. 250 p.

Guimenez, E. 2007. El boom de los agro-combustibles. (en línea). Consultado el 14 de Mayo de 2008. Disponible en: <http://revistavirtual.redesma.org>

Houghton, J.T., Callander, B.A., and Varney, S.K. 1999. Climate Change 1999: The Supplemental Report to the IPCC Scientific Assessment. Cambridge University Press. 200 p.

IFA (International Fertilizer Industry Association). 2004. Cuadro de Elementos de Fertilizantes. (en línea). Consultado el 14 de Julio de 2008. Disponible en: <http://www.fertilizer.org>

IHT (Instituto Hondureño de Turismo). 2006. Honduras Compendio estadístico 2006. (en línea). Consultado el 19 de Mayo de 2008. Disponible en: <http://www.visitehonduras.com>

INE (Instituto Nacional de Estadísticas). 2006. Instituto Nacional de Estadísticas de Honduras. Estadísticas de los Combustibles en Honduras en los años 2003 – 2006. (en línea). Consultado el 16 de Mayo de 2008. Disponible en: <http://www.ine-hn.org>

Lassaletta, L., Rovira, J. 2005. Influencia de la agricultura industrial en el cambio global. El Ecologista. www.ecologistasenaccion.org- Dpto. Interuniversitario de Ecología, Universidad

Mikhailova E. A. 1995. Predictin rainfall erosivity in Honduras. Thesis Master of science, Cornell University, 109p.

Padilla, J. 2007. Diseño de un plan de negocios modelo para una explotación promedio de palma africana para biodiesel en Honduras. Proyecto de graduación del programa de ingeniería en Agronegocios. Zamorano, Honduras. 35 p.

Pasolac. 1999. Guía técnica de conservación de suelos y agua. Doc. #241, serie técnica # 17/99. Managua, Nicaragua. Opción Bv.-8, Pág.2-15.

Pastorok, R.; Bilyard, G. sf. "Effects of Sewage Pollution on Coral-Reef Communities." Marine Ecology-Progress Series. January 10, 1985. Vol. 21: p 175-189.

Paz, P. 1999. Apuntes del curso de Cultivos industriales. Cultivo de Palma Africana, requerimientos ambientales. Zamorano, Honduras. 44p.

Pitty, A. 1995. Modo de acción y síntomas de fototoxicidad de los herbicidas. Primera Edición, Zamorano Academic Press. Zamorano, Honduras. 63 p.

Quesada, G. 2006. Cultivo e Industria de Palma Aceitera. Centro de Investigación. Secretaria de Ganadería y Agricultura. San José, Costa Rica. 50 p.

Raygada, R. 2005. Manual Técnico para el cultivo de Palma Aceitera. Asociación de promoción agraria. Lima, Peru. 103 p.

Razo, C *et al.* 2007. Biocombustibles y su impacto potencial en la estructura agraria, precios y empleo en América Latina. CEPAL. (en línea) Consultado el 14 de Mayo de 2008. Disponible: <http://www.cepal.org>

REDHES. 2007. Red Ecologista hondureña de desarrollo sostenible. Juan Carlos Carrasco. (en línea). Consultado el 30 de Mayo de 2008. Disponible en: <http://www.rehdes.org>

SAG (Secretaria de Agricultura y Turismo). 2006. Palma africana sustituirá importaciones de Diesel en Honduras. (en línea). Consultado el 12 de Mayo de 2008. Disponible en: <http://www.sag.gob.hn>

SAG (Secretaria de Agricultura y Turismo). 2008. Más de 7 mil hectáreas nuevas de palma africana serán cultivadas en 2008. (en línea). Consultado el 17 de Mayo de 2007. Disponible en: <http://www.sag.gob.hn>

Salazar, M. 2004. Composición de sedimentos en las zonas costeras utilizando Fluorescencia de Rayos-X (FRX), Revista biológica tropical. (En línea). Consultado el 28 de Junio de 2007. Disponible en: <http://www.scielo.sa.cr>

