

PRÁCTICAS EFECTIVAS PARA LA REDUCCIÓN DE IMPACTOS POR EVENTOS CLIMÁTICOS

CULTIVO DE PALMA ACEITERA EN COSTA RICA

“Como parte del estudio de prácticas efectivas para la adaptación de cultivos
prioritarios para seguros en Costa Rica”

El cual es realizado con el aporte del Fondo de Adaptación

Elaborado por:

Raffaele Vignola, PhD¹
William Watler, MSc²
Karina Poveda Coto, Lic³
Álvaro Berrocal, Lic³
Armando Vargas, Bsc³

Octubre, 2017

¹ Director de la Cátedra Latinoamericana en Decisiones Ambientales para el Cambio Global (CLADA), CATIE

² Miembro del Programa de Bosques, Biodiversidad y Cambio Climático, CATIE

³ Consultor CLADA, CATIE



Para la realización de este estudio se reconoce el apoyo de funcionarios de las sedes regionales del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), colaboradores de las empresas Palmatica, Agropro, Terramia del Agro S.A., así como los productores de las diferentes regiones visitadas, quienes aportaron significativamente al desarrollo del estudio.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	5
METODOLOGÍA	6
TIPIFICACIÓN DEL SISTEMA PRODUCTIVO DE PALMA ACEITERA	8
1. Especificaciones técnicas:	8
2. Fases fenológicas del cultivo de palma aceitera.....	10
2.1 Descripción general de las fases fenológicas:.....	10
2.2 Especificaciones de las fases del ciclo fenológico por región productiva	11
3. Prácticas recomendadas para el manejo de la plantación	18
3.1 Preparación de suelo y hoyado	18
3.2 Siembra	18
3.3 Fertilización	19
3.4 Encalado	20
3.5 Control de enfermedades	20
3.6 Control de plagas	23
ANÁLISIS DE EXPOSICIÓN DEL CULTIVO DE PALMA DE ACUERDO CON LAS CONDICIONES DE SITIO Y LAS AMENAZAS CLIMÁTICAS OBSERVADAS	25
1. Ubicación espacial de las zonas productoras de palma aceitera en Costa Rica	25
2. Sistematización de información sobre sensibilidad del cultivo a eventos climáticos	27
3. Identificación de los factores de exposición a los eventos climáticos y no climáticos extremos que afectan la productividad en las principales regiones productoras de palma en Costa Rica	29
4. Información complementaria a los eventos climáticos y no climáticos extremos que afectan la producción en las zonas productoras de palma del país	35
4.1 Base de datos DesInventar	35
IDENTIFICACIÓN DE PRÁCTICAS QUE PERMITAN PREVENIR Y/O REDUCIR EL IMPACTO DE LOS EVENTOS CLIMÁTICOS EN ES SISTEMA PRODUCTIVO DE PALMA .	38
1. Prácticas identificadas para la reducción de impacto de eventos climáticos por fase de cultivo de acuerdo con la consulta a expertos	38
1.1 REGIÓN PRODUCTIVA PACÍFICO CENTRAL	38
1.2 REGIÓN PRODUCTIVA PACÍFICO SUR	53
2. Evaluación de las prácticas identificadas y su impacto sobre el agroecosistema	69
3. Cuantificación de costos de las prácticas identificadas	74
BIBLIOGRAFÍA	80
ANEXOS	83
ANEXO 1. GLOSARIO DE TÉRMINOS RELEVANTES Y UTILIZADOS DURANTE LA CONSULTA A EXPERTOS	83
ANEXO 2. LISTA DE EXPERTOS CONSULTADOS	102

LISTA DE ACRÓNIMOS

ASD	Agricultural Services and Development
ATP	Adenosine Triphosphate
BBCH-scale	Biologische Bundesanstalt, Bundessortenamt und Chemische Industrie
CATIE	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
CIA	Centro de Investigaciones Agronómicas
CLADA	Cátedra Latinoamericana en Decisiones Ambientales para el Cambio Global
CNP	Consejo Nacional de Producción
DDC	Dirección de Cambio Climático
Ha	Hectárea
i.a.	ingrediente activo
IMN	Instituto Meteorológico Nacional
INEC	Instituto Nacional de Estadística y Censos
INS	Instituto Nacional de Seguros
INTA	Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria
MAG	Ministerio de Agricultura y Ganadería
MM	Microorganismos de Montaña
Msnm	Metros sobre el nivel del mar
PBAE	Programa Bandera Azul Ecológica Categoría agropecuaria

INTRODUCCIÓN

La palma aceitera es uno de los cultivos con mayor crecimiento a nivel mundial (Fitzherbert *et al.*, 2008), y en Costa Rica fue introducida en 1944 y en 1950 se trajo al país la primera planta extractora de aceite. En 1964, se inició el establecimiento y expansión del cultivo en la región del Pacífico Sur, siendo esta región la principal productora de aceite de palma junto con el pacífico Central (Quesada, 2001). A partir de los años ochenta se dio una expansión significativa del cultivo en el país, la cual se asoció con la siembra de materiales mejorados que aumentaron significativamente la producción de racimos de fruta fresca y de aceite (Umaña, 1998).

Desde entonces, la producción de palma de aceite en Costa Rica ha tenido una tendencia a la expansión y se ha visualizado como un motor de la actividad económica en ciertas regiones del país debido a la estabilidad de mercado que ofrecen las compañías procesadoras del aceite y derivados. En los últimos 30 años, se ha reflejado un incremento del área cultivada de 294,6% (INEC, 2015).

De acuerdo con datos del censo agropecuario 2014, la superficie de palma aceitera en el país ronda las 66 419,8 hectáreas, lo que corresponde a 2169 fincas.

En términos de área sembrada, las provincias con mayor área sembrada son Puntarenas con el 87,0% y Limón con el 8,2% (INEC, 2014).

Además, este cultivo destaca como uno de los principales cultivos permanentes que se establecieron en el país, siendo el segundo en importancia, ya que de las 557 888,6 hectáreas de cultivos permanentes, el 23,8% corresponde a café; seguido por la palma aceitera con un 18,8%.

Considerando que la palma es una alternativa económica para muchos productores en el país y que el aceite de palma que se extrae es un producto importante de exportación, se deben considerar los efectos que las variaciones climáticas futuras puedan tener sobre la producción nacional.

Bajo este contexto, es necesario tener información robusta que permita ajustar los planes y estrategias nacionales que promueven la expansión del sector de la palma aceitera para reducir la vulnerabilidad ante el cambio climático, promover su competitividad y facilitar su adaptación.

El presente documento resume los principales resultados del estudio realizado para el Instituto Costarricense de Seguros, por la Cátedra Latinoamericana en Decisiones Ambientales para el Cambio Global (CLADA) del CATIE. El estudio está enfocado en la identificación de prácticas agrícolas que se puedan realizar para prevenir o mitigar el impacto de eventos climáticos y no climáticos en el cultivo de palma de aceite en Costa Rica. Se espera que a través del estudio se construya una base de conocimiento sobre buenas prácticas que facilitar la adaptación de los sistemas productivos frente a los impactos de los eventos extremos en el país, y al mismo tiempo proveer al Instituto Nacional de Seguros información técnica confiable y aplicable en sus diseños de productos financieros y seguros agropecuarios.

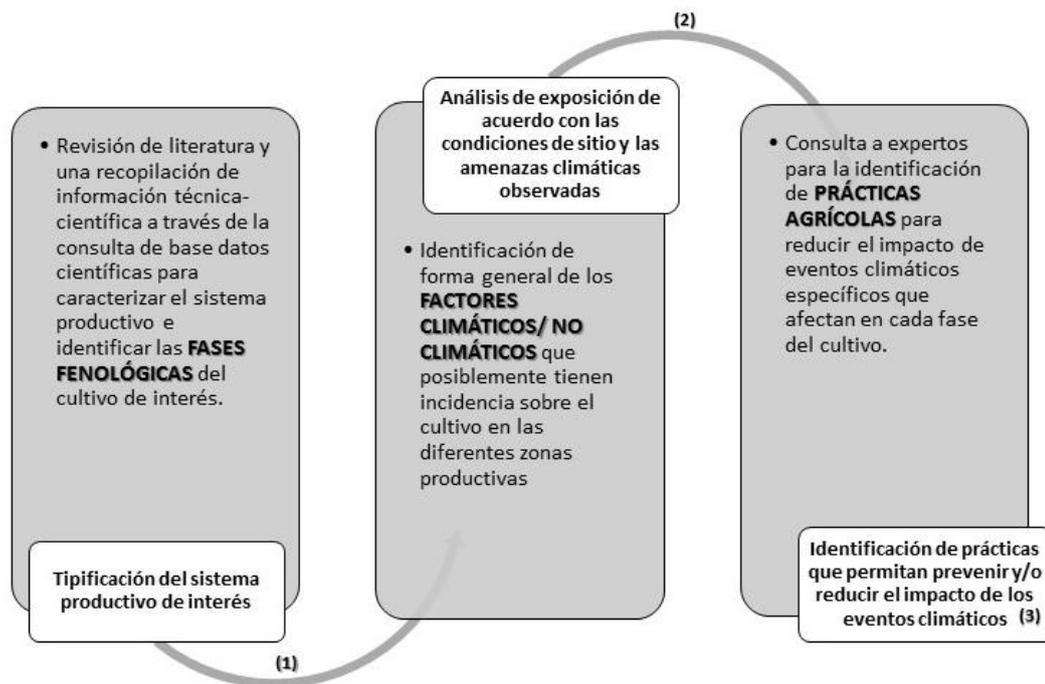
METODOLOGÍA

El estudio tiene como objetivo conocer, desde un enfoque nacional considerando las áreas más representativas de producción, las buenas prácticas para la reducción de impactos de eventos climáticos extremos sobre los sistemas agroproductivos.

Para alcanzar el objetivo propuesto, el estudio se dividió en tres grandes secciones, las cuales buscan responder a la complejidad del análisis de los impactos del clima sobre los cultivos. Se utilizó una combinación de métodos basados en conocimiento experto y búsqueda de información secundaria para obtener la información requerida que permita reducir la incertidumbre de inversiones de agentes financieros y de seguros sobre los sistemas agropecuarios de interés.

En la primera sección se realizó una caracterización del sistema productivo de palma aceitera en Costa Rica y una descripción de las fases fenológicas del cultivo. A partir de las fases fenológicas descritas, se identificaron los eventos que tienen mayor impacto en cada fase. En la segunda sección se presenta el análisis de exposición que resume los eventos climáticos y no climáticos que son recurrentes en cada una de las regiones productivas y que podrían tener algún impacto negativo en el desarrollo del cultivo. Esta identificación general sirvió como base para detallar cuáles son los eventos climáticos que más impacto tienen en cada una de las fases fenológicas del cultivo, para posteriormente, en la tercera sección, definir las prácticas que los expertos realizan para reducir o prevenir el impacto de factores climáticos en cada fase de cultivo. Además, en la tercera sección se cuantificaron los costos de implementación de las prácticas y se realizó una valoración de las prácticas bajo los criterios del programa de Bandera Azul Ecológica categoría Agropecuaria y el Programa de reconocimiento de beneficios ambientales para la producción agropecuaria sostenible, desarrollado por el Ministerio de Agricultura y Ganadería.

En la siguiente figura se resume el proceso metodológico seguido para la realización de este estudio.



- (1) Las fases fenológicas definidas en la primera sección servirán como base para la identificación de prácticas que reducen el impacto de eventos climáticos en cada fase de cultivo.
- (2) Los eventos climáticos generales que afectan las regiones productivas servirán de insumo para determinar el impacto específico de cada uno de los eventos e identificar las prácticas para la reducción del impacto de dichos eventos climáticos específicos por fase de cultivo.
- (3) Para cada una de las prácticas identificadas calcularon los costos generales de implementación y se hizo una valoración bajo los criterios del programa de Bandera Azul Ecológica el Programa de reconocimiento de beneficios ambientales para la producción agropecuaria sostenible.

Figura 1. Proceso metodológico seguido para la identificación de prácticas agrícolas para reducir el impacto de eventos climáticos en el cultivo de palma aceitera

TIPIFICACIÓN DEL SISTEMA PRODUCTIVO DE PALMA ACEITERA

1. Especificaciones técnicas:

En Costa Rica la palma aceitera es uno de los cultivos de mayor crecimiento y expansión de área cultivada; tiene muy buena adaptación en el país y como se puede observar en el cuadro 1 es originaria del continente africano y traído al continente americano por navegantes a mediados del siglo XVI (Quesada, 2001).

Cuadro 1. Generalidades taxonómicas del cultivo de palma aceitera

Nombre común:	Palma aceitera
Nombre científico	<i>Elaeis guineensis</i>
Familia	Arecaceae
Origen	Golfo de Guinea

Fuente: Quesada, 2001

Variedades

Debido a la expansión de las áreas de producción de palma aceitera en Costa Rica, se ha venido trabajando en el desarrollo de variedades con el objetivo de mejorar el potencial productivo. Se han determinado variedades para cada región productiva, para aumentar la densidad, para reducir problemas fitosanitarios y para tolerar el déficit hídrico (ASD, 2014).

A continuación, se describen las variedades disponibles más utilizadas en el país, así como algunas características de las mismas, con base en información recabada por ASD, (2014):

Deli x Ghana: esta variedad es originaria de Ghana y se adapta a una diversidad de condiciones agroecológicas. Puede ser sembrada a altas densidades y se desarrolla adecuadamente desde los 0 hasta los 1000 msnm. Su crecimiento vertical es moderado, produce racimos grandes alrededor de 22 kilogramos y con un contenido de aceite alto. Además posee tolerancia moderada- alta a la sequía y las bajas temperaturas.

Deli X Nigeria: esta variedad tiene un crecimiento moderado y racimos grandes. Posee una se caracteriza especial ya que tiene dos tipos de color de racimos (virescens y nigrescens), lo que facilita el reconocimiento de los racimos que tienen un grado óptimo de madurez a la hora de la cosecha. Además, tiene una tolerancia media a la sequía, a la baja luminosidad y a las bajas temperaturas.

Deli x La Mé: las líneas padres de esta variedad son originarias de Costa de Marfil. La planta alcanza un crecimiento moderado y sus racimos son pequeños (menor cantidad de aceite por racimo) pero produce un mayor número de racimos con respecto a las otras variedades. Se maneja bajo un sistema de baja densidad de siembra y además se caracteriza por tener alta tolerancia al déficit hídrico pero gran susceptibilidad al problema fitosanitario llamado pudrición del cogollo.

Bamenda x Ekona: esta variedad fue desarrollada en el país con materiales procedentes

de Camerún. Se maneja una baja densidad de siembra; su crecimiento es lento y presenta racimos pequeños a medianos, con contenidos de aceites medios. Además demuestra alta tolerancia al déficit hídrico, a cambios en la temperatura principalmente a las bajas temperaturas y tiene baja la incidencia de pudrición del cogollo.

Deli x Compacta: esta variedad se caracteriza por producir racimos medianos pero con un alto contenido de aceite. Además posee un tronco y hojas más cortas que favorecen el aumento de la densidad de siembra. Las plantas presentan tolerancia a la sequía y a temperaturas muy bajas.

Compacta x Ghana: es una variedad originaria de Nigeria que se generó del cruzamiento de palmas madres compactas (duras). La producción se caracteriza por tener frutos y racimos medianos (18-22 kg), con un contenido de aceite que puede superar el 30%. Son plantas que se destacan por desarrollar hojas y tronco considerablemente más cortos que las variedades comunes *E. guineensis*.

Compacta x Nigeria: esta variedad proviene del cruzamiento de palmas madres compactas (duras), originadas del retrocruzamiento sucesivo de un híbrido natural *E. oleifera* x *E. guineensis*. Las palmas de esta variedad se caracterizan por tener hojas y tronco considerablemente más cortos que las variedades *E. guineensis*, por lo que se les puede sembrar a una densidad de siembra de 170 palmas por hectárea. Otra característica distintiva de estas palmas es que producen racimos *virescens* y *nigrescens*.

Tanzania x Ekona: es una variedad con líneas maternas desarrolladas en Costa Rica de germoplasma introducido de las tierras altas de Tanzania. Esta variedad muestra un crecimiento vertical de moderado a lento y se planta a la densidad normal de 143 palmas por hectárea. El tamaño de los racimos es mediano (18-22 kg), con un contenido de aceite alto que ronda el 28-30%. Los frutos son medianos pero se caracterizan por tener almendra grande y cáscara muy delgada. Es una planta que destaca por su tolerancia a la sequía y bajas temperaturas, además ha mostrado una baja incidencia de enfermedades que causan pudriciones del cogollo.

Amazon (Híbrido OxG): esta variedad es el resultado del cruzamiento de palmas madres de *Elaeis oleifera* de las amazonas con padres retrocruzados de un híbrido natural de Brasil. La densidad de siembra es baja, el racimo es grande y la producción de aceite es de media a alta. Se caracteriza por ser altamente tolerante a las pudriciones de cogollo y por tener baja tolerancia a la sequía y a temperaturas bajas.

2. Fases fenológicas del cultivo de palma aceitera

La palma de aceite es una oleaginosa perenne, con inicio de producción a los 18 meses después de la siembra, alcanzando su potencial máximo progresivamente dentro de los 3 a 5 años siguientes. Además, el cultivo puede ser económicamente viable por 25 años, según las variedades y las condiciones ecológicas de la región.

El ciclo fenológico del cultivo de palma aceitera se puede dividir en 7 fases principales, iniciando con la fase de germinación y emergencia hasta la fase de maduración de la planta. Estas fases fueron adaptadas con base en la consulta con expertos y revisión de literatura (la escala BBCH). La duración del ciclo puede variar de acuerdo con la variedad utilizada y las condiciones de la región productiva del país.