Starkman, M. 2006. Megaproyecto de cultivo de Palma Africana para Biodiesel. (en línea). Consultado el 8 de Mayo de 2008. Disponible en: <http://www.eueipdf.org>

Wischmeier WH, CB Johnson and BV Cross. 1971. A soil erodibility nomograph for farmland and construction sites. J. Soil and Water Cons. 26:189-193

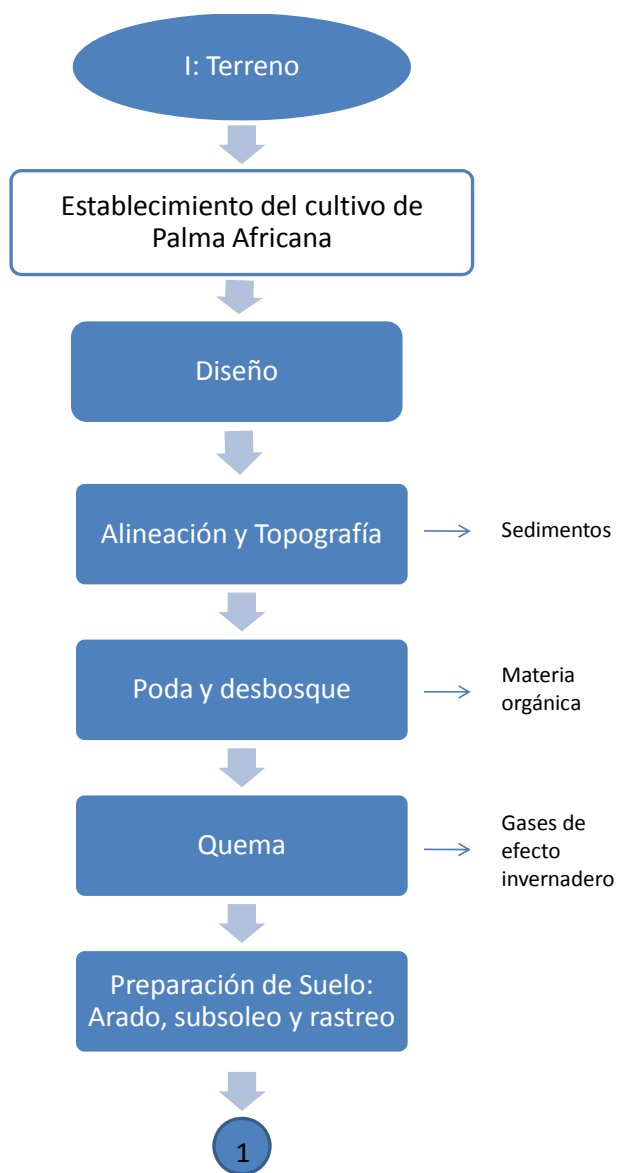
WWF (World Wild Foundation). 2008. Se realiza en Honduras taller de capacitación sobre colecta de información para mejorar el manejo de pesquerías. (en línea). Consultado el 19 de Mayo de 2008. Disponible en: <http://www.wwfca.org>