2.1 Descripción general de las fases fenológicas:

- **Fase 0 - germinación y emergencia:** esta fase de la planta se desarrolla en una zona especial denominada como “pre-vivero”. Se inicia con el secado de semillas a una temperatura de 38 a 40 °C para romper el estado de dormancia. Posteriormente se sumergen en agua por dos días y se siembran en bolsas. A los 7-10 días después de la germinación, empieza la emergencia de la primera hoja plúmular (Hormaza *et al.*, 2010).
- **Fase 1- desarrollo de hojas en vivero:** esta fase empieza con el desarrollo de la primera hoja lanceolada a los 30 días después de la emergencia y termina hasta la apertura total de la hoja flecha (hoja más joven) que está localizada en el centro de la corona y en posición vertical ascendente. La fase de vivero termina cuando la hoja 18 está completamente pinnada y la planta es trasladada a campo donde se desarrolla la apertura de la hoja flecha. Este estadio puede tener una duración de 20 a 24 meses aproximadamente (Hormaza *et al.*, 2010).
- **Fase 2- elongación del estípite:** esta etapa comienza cuando se observan las primeras raíces adventicias y la planta engrosa su tallo lo suficiente sin modificar su crecimiento de altura para formar una base sólida. Posteriormente, inicia el proceso de elongación del tallo o estípite, en el que la mayoría de variedades alcanzan alrededor de 25 a 50 cm de altura por año (Hormaza *et al.*, 2010).
- **Fase 3- emergencia de la inflorescencia:** el crecimiento de la inflorescencia se divide en tres sub-fases, la primera es el inicio de la formación de la inflorescencia dentro de la estructura del tallo (sub-fase no observable externamente). La segunda es la emergencia de la inflorescencia en la axila de cada hoja, esta se observa en forma elíptica cubierta por una bráctea pedúncular y comienza la separación de las estructuras a la base del tallo. Por último ocurre la apertura foliar y la aparición de la inflorescencia, donde la bráctea floral alcanza los 45 cm, comienza el engrosamiento y termina cuando la bráctea empieza a rasgarse

- levemente para llegar a la antesis (Hormaza *et al.*, 2010).
- **Fase 4- floración:** la floración comienza cuando la bráctea ha terminado de rasgarse (sin dejar de cubrir la inflorescencia) y se pueden observar las raquillas que están posicionadas hacia el centro. En esta etapa se alcanza a diferenciar el sexo de la flor y ocurre la pre-antesis. Seguidamente se da el proceso de antesis cuando el estigma sécil comienza su fase receptiva y finaliza con la polinización, donde se da la apertura de los lóbulos estigmáticos para el ingreso del polen (Hormaza *et al.*, 2010).
 - **Fase 5- desarrollo del fruto:** esta fase comienza después de que las flores han sido fecundadas y durante este estadio, los lóbulos se endurecen y el ovario se empieza a hinchar para la formación del fruto. Posteriormente, se da un crecimiento rápido del fruto hasta alcanzar un 50% de su tamaño final, alrededor de 28 a 30 días después de la antesis. El final de esta etapa se alcanza cuando un 90% del fruto cambia de un color amarillo a un pardo negruzco y el endospermo desarrolla una textura blanda (Hormaza *et al.*, 2010).
 - **Fase 6- maduración:** la etapa de maduración comienza a los 84 días después de la antesis, cuando el endospermo se torna totalmente sólido y el fruto cambia a una coloración amarillo ocre con el ápice gris negruzco. La maduración del fruto se alcanza alrededor de 4,5 a 6 meses después de la antesis, cuando este cambia a un color naranja medio. Cuando se obtiene la madurez óptima es necesario cosechar los frutos, ya que se considera que los frutos sobre maduros no son aptos para la fabricación de aceite industrial por la formación de ácidos grasos libres (Hormaza *et al.*, 2010).

2.2 Especificaciones de las fases del ciclo fenológico por región productiva

A continuación se presentan las especificaciones que los expertos definieron con respecto al ciclo fenológico de la palma aceitera en diferentes regiones productivas del país. Cabe resaltar que para esta especificación se incluyeron solamente las dos regiones productivas identificadas como prioritarias por el Instituto Nacional de Seguros.

- **Región productiva Pacífico Central**

La fase 0 de germinación y emergencia (pre-vivero) tarda 2 meses aproximadamente. Fase 1 llamada desarrollo de hojas en vivero tarda de 8-10 meses. Las plantas llegan a ser trasplantadas en campo a una edad de 12 meses aproximadamente. La siembra en campo se puede realizar entre los meses de mayo y agosto. La Fase 2 (elongación de tallo o estípote), la planta la realiza a lo largo de su vida, ya que año con año va alargando su estípote y puede llegar a ser considerada una planta productiva hasta los 30 años. La emergencia de las inflorescencias puede iniciar al año después de haber sido trasplantadas en campo, máxime si se utilizan variedades más precoces. En tiempo que tarda entre emergencia de las inflorescencias hasta antesis o floración es de 6 meses. Una vez dada la floración, pueden pasar 6 meses hasta tener el fruto maduro listo para

cosechar. La producción se mantiene a lo largo del año con picos de producción. La fase de senescencia de hojas no se considera para efectos de este estudio. La senescencia de hojas casi no se percibe ya que al momento de cosecha se realiza un deshoje que elimina hojas que ya cumplieron su función productiva.

De acuerdo con la consulta a los expertos de la región, las variedades más utilizadas en la zona son:

- Deli x Ekona
- Deli x Gana
- Compacta x Gana
- Compacta x Nigeria
- Compacta x Deli
- Themba

En el cuadro 2 se ilustra el ajuste realizado en los meses e intervalos de duración de cada fase en la región productiva Pacífico Central. Cabe mencionar que en el siguiente cuadro se presentan los meses para un primer ciclo, sin embargo el ciclo se repite constantemente ya que la producción en condiciones óptimas se podría mantener durante todo el año. La fase 0 y 1 por lo general sólo la realizan empresas como Palma Tica o Coopeagropal, es decir los productores se saltan esas fases comprando plantas listas para ser trasplantadas a campo.

Cuadro 2. Fases del ciclo fenológico del cultivo de palma aceitera, en la región productiva Pacífico Central

Criterio	FASES			
	Fase 0 (Germinación y emergencia)	Fase 1 (Desarrollo de hojas en vivero)	Fase 2 (Elongación del estípite o tallo)	Fase 3 (Emergencia de la inflorescencia)
				
Siembra en campo	La labor de trasplante de vivero a campo se realiza desde el mes de mayo hasta agosto aproximadamente			
	Año 1		Año 2	Año 3
Primer ciclo productivo	Mayo-Junio	Julio-Diciembre	Enero-Abril	Junio-Diciembre
Duración aproximada	2 meses	10 meses		2 meses
	Fase continua, a lo largo de la vida de la planta.			

Criterio	FASES		
	Fase 4 (Floración)	Fase 5 (Desarrollo del fruto)	Fase 6 (Maduración)
	 <p>Rasgamiento de bráctea hasta dejar descubierta la inflorescencia.</p>  <p>Femenina</p>  <p>Masculina</p>	 	
	Año 4		
Primer ciclo productivo	Enero	Febrero-Mayo	Junio-Julio
Duración aproximada	1 mes (desde rasgamiento de la bráctea hasta antesis)	4 meses	2 meses

Fuente: elaboración a partir de consulta a experto

- **Región productiva Pacífico Sur**

La fase de germinación y emergencia (pre-vivero) tarda aproximadamente 3 meses. La fase de desarrollo de hojas en vivero tarda de 10 meses. Los productores usualmente compran las plantas a las compañías (Palma Tica o Coopeagropal) con una edad entre 12 y 13 meses para ser sembradas en campo. La siembra en campo se realiza entre los meses de mayo hasta octubre. La fase de elongación de tallo o estípote se desarrolla a lo largo de su vida, y puede llegar a ser considerada una planta productiva hasta los 35 a 40 años, luego son desechadas por la dificultad para cosechar por la altura.

La emergencia de las inflorescencias puede iniciar a los 18 meses después de haber sido trasplantadas en campo. Desde anthesis hasta tener el fruto maduro listo para cosechar pueden pasar 6 meses y medio aproximadamente. La producción se mantiene a lo largo del año con picos de producción. La senescencia de hojas no se considera para efectos de este estudio.

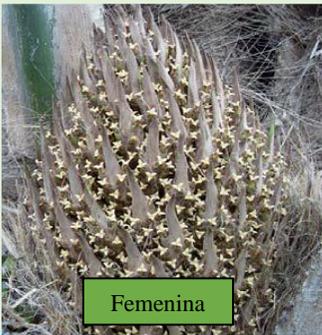
De acuerdo con la consulta a los expertos de la región las variedades más utilizadas en la región Pacífico Sur son:

- Deli x Gana
- Deli x Nigeria
- Tanzania x Ekona
- Tenera

En el cuadro 3 se ilustra el ajuste realizado en los meses e intervalos de duración de cada fase en la región productiva Pacífico Sur. En el cuadro se podrán observar los meses que corresponden a un primer ciclo productivo, no obstante el ciclo se repite constantemente ya que la producción en condiciones óptimas se podría mantener durante todo el año.

Cuadro 3. Fases del ciclo fenológico del cultivo de palma aceitera, en la región productiva Pacífico Sur

Criterio	FASES				
	Fase 0 (Germinación y emergencia)	Fase 1 (Desarrollo de hojas en vivero)	Fase 2 (Elongación del estípote o tallo)	Fase 3 (Emergencia de la inflorescencia)	
					
Siembra en campo	La labor de trasplante de vivero a campo se realiza desde el mes de mayo hasta agosto aproximadamente. Algunos extienden hasta octubre-noviembre				
	Año 1		Año 2	Año 3	
Primer ciclo productivo	Mayo-Junio	Julio-Diciembre	Enero-Abril	Fase continua, a lo largo de la vida de la planta	Junio-Setiembre
Duración aproximada	2-3 meses	10 meses		Fase continua, a lo largo de la vida de la planta	2 meses

Criterio	FASES			
	Fase 4 (Floración)		Fase 5 (Desarrollo del fruto)	
	 Rasgamiento de bráctea hasta dejar descubierta la inflorescencia.		 Femenina	
	 Masculina		 	
	Año 3			Año 4
Primer ciclo productivo	Octubre		Noviembre-Diciembre	Enero-Febrero
Duración aproximada	1 mes (desde rasgamiento de la bráctea hasta antesis)		4 meses	
				Marzo-Abril
				2 meses

Fuente: elaboración a partir de consulta a experto

3. Prácticas recomendadas para el manejo de la plantación

En esta sección se describen un conjunto de prácticas que se realizan para el manejo del cultivo de palma aceitera en Costa Rica, de acuerdo con la literatura existente.

3.1 Preparación de suelo y hoyado

Para la preparación de suelo se recomienda realizar estudios de nivelación de terreno para evitar riesgos por inundaciones, asimismo se debe diseñar un sistema de drenajes adecuado a las condiciones de sitio y a las características del terreno (no se recomienda sembrar en terrenos con menos de 3 m.s.n.m).

Previo a la actividad de siembra se realiza el hoyado, procurando que el adobe de la planta quede totalmente tapado y que el hoyo quede 6 cm más ancho en radio que el adobe de la planta. Se recomienda hacer una nivelación alrededor del hoyo de aproximadamente de un metro de radio (Quesada, 2001).

3.2 Siembra

- Siembra en vivero

El manejo agronómico en la etapa de vivero y pre-vivero tiene que asegurarle al productor un 100% de homogeneidad en la plantación, así como plantas libres de plagas y enfermedades. Parte de las prácticas que se pueden realizar para propiciar un adecuado desarrollo de la planta son: la selección de semilla certificada; la utilización de semilla pre-germinada para evitar pérdidas de homogeneidad por la diferenciación de latencia de semillas; el uso de sombra los primeros días de germinación para evitar excesiva luminosidad y temperatura; y la utilización de suelos de buena calidad con textura franca a franca arenosa que permitan el buen drenaje del agua sin evitar cambios bruscos en la disponibilidad de agua (Mora *et al.*, 2007).

- Siembra en campo

La siembra en campo se recomienda realizarla durante el inicio de la época lluviosa en la región, esto para asegurar la disponibilidad de agua suficiente para el crecimiento de la planta y para reducir el potencial estrés que pueden sufrir las plantas por el paso de vivero a campo. Durante el proceso de siembra, se debe procurar que el cuello de todas las plantas quede al mismo nivel del suelo para propiciar una mayor homogeneidad en la plantación. Si por lo contrario, la planta se coloca más abajo del nivel del suelo, se puede acumular agua en el cuello cuando haya precipitación; y si está más arriba, las lluvias pueden erosionar el adobe causando que las raíces superficiales queden expuestas a plagas y enfermedades (Quesada, 2001).

Debido a que la palma es una planta con crecimiento simétrico que exige una insolación máxima, se recomienda una distancia entre plantas de 9 metros (en relación con un triángulo

equilátero) y una distancia entre filas de 7,80 metros (Quesada, 2001).

3.3 Fertilización

La fertilización en etapa de pre-vivero se realiza de forma foliar y se inicia hasta que la primera hoja esté completamente abierta (aproximadamente a la semana 4 después de la siembra). El producto que más se aplica en esta fase es la urea, a una dosis de 30 gramos de producto por bomba de 16 litros. También se puede aplicar en las semanas 5, 7 y entre la semana 8 a 12 después de la siembra, una dosis de la fórmula 15-15-6-4. La cantidad aplicada de fertilizante puede oscilar entre los 60 a 90 gramos por bomba de 18 litros en aproximadamente 100 plantas. Dentro del programa de fertilización granular, como se observa en el cuadro 4, se recomienda realizar fertilizaciones frecuentes a lo largo del primer año; utilizando el fertilizante DAP durante los primeros 2 meses; entre el mes 4 al 9 DAP con una mezcla de K_2SO_4 con Kieserita; y durante los meses 10 al 12 se utiliza la fórmula 15-15-15 y Kieserita (Ortiz & Fernández, 2000).

Cuadro 4. Plan de fertilización en el cultivo de palma aceitera en vivero (12 meses)

Edad (meses)	DAP	Mezcla*	15-15-15	Kieserita
1	--	--	--	--
2	2.7	--	--	--
3	2.7	--	--	--
4	5.0	4.0	--	--
5	5.0	4.0	--	--
6	12.0	10.0	--	--
7	15.0	14.0	--	--
8	20.0	18.0	--	--
9	25.0	22.0	--	--
10	--	--	34.0	14.0
11	--	--	34.0	14.0
12	--	--	34.0	14.0

(*) Mezcla= K_2SO_4 + Kieserita (1:1).
DAP= Fosfato diamónico.

Fuente: Ortiz & Fernández, 2000

La fertilización en el campo está determinada por el contenido de nutrientes del suelo y la edad del cultivo. En palmas jóvenes (entre 1-8 años) se realizan 3 aplicaciones por año para favorecer el crecimiento y el inicio de la producción; mientras que en plantaciones adultas (mayor a los 8 años) se realizan 2 aplicaciones por año. El plan de fertilización de cada unidad productiva va a depender de los análisis de suelo, los cuales permitirán ajustar el plan de fertilización a los requerimientos totales por hectárea. De acuerdo con la literatura los requerimientos de una plantación de palma por hectárea son: nitrógeno 120 kg, fósforo 40 kg, potasio 200 kg y magnesio 6 kg. Las fuentes de estos elementos más utilizadas son urea, DAP, KCl y Kieserita que aporta magnesio (Durán *et al*, 1999).

3.4 Encalado

Los suelos tropicales en el país representan zonas naturalmente ácidas y conforme han pasado los años después de períodos largos de uso agrícola intensivo, los problemas de acidez han incrementado. La palma es una planta de raíces no tan profundas y poco tolerantes a niveles altos de acidez; a estas circunstancias es necesario la aplicación de enmiendas cálcicas para disminuir los niveles. El encalado consiste en incorporar al suelo materiales cálcicos o sales básicas que promuevan la neutralización de la acidez que provoca la fertilización nitrogenada o por las condiciones de suelo en el área cultivada; Los materiales más utilizados para corregir estos problemas son los carbonatos, óxidos, hidróxidos, silicatos de calcio y silicatos de magnesio. La cantidad de enmienda requerida por hectárea, va depender de los resultados del análisis de suelos (Espinosa & Molina, 1999).

3.5 Control de enfermedades

El cultivo de palma se puede ver seriamente afectado por enfermedades en etapa de pre-vivero y vivero. Según MAG (2007), muchas de estas enfermedades son causadas principalmente por hongos que atacan la parte foliar.

Etapa de vivero

Las principales enfermedades que atacan a las plantaciones de palma aceitera en Costa Rica son:

- **Antracnosis (*Botriodiploidia palmarum*, *Colletotricum gloesporioides*):** la antracnosis es una enfermedad causada principalmente por dos tipos de hongos, los cuales se ven favorecidos con una humedad relativa mayor al 95% y temperaturas alrededor de 21 a 26 °C. El hongo *Colletotricum gloesporioides* se presenta inicialmente en las hojas más jóvenes y la lesión visible tiene una forma elongada, de color pardo oscuro rodeado por un halo pálido. El hongo *Botriodiploidia palmarum* aparece en las puntas de las hojas jóvenes y las lesiones son similares a las provocadas por *C.gloesporioides*. La enfermedad se disemina a través del roce entre las hojas y por medio del viento; además se ve favorecida por condiciones de exceso de sombra, exceso de fertilización nitrogenada y exceso de agua de riego o precipitación después de varios días con déficit hídrico (MAG, 2007).

Forma de combate: utilizar una densidad de siembra adecuada dentro del vivero para evitar el rozamiento y bajar la humedad relativa. Además, se debe manejar una nutrición equilibrada (sin excesos de nitrógeno), y un control adecuado de la disponibilidad de agua (evitando tanto excesos como déficit hídrico) y una rotación apropiada de fungicidas (Chinchilla & Escobar, 2007). Se pueden aplicar algunos productos químicos como Benomil y Mancozeb en forma preventiva o curativa (la dosis difiere del estado de la enfermedad) (MAG, 2007).

- **Mancha curvularia (*Curvularia ergrostridis*; *Curvularia maculans*):** esta mancha se observa como lesiones translúcidas que se van tornando a un café oscuro a negro con halo de color amarillo-naranja. La enfermedad se presenta principalmente en vivero pero también se puede observar en el primer año en campo debido a condiciones de estrés en el trasplante y pobres condiciones de suelo como mal drenaje. La enfermedad se puede dispersar por las lluvias, viento y por el agua de riego.

Forma de combate: para neutralizar esta enfermedad se recomienda una buena densidad en vivero y al igual que la antracnosis se pueden utilizar productos como Benomil y Mancozeb en forma preventiva o curativa dependiendo del estado de la enfermedad.

Etapas de desarrollo del cultivo

- **Pudrición común de la flecha y arqueamiento foliar:** los síntomas de estas enfermedades empiezan a presentarse entre los 13 y 18 meses después del trasplante; se presenta en lugares focalizados (no generalizados) y no se ha determinado su agente causal; aunque se ha demostrado que las plantas afectadas se encuentran en suelos con altos índices de pH, altos niveles de hierro y aluminio, ausencia de microorganismos, bajo contenido de materia orgánica y baja capacidad de intercambio catiónico. Los suelos ácidos ocasionan reducción del sistema radicular, aumenta los problemas de anclaje y por ende disminuye la absorción de nutrientes presentes en el suelo. Las plantas enfermas presentan lesiones pardas y acuosas en los folíolos, cuando la enfermedad ha avanzado las hojas flecha se necrosan en casi el 100% provocando el arqueamiento del raquis y problemas de desarrollo (Alvarado *et al*, 1996; Ortiz & Fernández, 2000; Consulta personal, 2018).

Formas de combate: utilizar variedades tolerantes, aplicaciones de microorganismos benéficos, incorporar materia orgánica de los residuos de cosecha de la misma palma u otras enmiendas orgánicas como gallinaza, cerdaza, pollinaza, entre otras; se recomienda realizar un análisis de suelo antes de agregar los materiales u productos anteriormente descritos para conocer los niveles de pH e incorporar las cantidades necesarias de calcio para neutralizar la acidez. Además, construir buenos drenajes en la plantación para reducir la humedad; mantener una buena aireación del suelo y hacer un buen manejo de la fertilización principalmente la nitrogenada (Alvarado *et al*, 1996; Ortiz & Fernández, 2000).

- **Pudrición del cogollo:** el agente causal de la enfermedad es *Phytophthora palmivora* y esta se caracteriza por atacar los tejidos nuevos de la planta (en el corazón de la palma). Al infectar los tejidos inmaduros de las flechas se presentan pequeñas

lesiones necróticas, produciendo un amarillamiento de los foliolos y una pudrición en la base de las flechas de un color café-rojizo hasta alcanzar la muerte de la planta (MAG, 2007; Martínez, 2010).

La enfermedad se disemina rápidamente durante los periodos de lluvia; además, esta se ve favorecida por condiciones de mal drenaje, compactación, los suelos pesados, la acidez del suelo y la toxicidad por aluminio (Drent *et al.*, 2013).

Para el combate de esta enfermedad se ha determinado una tabla de incidencia para el diagnóstico temprano y así proceder a remover el tejido dañado.

Las aplicaciones de agroquímicos pueden realizarse de forma dirigida, especialmente puede ensayarse con el uso de productos específicos para Oomicetos como el metalaxil y los fosfonatos. No obstante, esta medida puede reprimir los síntomas en lugar de curar completamente a la planta, por lo que debe ser una práctica temporal (Drent *et al.*, 2013).

Además se recomienda hacer prácticas culturales como el uso de drenajes, un plan de fertilización adecuado a la zona de siembra y un control efectivo de insectos en las plantaciones y después de la cirugía para evitar que propaguen la enfermedad a otras palmas (MAG, 2007; Martínez, 2010; Drent *et al.*, 2013).

- **Síndrome del anillo rojo-hoja pequeña:** el anillo rojo es una de las enfermedades más importantes en el cultivo de palma y es causada por el nemátodo *Bursaphelenchus cocophilus*; pero es transmitida por el insecto vector *Rynchophorus palmarum*, ya que el nemátodo se adhiere en la parte externa e interna del insecto, transmitiéndose de plantas enfermas a sanas (Ortiz y Fernández, 2000; MAG, 2007; Martínez, 2010).

Los síntomas de esta enfermedad se han clasificado en dos:

- Clásicos: se presentan en hojas viejas o intermedias con una coloración verde-amarillenta que se secan al progresar la enfermedad; los peciolos se doblan y las hojas se quiebran muy cerca del tronco. Al cortar transversalmente el tronco se observa la presencia del anillo color rojizo, pardo o rosado; este se puede ver en forma compacta o en forma de puntos.
- Hoja pequeña: la planta no presenta necrosis en el tallo y las hojas permanecen verdes, las palmas afectadas comienzan a emitir hojas jóvenes más pequeñas con respecto a plantas sanas; seguidamente las hojas empiezan a deformarse y el centro de la corona adquiere una forma plana. Conforme la enfermedad avanza el raquis de las hojas infectadas presentan lesiones de color anaranjado amarillento y la planta se puede mantener enferma por varios años, ya que vuelve al ciclo de producción de hojas pequeñas año a año (Ortiz y Fernández, 2000; MAG, 2007; Martínez, 2010).

Los adultos de *R. palmarum* son atraídos por heridas y pudriciones en el tallo y el cogollo de las palmas. La ovoposición ocurre en estos puntos, y las larvas en desarrollo son capaces de causar un deterioro considerable de los tejidos como producto de sus actividades (Mezxón *et al.*, 1994).

Formas de combate: el combate del anillo rojo requiere de un manejo integrado y debe enfocarse en disminuir la población de *R. palmarum* y los inóculos del nemátodo. Se recomienda eliminar las plantas enfermas, ya que el control con nematicidas tradicionales presenta resultados erráticos. También se recomienda reducir los sitios de cría del vector como lo son las palmas con daños mecánicos, plantas enfermas o con lesiones por descargas eléctricas o aquellas que presenten heridas en el tronco debido a las labores de cosecha y poda de hojas por operarios inexpertos. Las palmas afectadas por pudriciones deben limpiarse, y tratarse en la medida de lo posible con un insecticida con efecto contra *R. palmarum* (Chinchilla, 2003).

Otra de las prácticas para evitar la diseminación es el uso de trampas con feromonas; el trapeo se realiza con caña de azúcar como fuente alimenticia en conjunto con las feromonas (Ortiz & Fernández, 2000; MAG, 2007). La caña puede impregnarse con un insecticida como el carbaryl, de manera que los insectos que visitan la trampa mueran al alimentarse (Chinchilla, 2003).

3.6 Control de plagas

- **Minador de la raíz (*Sagalassa valida*):** este insecto ataca el sistema radicular de la palma provocando daños irreversibles a los tejidos radiculares. El daño se reconoce por la presencia de excremento de color rojizo que deja el insecto, además del volcamiento de palmas en la plantación.

Formas de combate: para el control de esta plaga se realizan muestreos poblacionales, para lo cual se cava un hoyo de 40x40x50 cm a un lado del tronco de planta. Una vez analizado el porcentaje de afectación, se determinan las aplicaciones de insecticidas como carbofurán o endosulfan (Ortiz & Fernández, 2000). Además, se puede utilizar *Metarhizium anisopliae* como tratamiento biológico para controlar larvas. Para el control de aquellas larvas que ya están instaladas dentro del sistema radicular se necesitarían concentraciones altas del hongo entomopatógeno y volúmenes de agua que permitan la entrada de las esporas en el suelo; también se puede inocular el hongo en el suelo previo a la siembra (Pinzón, 1995).

- **Gusano cabrito (*Opsiphanes cassina*):** es una de las plagas que provocan más defoliación en plantaciones de palma en América Central, ocasionando daños al follaje muy severos ya que su consumo puede ser de tres folíolos por día. La población

crítica es de 2-4 insectos por planta y las poblaciones del insecto pueden aumentar en los meses más lluviosos.

Formas de combate: para esta plaga se requiere un monitoreo y combate constante. Las larvas pueden ser controladas con *Bacillus thuringiensis*, acephate o monocrotofos, y para el control de adultos se utilizan trampas con cebos impregnados con carbaryl o triclorfon (Muñoz, 2014; Lorya *et al.*, 2002).

- **Gusano canasta (*Oiketicus kirbyi*):** esta plaga se caracteriza porque las hembras construyen canastas para protegerse y sólo sacan parte de su cuerpo para alimentarse por lo que su control se ha dificultado. Su ciclo de vida es de aproximadamente de 4 a 5 meses, por lo que el ataque se da cada 5 meses; en ese tiempo la hembra impregna las canastas con feromonas para atraer a los machos, estos últimos al posicionarse en la planta presenta los mayores daños por defoliación. Formas de combate: para esta plaga se realiza el mismo control que en *Opsiphanes cassin* (Muñoz, 2014).
- **Picudo de la palma (*Rynchophorus palmarum*):** esta es la plaga más importante en el cultivo de palma, ya que es el principal vector de la enfermedad del anillo rojo. Este insecto puede entrar a la planta a través de heridas hechas por herramientas, por mordeduras de ratas, por rayos o por la entrada de alguna enfermedad como la pudrición basal (MAG, 2007).

Formas de combate: el control se debe realizar mediante el monitoreo constante de poblaciones de la plaga en la plantación. La presencia de 10 a 20 insectos por planta es un indicador de infestación crítica en la plantación. Se recomienda el envenenamiento de las plantas con la aplicación de arboricidas sistémicos inyectados directamente en el tronco. Después de que la planta se seca, esta es derribada y cortada en varios lugares para aplicarle productos insecticidas como Carbaryl, triclorfon, metomil, entre otros. Además, del uso de trampas con feromonas debidamente marcadas, ya que existen trampas solo para machos y otras para hembras (MAG, 2007).

- **Roedores:** esta plaga ocasiona problemas en el cultivo principalmente en los 3 primeros años después del trasplante. Se ha reportado que estos roedores pueden ocasionar pérdidas de aproximadamente 240 kilogramos de aceite/ha/año cuando las poblaciones de la plaga son altas.

Formas de combate: el combate se realiza principalmente con cebos para disminuir las poblaciones, así también se han probado atraer aves rapaces a la plantación como la lechuza para mantener controlada esta plaga (Darus & Basri, 2001).

ANÁLISIS DE EXPOSICIÓN DEL CULTIVO DE PALMA DE ACUERDO CON LAS CONDICIONES DE SITIO Y LAS AMENAZAS CLIMÁTICAS OBSERVADAS

En esta sección se presentan los resultados del análisis de exposición para el cultivo de palma aceitera considerando las condiciones de sitio/región versus sus potenciales amenazas climáticas y no climáticas. Para esto, se realizó el mapa de ubicación espacial de las regiones con mayor cobertura del cultivo en el territorio nacional según especificaciones del MAG. Seguidamente, se llevó a cabo la identificación de los factores de exposición a los eventos climáticos y no climáticos a los que está expuesto el cultivo en las regiones productoras de palma aceitera, por medio de consultas a realizadas a expertos.

1. Ubicación espacial de las zonas productoras de palma aceitera en Costa Rica

La palma aceitera como se observa en la figura 2, se ha establecido en las zonas bajas del territorio nacional. La provincia donde se localiza la mayor área sembrada es Puntarenas con un 87% del área sembrada (INEC, 2014). Los cantones de Corredores, Golfito y Osa correspondiente a la Región Pacífico Sur, cuentan con la mayor superficie cultivada con 24 809,1 ha, lo que representa el 67% del total nacional; seguido de la Región Pacífico Central, los cantones de Aguirre y Parrita tienen una superficie de 11 705,2 ha (31,6%). Existen pequeñas plantaciones en Limón, con una superficie de 497,6 ha (1,3%) (SFE-MAG, 2017; CATIE, 2017).

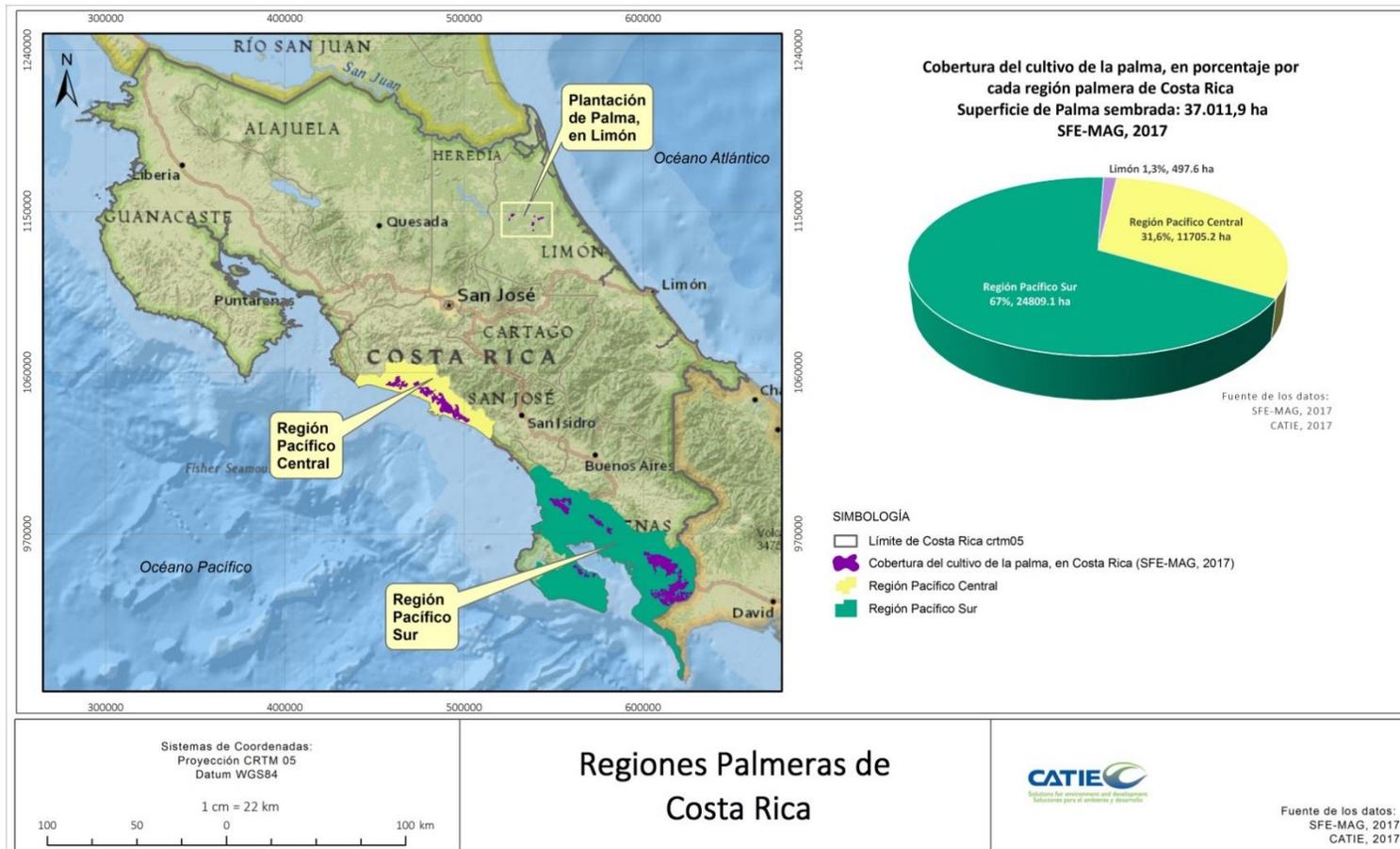


Figura 2. Principales regiones palmeras en Costa Rica
Fuentes: SFE-MAG, 2017; CATIE, 2017

2. Sistematización de información sobre sensibilidad del cultivo a eventos climáticos

De acuerdo con la información recabada en la literatura, y como se muestra en el cuadro 5, los efectos de los eventos climáticos en el cultivo de palma están relacionados con la disponibilidad de agua para el cultivo, así como el desarrollo de condiciones favorables para la proliferación de enfermedades y plagas, que afectan directamente al rendimiento de la plantación.

Cabe destacar que se encontraron vacíos de información técnica durante la revisión de literatura, por lo que la identificación de puntos críticos relacionados al clima no pudo realizarse por fase de cultivo.

Cuadro 5. Aspectos climáticos que pueden ser críticos para el desarrollo del cultivo de palma aceitera

FACTORES RELACIONADOS AL CLIMA	IMPACTO SOBRE EL CULTIVO	PRINCIPALES PRÁCTICAS QUE SE REALIZAN PARA LA REDUCCIÓN DE LOS IMPACTOS CLIMÁTICOS
Déficit hídrico	Afecta en todas las fases del cultivo, reduce el rendimiento de la planta y su crecimiento por el cierre estomático y la reducción de la tasa fotosintética; aunado a esto interfiere con la asimilación dióxido de carbono para la fabricación azúcares y provoca el aborto de inflorescencias femeninas. ^{1,2}	Uso de variedades tolerantes al déficit hídrico como Deli x Ghana, Deli X Nigeria, Deli x La Mé y Bamenda x Ekona. Así como el uso eficiente de riego ya sea por aspersión, por gravedad, goteo o subirrigación. ^{1,2,3}
Bajas temperaturas	Temperaturas menores a 19 °C bajan el rendimiento de las plantas, ya que desaceleran los procesos metabólicos, así como disminuye el crecimiento y baja los rendimientos de aceite. ^{3,4}	Se recomienda el uso de variedades tolerantes como Bamenda x Ekona y Tanzania x Ekona. ^{3,4}
Antracnosis (<i>Botriodiploidia palmarum</i> , <i>Colletotricum gloesporioides</i>)	La antracnosis se ve favorecida con una humedad relativa mayor al 95% y temperaturas alrededor de 21-26 °C. Se presenta principalmente en las hojas y provoca disminución en la tasa fotosintética de la planta. ⁵	Se recomienda utilizar densidades adecuadas para evitar el roce entre plantas y el salpique por las lluvias; así como el uso de drenajes para disminuir la humedad relativa. ⁵

<p><i>Curvularia ergrostridis.</i></p>	<p>Se presenta principalmente en vivero pero se puede observar en el primer año en campo. Se ve favorecida por condiciones de estrés en el trasplante y pobres condiciones de suelo como mal drenaje. Se disemina por las lluvias, viento y por el agua de riego.⁵</p>	<p>Se recomienda utilizar densidades adecuadas para evitar el roce entre plantas y el salpique por las lluvias; así como el uso de drenajes para disminuir la humedad relativa. Utilizar mano de obra calificada y con experiencia para la siembra en el campo para evitar estresar a la planta por mala manipulación en la siembra.⁵</p>
<p>Pudrición común de la flecha y arqueo foliar</p>	<p>Esta enfermedad se presenta en las hojas flecha donde las necrosan en casi el 100%, provocando el arqueo del raquis y problemas de desarrollo. Factores ambientales como periodos de mayor precipitación, menos horas luz y mayor humedad relativa pueden aumentar la incidencia de la enfermedad.¹⁶</p>	<p>Se recomiendan utilizar variedades tolerantes como Deli x Mé; así como realizar buenos drenajes para disminuir la humedad relativa y mantener una buena aireación del suelo.^{16 7}</p>
<p><i>Phytophthora palmivora</i> (Pudrición del cogollo)</p>	<p>Se presenta en los tejidos nuevos de la planta (en el corazón de la palma), al infectar los tejidos inmaduros de las flechas, produciendo un amarillamiento de los folíolos y una pudrición en la base de las flechas. Esta se disemina rápidamente en los periodos de lluvia y alta compactación de suelo.^{5 8}</p>	<p>Para el combate se recomienda hacer prácticas culturales como el uso de drenajes y la limpieza de los mismos en épocas de alta precipitación para evitar la diseminación e incidencia de la enfermedad.^{5 8}</p>
<p>¹(Ortiz & Fernández, 2000) ²(Hernández <i>et al.</i>, 2006) ³(Quesada, 2001) ⁴(Alvarado & Sterling, 2004) ⁵(MAG, 2007) ⁶(Alvarado <i>et al.</i>, 1996) ⁷(Chinchilla <i>et al.</i>, 2007) ⁸(Martínez, 2010)</p>		

3. Identificación de los factores de exposición a los eventos climáticos y no climáticos extremos que afectan la productividad en las principales regiones productoras de palma en Costa Rica

Para realizar el análisis de exposición se identificó y valoró el grado de impacto de los factores de exposición de los eventos climáticos y no climáticos extremos que repercute en el sistema productivo de la palma, así también se valoró el grado de impacto en cada etapa fenológica del cultivo, esto para cada una de las dos regiones productivas del país. Los resultados de esta identificación obedecen a consultas personalizadas realizadas a los expertos nacionales y regionales.

Estos resultados obtenidos fueron complementados/comparados con información secundaria existente, como, por ejemplo, la encontrada en la plataforma DESINVENTAR y documentos del Instituto Meteorológico Nacional (IMN) y SFE-MAG.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos para las dos regiones productivas de palma, con su grado de afectación, resaltando los principales eventos climáticos que las impactan.

- **Región productiva Pacífico Central**

Los resultados del análisis muestran los eventos climáticos y no climáticos que tienen mayor impacto en el sistema productivo y durante el desarrollo de cada fase fenológica del cultivo de la palma para la región productiva Pacífico Central que comprende los distritos de Naranjito, Parrita, Quepos y Savegre de la provincia de Puntarenas. La valoración global de los factores de exposición a los eventos climáticos y no climáticos, de acuerdo con el análisis de los expertos, es de 75, caracterizándola como de alta afectación climática a la exposición. La información recabada se resume en la figura 3.