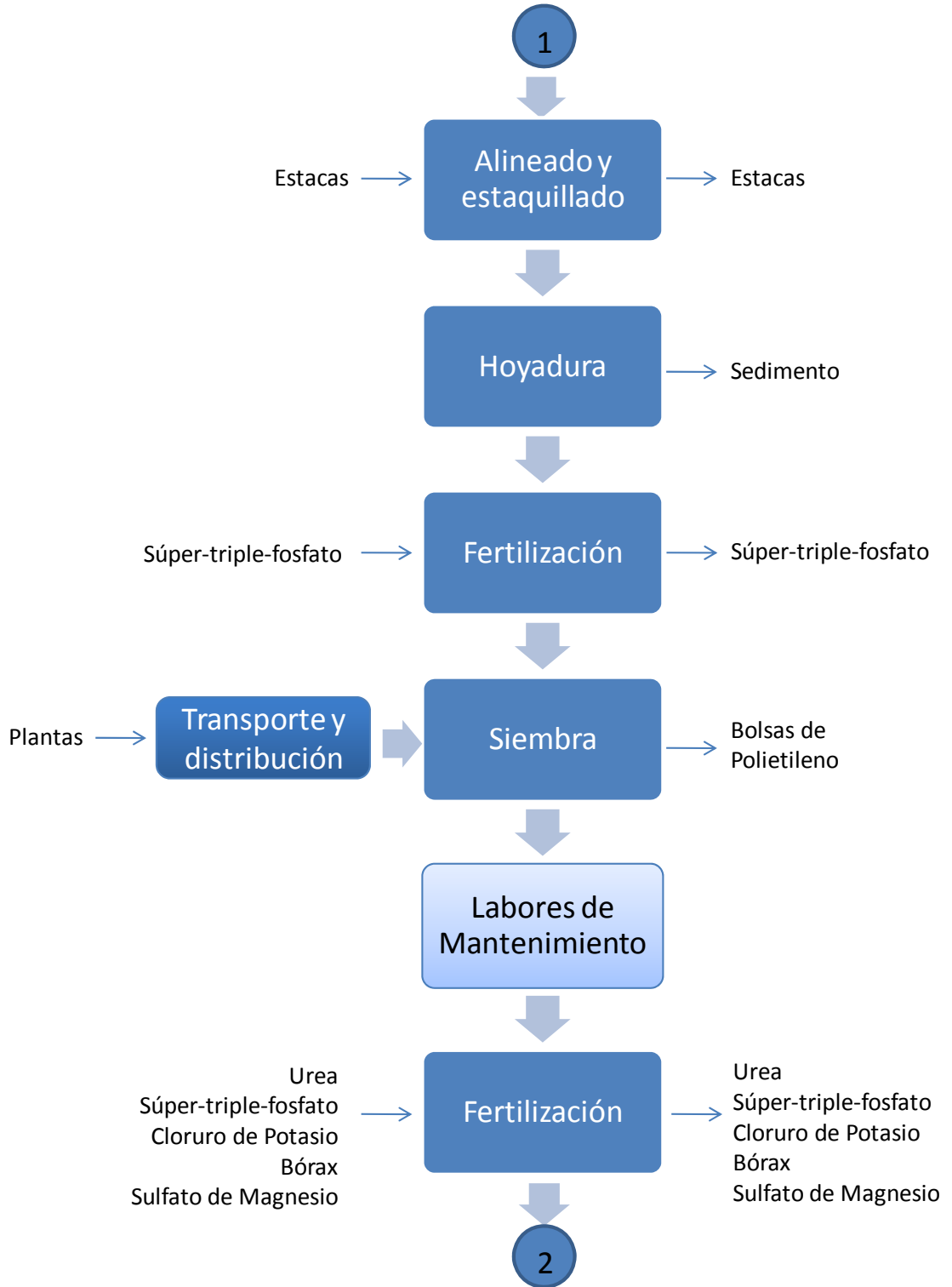
WRI (World Resources Institute). 2006. Contaminación Causada por los humanos en los arrecifes. (En línea). Consultado el 18 de Mayo de 2008. Disponible en: <http://www.wri.org>

WRI (World Resources Institute) 2005. World Resources Institute. Reefs at risk in the Caribbean. ISBN. Estados Unidos. 76 p.

8. ANEXOS

Anexo 1. Diagrama de flujo del proceso de cultivo de palma africana.







Anexo 2. Cuadro de aplicación de fertilizantes en cultivo de palma africana.

Nutrientes	Unidad	Año					9 – 25
		4	5	6	7	8	
Urea	Kg/ha	130	241	390	501	595	743
Triple Súper Fosfato	Kg/ha	36	67	108	139	165	206
Cloruro de Potasio	Kg/ha	93	173	280	360	427	533
Keimag	Kg/ha	56	104	168	216	256	320

Fuente: Bertsch (2003).