En relación al grado de afectación de los factores de exposición a los eventos climáticos y no climáticos en el sistema productivo de la palma de la Región Pacífico Central correspondiente a los distritos Naranjito, Parrita, Quepos y Savegre de la provincia de Puntarenas, se resumen a continuación:

Alta afectación:

- Lluvias irregulares/variabilidad de las lluvias en el año
- Lluvias extremas en intensidad y tiempo
- Inundaciones / anegamiento del cultivo por fuertes lluvias
- Sequías
- Temperaturas extremas
- Variabilidad de la temperatura (tendencia creciente)
- Vientos fuertes / vendaval
- Fenómeno de El Niño
- Fenómeno de La Niña
- Erosión de suelos

En relación al grado de muy alta a alta afectación agroclimática en la etapa fenológica del cultivo de la palma, se resaltan:

- Germinación y emergencia; etapa que tiene muy alta afectación por temperaturas máximas y mínimas, déficit hídrico, luz de alta y baja cantidad, por enfermedades como *Rhizoctonia solani* y en mano de obra. En relación con el grado de alta afectación se resalta la humedad relativa en %.
- Desarrollo de hojas en vivero; muy alta afectación por temperaturas máximas y mínimas, lluvia en exceso, déficit hídrico, luz de alta y baja cantidad, por enfermedades como Antracnosis y falta de fertilización. En relación con el grado de alta afectación se tiene la humedad relativa en %, viento (>18Km/h), la falta de fertilidad de los suelos y la textura, así como en el manejo de la plantación y el control de malezas.
- Elongación del estípite o tallo; muy alta afectación por temperaturas máximas y mínimas, lluvia en exceso, déficit hídrico, luz de alta y baja cantidad, por plagas como las ratas, por falta de fertilización y mano de obra. En relación con el grado de alta afectación se tiene la humedad relativa en %, la plaga *Sagalassa valida*, fertilidad de los suelos y la textura, así como por el manejo de plantación y control de malezas.
- Emergencia de la inflorescencia; muy alta afectación por temperaturas máximas y mínimas, lluvia en exceso, déficit hídrico, luz de alta y baja cantidad y por la falta de fertilización. En relación con el grado de alta afectación se tiene la falta de fertilidad de los suelos y textura y el manejo de plantación.
- Floración; muy alta afectación por temperaturas máximas y mínimas, lluvia en exceso, déficit hídrico, luz de alta y baja cantidad y por la falta de fertilización. En relación con el grado de alta afectación se tiene la altitud y humedad relativa en %, por textura del suelo y manejo de plantación.
- Desarrollo del fruto; muy alta afectación por temperaturas máximas y mínimas, lluvia en exceso, déficit hídrico, luz de alta y baja cantidad y por plagas *Sagalassa valida*, enfermedades como Flecha seca, Síndrome del anillo rojo y Síndrome de hoja pequeña, por fertilidad de los suelos y manejo de plantación. En relación con el grado de alta afectación se tiene la altitud y humedad relativa en %, por textura del suelo, control de malezas y encalado.
- Maduración; muy alta afectación por temperaturas máximas y mínimas, lluvia en exceso, déficit hídrico, luz de alta y baja cantidad. En relación con el grado de alta afectación se tiene la falta de fertilización.

La información presentada anteriormente se resume en la siguiente figura (3):

- **Región productiva Pacífico Sur**

Los resultados del análisis muestran los eventos climáticos y no climáticos que tienen mayor impacto en el sistema productivo y durante el desarrollo de cada fase fenológica del cultivo de la palma para la región productiva Pacífica Sur correspondiente a los distritos de Corredor, Puerto Jiménez, Palmar, Puerto Cortez, La Cuesta, Laurel, Guaycara, Piedras Blancas, Pavón, Sierpe, Bahía Ballena, Golfito y Canoas, de la provincia de Puntarenas. La valoración global de los factores de exposición a los eventos climáticos y no climáticos, de acuerdo con el análisis de los expertos, es de 62,9, caracterizándola como una región de media exposición a eventos climáticos y no climáticos. Esta información se resume en la figura 4.

En relación al grado de afectación de los factores de exposición a los eventos climáticos y no climáticos en el sistema productivo de la palma de la Región Pacífica Sur, se resumen a continuación:

Muy alta afectación:

- Lluvias extremas en intensidad y tiempo
- Sequías
- Fenómeno de El Niño
- Fenómeno de La Niña

Alta afectación:

- Lluvias irregulares/variabilidad de las lluvias en el año
- Inundación / anegamiento del cultivo por fuertes lluvias
- Tormentas tropicales, huracanes, ciclones
- Variabilidad de las temperaturas (tendencia creciente)

En relación al grado de muy alta a alta afectación agroclimática en la etapa fenológica del cultivo de la palma, se resaltan:

- Germinación y emergencia: etapa que tiene muy alta por lluvia en exceso, déficit hídrico, textura del suelo y mano de obra. En relación al grado de alta afectación se resalta la temperatura mínima, humedad relativa en %, luz de baja cantidad, orden de suelos y la falta de fertilidad.

Desarrollo de hojas en vivero; muy alta afectación por lluvia en exceso, déficit hídrico, luz de baja cantidad, por plagas como Antracnosis, orden de suelos, falta de fertilidad y textura. En relación con el grado de alta afectación se tiene el viento (>18Km/h), luz en alta cantidad, manejo de plantación y el control de malezas.

- Elongación del estípote o tallo; muy alta afectación por lluvia en exceso, déficit hídrico, baja cantidad de luz, por plaga como Picudo (*Rynchophorus palmarum*), por enfermedades como Flecha seca y Síndrome de hoja pequeña, por orden de suelos, falta de fertilidad, textura de suelos y mano de obra. En relación con el grado de alta afectación se tiene la velocidad del viento (>18Km/h), por enfermedades como Síndrome del anillo rojo, manejo de plantación y control de malezas.
- Emergencia de la inflorescencia; muy alta afectación por déficit hídrico, por plaga

como Picudo (*Rynchophorus palmarum*), por enfermedad como Flecha seca, orden de suelos, falta de fertilidad y textura del suelo. En relación con el grado de alta afectación se tiene las temperaturas mínimas, lluvia en exceso, baja cantidad de luz y manejo de plantación.

- Floración; muy alta afectación por temperaturas mínimas, déficit hídrico, por plaga como Picudo (*Rynchophorus palmarum*), enfermedades como Flecha seca, por orden de suelos, falta de fertilidad y textura de suelos. En relación con el grado de alta afectación se tiene la lluvia en exceso y manejo de la plantación.
- Desarrollo del fruto; muy alta afectación por temperatura mínima, déficit hídrico, por plagas como Picudo (*Rynchophorus palmarum*), por enfermedades como Flecha seca, orden de suelos, falta de fertilidad, textura del suelo y manejo de plantación. En relación con el grado de alta afectación se tiene lluvia en exceso, control de malezas y encalado.
- Maduración; muy alta afectación por déficit hídrico, por plagas como Picudo (*Rynchophorus palmarum*), por enfermedades como Flecha seca, por el orden de suelos, falta de fertilidad y textura del suelo. En relación con el grado de alta afectación se tiene la lluvia en exceso, baja cantidad de luz y fertilización.

La información presentada anteriormente se resume en la siguiente figura:

4. Información complementaria a los eventos climáticos y no climáticos extremos que afectan la producción en las zonas productoras de palma del país

Como complemento a los resultados presentados producto del análisis de la información existente y por las consultas realizadas a los expertos nacionales sobre la recurrencia e impacto de los eventos climáticos y no climáticos en las regiones productivas del cultivo de la palma, a continuación se describe de manera resumida los datos que existen en base de datos del Sistema de Inventario de Efectos de Desastres (DesInventar) para las regiones productoras de palma del país.

4.1 Base de datos DesInventar ⁴

La base de datos disponible del sistema de inventario de efectos de desastres (DesInventar), para Costa Rica corresponde del período 1968 al 2017, y contiene el inventario histórico sobre la ocurrencia de los desastres cotidianos de pequeño, mediano y grande impactos, con base en datos preexistentes, fuentes hemerográficas y reportes de instituciones de nueve países de América Latina.

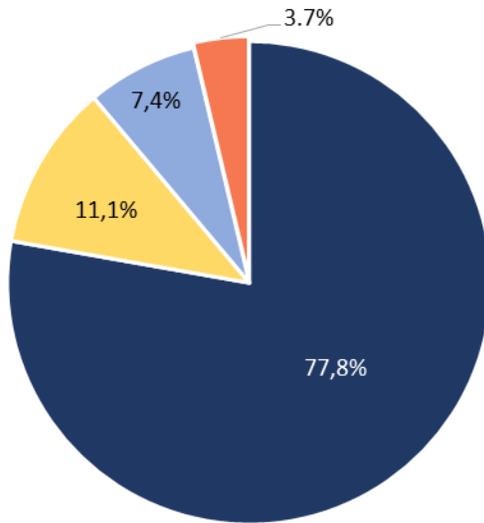
A continuación, se grafican los eventos de desastres de impactos (base de datos DesInventar) para las variables *afectación agropecuaria* y *afectación a cultivos y bosque por hectáreas* a nivel de los distritos con mayor cobertura de palma (región palmera Pacífica Central y Pacífica Sur). Nota de aclaración: en la base de datos DesInventar, no existe la variable con afectación específica para el cultivo de la palma.

- **Región productiva Pacífico Central**

Los gráficos muestran el valor porcentual por los tipos de eventos que han afectado al sector agropecuario y al sector de los cultivos y bosques por hectáreas, en la región palmera Pacífico Central, el cual comprende los distritos de Naranjito, Parrita, Quepos y Savegre de los cantones de Aguirre y Parrita en la provincia de Puntarenas.

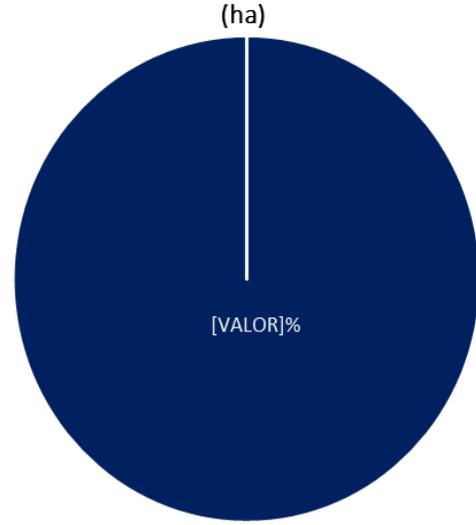
⁴ DesInventar es una herramienta conceptual y metodológica para la construcción de bases de datos de pérdidas, daños o efectos ocasionados por emergencias o desastres:

Ocurrencia de eventos con efecto agropecuario



■ Inundación ■ Avenida torrencial ■ Lluvias ■ Sismo

Ocurrencia de eventos con afectaciones a cultivos y bosques



■ Inundación

Gráfico 1. Valor porcentual por tipos de eventos que han afectado al sector agropecuario y a los cultivos y bosques por hectáreas en la región Pacífico Central

- **Región productiva Pacífico Sur**

Los gráficos muestran el valor porcentual por los tipos de eventos que han afectado al sector agropecuario, y al sector de los cultivos y bosques por hectáreas, en la región Pacífico Sur, el cual comprende los distritos de Corredor, Puerto Jiménez, Palmar, Puerto Cortez, La Cuesta, Laurel, Guaycara, Piedras Blancas, Pavón, Sierpe, Bahía Ballena, Golfito y Canoas de los cantones de Corredores, Golfito y Osa en la provincia de Puntarenas.

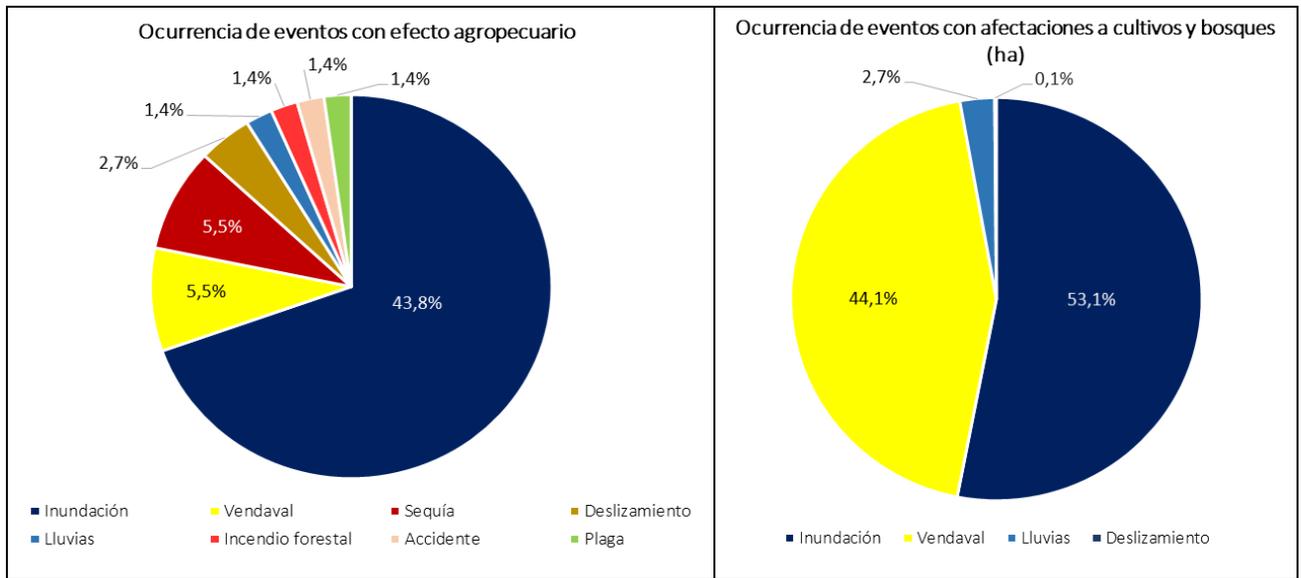


Gráfico 2. Valor porcentual por tipos de eventos que han afectado al sector agropecuario y a los cultivos y bosques por hectáreas en la región Pacífico Sur

IDENTIFICACIÓN DE PRÁCTICAS QUE PERMITAN PREVENIR Y/O REDUCIR EL IMPACTO DE LOS EVENTOS CLIMÁTICOS EN EL SISTEMA PRODUCTIVO DE PALMA

Para la identificación de prácticas que permitan reducir o prevenir el impacto de los eventos climáticos en el cultivo de palma se realizaron consultas a expertos en las principales regiones productivas con el fin de validar las amenazas climáticas identificadas en el análisis de exposición, determinar el impacto de los eventos climáticos en cada fase del cultivo, y finalmente identificar las prácticas que se realizan para reducir este impacto en cada fase.

1. Prácticas identificadas para la reducción de impacto de eventos climáticos por fase de cultivo de acuerdo con la consulta a expertos

En esta sección se reportan los resultados de las consultas realizadas para la identificación de prácticas en las regiones identificadas como prioritarias por el Instituto Nacional de Seguros. La información presentada resume los principales eventos climáticos que afectan las diferentes fases del cultivo de palma aceitera, así como las prácticas que los expertos recomiendan realizar para reducir o prevenir los impactos que generan los eventos sobre el cultivo en cada región productiva. Para un entendimiento de los términos de eventos climáticos y prácticas, se elaboró un glosario que enmarca los conceptos utilizados durante las consultas y profundiza en las prácticas identificadas a través del estudio (ver Anexo 1).

1.1 REGIÓN PRODUCTIVA PACÍFICO CENTRAL

FASE DE GERMINACIÓN Y EMERGENCIA:

- Impacto por altas temperaturas

Las altas temperaturas en combinación con la pérdida de humedad del suelo, condiciona o limita el proceso de germinación, ocasionando una baja germinación o un atraso en la germinación.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de altas temperaturas:

1. Manejo de las plantas en ambientes protegidos.
2. Riego.

Los ambientes protegidos pueden ser desde las estructuras más sofisticadas y de alta tecnología hasta las estructuras más sencillas, siempre y cuando cumplan con las tareas propuestas de generar un ambiente óptimo para el adecuado desarrollo de las fases del cultivo (Consulta e expertos, 2017).

- Impacto por lluvias fuertes

Las lluvias fuertes en esta fase pueden provocar principalmente lavado de sustratos en las bolsas o materiales que contienen las semillas y plántulas.

Práctica recomendada para reducir/prevenir el impacto de las lluvias fuertes:

1. Manejo de las plantas en ambientes protegidos.

Cabe destacar que en esta fase se trabaja en viveros o ambientes protegidos, además las plantas se encuentran en bolsas plásticas o bien bajo un nuevo sistema llamado jiffy. El sistema Jiffy ayuda al desarrollo de las plantas bajo condiciones climáticas extremas con el fin de evitar la retención excesiva de agua, ayudando al drenaje y la aireación. Esto se puede complementar con el uso de sustratos como fibra de coco para mejorar la aireación (MARUPLAST, 2017).

Impacto por lluvias prolongadas

Las lluvias prolongadas pueden provocar la pérdida de semilla por pudrición dado el exceso de humedad y la poca cantidad de oxígeno disponible, así como la pérdida de plántulas dado el exceso de humedad. También es posible tener aumento significativo de enfermedades.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de lluvias prolongadas:

1. Drenajes.
2. Uso de bolsas Jiffy.
3. Aplicación de fungicidas preventivos y curativos.

- **Impacto por sequías prolongadas**

Los eventos de sequía prolongada ocasionan la pérdida de humedad del suelo, estrés hídrico por déficit de agua y un consecuente atraso fisiológico en el desarrollo de la plántula. Además, la germinación es baja y hasta pueden perderse las plántulas que germinaron (dado que no cuentan con la disponibilidad de agua suficiente para llevar a cabo sus funciones metabólicas). Se presentan problemas para realizar la fertilización, ya que el fertilizante puede volatilizarse; además se disminuye la absorción de nutrientes por la poca disponibilidad de agua para la movilidad de los mismos.

Práctica recomendada para reducir/prevenir el impacto de sequías prolongadas:

1. Riego.

FASE DE DESARROLLO DE HOJAS EN VIVERO:

- **Impacto por altas temperaturas**

En esta fase las altas temperaturas pueden provocar una alta transpiración en plantas y esto tiene consecuencias en la fotosíntesis y el desarrollo fisiológico de la planta. Las altas temperaturas también pueden afectar funciones vitales como la absorción de nutrientes debido a la pérdida de humedad del suelo. También es posible que se presenten daños en plantas como quemaduras por concentración de sales.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de altas temperaturas:

1. Riego.
2. Fertilización adecuada.

- **Impacto por lluvias fuertes**

Las lluvias fuertes provocan un estrés hídrico en la planta por exceso de humedad; además según sea la severidad de las mismas, es posible tener daños físicos en planta principalmente en raíces y hojas. Esta condición de alta humedad, sumado a los daños físicos en planta puede propiciar un potencial aumento de enfermedades. También es

posible que se presente un lavado de sustratos de la bolsa o material que contenga las plantas en desarrollo, incluso hasta el volcamiento de bolsas según sea la ubicación y protección que tengan las plantas dentro del vivero.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de las lluvias fuertes:

1. Drenajes.
2. Uso de sustratos de textura franco-arenosos.
3. Aplicación de fungicidas preventivos y curativos.
4. Manejo de plantas en ambientes protegidos.

- **Impacto por fuertes vientos**

Los fuertes vientos pueden provocar volcamiento de bolsas, ocasionándole daños físicos en planta tanto a nivel de follajes como de raíz.

Práctica recomendada para reducir/prevenir el impacto de los fuertes vientos:

1. Barreras rompevientos.

- **Impacto por lluvias prolongadas**

Las lluvias prolongadas pueden provocar condiciones de anegamiento en los terrenos destinados para el vivero o bien en las mismas bolsas que contienen las plantas. Este ambiente alto en humedad sumado a otros factores como altas temperaturas, propician las condiciones ideales para el aumento de enfermedades.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de lluvias prolongadas:

1. Drenajes.
2. Uso de sustratos de textura franco-arenosos.
3. Aplicación de fungicidas preventivos y curativos.
4. Manejo adecuado de la densidad y distribución de plantas en vivero (sistema tres bolillo, 1,10 metros de distancia, para mejorar aireación).

- **Impacto por sequías prolongadas**

La sequía prolongada causa una pérdida de humedad en el suelo, además de reducir la disponibilidad de agua para el cultivo, lo cual puede traer como consecuencia un atraso fisiológico en el desarrollo de la planta. Adicionalmente el atraso fisiológico se puede agravar por la disminución de la absorción de nutrientes al no contar con la suficiente agua para la asimilación, transporte y translocación de los mismos.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de sequías prolongadas:

1. Riego.
2. Manejo de sombra (árboles de sombra en viveros).
3. Cobertura vegetal.

FASE DE ELONGACIÓN DEL ESTÍPITE O TALLO:

- **Impacto por altas temperaturas**

En esta fase las altas temperaturas pueden provocar pérdida de humedad del suelo que genera un estrés hídrico por déficit de agua en la plantación dando como resultado un atraso fisiológico en el desarrollo de la planta. Las altas temperaturas pueden causar quemaduras en hojas por la concentración de sales y la falta de humedad en el suelo puede generar una disminución de la absorción de nutrientes. El estrés y desequilibrio

que se forma en las plantas provocan en etapas posteriores una disminución de la producción, con efectos sobre el rendimiento de la plantación.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de altas temperaturas:

1. Coberturas vegetales.
2. Incorporación de materia orgánica.
3. Mantener rodajas alrededor de la planta.
4. Riego.

- **Impacto por lluvias fuertes**

Las lluvias fuertes durante esta fase pueden provocar una acumulación excesiva de agua en el suelo, lo que puede generar anoxia en las plantas. La deficiencia de oxígeno disponible para la asimilación de las raíces de la planta ocasiona un atraso en los procesos fisiológicos naturales. Además, se puede presentar un lavado de fertilizantes y un aumento de enfermedades, principalmente a nivel de raíz.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de las lluvias fuertes:

1. Drenajes.
2. Época de aplicación de fertilizantes.
3. Fertilización adecuada.
4. Incorporación de fertilizante.
5. Uso de datos climáticos.

- **Impacto por fuertes vientos**

Los vientos fuertes pueden provocar el volcamiento de plantas, principalmente en plantas a las que se le ha realizado una mala práctica de siembra, o en plantaciones jóvenes expuestas a los fuertes vientos ubicadas a las orillas de la plantación.

Práctica recomendada para reducir/prevenir el impacto de los fuertes vientos:

1. Barreras rompevientos.

- **Impacto por erosión y deslizamientos de tierra**

La erosión y deslizamientos de tierra provocan pérdida de fertilidad del suelo, por el efecto de lavado o arrastre de materiales. Este arrastre de materiales ocasionado por escorrentías, por el efecto del viento u otros factores, puede provocar que las raíces queden expuestas, además de un posible volcamiento de plantas.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de la erosión y deslizamientos de tierra:

1. Selección de áreas sin riesgo para el cultivo.
2. Terrazas.
3. Cobertura vegetal.
4. Incorporación de microorganismos.

- **Impacto por lluvias prolongadas**

Las lluvias prolongadas pueden provocar un estrés hídrico por exceso de agua, ya que se reduce la cantidad de oxígeno disponible en el suelo que puede ser asimilado por las raíces de la planta. También pueden darse posibles deficiencias nutricionales por la disminución de la absorción de nutrientes, daños a nivel de raíz y el aumento de plagas y de enfermedades como la Flecha seca. Además se puede presentar un lavado de los

fertilizantes que han sido aplicados para la nutrición de las plantas, y un atraso en la ejecución de prácticas para el mantenimiento del cultivo.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de lluvias prolongadas:

1. Drenajes.
2. Cobertura vegetal.
3. Mantener rodajas alrededor de las plantas.
4. Incorporación de fertilizante.
5. Fertilización adecuada.
6. Control biológico.
7. Uso de datos climáticos.

- **Impacto por sequías prolongadas**

La sequía prolongada causa una pérdida de humedad en el suelo, además de reducir la disponibilidad de agua para el cultivo, lo cual puede traer como consecuencia un atraso fisiológico en el desarrollo de la planta y una reducción de la absorción de nutrientes. Por otro lado, los golpes térmicos relacionados con periodos de sequía pueden provocar quemaduras o amarillamiento de hojas y la pérdida de vigor de la planta. Adicionalmente, estas condiciones de déficit hídrico pueden propiciar un aumento de plagas y enfermedades. Todos estos efectos pueden generar en etapas posteriores una baja productividad.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de sequías prolongadas:

1. Cobertura vegetal.
2. Riego.
3. Incorporación de materia orgánica.
4. Fertilización adecuada.
5. Mantener rodajas alrededor de la planta.

- **Impacto por tormentas eléctricas**

Las tormentas eléctricas pueden provocar la pérdida de plantas básicamente por la descarga eléctrica que les impacta.

Práctica recomendada para reducir/prevenir el impacto de tormentas eléctricas:

1. Resiembra.

La resiembra se practica para el caso de plantaciones jóvenes, que por lo general pueden ser menores de 5 años, ya que la nueva planta que será colocada para sustituir a la que se perdió, podrá contar con suficiente disponibilidad lumínica para poder desarrollarse. En plantaciones mayores no se recomienda esta práctica ya que por la altura de la plantación posiblemente la nueva planta no pueda desarrollarse por la disponibilidad de luz y otros factores. En estos casos, lo más recomendado es esperar hasta un nuevo ciclo de regeneración de plantación.

- **Impacto por enfermedad Flecha seca**

La Flecha seca es una enfermedad que se produce por la conjugación de varios factores como problemas en la nutrición, daños en raíz, compactación de suelos, exceso de agua en el suelo, entre otros. Esta enfermedad puede provocar lesiones necróticas en hojas nuevas y según sea la severidad del avance de la enfermedad, puede ocasionar la pérdida de la planta.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por la enfermedad de flecha seca:

1. Drenajes.
2. Cobertura vegetal.
3. Incorporación de materia orgánica.
4. Incorporación de microorganismos.
5. Fertilización adecuada.

Cabe señalar que las prácticas anteriormente mencionadas buscan realizar un tratamiento preventivo para evitar la aparición de la enfermedad.

- **Impacto por plagas**

El Picudo (*Rhynchoporus palmarum*) es una de las plagas de mayor incidencia a nivel del cultivo de palma. La incidencia o efectos de esta plaga, puede aumentar en caso de tener plantas enfermas con Flecha seca. Estas plantas se pueden convertir en criaderos de insectos y a su vez aumentar el riesgo de diseminar la enfermedad del anillo rojo en la plantación.

Práctica recomendada para reducir/prevenir el impacto por plagas como el Picudo:

1. Trampas.

FASE DE EMERGENCIA DE LA INFLORESCENCIA:

- **Impacto por altas temperaturas**

En esta fase las altas temperaturas pueden provocar estrés térmico y atraso fisiológico en el desarrollo de la planta ya que se inducen desequilibrios en las relaciones hídricas y en el proceso fotosintético. Las altas temperaturas también pueden provocar un aumento en la aparición de inflorescencias masculinas y la de pérdida de polen, lo cual afecta el rendimiento de la plantación ya que no se cuenta con suficientes flores femeninas para polinizar.

En esta etapa de diferenciación es muy común la formación de flores masculinas, femeninas o incluso hermafroditas, todas necesarias en ciclos alternos para que se dé una óptima y constante producción. Sin embargo, las inflorescencias masculinas se ven favorecidas por la presencia de condiciones de estrés hídrico, fisiológico así como poda excesiva.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de altas temperaturas:

1. Cobertura vegetal.
2. Riego.
3. Mantener rojas alrededor de la planta.

- **Impacto por lluvias fuertes**

Las lluvias fuertes pueden provocar anoxia por la acumulación de agua en el suelo sino se cuenta con un adecuado sistema de drenajes. También es posible que se atrasen las aplicaciones de fertilizantes o se dé la pérdida de los mismos por lavado en caso de haber sido aplicados previo al evento de lluvias fuertes. Es posible tener un aumento de enfermedades, plagas y malezas. Todos estos factores se traducen en una baja del rendimiento del cultivo.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de las lluvias fuertes:

1. Drenajes.
2. Monitoreo de plagas y enfermedades.
3. Época de aplicación de fertilizantes.

- **Impacto por erosión y deslizamientos de tierra**

La erosión y deslizamientos de tierra pueden generar daños a nivel de raíz por el deslave provocado. Este impacto podría limitar la absorción de nutrientes, ya que las raíces quedan expuestas y no logran cumplir adecuadamente con sus funciones de absorción y transporte de nutrientes.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por erosión y deslizamientos de tierra:

1. Cobertura vegetal.
2. Incorporación de microorganismos.

- **Impacto por lluvias prolongadas**

Las lluvias prolongadas pueden ocasionar la acumulación de agua en la plantación. El anegamiento provoca la pudrición de raíces y una posible pérdida de plantas por anoxia. Al incrementarse la humedad relativa en la plantación, es posible que se genere un aumento en enfermedades lo cual puede tener un impacto negativo sobre el rendimiento del cultivo.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de lluvias prolongadas:

1. Drenajes.
2. Cobertura vegetal.
3. Cirugías para control de flecha seca.

Las cirugías para control de flecha seca se hacen para ayudar a impedir el avance de la enfermedad. Se realizan los cortes y separación de tejidos enfermos y posteriormente se aplica una mezcla de insecticida y fungicida para impedir la entrada de otro patógeno, sin embargo no es una práctica que asegure la detención de la enfermedad o la recuperación total de la planta. Este tratamiento se justifica en áreas con una población alta de Picudo (*Rhynchosporium palmarum*), para evitar que las plantas enfermas se conviertan en criaderos de estos insectos.

- **Impacto por sequías prolongadas**

La sequía prolongada puede provocar un atraso fisiológico en el desarrollo de la planta ya que se inducen desequilibrios en las relaciones hídricas y en el proceso fotosintético, además de limitarse la absorción y translocación de nutrientes. Este estrés hídrico puede provocar un aumento en aparición de inflorescencias masculinas y la pérdida de polen. La productividad de la plantación puede verse limitada ya que no se cuenta con suficientes flores femeninas para polinizar.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de sequías prolongadas:

1. Cobertura vegetal.
2. Riego.
3. Fertilización adecuada.
4. Mantener rodajas alrededor de planta.

- **Impacto por tormentas eléctricas**

Las tormentas eléctricas provocan la pérdida de plantas por las descargas eléctricas que se puedan impactar dentro de la plantación, sin embargo las afectaciones son mínimas en esta región productiva.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de tormentas eléctricas:

1. Resiembra (en plantaciones menores de 5 años).

FASE DE FLORACIÓN

- **Impacto por altas temperaturas**

En esta fase las altas temperaturas pueden provocar estrés térmico ya que se inducen desequilibrios en las relaciones hídricas y en el proceso fotosintético de la planta. Las altas temperaturas también pueden dañar los órganos reproductivos de la planta y alterar el ciclo de antesis, lo que resultan en una baja polinización e incluso se puede llegar a tener aborto de flores. Estos impactos se traducen en una baja en los rendimientos.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de altas temperaturas:

1. Cobertura vegetal.
2. Mantener rodajas alrededor de la planta.

- **Impacto por lluvias fuertes**

Las lluvias fuertes provocan la caída de flores y una baja polinización (según sea la intensidad de la lluvia). También es posible que se atrasen las aplicaciones de fertilizantes o que se pierdan los mismos por lavado en caso de haber sido aplicados previo al evento de lluvias fuertes. Así mismo, se puede generar un aumento de enfermedades y plagas. Todos estos factores se traducen en una baja del rendimiento del cultivo.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de las lluvias fuertes:

1. Drenajes.
2. Época de aplicación de fertilizantes.
3. Monitoreo de plagas y enfermedades.

- **Impacto por fuertes vientos**

Los vientos fuertes pueden provocar volcamiento de plantas, principalmente en plantas a las que se les ha realizado una mala práctica de siembra o en las plantaciones jóvenes aquellas plantas ubicadas a las orillas de las parcelas están más expuestas a los fuertes vientos y pueden volcarse con mayor facilidad.

El viento puede provocar daños físicos por el rose y quiebre de hojas, tallos entre otros, según sea la severidad de los vientos y la exposición de las plantas.

Práctica recomendada para reducir/prevenir el impacto de los fuertes vientos:

1. Barreras rompevientos.
2. Fertilización adecuada.

- **Impacto por erosión y deslizamientos de tierra**

La erosión y los deslizamientos de tierra pueden ocasionar el deslave de la capa fértil del suelo y puede dejar expuestas las raíces de las plantas.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de erosión y deslizamientos de tierra:

1. Cobertura vegetal.
2. Incorporación de microorganismos.

- **Impacto por lluvias prolongadas**

Las lluvias prolongadas pueden ocasionar la acumulación de agua en la plantación. El anegamiento provoca un atraso fisiológico en el desarrollo de la planta por anoxia y daños en la raíz. También es posible que se dé el aborto de flores y una alteración en la antesis (el suministro de polen, así como la viabilidad del mismo puede verse reducido, ocasionando una baja polinización). Además, al incrementarse la humedad relativa en la plantación, es posible que se genere un aumento en enfermedades. Estos efectos repercutirán sobre el rendimiento del cultivo.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de lluvias prolongadas:

1. Drenajes.
2. Cirugías para control de Flecha seca.

- **Impacto por sequías prolongadas**

Durante esta fase del cultivo la sequía puede afectar de forma importante la antesis, ya que las condiciones de estrés por déficit hídrico provocan una baja polinización y el aborto de flores con una consecuente baja del rendimiento.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de sequías prolongadas:

1. Cobertura vegetal.
2. Fertilización adecuada.
3. Mantener rodajas alrededor de la planta.

Impacto por tormentas eléctricas

Las tormentas eléctricas provocan pérdida de plantas por las descargas eléctricas que se pueden impactar sobre la plantación, sin embargo las afectaciones son mínimas en esta región productiva.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de tormentas tropicales, huracanes y tornados:

1. Resiembra (en plantaciones menores de 5 años).

FASE DE DESARROLLO DEL FRUTO

- **Impacto por altas temperaturas**

En esta fase las altas temperaturas pueden provocar estrés hídrico por déficit de agua que a su vez genera una baja calidad y desarrollo del fruto además de atrasar el proceso de maduración. Se ve afectado el metabolismo de la planta ya no puede llevar a cabo sus funciones normalmente por lo que la formación del fruto se ve desequilibrada obteniendo, frutos con poco desarrollo y de mala calidad, pero también el estrés fisiológico puede provocar la caída de hojas por debilitamiento de las mismas. Factores que darán como resultado general una baja de rendimiento en la actividad.

Si las altas temperaturas se presentan con una deficiencia hídrica provocando estrés en

planta, el proceso de llenado de fruto se ve paralizado dando como resultado racimos de menor peso y en casos extremos se puede presentar el aborto de los racimos (Barrios *et al.*, 2011).

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por altas temperaturas:

1. Cobertura vegetal.
2. Fertilización adecuada.

- **Impacto por lluvias fuertes**

Las lluvias fuertes pueden provocar anegamiento de agua generando problemas por anoxia y un consecuente estrés hídrico por el exceso de agua en caso de no contar con las estructuras de drenajes necesarios.

Práctica recomendada para reducir/prevenir el impacto de las lluvias fuertes:

1. Drenajes.

- **Impacto por lluvias prolongadas**

Las lluvias prolongadas pueden ocasionar estrés hídrico por exceso de agua teniendo como resultado los problemas que se puedan generar por el efecto de anoxia además de un posible lavado de fertilizantes que han sido aplicados para la nutrición del cultivo o bien estas prácticas de fertilizaciones se pueden ver atrasadas. Las lluvias prolongadas generan desequilibrios en la planta presentando un mayor desprendimiento de frutos del racimo que aún no han terminado su proceso de formación y maduración teniendo como resultado pérdida de frutos o la misma baja y calidad desarrollo del fruto. Todos estos aspectos se unen para obtener una baja de rendimientos.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de lluvias prolongadas:

1. Drenajes.
2. Fertilización adecuada.
3. Mantener rodajas de planta.
4. Deshoje de plantas.
5. Uso de datos climáticos.
6. Monitoreo de cosechas.

- **Impacto por sequías prolongadas**

Las sequías prolongadas generan estrés hídrico por déficit de agua disponible para la absorción, traslado y transformación de nutrientes. En este aspecto se presentan los problemas por estrés térmico que propician un gasto de energía en aumento de la respiración y apertura de estomas para controlar la temperatura de la planta, que a su vez se pueden ver reflejados con afectaciones a nivel de hojas provocando caída de las mismas o quiebres por el desequilibrio y debilitamiento de la planta. Estas condiciones generan estrés fisiológico que incide directamente a nivel productivo ocasionando aborto de frutos, baja calidad y desarrollo del fruto, atraso de los procesos de maduración y por ende una baja del rendimiento.

El estrés hídrico durante el proceso de llenado de fruto provoca una paralización, teniendo como resultado racimos de menor peso y en casos extremos se puede presentar el aborto de los racimos. Una de las razones es que el proceso de fotosíntesis se reduce, incidiendo sobre la síntesis y translocación de aceite lo que produce una reducción del

rendimiento a largo plazo (Barrios *et al.*, 2011).

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de sequías prolongadas:

1. Riego.
2. Cobertura vegetal.
3. Fertilización adecuada.

- **Impacto por tormentas eléctricas**

Las tormentas eléctricas provocan pérdida de plantas por las descargas eléctricas que se puedan generar sobre las plantas, sin embargo las afectaciones son mínimas para esta actividad.

Para este caso, los expertos entrevistados no identificaron alguna práctica que se pueda recomendar para reducir/prevenir el impacto de tormentas eléctricas.

- **Impacto por otro (plagas)**

Las plagas a lo largo del cultivo de la palma pueden generar un aumento de enfermedades. El Picudo (*Rhynchoporus palmarum*) es una de las plagas de mayor incidencia a nivel del cultivo de palma.