Densidad del 143 plantas/ha.

Anexo 3. Prácticas de conservación en el cultivo de palma africana.

Prácticas de conservación en cultivo de palma africana

Las prácticas de conservación a aplicar están determinadas por la pendiente del terreno en la que se encuentre establecida la plantación (Pasolac, 1999). Aunque para conseguir un escenario completamente amigable con el ambiente la recomendación general dada por el experto fue de realizar un control racional de malezas y con respecto al control de plagas, permitir que la plantación se desarrolle como un ecosistema natural, tiene ejemplos exitosos con experiencias en Costa Rica (Gauggel, 2008).

Las recomendaciones generales para minimizar el impacto del cultivo de palma africana en la erosión, según las variaciones en pendiente fueron:

Pendientes entre 1- 2%:

- Establecimiento de canales de drenaje, protegidos con vegetación u otro material.
- Establecimiento de una cobertura vegetal permanente en las interlineas, especialmente leguminosas.
- Programa racional de fertilización, es decir fraccionado de fertilización del cultivo. Para que se pueda absorber y evitar las pérdidas de nutrientes.

Pendientes entre 3-8%:

- Establecimiento de canales de drenaje, protegidos con vegetación u otro material.
- Establecimiento de una cobertura vegetal permanente en las interlineas, especialmente leguminosas.
- Programa racional de fertilización, es decir fraccionado de fertilización del cultivo. Para que se pueda absorber y evitar las pérdidas de nutrientes.
- Establecimiento de barreras vivas, siguiendo una curva de nivel. En caso de pendientes del 3 al 8% la distancia entre las barreras fluctúa entre los 30 y los 13 metros, siendo la distancia entre línea de barreras y la pendiente inversamente proporcionales.
- Establecimiento de la siembra en contorno.

- Construcción de terrazas de base ancha.

Pendientes entre 9-12%:

- Programa racional de fertilización, es decir fraccionado de fertilización del cultivo. Para que se pueda absorber y evitar las pérdidas de nutrientes.
- Establecimiento de barreras vivas, siguiendo una curva de nivel. En caso de pendientes del 1 al 12% la distancia entre las barreras fluctúa entre los 13 y los 9.5 metros, siendo la distancia entre línea de barreras y la pendiente inversamente proporcionales.
- Establecimiento de la siembra en contorno.
- Diseño de acequias de ladera.
- Establecimiento de canales de recolección de acequia.
- Construcción de barreras muertas en los canales de recolección, los materiales para las barreras muertas más comunes son bambú y piedras.
- Construcción de terrazas de base ancha.

Pendientes entre 13-16%:

- Programa racional de fertilización, es decir fraccionado de fertilización del cultivo. Para que se pueda absorber y evitar las pérdidas de nutrientes.
- Establecimiento de la siembra en contorno.
- Diseño de zanjas de ladera, para este rango de pendiente la distancia es de 10 metros entre zanjas.
- Establecimiento de canales de recolección de acequia.
- Construcción de barreras muertas en los canales de recolección, los materiales para las barreras muertas más comunes son bambú y piedras.
- Construcción de terrazas de base ancha.

Pendientes entre el 17-20%:

- Programa racional de fertilización, es decir fraccionado de fertilización del cultivo. Para que se pueda absorber y evitar las pérdidas de nutrientes.
- Establecimiento de la siembra en contorno.
- Diseño de zanjas de ladera, para este rango de pendiente la distancia es de 10 metros entre zanjas.
- Establecimiento de canales de recolección de acequia.
- Construcción de barreras muertas en los canales de recolección, los materiales para las barreras muertas más comunes son bambú y piedras.
- Construcción de terrazas de terrazas de base ancha.

Pendientes entre el 21-25%:

- Programa racional de fertilización, es decir fraccionado de fertilización del cultivo. Para que se pueda absorber y evitar las pérdidas de nutrientes.
- Establecimiento de la siembra en contorno.