La incidencia de esta plaga, puede aumentar en caso de tener plantas afectadas con enfermedades como la Flecha seca, sumado a tener una alta población de la plaga. Estas plantas se pueden convertir en criaderos de insectos y a su vez aumentar el riesgo de diseminar la enfermedad del anillo rojo en la plantación (MAG, 2007).

Práctica recomendada para reducir/prevenir el impacto de plagas:

1. Trampas.

FASE DE MADURACIÓN

- **Impacto por altas temperaturas**

En esta fase las altas temperaturas pueden afectar las actividades metabólicas de la planta, atrasando el proceso de maduración. Debido a esto, las labores de cosecha se deberán ajustar y monitorear constantemente.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de las altas temperaturas:

1. Monitoreo de cosecha.
2. Cobertura vegetal.

- **Impacto por lluvias fuertes**

Las lluvias fuertes pueden provocar que se acelere el proceso de maduración lo que puede traer como consecuencia un mayor desprendimiento de frutos del racimo. Al igual que con las altas temperaturas, debido al impacto por lluvias fuertes, se requiere ajustar los ciclos de cosecha y monitorear constantemente el grado de maduración de los frutos.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de las lluvias fuertes:

1. Cosecha oportuna.

- **Impacto por lluvias prolongadas**

Las lluvias prolongadas ocasionan la aceleración del proceso de maduración lo que genera un mayor desprendimiento de frutos del racimo. Al desprenderse los frutos,

estos pueden caer al suelo y podrirse, si ni son recolectados oportunamente. Es posible tener un atraso la programación de la cosecha.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de lluvias prolongadas:

1. Monitoreo de cosecha.
2. Cosecha oportuna.
3. Fertilización adecuada.
4. Uso de datos climáticos.

El caso de la fertilización adecuada debería ser más una práctica preventiva para que el cultivo llegue a esta etapa en la mejor condición nutricional.

- **Impacto por sequías prolongadas**

El estrés hídrico por déficit de humedad puede ocasionar un atraso del proceso de maduración o bien una maduración poco uniforme; además el fruto puede perder turgencia. Además, la planta no podrá aportar los nutrientes necesarios para el desarrollo adecuado del fruto, ya que no cuenta con la suficiente agua traslocar nutrientes, generando una baja calidad y desarrollo del fruto.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de sequías prolongadas:

1. Cobertura vegetal.
2. Incorporación de microorganismos.
3. Monitoreo de cosecha.
4. Cosecha oportuna.

- **Impacto por luminosidad (baja intensidad de luz)**

La luminosidad (baja intensidad de luz) puede provocar que se acelere el proceso de maduración, máxime si este evento se presenta con caída de lluvias. También se puede presentar una maduración poco uniforme y una disminución de la calidad y desarrollo del fruto.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de luminosidad (baja intensidad de luz):

1. Monitoreo de cosecha.
2. Cosecha oportuna.

- **Impacto por tormentas eléctricas**

Las tormentas eléctricas provocan pérdida de plantas por las descargas eléctricas que pueden impactar la plantación. Además se puede atrasar la ejecución de prácticas como la cosecha manual, ya que por razones de seguridad para los colaboradores, no se puede estar en la plantación mientras haya tormentas eléctricas.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de tormentas eléctricas:

1. Uso de datos climáticos.

Para este caso, el uso de datos climáticos el objetivo principal es resguardar la salud de los colaboradores.

BARRERAS IDENTIFICADAS POR LOS EXPERTOS DE LA REGIÓN PACÍFICO CENTRAL PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS PRÁCTICAS DE ADAPTACIÓN

A continuación se presenta la información recabada a través de las consultas realizadas a los expertos de la región Pacífico Central sobre las barreras existentes para la implementación de prácticas para reducir el impacto de eventos climáticos en el sistema de producción de palma. En el cuadro 6 se resumen las barreras de tipo económica, sociocultural o institucional identificadas para cada una de las prácticas.

Cuadro 6. Barreras identificadas por los expertos de la región Pacífico Central para la implementación de prácticas de adaptación en el cultivo de palma

Práctica	Barrera	Motivo
Aplicación de fungicidas preventivos y curativos	Sociocultural	Es una práctica que se realiza principalmente a nivel de pre-viveros y viveros para mantener la calidad de las plantas. A nivel de plantaciones en campo algunos productores aplican ciertos productos, basándose en su conocimiento empírico.
Barreras rompevientos	Sociocultural	A nivel de pre-viveros y viveros se trata de mantener barreras rompevientos. En plantaciones establecidas no lo consideran necesario, ya que en la zona las afectaciones son pocas.
Cirugías para control de Flecha seca	Económica	Es un costo adicional a las prácticas del cultivo y se necesita mano de obra especializada.
	Sociocultural	No se acostumbra realizar dicha práctica, ya que no se tiene certeza sobre los resultados, ya que esta práctica no asegura salvar la planta.
Coberturas vegetales	Sociocultural	No se tiene claro los efectos positivos que se generan al realizar esta práctica, y hay desconocimiento en temas de uso de cobertura vegetal para la conservación de suelos.
Control biológico	Sociocultural	No existe una cultura entre los productores para la implementación de esta práctica de forma generalizada.
Cosecha oportuna	Institucional	Se requiere mayor capacitación a los productores y al personal encargados de cosecha.
	Sociocultural	Por lo general se trata de realizar una cosecha oportuna estableciendo ciclos. En ocasiones es por desconocimiento que no se realiza. A veces esta práctica es limitada por la falta de mano de obra.
Deshoje de plantas	Sociocultural	Es una práctica que se realiza generalmente durante los procesos de cosecha con el objetivo de dar aireación a las plantas y eliminar hojas que ya no cumplen ninguna función. Algunos productores no la realizan ya que no tienen certeza de los beneficios

		que conlleva el llevar a cabo esta práctica.
Drenajes	Económica	Alto costo de implementación de la práctica.
	Sociocultural	Es una práctica que en la actualidad por lo general se realiza.
Época de aplicación de fertilizantes	Sociocultural	Se trata de ajustar a los periodos óptimos o recomendados.
Fertilización adecuada	Económica	Falta de recurso económico para compra de fertilizantes y su respectiva aplicación.
	Institucional	Necesidad de capacitación sobre el uso eficiente de fertilizantes en las plantaciones.
	Sociocultural	Desconocimiento de los beneficios de llevar a cabo una fertilización adecuada. Muchos consideran que el cultivo no necesita mayor cuidado.
Incorporación de fertilizante	Económica	Es una práctica más lenta por lo que aumenta el costo de aplicación.
	Sociocultural	Por facilidad y rapidez prefieren no incorporar el fertilizante. Algunos desconocen las ventajas de la práctica.
Incorporación de materia orgánica	Económica	Se plantea que los productores puedan hacer uso de todo tipo de material vegetal de desecho para compost. Sin embargo a veces no se tiene disponibilidad de materiales en las fincas, por lo que el productor prefiere no invertir en la compra de abonos o compost ya hechos.
	Sociocultural	No hay costumbre sobre el uso de abonos orgánicos, además de un desconocimiento sobre los beneficios de realizar esta práctica.
Incorporación de microorganismos	Institucional	Falta de investigación, capacitación y apoyo a productores para que implementen esta práctica.
	Sociocultural	Desconocimiento de los beneficios que conlleva la implementación de la práctica.
Manejo de ambientes protegidos	Económico	Por lo general estas prácticas solo la desarrollan las empresas encargadas de las fases germinación y desarrollo de hojas en vivero, debido al alto costo de la infraestructura requerida.
Manejo de la densidad y distribución de plantas en viveros	Sociocultural	Es una práctica que las empresas encargadas de viveros ya saben manejar.
Manejo de sombra	Institucional	Falta más investigación, principalmente sobre el uso de árboles de sombra en los viveros.
Mantener rodajas de planta	Sociocultural	Es una práctica que actualmente se trata de realizar.
Monitoreo de cosecha	Sociocultural	Es una práctica que en la actualidad se realiza.

Monitoreo de plagas y enfermedades	Sociocultural	Es una práctica por lo general se realiza.
Resiembr	Sociocultural	En plantaciones jóvenes se realiza en caso de estar aún en época ideal para siembra. En plantaciones adultas se espera a los ciclos de renovación ya que por disponibilidad de luz se vuelve complicado resembrar.
Riego	Económica	Alto costo de inversión para la implementación de la práctica. No se considera rentable para la actividad. A nivel de pre-viveros y viveros si se realiza.
	Institucional	Hay una limitante en cuanto a la obtención de concesiones para uso del recurso hídrico.
	Sociocultural	Los productores no están acostumbrados a implementar sistemas de riego.
Selección de áreas sin riego para el cultivo	Institucional	Necesidad de capacitación adecuada y oportuna por parte de las entidades encargadas.
	Sociocultural	Desconocimiento de los productores sobre los beneficios que conllevan la aplicación de la práctica.
Terrazas	Económica	Alto costo de inversión en implementación de la práctica.
Trampas	Económica	No se quiere invertir en prácticas consideradas como adicionales al manejo del cultivo.
	Institucional	Necesidad de capacitación y seguimiento a productores en estos temas. Falta implementación de programas de investigación que evidencien el beneficio de realizar esta práctica.
	Sociocultural	Desconocimiento sobre los beneficios de implementar la práctica.
Uso de bolsas Jiffy	Sociocultural	Es una práctica que en la actualidad por lo general empresa como Palmatica utiliza por los buenos resultados. Sin embargo, es una técnica nueva de la que se tiene poco conocimiento.
Uso de datos climáticos	Sociocultural	Existe cierta desconfianza por parte de los productores sobre la veracidad de los pronósticos climáticos. Sin embargo productores grandes o empresas como Palmatica si hacen uso de datos. Palmatica cuenta con estaciones meteorológicas.
Uso de sustratos franco-arenosos	Sociocultural	Las empresas que realizan la fase de vivero si tratan de realizar esta práctica para asegurar plantas de calidad.

1.2 REGIÓN PRODUCTIVA PACÍFICO SUR

FASE DE GERMINACIÓN Y EMERGENCIA

- Impacto por altas temperaturas

Las altas temperaturas a nivel pre-vivero provocan una alta transpiración en las plántulas que germinan, lo que puede producir un estrés calórico que limite o retrase el desarrollo fisiológico de la planta.

Práctica recomendada para reducir/prevenir el impacto de altas temperaturas:

1. Manejo de sombra (como el sarán en pre-viveros).

- Impacto por lluvias fuertes

Las lluvias fuertes en esta fase pueden provocar daños en la raíz de las plantas por la acumulación de agua en las bolsas. Además, según la intensidad de las lluvias, se puede generar un lavado de la capa fértil del suelo o sustratos, así como un aumento de enfermedades.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de las lluvias fuertes:

1. Drenajes.
2. Uso de sustratos de textura franco-arenosa.
3. Aplicación de fungicidas preventivos y curativos.

- Impacto por erosión y deslizamientos de tierra

La erosión y deslizamientos de tierra pueden provocar la pérdida de la fertilidad del suelo o del sustrato donde se encuentren sembradas las plantas.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por erosión y deslizamientos de tierra:

1. Incorporación de materia orgánica.
2. Aplicación de bioestimulantes (como ácidos húmicos al sustrato).

- Impacto por lluvias intermitentes y fuera de estación

Las lluvias intermitentes y fuera de estación pueden generar un aumento de enfermedades al propiciar las condiciones de humedad idóneas para la proliferación de patógenos y plagas. Por esta razón en estas etapas iniciales se recomienda manejar el cultivo dentro de ambientes controlados.

Práctica recomendada para reducir/prevenir el impacto de lluvias intermitentes y fuera de estación:

1. Manejo de ambientes protegidos.

Impacto por lluvias prolongadas

Las lluvias prolongadas pueden provocar la pérdida de semilla por pudrición dado el exceso de humedad y la poca cantidad de oxígeno disponible, así como una baja germinación, la pérdida de plántulas o un atraso en el desarrollo fisiológico de la planta. También es posible tener aumento significativo de enfermedades.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de lluvias prolongadas:

1. Manejo de ambientes protegidos.
2. Drenajes.
3. Salidas de agua en las bolsas.
4. Uso de sustratos de textura franco-arenosos.
5. Aplicación de fungicidas preventivos y curativos.

- **Impacto por sequías prolongadas**

Con la sequía prolongada provoca un estrés hídrico con un consecuente atraso en la germinación y en el desarrollo fisiológico de la planta dado que no cuenta con la disponibilidad de agua suficiente para llevar a cabo sus funciones metabólicas. A parte de la baja germinación, el crecimiento puede ser poco uniforme y hasta puede dar la pérdida de plantas que germinaron. También se presentan problemas por aumento de plagas y enfermedades, ya que las plántulas se pierden su vigor y se vuelven más susceptibles a ser atacadas por patógenos.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de sequías prolongadas:

1. Riego.
2. Manejo de sombra (como el sarán en pre-viveros).

- **Impacto por luminosidad (baja intensidad de luz)**

La baja intensidad de luz provoca un efecto conocido como etiolación. Este efecto es un crecimiento anormal y excesivo en las plantas, generado por la falta de energía lumínica y la carencia de clorofila. Las plantas desarrollan tallos largos, débiles y pálidos, y se reduce el desarrollo foliar ya que la planta gasta energía aumentando la longitud de tallo (Agrogiova, 2015).

Práctica recomendada para reducir/prevenir el impacto por luminosidad (baja intensidad de luz).

1. Manejo de sombra (quitar sarán para permitir la entrada de luz)

- **Impacto por tormentas tropicales, huracanes y tornados**

Las tormentas tropicales, huracanes y tornados provocan daños a nivel de raíz principalmente por exceso de humedad que se puede acumular en el vivero.

Práctica recomendada para reducir/prevenir el impacto de las tormentas tropicales, huracanes y tornados:

1. Época de siembra (pre-viveros).

FASE DE DESARROLLO DE HOJAS EN VIVERO

- **Impacto por altas temperaturas**

En esta fase las altas temperaturas pueden provocar una alta transpiración en plantas, ya que se evapora el agua de la superficie de la planta con mayor velocidad, lo cual implica un mayor gasto energético.

Práctica recomendada para reducir/prevenir el impacto de altas temperaturas:

1. Manejo de sombra (árboles de sombra en viveros).

- **Impacto por lluvias fuertes**

Las lluvias fuertes pueden provocar la acumulación de agua en la plantación, lo que podría

generar un efecto de anoxia en las plantas debido a la deficiencia de oxígeno disponible a nivel de raíz para ser asimilado por la planta. Además, al aumentar la humedad relativa, se propicia un ambiente idóneo para la proliferación de enfermedades.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de las lluvias fuertes:

1. Drenajes.
2. Uso de sustratos de textura franco-arenosos.
3. Aplicación de fungicidas preventivos y curativos.

- **Impacto por erosión y deslizamientos de tierra**

La erosión y deslizamientos de tierra provocan pérdida de fertilidad del suelo o del sustrato donde esté contenida la planta.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de la erosión y deslizamientos de tierra:

1. Incorporación de materia orgánica.
2. Aplicación de bioestimulantes (como ácidos húmicos).

- **Impacto por lluvias intermitentes y fuera de estación**

Las lluvias intermitentes y fuera de estación provocan un aumento de enfermedades, ya que al tener cambios repentinos de humedad y temperatura ambiental, se beneficia el ciclo de vida de algunas plagas y enfermedades.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de las lluvias intermitentes y fuera de estación:

1. Manejo de sombra (árboles de sombra en viveros).
2. Aplicación de fungicidas preventivos y curativos.

- **Impacto por lluvias prolongadas**

Las lluvias prolongadas pueden provocar la acumulación de agua en los terrenos destinados para el vivero o en las bolsas que contienen las plantas. Este exceso de humedad genera un estrés hídrico en las plantas (anoxia), teniendo efectos sobre el desarrollo fisiológico de las plantas. Cuando los eventos son muy intensos se puede generar lavado del suelo o pudrición de raíces. Además, se da un aumento en la incidencia de enfermedades, principalmente de origen fúngico por el aumento de la humedad relativa.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de lluvias prolongadas:

1. Drenajes.
2. Uso de sustratos de textura franco-arenosas.
3. Aplicación de fungicidas preventivos y curativos.
4. Aplicación foliar.

- **Impacto por sequías prolongadas**

La sequía prolongada ocasiona estrés hídrico por déficit de agua, sumado a una alta transpiración de las plantas, pueden generar un atraso fisiológico en el desarrollo de la planta, o en casos extremos, pérdida de plantas. En esta etapa también se puede provocar daños en raíz por el efecto de la compactación del suelo. Adicionalmente se puede observar un aumento de plagas y enfermedades, ya que las plantas se encuentran más susceptibles por el estado de estrés al que han estado sometidas.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de sequías prolongadas:

1. Riego.
 2. Manejo de sombra (árboles de sombra en viveros).
 3. Cobertura vegetal.
 4. Aplicación foliar.
 5. Aplicación de insecticidas.
 6. Aplicación de fungicidas preventivos y curativos.
- **Impacto por luminosidad (baja intensidad)**

La luminosidad (baja intensidad) provoca un aumento de enfermedades principalmente de origen fúngico. Esta situación se presenta cuando la baja intensidad de la luz está acompañada de eventos lluviosos. Al aumentarse la humedad relativa y reducirse la luminosidad (la cual es clave para el proceso de fotosíntesis) se genera un ambiente ideal para el desarrollo de organismos patógenos.

Práctica recomendada para reducir/prevenir el impacto de luminosidad (baja intensidad):

1. Aplicación de fungicidas preventivos y curativos.
- **Impacto por tormentas eléctricas**

Las tormentas eléctricas pueden provocar pérdida de plantas, ya que la descarga eléctrica provoca lesiones, quemaduras o alteraciones profundas de tal forma que la misma no se puede recuperar. Los casos de afectación por tormentas eléctricas en las plantas en viveros son muy poco comunes.

Los expertos consultados no identificaron prácticas que se puedan recomendar para reducir o prevenir el impacto por tormentas eléctricas.

- **Impacto por tormentas tropicales, huracanes y tornados**

Las tormentas tropicales, huracanes y tornados pueden provocar condiciones de anegamiento en la zona de vivero que provocan anoxia en las plantas. La tasa respiratoria de las plantas empieza a reducirse, por tanto el daño en el metabolismo radicular por falta de oxígeno se debe en parte por la falta de ATP para impulsar los procesos metabólicos. Además puede presentarse un aumento de enfermedades.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por tormentas tropicales, huracanes y tornados:

1. Drenajes.
2. Control biológico.
3. Aplicación de fungicidas preventivos y curativos.

FASE DE ELONGACIÓN DEL ESTÍPITE O TALLO

- **Impacto por altas temperaturas**

En esta fase las altas temperaturas pueden provocar pérdida de humedad del suelo, lo que genera un estrés hídrico por déficit de agua en la plantación. El estrés y desequilibrio fisiológico en las plantas provocan que estas sean más susceptibles al ataque de patógenos y plagas.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de altas temperaturas:

1. Coberturas vegetales.
2. Aplicación de fungicidas preventivos y curativos.

- **Impacto por lluvias fuertes**

Las lluvias fuertes durante esta fase de elongación del estípite o tallo pueden provocar una acumulación de agua en el suelo que han sido destinados para el cultivo. Esta condición de anegamiento puede generar anoxia en la plantación, atrasando los procesos fisiológicos naturales. Además se puede presentar un lavado de fertilizantes o incluso atraso en la ejecución de prácticas culturales del cultivo, como por ejemplo las aplicaciones de fertilizantes.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de las lluvias fuertes:

1. Drenajes.
2. Coberturas vegetales.
3. Época de aplicación de fertilizantes.
4. Uso de datos climáticos.

- **Impacto por fuertes vientos**

Los vientos fuertes pueden provocar volcamiento de plantas, principalmente en plantas a las que se le ha realizado una mala práctica de siembra, como no cuidar o cumplir con la profundidad óptima o la incorporación de fuentes de fósforo para el adecuado desarrollo radical que dará soporte a la planta.