- Diseño de zanjas de ladera, para este rango de pendiente la distancia es de 10 metros entre zanjas.
- Establecimiento de canales de recolección de acequia.
- Construcción de barreras muertas en los canales de recolección, los materiales para las barreras muertas más comunes son bambú y piedras.
- Construcción de terrazas de terrazas banales.

Anexo 4. Pérdidas de nutrientes en el suelo.

Lixiviación o lavado.- Este proceso consiste en la pérdida de nutrientes en forma de sales disueltas arrastradas en el agua de drenaje que penetra en el suelo. La magnitud de este tipo de pérdida depende del volumen de lluvia, el tipo de suelo, el tipo de cultivo, el tipo de fertilizante usado, etc.

El nitrógeno es uno de los elementos más afectados por la lixiviación, especialmente en forma de nitratos (NO_3^-), debido a que este ión es muy móvil en el suelo. El porcentaje por pérdidas en lixiviación utilizado para el Nitrógeno es de 20% del total aplicado, pero las pérdidas totales del nitrógeno son del 40%, pero el otro 20% se pierde por volatilización.

De allí que la fertilización nitrogenada es aplicada preferentemente en forma fraccionada, comenzando después de la germinación.

Por el contrario, el fósforo es muy estable en el suelo y por ello, las pérdidas en el agua de drenaje no son importantes, llegando a ser apenas de un 20% en la mayoría de los suelos, y esta es la única forma de pérdida del fósforo, es por eso que se considera más estable.

Pérdidas en forma de gas.- Las pérdidas de nutrientes de los fertilizantes por gasificación se presentan exclusivamente en el caso de los fertilizantes nitrogenados, mediante procesos conocidos como volatilización y denitrificación. Las pérdidas por volatilización ocurren en forma de NH_3 principalmente a partir de la urea. Estas pérdidas pueden ser muy acentuadas (hasta del 50% del nitrógeno) cuando se aplica urea al voleo en suelos de regiones cálidas.

Pérdidas por fijación.- La fijación consiste en la conversión de las formas iónicas disponibles o aprovechables a compuestos o estados de baja solubilidad, no disponibles a la planta. El nutriente que mayores pérdidas sufre a causa del fenómeno de fijación es el fósforo. Se ha estimado que, en promedio, las pérdidas de fertilizante fosfórico por fijación en los suelos agrícolas generalmente son del 70 al 90%, lo cual quiere decir que solamente del 10 al 30% del fósforo aplicado es utilizado por el cultivo. Lo anterior explica el hecho de que con frecuencia las dosis de aplicación de fósforo suelen ser muy superiores a los requerimientos de los cultivos que de suyo son bajos.

Anexo 5. Absorción de fertilizantes en cultivo de palma africana.

Cuadro de absorción de fertilizantes en palma africana

Fertilizantes	Unidad	Etapa					
		0	I	II	III	IV	V
Urea	Kg/Ha	106	114	195	276	324	405
Súper Triple Fosfato	Kg/Ha	30	33	55	78	92	115

Fuentes: SAG (2005), adaptado por la autora.

Anexo 6. Etapas de producción del cultivo de palma africana.

Etapas de producción del cultivo de palma africana

Diseño general de la plantación que se determina mediante un levantamiento topográfico en el que se definen y construyen la red de drenaje y canales de riego.

Descombro y apilamiento consta de la eliminación de la vegetación del terreno sin perjudicar la capa arable, apilando la vegetación de forma lineal y acordonada para proseguir a la preparación mecánica. Los tipos de descombro que recomienda la Secretaria de Agricultura y Ganadería de Honduras pueden ser:

Manuales.- utiliza machete, hacha y motosierra.

Mecánico.- utiliza la motosierra y la quema posteriormente la quema del material seco.

Químico.- aplica en caso de eliminación de plantaciones viejas que ya cumplieron son su ciclo. Utiliza productos químicos (herbicidas), entre los más aplicados se encuentran el Daconate y Roundup-L.