Práctica recomendada para reducir/prevenir el impacto de los fuertes vientos:

1. Incorporación de materia orgánica.

Esta práctica es un tratamiento preventivo que se realiza en los suelos, para que las nuevas plantas cuenten con las condiciones óptimas para desarrollar adecuadamente su sistema radical.

- **Impacto por erosión y deslizamientos de tierra**

La erosión y deslizamientos de tierra pueden provocar la pérdida de fertilidad del suelo por el efecto de arrastre de materiales, ya sea por escorrentías, por el efecto del viento u otros factores. Además se puede presentar el lavado de los fertilizantes aplicados al cultivo.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de la erosión y deslizamientos de tierra:

1. Selección de áreas sin riesgo para el cultivo.
2. Labranza mínima.
3. Cobertura vegetal.
4. Drenajes.
5. Incorporación de materia orgánica.
6. Aplicación de bioestimulantes.

- **Impacto por lluvias prolongadas**

Las lluvias prolongadas pueden provocar condiciones de anegamiento en la plantación. Esta condición limita la cantidad de oxígeno disponible en el suelo que puede ser asimilado por las raíces de la planta, generando un atraso fisiológico en el desarrollo de la planta. Estos desequilibrios fisiológicos sumados a posibles deficiencias en la nutrición,

pueden propiciar las condiciones idóneas para la proliferación de enfermedades como el caso de la Flecha seca. Además se puede presentar un lavado de fertilizantes que han sido aplicados para la nutrición de las plantas.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de lluvias prolongadas:

1. Drenajes.
2. Época de aplicación de fertilizantes.
3. Fertilización adecuada.

- **Impacto por sequías prolongadas**

La sequía prolongada ocasiona pérdida de humedad del suelo, lo que limita el desarrollo fisiológico de la planta. Al reducirse la cantidad de agua disponible en el suelo, se disminuye la absorción de nutrientes por falta de agua para la movilidad de los mismos, además se aumenta la transpiración el gasto energético de la planta. También es posible tener problemas como daños en raíz por la desecación del suelo, así como la volatilización del fertilizante aplicado al cultivo.

A nivel de emergencia de hojas el estrés hídrico por déficit de agua puede provocar un atraso en la apertura de la hoja que incluso podría generar un aborto de la inflorescencia asociada. Efectos sobre el rendimiento que se observara meses después. Además se puede dar una acumulación importante de hojas flecha en la planta (no se desarrollan o abren) siendo un indicador del atraso fisiológico que está sufriendo la planta. El desarrollo de la hoja se paraliza, como respuesta para reducir el gasto de energía.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de sequías prolongadas:

1. Cobertura vegetal.
2. Riego.
3. Incorporación de materia orgánica.
4. Fertilización adecuada.
5. Uso de datos climáticos.
6. Incorporación de fertilizante.

- **Impacto por luminosidad (baja intensidad)**

La luminosidad (baja intensidad) es común que esté acompañada de eventos climáticos como las tormentas tropicales. Esta situación genera un aumento en la humedad relativa propiciando un ambiente ideal para el desarrollo de enfermedades.

Práctica recomendada para reducir/prevenir el impacto de luminosidad (baja intensidad):

1. Fertilización adecuada (tratamiento preventivo con la finalidad de tener plantas fuertes y sanas que sean menos susceptibles a ser atacadas por patógenos).

- **Impacto por tormentas eléctricas**

Las tormentas eléctricas pueden provocar lesiones o la pérdida de plantas por la descarga eléctrica que las impactas.

Práctica recomendada para reducir/prevenir el impacto de tormentas eléctricas:

1. Resiembra.

La resiembra se practica para el caso de plantaciones jóvenes, que por lo general pueden

ser menores de 5 años. En plantaciones mayores de 5 años no se recomienda la resiembra ya que por la altura de la plantación, posiblemente la nueva planta no pueda desarrollarse por la baja disponibilidad de luz y otros factores.

- **Impacto por tormentas tropicales, huracanes y tornados**

Las tormentas tropicales, huracanes y tornados pueden provocar la pérdida de plantas, anoxia y un aumento de enfermedades.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por tormentas tropicales, huracanes y tornados:

1. Selección de áreas sin riesgo para el cultivo.
2. Drenajes.
3. Incorporación de materia orgánica.
4. Cirugías para control de flecha seca.

Las cirugías para control de flecha seca se hacen para ayudar a impedir el avance de la enfermedad. Se realizan cortes para eliminar tejidos enfermos de la planta. Posterior al corte se aplica una mezcla de insecticida y fungicida para impedir la entrada de otro patógeno, sin embargo no es una práctica que asegure la detención de la enfermedad o la total recuperación de la planta. Este tratamiento se justifica en áreas con una población alta de Picudo (*Rhynchoporus palmarum*) por la razón de que podrían convertirse en criaderos de este insectos (MAG, 2007).

- **Impacto por alta pedregosidad del suelo**

La alta pedregosidad del suelo puede generar una deficiente retención de agua, así como dificultad de establecimiento del cultivo. La planta puede tener limitantes a nivel de desarrollo radical.

Práctica recomendada para reducir/prevenir el impacto por alta pedregosidad del suelo:

1. Incorporación de materia orgánica.

- **Impacto por plagas**

El Picudo (*Rhynchoporus palmarum*) es una de las plagas de mayor incidencia sobre el cultivo de palma y es uno de los principales vectores de la Flecha seca (MAG, 2007).

Práctica recomendada para reducir/prevenir el impacto por plagas:

1. Trampas.

FASE DE EMERGENCIA DE LA INFLORESCENCIA

- **Impacto por altas temperaturas**

En esta fase las altas temperaturas pueden provocar estrés térmico en la planta que puede verse reflejado en una mala formación de racimos.

Estas condiciones de estrés térmico e hídrico en la planta, generan mayor susceptibilidad de que se presente el aborto de las inflorescencias o una mala formación de las flores. Esto traerá como consecuencia que la eficiencia de la polinización sea baja y que los racimos tengan pocos frutos formados.

Práctica recomendada para reducir/prevenir el impacto de altas temperaturas:

1. Cobertura vegetal.

- **Impacto por lluvias fuertes**

Las lluvias fuertes pueden provocar una baja polinización ya que el exceso de agua puede reducir la viabilidad del polen. Además, se puede atrasar la planificación de las prácticas culturales requeridas para el manejo adecuado del cultivo, como es el caso de las aplicaciones de fertilizantes. También se puede dar el lavado de fertilizantes ya aplicados, además de un posible aumento de enfermedades.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de las lluvias fuertes:

1. Coberturas vegetales.
2. Drenajes.
3. Época de aplicación de fertilizantes.
4. Uso de datos climáticos.

- **Impacto por fuertes vientos**

Los fuertes vientos pueden generar el volcamiento de plantas, principalmente si se trata de plantaciones jóvenes que posiblemente están en proceso de desarrollo radical. Pero la incidencia o efectos sobre el cultivo para la Región son pocos.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de fuertes vientos:

1. Variedades mejoradas.
2. Barreras rompevientos.

- **Impacto por erosión y deslizamientos de tierra**

La erosión y deslizamientos de tierra pueden generar pérdida de fertilidad del suelo por arrastre de materiales, producto de las escorrentías u otros agentes de erosión así como volcamiento de plantas.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto por erosión y deslizamientos de tierra:

1. Cobertura vegetal.
2. Incorporación de fertilizante.
3. Selección de áreas sin riesgo para el cultivo (buenas prácticas de siembra, además de incorporar fuente alta en fósforo al momento de la siembra para propiciar el desarrollo radicular para el sostén de la planta).

- **Impacto por lluvias prolongadas**

Las lluvias prolongadas pueden ocasionar anoxia, daños en la raíz, estrés hídrico por exceso de agua y un atraso fisiológico en el desarrollo de la planta. Las lluvias prolongadas generan un aumento en la humedad relativa que beneficia el aumento de enfermedades. Las lluvias prolongadas pueden generar una baja polinización, incluso se puede provocar una mala formación de racimos. Adicionalmente se puede dar un lavado de fertilizante.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de lluvias prolongadas:

1. Drenajes.
2. Variedades mejoradas.
3. Época de aplicación de fertilizante.

- **Impacto por sequías prolongadas**

La sequía prolongada puede provocar un atraso fisiológico en el desarrollo de la planta ya que se inducen desequilibrios en las relaciones hídricas y en el proceso fotosintético, además de limitarse la absorción y translocación de nutrientes. Este estrés hídrico puede provocar un aumento en aparición de inflorescencias masculinas y la pérdida de polen. El desarrollo de inflorescencias masculinas se ve favorecido por la presencia de condiciones de estrés hídrico, fisiológico así como poda excesiva durante esta etapa. Por lo cual es necesario tratar de ofrecer al cultivo las condiciones óptimas para no alterar esta diferenciación, que puede resultar en una baja del rendimiento

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de sequías prolongadas:

1. Cobertura vegetal.
2. Riego.
3. Fertilización adecuada.

- **Impacto por tormentas tropicales, huracanes y tornados**

Las tormentas tropicales, huracanes y tornados provocan problemas de raíz y anoxia. Se puede generar un estrés fisiológico importante en la planta.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de tormentas tropicales, huracanes y tornados:

1. Drenajes.
2. Fertilización adecuada.

- **Impacto por plagas**

El Picudo (*Rhynchoporus palmarum*) es una de las plagas de mayor incidencia a nivel del cultivo de palma. La incidencia de la plaga puede aumentar al tener plantas enfermas con enfermedades como Flecha seca.

Práctica recomendada para reducir/prevenir el impacto de plagas como el Picudo:

1. Trampas.

FASE DE FLORACIÓN

- **Impacto por lluvias fuertes**

Las lluvias fuertes, según sea la intensidad, pueden ocasionar el deslave de la capa superior del suelo, dejando las raíces expuestas. El exceso de agua también puede provocar una alteración del ciclo de antesis, con consecuencias sobre la polinización e incluso el aborto de flores. También es posible tener lavado de fertilizantes que han sido aplicados al cultivo para su nutrición.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de las lluvias fuertes:

1. Drenajes.
2. Cobertura vegetal.

- **Impacto por erosión y deslizamientos de tierra**

La erosión y deslizamientos de tierra pueden generar el volcamiento de plantas. Esto sucede principalmente en terrenos con una pendiente pronunciada o en cercanías a orillas de ríos que constantemente se desbordan.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de erosión y deslizamientos de

tierra:

1. Incorporación de fertilizante.
2. Selección de áreas sin riesgo para el cultivo (buenas prácticas de siembra, incorporar una fuente alta en fósforo al momento de la siembra para propiciar el desarrollo radicular para el sostén de la planta).

- **Impacto por lluvias prolongadas**

Las lluvias prolongadas ocasionan estrés hídrico por exceso de agua; se presenta la disminución de la absorción de nutrientes, un posible aumento de enfermedades y el ciclo de antesis se pueden ver alterados. Las lluvias prolongadas pueden provocar una baja polinización incluso hasta tener aborto de flores. Además se puede atrasar la ejecución de prácticas del cultivo como el caso de las aplicaciones de fertilizantes.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de lluvias prolongadas:

1. Drenajes.
2. Cobertura vegetal.
3. Uso de datos climáticos.

- **Impacto por sequías prolongadas**

Durante esta fase del cultivo la sequía puede afectar de forma importante la antesis, ya que las condiciones de estrés por déficit hídrico provocan una baja polinización y el aborto de flores con una consecuente baja del rendimiento.

La sequía prolongada puede afectar de forma importante la antesis, ya que las condiciones de estrés por déficit hídrico provocan una baja polinización y el aborto de flores con una consecuente baja del rendimiento. Además, este fenómeno ocasiona una pérdida de humedad del suelo que resulta en un estrés hídrico por déficit de agua disponible para la absorción, traslado y transformación de nutrientes.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de sequías prolongadas:

1. Cobertura vegetal.
2. Fertilización adecuada.

- **Impacto por tormentas tropicales, huracanes y tornados**

Las tormentas tropicales, huracanes y tornados pueden provocar la acumulación de agua en el suelo generando anoxia en el cultivo. Además con la llegada de estos fenómenos se puede ver alterada la antesis en las flores de la planta, lo que puede dar como resultado una baja polinización.

Práctica recomendada para reducir/prevenir el impacto de tormentas tropicales, huracanes y tornados:

1. Drenajes.

Cabe aclarar que los drenajes ayudarán con los problemas de acumulación excesiva de agua para reducir los impactos por anoxia, sin embargo para los demás efectos como alteración de la antesis no se logró identificar alguna práctica.

- **Impacto por bajas temperaturas**

Las bajas temperaturas en esta fase pueden alterar el ciclo de antesis generando una baja polinización.

Los expertos consultados no lograron identificar prácticas que se puedan recomendar para reducir o prevenir el impacto por bajas temperaturas.

- **Impacto por plagas**

El Picudo (*Rhynchoporus palmarum*) es una de las plagas de mayor incidencia a nivel del cultivo de palma. La incidencia de la plaga puede aumentar al tener plantas enfermas con enfermedades como Flecha seca.

Práctica recomendada para reducir/prevenir el impacto de plagas como el Picudo:

1. Trampas.

FASE DE DESARROLLO DEL FRUTO

- **Impacto por altas temperaturas**

En esta fase las altas temperaturas pueden provocar baja calidad y desarrollo del fruto. Si las altas temperaturas se presentan con una deficiencia hídrica, el proceso de llenado de fruto se ve paralizado dando como resultado racimos de menor peso y en casos extremos se puede presentar el aborto de los racimos.

Los expertos consultados no lograron identificar prácticas que se puedan recomendar para reducir o prevenir el impacto por altas temperaturas.

- **Impacto por lluvias fuertes**

Las lluvias fuertes pueden provocar anegamiento en la plantación, generando problemas por anoxia, así como pérdidas de fertilizante por lavado del mismo. Las lluvias fuertes pueden generar un mayor desprendimiento de frutos.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de las lluvias fuertes:

1. Drenajes.
2. Cobertura vegetal.

- **Impacto por fuertes vientos**

Los fuertes vientos pueden generar daños físicos en la planta, sin embargo, a nivel de desarrollo de fruto no se ha evidenciado mayor impacto.

Los expertos consultados no lograron identificar prácticas que se puedan recomendar para reducir o prevenir el impacto por fuertes vientos.

- **Impacto por erosión y deslizamientos de tierra**

La erosión y deslizamientos de tierra pueden generar deslave de la capa fértil del suelo, dejando las raíces expuestas. Todos estos efectos pueden dar como resultado una baja calidad y desarrollo del fruto.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de la erosión y deslizamientos de tierra:

1. Cobertura vegetal.

2. Incorporación de materia orgánica.
3. Fertilización adecuada.

- **Impacto por lluvias prolongadas**

Las lluvias prolongadas pueden ocasionar problemas por el exceso de humedad en el suelo, afectando la absorción de nutrientes. Las lluvias prolongadas generan una aceleración del proceso de maduración por lo que se presenta un mayor desprendimiento de frutos del racimo que resulta en pérdida de frutos.

Práctica recomendada para reducir/prevenir el impacto de lluvias prolongadas:

1. Drenajes.

- **Impacto por sequías prolongadas**

El estrés hídrico durante el proceso de llenado de fruto provoca una paralización de los procesos fisiológicos de desarrollo del fruto, teniendo como resultado racimos de menor peso y en casos extremos se puede presentar el aborto de los racimos. Una de las razones es que el proceso de fotosíntesis se reduce, incidiendo sobre la síntesis y translocación de aceite lo que produce una reducción del rendimiento a largo plazo.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de sequías prolongadas:

1. Riego.
2. Cobertura vegetal.
3. Fertilización adecuada.

- **Impacto por luminosidad (baja intensidad de luz)**

La baja intensidad de luz puede provocar el atraso en el desarrollo fisiológico de la planta, básicamente porque no cuenta con la suficiente energía solar para llevar a cabo las funciones de fotosíntesis. Los efectos se verán reflejados a nivel de coloración y desarrollo de hojas.

Para este caso, los expertos entrevistados no identificaron alguna práctica que se pueda recomendar para reducir/prevenir el impacto de luminosidad (baja intensidad de luz).

- **Impacto por tormentas eléctricas**

Las tormentas eléctricas provocan pérdida de plantas por las descargas eléctricas que se puedan generar sobre las plantas, sin embargo las afectaciones son mínimas para esta región.

Para este caso, los expertos entrevistados no identificaron alguna práctica que se pueda recomendar para reducir/prevenir el impacto de tormentas eléctricas.

- **Impacto por tormentas tropicales, huracanes y tornados**

Las tormentas tropicales, huracanes y tornados provocan acumulación de agua con efectos de anoxia sobre las plantas, que incluso puede llegar a presentarse la pérdida de plantas según sea la severidad de los impactos o bien si las plantaciones se encuentran en áreas expuestas a riesgos como orillas de ríos. La llegada de estos fenómenos principalmente con la caída de lluvia genera un mayor desprendimiento de frutos que a su vez se pueden perder.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de tormentas tropicales, huracanes y tornados:

1. Drenajes.
2. Selección de áreas sin riesgo para el cultivo.

- **Impacto por plagas**

El Picudo (*Rhynchoporus palmarum*) es una de las plagas de mayor incidencia a nivel del cultivo de palma. La incidencia de la plaga puede aumentar al tener plantas enfermas con enfermedades como Flecha seca.

Práctica recomendada para reducir/prevenir el impacto de plagas:

1. Trampas.

FASE DE MADURACIÓN

- **Impacto por lluvias fuertes**

Las lluvias fuertes pueden provocar que se acelere el proceso de maduración lo que genera un mayor desprendimiento de frutos del racimo. Además se da presenta un atraso en prácticas como la misma aplicación de fertilizantes o bien la cosecha.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de las lluvias fuertes:

1. Monitoreo de cosecha.
2. Cosecha oportuna.

- **Impacto por lluvias prolongadas**

Las lluvias prolongadas ocasionan la aceleración del proceso de maduración lo que genera un mayor desprendimiento de frutos del racimo. Esto puede resultar en la pérdida de frutos por el efecto de pudrición al no ser recolectados oportunamente. Es posible tener un atraso en prácticas de cultivo la cosecha. Además se puede generar un aumento de enfermedades que afectan la raíz por el exceso de humedad en el suelo. Todos estos efectos tienen como resultado general una baja en el rendimiento de la plantación.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de lluvias prolongadas:

1. Monitoreo de cosecha.
2. Cosecha oportuna.
3. Fertilización adecuada.

El caso de la fertilización adecuada debería ser una práctica preventiva para que el cultivo llegue a esta etapa en la mejor de las condiciones previniendo cualquier deficiencia nutricional.