Preparación de Suelo es necesaria para la mejora de las condiciones del suelo, para promover el desarrollo radicular; puede consistir de subsoleo, aradura y rastreo (rome plow y rastra pulidora).

Establecimiento de Plantaciones se realizará cuando las plantas hayan cumplido un período de 10 a 12 meses en el vivero. El método de trasplante más utilizado es el Trasplante en Bolsas de Polietileno, antes del trasplante en el vivero se procede a la aplicación de fungicidas e insecticidas para evitar ataques de plagas y enfermedades en el campo.

La época de trasplante es variable debido a que la zona de estación seca en la zona no está bien definida, de lo contrario es mejor comenzar los trasplantes con las épocas de lluvia, pero sin que exista sobresaturación del suelo. La densidad de siembra está determinada por las condiciones del suelo y el clima de la zona, comúnmente se utiliza una densidad de 143 plantas/ha.

Alineado y Estaquillado es el trazo de una línea para orientar la siembra de las plantas se marcan cada 9 m. Acorde a la densidad de siembra

Transporte y distribución de plantas se realiza en vagones tirados por tractores o camiones de carrocería cerrada, para evitar maltrato de las plantas a causa del viento.

Hoyadura, Fertilización y Siembra son realizadas por la misma persona simultáneamente al momento de la siembra, el diámetro para el pilón es de 60 cm. Con una profundidad de 50 cm. En el agujero de siembra se agrega media libra de SuperFosfato triple 0-46-0 el cual debe ser cubierto por una capa de tierra fina. Posteriormente, se corta la bolsa con un machete y se alinea en el agujero dejándola sembrada firmemente.

Prácticas de Mantenimiento: son las labores que se realizan periódicamente en la plantación, con la finalidad de mantener en un buen estado al cultivo y que esto se refleje en niveles de productividad elevados.

Fertilización se refiere a la aplicación de los nutrientes requeridos por el cultivo para la producción, el programa de fertilización debe diseñarse tomando en cuenta en análisis químico del suelo, el análisis foliar, los niveles de rendimiento y la edad del cultivo. Las necesidades nutricionales de la Palma Africana en orden de importancia son: potasio, nitrógeno, calcio, magnesio, fósforo y boro.

Podas en esta práctica se eliminan el material vegetativo no funcional de la Palma, al realizar la poda debe conservarse la mayor superficie fotosintética activa. Para palmas jóvenes hasta los 18 meses, se cortan las hojas bajas para facilitar deshierbes en los círculos, la castración y polinización manual. Después de los 3 a 4 años, la poda se efectúa solo en las hojas que obstaculicen el corte de los racimos. La poda post-cosecha se realiza una vez al año.

Castración o Ablación consiste en eliminar periódicamente inflorescencias femeninas y masculinas durante un lapso de tiempo antes del inicio de la cosecha. La primera castración se realiza

Control de malezas es una de las operaciones que demanda alto costo, representando el 30% de los mismos durante los 3 primeros años y el 15% en plantaciones en producción. El control de malezas se realiza en las intercalles y en los comales, pues pueden ser hospederos de insectos y hongos. El periodo entre los controles varían acorde al plan de control utilizado, en agroquímicos las aplicaciones pueden ser 6 al año, durante los primeros años de la plantación, hasta 2 aplicaciones al año en plantaciones maduras.

Control Fitosanitario El objetivo de la sanidad vegetal, es la detección temprana de ataques de insectos y presencia de enfermedades que estén causando daños económicos al cultivo, y la formulación de medidas de manejo de plagas y enfermedades. Se pueden utilizar insecticidas o plaguicidas para combatir los brotes. Entre las formas de control se realizan podas periódicas para detectar la aparición de hongos o insectos.

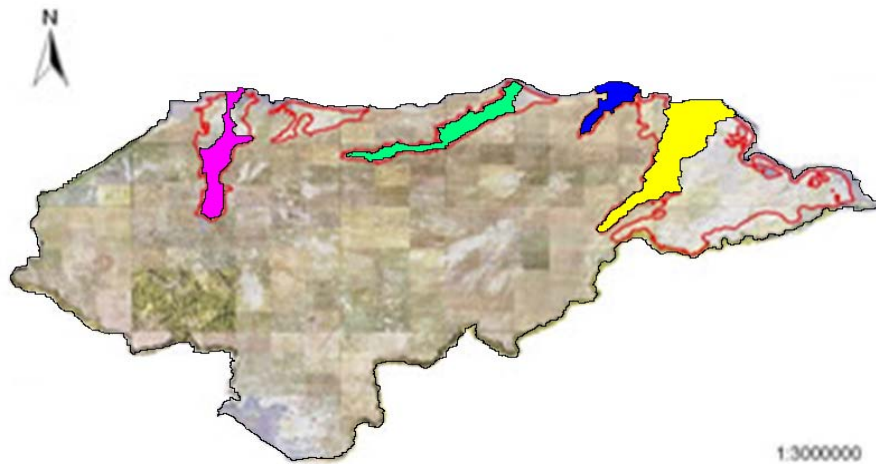
Polinización la palma aceitera produce flores masculinas y femeninas en inflorescencias distintas y en forma separada en una misma planta, de tal manera que se necesita trasladar

el polen de una flor a otra, es por esta razón que se necesita agentes polinizadores para asegurar buena fructificación. La polinización inicia a los 26 meses de sembrada la palma.

Mantenimiento de Drenaje las redes de drenaje normalmente se dirigen a los cauces naturales de ríos y riachuelos donde deben depositar el agua, luego están los drenes colectores que recogen las aguas de los drenes primarios, pueden seguir drenes secundarios o terciarios. Todo depende del tamaño de la plantación y de la pendiente donde este establecida. El mantenimiento se procura mantener limpios los canales y retirar el excedente de malezas y otros materiales que puedan interrumpir el paso del agua.

Cosecha proceso en el cual se desprenden de la palma los racimos que la misma produce, las cosechas inician a partir del 3er año de la plantación y a medida que ésta madura el proceso se vuelve más complejo debido a la altura de la palma. La cosecha se realiza manteniendo una periodicidad de 8 a 10 días. Todas las hojas que cortadas, como resultado de la cosecha son apiladas ordenadamente en las líneas intermedias del cultivo. Para la extracción de racimos del interior de las parcelas, en las grandes plantaciones, se utilizan mulas, búfalos o carretillas manuales.

Anexo 7. Mapa de áreas de proyecto de intensificación de palma africana que interceptan cuencas que afectan Arrecife Mesoamericano.



Anexo 8. Cuadro de daños causados por el cultivo de palma africana sin aplicar Buenas Prácticas.

Daño causado por contaminantes		
Etapa	Mg/cm²*día	Daño
0	4.809829760171	Medio
I	1.376247305032	Bajo
II	0.415032226868	Bajo
III	0.415580849044	Bajo
IV	0.415558528238	Bajo
V	0.415689761114	Bajo

Cuadro de daños causados por el cultivo de palma africana aplicando Buenas Prácticas en el 50% del área del proyecto y el 50% sin aplicar.

Daño causado por contaminantes		
Etapa	Mg/cm²*día	Daño
0	3.138199089097	Bajo
I	0.898499390962	Bajo
II	0.271603573143	Bajo
III	0.271903162184	Bajo
IV	0.271942203280	Bajo
V	0.272100970403	Bajo

Anexo 9. Cuadro de daños en cuenca por Pastorok.

Sedimentation - The degree of impact. Rate mg/cm² /day

1-10

Slight to moderate
 Decreased abundance
 Altered growth forms
 Decreased growth rates
 Possible reductions in recruitment
 Possible reductions in numbers of species

10-50

Moderate to severe
 Greatly decreased abundance
 Greatly decreased growth rates
 Predominance of altered growth forms
 Reduced recruitment
 Decreased numbers of species
 Possible invasions of opportunistic species
 Greater than 50
 Severe to catastrophic
 Severely decreased abundance
 Severe degradation of communities
 Most species excluded
 Many colonies die
 Recruitment severely reduced
 Regeneration slowed or stopped
 Invasion by opportunistic species

Anexo 10. Contaminantes utilizados en la producción de palma africana.

El uso de insumos agrícolas es indispensable para los cultivos ya que estos utilizados en cantidades apropiadas permiten a los productores alcanzar niveles de producción rentables. A continuación se describen los diferentes insumos agrícolas utilizados en la producción de Palma Africana

Fertilizantes.- cualquier sustancia orgánica o inorgánica, natural o sintética que aporte a las plantas uno o varios de los elementos nutritivos indispensables para su desarrollo vegetativo normal (AbcAgro, 2007). La siguiente cuadro resume la composición de los fertilizantes más comunes utilizados en la producción de Palma Africana según la revisión pertinente sobre el cultivo de Palma en la zona de estudio.

Fertilizantes	Elementos				
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	B
Úrea	46	--	--	--	--
Súper Triple Fosfato	12	24	12	--	--
Cloruro de Potasio	--	--	60	--	--
Sulfato de Magnesio	--	--	--	18	--
Bórax	--	--	--	--	11

Fuente: International Fertilizer Industry Association (2004).

Herbicidas.- productos químicos fitotóxicos utilizados para destruir plantas indeseables, inhibir o alterar su crecimiento e interferir y malograr la germinación de semillas. Pueden aplicarse de diferentes maneras, de acuerdo a las características especiales de cada uno de ellos, las que permiten establecer grupos de herbicidas con base en sus propiedades selectivas (Gómes, 1993). A continuación los ingredientes activos de los herbicidas más utilizados en Palma Africana.

Paraquat.- Es un herbicida de contacto no selectivo. Controla malezas de hojas anchas y angostas, anuales y acuáticas (Gómes, 1993). Este herbicida se absorbe rápidamente por el follaje y no tienen actividad biológica al caer al suelo. No actúa sobre partes vegetales sin clorofila, por lo que no afecta los troncos de los frutales o forestales establecidos cuya corteza sea marrón sin clorofila (Pitty, 1995).

Diuron.- Es un polvo blanco, cristalino, utilizado como herbicida en agricultura para controlar malezas en plantaciones. Se adsorbe persistentemente en el suelo, con una vida media de hasta once meses. En agua se adsorbe parcialmente, en el sedimento en la zona superficial la fotólisis lo degrada casi totalmente en un plazo de días. (Pitty, 1995).

Glifosato.- Es un herbicida no selectivo, de uso post-emergente, controla Poaceas perennes, hoja ancha y semillas en germinación de las malezas, es específico para café, banano, aguacate, cítricos y palma africana (CIAT, 1991).

Insecticidas y Plaguicidas.- Ambas son sustancias químicas, el plaguicida es utilizado para controlar plagas que afectan plantaciones agrícolas y los insecticidas son utilizados para matar insectos. La excesiva aplicación de insecticidas y plaguicidas puede traer como consecuencia la creación de resistencia de los insectos plaga, la contaminación de aguas superficiales y daño a organismos benéficos (Cave, 1995). Los más utilizados en el cultivo de Palma Africana son:

Endosulfan.- Es un plaguicida organoclorado y según el Departamento de Protección Ambiental de la Florida (1995) Endosulfan es el plaguicida más peligroso de uso agrícola, además de afectar el bienestar de la vida marina.

Carbofuran.- Es uno de los pesticidas del grupo de los carbamatos más tóxicos. Es usado para un amplio espectro de control de plagas, es un insecticida sistémico, es decir que es absorbido por las raíces y se distribuye a través de la planta.

Bacillus Thuringensis.- Es una bacteria que se encuentra de forma natural en los suelos, libera una proteína en el sistema digestivo de las larvas de los insectos especialmente la familia de los lepidópteros que los mata. No se conocen efectos sobre mamíferos, ni insectos benéficos como las abejas.