- **Impacto por sequías prolongadas**

Las sequías prolongadas generan un estrés a nivel de planta que se verá reflejado en el atraso del proceso de maduración y una baja del rendimiento, ya que el fruto pierde turgencia. Además, la planta no podrá aportar los nutrientes necesarios para el desarrollo del fruto, generando una baja calidad de la cosecha.

Prácticas recomendadas para reducir/prevenir el impacto de sequías prolongadas:

1. Cobertura vegetal.
2. Fertilización adecuada.

- **Impacto por plagas**

- El Picudo (*Rhynchoporus palmarum*) es una de las plagas de mayor incidencia a nivel

del cultivo de palma. La incidencia de la plaga puede aumentar al tener plantas enfermas con enfermedades como Flecha seca.

Práctica recomendada para reducir/prevenir el impacto de plagas:

1. Trampas.

BARRERAS IDENTIFICADAS POR LOS EXPERTOS DE LA REGIÓN PACÍFICO SUR PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS PRÁCTICAS DE ADAPTACIÓN

A continuación se presenta la información recabada a través de las consultas realizadas a los expertos de la región Pacífico Sur sobre las barreras existentes para la implementación de prácticas para reducir el impacto de eventos climáticos en el sistema de producción de palma. En el cuadro 7 se resumen las barreras de tipo económica, sociocultural o institucional identificadas para cada una de las prácticas.

Cuadro 7. Barreras identificadas por los expertos de la región Pacífico Sur para la implementación de prácticas de adaptación en el cultivo de palma.

Práctica	Barrera	Motivo
Aplicación de bioestimulantes al sustrato	Institucional	Poca investigación sobre técnicas alternativas de producción y sus beneficios sobre la producción.
	Sociocultural	No hay costumbre de uso de estos productos así como desconocimiento sobre los beneficios de dicha práctica.
Aplicación de fungicidas preventivos y curativos	Institucional	Necesidad de más capacitación y apoyo por parte de las entidades tanto del estado como de las casas comerciales.
	Sociocultural	Es una práctica que se realiza principalmente a nivel de pre-viveros y viveros para mantener la calidad de las plantas. A nivel de plantaciones en campo prácticamente no se realizan ya que no le ven necesario. En caso de aplicar algún producto, lo hacen basados en su conocimiento empírico, sin mayor respaldo técnico.
Aplicación de insecticidas	Sociocultural	Es una práctica que se realiza principalmente a nivel de pre-viveros y viveros para proteger las plantas y mantener la calidad de las mismas.
Aplicación foliar	Sociocultural	Es una práctica que se realiza principalmente a nivel de pre-viveros y viveros. Por lo general se llevan a cabo las aplicaciones que son necesarias.
Cirugías para control de Flecha seca	Sociocultural	No se acostumbra realizar dicha práctica. Desconfianza de los resultados, no se asegura salvar la planta.
Coberturas vegetales	Institucional	Existe el problema de que muchas casas comerciales promueven el uso generalizado de herbicidas, lo que impide mantener coberturas.
	Sociocultural	Existe desconocimiento por parte de los productores

		sobre los beneficios y el manejo de la práctica. En ocasiones es cuestión de preferencias personales, ya que algunos productores prefieren mantener limpia las plantaciones con herbicidas.
Manejo de ambientes protegidos	Económica	El factor económico es un limitante. Sin embargo es necesario a nivel de pre-vivero.
Control Biológico	Sociocultural	Se ha empezado a implementar aunque es una práctica que va en desarrollo.
Cosecha oportuna	Económica	En ocasiones no se puede realizar una cosecha oportuna ya que pueden ser pocas cantidades lo cual no hace rentable realizar la actividad.
	Sociocultural	Por lo general se trata de realizar una cosecha oportuna estableciendo ciclos. En ocasiones es por desconocimiento que no se realiza. A veces es limitada por la falta de mano de obra.
Drenajes	Económica	Es una práctica que en la actualidad por lo general se realiza. Sin embargo es de un elevado costo en el momento de su establecimiento.
	Institucional	Existe poco apoyo a productores, tanto en temas de capacitación como de financiamiento para la implementación de estas prácticas.
	Sociocultural	Algunos productores piensan que no es tan necesario ya que la palma es un cultivo muy rústico que no demanda tanto cuidado.
Época de aplicación de fertilizantes	Sociocultural	Por lo general se trata de realizar aplicaciones de fertilizantes en las épocas recomendadas.
Época de siembra	Sociocultural	Algunos productores consideran que el cultivo de palma soporta ciertas condiciones por lo que no se limitan a meses con condiciones óptimas.
Fertilización adecuada	Sociocultural	Desconocimiento de los beneficios de llevar a cabo una fertilización adecuada. Muchos consideran que el cultivo no necesita estos cuidados.
Incorporación de fertilizante	Sociocultural	Es una práctica más lenta. El productor no la realiza por facilidad al momento de la fertilización.
Incorporación de materia orgánica	Sociocultural	No hay costumbre de uso de estos productos así como desconocimiento sobre los beneficios de dicha práctica.
Labranza mínima	Sociocultural	Se trata de realizar los drenajes necesarios y una vez establecida la plantación mantener coberturas para ayudar a reducir los efectos por erosión y deslizamientos.
Manejo de sombra	Económica	Alto costo de inversión en implementación de la práctica.
	Sociocultural	Es una práctica que se realiza principalmente a nivel

		de pre-vivero y viveros. Desconocimiento de los beneficios de la práctica.
	Institucional	Falta más investigación, principalmente en uso de árboles de sombra a nivel de viveros.
Monitoreo de cosecha	Institucional	Necesidad de apoyo y capacitación en estos temas.
	Sociocultural	Es una práctica que en la actualidad por lo general se realiza.
Resiembra	Sociocultural	En plantaciones jóvenes se realiza en caso de estar aún en época ideal para siembra. En plantaciones adultas se espera a los ciclos de renovación ya que por disponibilidad de luz se vuelve complicado resembrar.
Riego	Económica	Alto costo de inversión en implementación de la práctica. No se considera rentable para la actividad. A nivel de pre-viveros y viveros si se realiza, pero en campo el limitante es el factor económico.
	Sociocultural	Los productores no quieren invertir, sacrifican producción por no invertir.
Selección de áreas sin riego para el cultivo	Institucional	No se da seguimiento por parte de las entidades gubernamentales y no se exige una selección apropiada de áreas para establecer el cultivo.
	Sociocultural	El productor siembra sin dar mayor interés al riesgo que se expone al cultivo en ciertas áreas.
Trampas	Económica	No se quiere invertir en prácticas consideradas como adicionales al cultivo.
	Institucional	Necesidad de capacitación y seguimiento a productores en estos temas. Falta implementación de programas o investigación.
	Sociocultural	Actualmente muchos productores la realizan.
Uso de datos climáticos	Sociocultural	Los productores tratan de apegarse a la información climática disponible o a las recomendaciones técnicas. Para el caso de empresas como Palmatica hacen uso de las estaciones meteorológicas para realizar diferentes prácticas al cultivo como el caso de las fertilizaciones.
Uso de sustratos franco-arenosos	Institucional	Las grandes empresas si lo realizan.
Variedades mejoradas	Sociocultural	Esta práctica se realiza a nivel pre y viveros, y por lo general se hace uso de este tipo de materiales.
	Institucional	Empresas como Palmatica que es líder en Costa Rica para el cultivo de la Palma, realiza investigación sobre las variedades y recomendaciones a productores sobre la selección de las mismas.

2. Evaluación de las prácticas identificadas y su impacto sobre el agroecosistema

En esta sección se realizó una valoración de las prácticas identificadas en el estudio bajo los criterios del programa de Bandera Azul Ecológica categoría Agropecuaria y el Programa de reconocimiento de beneficios ambientales para la producción agropecuaria sostenible, desarrollado por el Ministerio de Agricultura y Ganadería. Para cada uno de los programas se realizó una revisión de los parámetros y criterios de análisis utilizados y se ajustaron con base en el alcance del estudio. A continuación, se resume el procedimiento y los resultados obtenidos de la valoración de las prácticas con base en cada uno de los programas:

2.1 Valoración de las prácticas agrícolas identificadas en el estudio bajo los criterios del programa de bandera azul ecológica categoría agropecuaria

Para la valoración de las prácticas agrícolas identificadas en el estudio bajo los criterios del programa de Bandera Azul Ecológica categoría Agropecuaria, se realizó una revisión de los parámetros definidos y basado en el criterio de experto, se seleccionaron aquellos parámetros que se encuentran alineados a los intereses y objetivos del estudio, haciendo especial énfasis en aquellos que evalúan la práctica/intervención como tal. Se excluyeron los parámetros que consideran o evalúan un proceso, ya que el estudio no profundiza en cómo se realizan las prácticas. Una vez seleccionados los indicadores, se utilizó una escala de ponderación para definir el aporte de cada una de las prácticas a las categorías seleccionadas del Programa de Bandera Azul Ecológica. También se hizo una revisión de literatura para respaldar la valoración realizada.

Los indicadores del Programa Bandera Azul ecológica considerados para la valoración de las prácticas en este estudio, son los siguientes:

1. **Recurso hídrico:** se evalúa el impacto directo de la práctica sobre la protección, mejoramiento y uso eficiente del recurso hídrico en los procesos de producción agropecuaria y forestal.
2. **Manejo y conservación de suelos:** se evalúa el impacto directo de la práctica sobre el uso, manejo y conservación de suelos en los procesos de producción agropecuaria y forestal.

La evaluación de cada una de las prácticas identificadas en el cultivo de palma se resume en el siguiente cuadro:

Cuadro 8. Valoración de las prácticas agrícolas identificadas basada en criterio experto, considerando los indicadores seleccionados

PRÁCTICAS	Recurso hídrico	Manejo y conservación de suelos
Aplicación de bioestimulantes	*	*
Aplicación de bioles	*	**

Aplicación de fungicidas preventivos y curativos	*	*
Aplicación de insecticidas	*	*
Aplicación foliar	*	*
Barreras rompevientos ⁵	***	***
Cirugías para control de flecha seca	NA	NA
Cobertura vegetal ^{7,6}	**	***
Control biológico ⁹	*	***
Cosecha oportuna	NA	NA
Deshoje de plantas	*	*
Drenajes	**	***
Época de aplicación de fertilizante	*	**
Época de siembra	NA	NA
Fertilización adecuada	**	**
Incorporación de fertilizante	*	*
Incorporación de materia orgánica ^{7,9}	**	***
Incorporación de microorganismos	**	***
Labranza mínima ⁸	***	***
Manejo de ambiente protegidos	**	**
Manejo de densidad y distribución de plantas en viveros	**	**
Manejo de árboles de sombra	**	***
Mantener rodajas de planta	*	***
Monitoreo de cosecha	NA	NA
Monitoreo de plagas y enfermedades	NA	NA
Resiembra	NA	NA
Riego	***	***
Selección de áreas sin riesgo para el cultivo	*	***
Terrazas	***	***
Trampas	NA	NA
Uso de bolsas Jiffy	***	***
Uso de datos climáticos	***	***
Uso de sustratos de textura franco-arenosos	***	***
Variedades mejoradas	**	**
Escala utilizada: * la práctica implica poco impacto/aporte positivo sobre el indicador ** la práctica implica moderado impacto/aporte positivo sobre el indicador *** la práctica implica mucho impacto/aporte positivo sobre el indicador NA no aplica/no se tiene información suficiente		

Fuente: elaboración a partir de revisión de literatura y de la normativa para programa Bandera Azul Ecológica Categoría agropecuaria (PBAE, 2016).

⁵ (Zaccagnini *et al.*, 2014).

⁶ (Gliessman, 2002)

⁷ (Meléndez & Soto, 2003)

⁸(Rojas, 2001)

⁹ (Montiel & Ibrahim, 2016).

2.2 Clasificación de las prácticas agrícolas identificadas en el estudio de acuerdo con los criterios de inversiones establecidos por el programa de reconocimiento de beneficios ambientales para la producción agropecuaria sostenible

El Programa de reconocimiento de beneficios ambientales para la producción agropecuaria sostenible, desarrollado por el Ministerio de Agricultura y Ganadería, lista una serie de prácticas consideradas como “inversiones” que el productor puede realizar para promover la producción agropecuaria sostenible y para las cuales el programa hace un reconocimiento económico al productor.

En esta sección se realizó el análisis para indicar en qué categoría de inversión, de acuerdo con los criterios establecido por el programa de reconocimiento de beneficios ambientales, se encuentran las prácticas identificadas en el estudio. Las categorías de inversión mencionadas son las que se encuentran en el documento: “Normativa para la aplicación y asignación de reconocimiento de los beneficios ambientales, Programa de Reconocimiento de Beneficios Ambientales para la Producción Agropecuaria Sostenible”⁹.

Las categorías de inversión se definen a continuación:

- Inversiones tipo 1.

Son de interés del agricultor individualmente; benefician directa y claramente la productividad de las actividades productivas de la finca; y su retorno económico es de corto plazo.

- Inversiones tipo 2.

Son de interés del agricultor individualmente; no benefician directa o claramente la productividad de las actividades productivas; y su retorno económico es de mediano o largo plazo.

- Inversiones tipo 3.

Son de interés de un grupo de agricultores; benefician directa y claramente la productividad de las actividades o los ingresos de las fincas; y el retorno económico es de corto o mediano plazo.

- Inversiones tipo 4.

Son de interés colectivo. Su ejecución beneficia a un grupo de productores, la comunidad, o la sociedad y son opciones importantes cuanto se tiene un problema que sobrepasa los límites de la finca y su solución requiere compartir acciones con los vecinos o con la comunidad. Su retorno es en largo plazo y muchas veces no es claramente visible o fácilmente cuantificable.

Este tipo de inversiones generan beneficios ambientales como: reducción de la contaminación; aumento de la infiltración del agua en el perfil del suelo; reducción de la erosión; conservación de la biodiversidad; y fijación de carbono.

En el siguiente cuadro se resume la evaluación de las prácticas identificadas en el estudio utilizando los criterios de “tipo de inversión” definidos por el programa de reconocimiento de beneficios ambientales para la producción agropecuaria sostenible.

⁹ Consultado en: http://www.mag.go.cr/acerca_del_mag/programas/dsorea-incentivos-ambientales.html

Cabe destacar que las prácticas de: cosecha oportuna, época de siembra, época de aplicación de fertilizante, resiembra, uso de datos climáticos, selección de áreas sin riesgo para el cultivo, manejo de densidad y distribución de plantas en viveros, monitoreo de cosecha, cirugías para control de flecha seca, deshoje de plantas, mantener rodajas de planta, uso de sustratos de textura franco-arenosos y el monitoreo de plagas y enfermedades no se incluyen en la evaluación ya que estas son prácticas requeridas para el desarrollo adecuado de la plantación y que por su naturaleza no clasifican como inversión.

Cuadro 9. Clasificación de prácticas por el tipo de inversión de acuerdo con los parámetros establecidos por el programa de reconocimiento de beneficios ambientales para la producción agropecuaria sostenible del Ministerio de Agricultura y Ganadería

PRÁCTICAS	Inversiones tipo 1	Inversiones tipo 2	Inversiones tipo 3	Inversiones tipo 4
Aplicación de bioestimulantes		X		
Aplicación de bioles ^c				X
Aplicación de fungicidas preventivos y curativos ^a		X		
Aplicación de insecticidas ^a		X		
Aplicación foliar ^b		X		
Barreras rompevientos			X	
Cobertura vegetal		X		
Control biológico ^c				X
Drenajes				X
Fertilización adecuada ^b				
Incorporación de fertilizante ^b		X		
Incorporación de materia orgánica ^d		X		
Incorporación de microorganismos ^c		X		
Labranza mínima ^e				X
Manejo de ambiente protegidos	X			
Manejo de árboles de sombra				X
Riego	X			
Terrazas		X		
Trampas				X
Uso de bolsas Jiffy	X			
Variedades mejoradas	X			

a. la aplicación de bactericidas, insecticidas, herbicidas, fungicidas y protectantes se considera como una inversión tipo 2 si el productor para realizar la aplicación, invierte en equipo para la aplicación uniforme y calibrada de agroquímicos.
b. Se considera una inversión si la aplicación de realiza como una “enmienda” (orgánica o química) para corregir problemas de productividad o contaminación de las fincas.
c. los costos de los fertilizantes, biofertilizantes y biocontroladores que se utilicen en la producción bajo un modelo de producción más sostenible, no son inversiones y por lo tanto no son sujeto de reconocimiento ambiental. Para el caso de uso de controladores y microorganismos, se consideraría una inversión si el productor o productora desarrolla infraestructura y adquiere equipo de uso individual para la fabricación de bio-controladores y bioabonos (inversión tipo 2). Si esto ocurre de

forma colectiva, es decir la infraestructura y equipo es de uso grupal se convierte en inversión tipo 4.

- d.** Se considera como inversión si el productor instala una abonera orgánica para producir el abono que aplica en su finca.
- e.** Se considera una inversión si se adquieren equipos e implementos para uso grupal en labranza conservacionista.

3. Cuantificación de costos de las prácticas identificadas

Se realizó la cuantificación de los costos de implementación de las prácticas identificadas a través de las consultas con expertos, con el fin de tener el monto aproximado que se requeriría invertir para llevar a cabo las prácticas mencionadas. La tabla de costos de prácticas basada en fuentes primarias (productores, almacenes), y en fuentes secundarias.

Cuadro 10. Costo colones/ hectárea de la implementación de las prácticas normales dentro del cultivo que se identificaron para la reducción de impacto de eventos climáticos en el cultivo de palma.

PRÁCTICA	COSTO/HA	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	DOCUMENTABILIDAD
Aplicación de fungicidas preventivos y curativos (Opción 1)	₡8.745,00	Colones/aplicación	Costo por hectárea del producto fungicida (i. a. Carbendazina), sin agregar el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Registros y facturas
Aplicación de fungicidas preventivos y curativos (Opción 2)	₡8.424,00	Colones/aplicación	Costo por hectárea del producto fungicida (Benomyl), sin agregar el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Registros y facturas
Aplicación de fungicidas preventivos y curativos (Opción 3)	₡13.900,00	Colones/aplicación	Costo por hectárea del producto fungicida (i.a. Clorotalonil) sin agregar el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Registros y facturas
Aplicación de herbicidas (Opción 1)	₡5.250,00	Colones/aplicación	Costo por hectárea del producto herbicida (i.a. Glifosato) sin agregar el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Registros y facturas
Aplicación de herbicidas (Opción 2)	₡5.670,00	Colones/aplicación	Costo por hectárea del producto herbicida (i.a. Paraquat), sin agregar el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Registros y facturas
Aplicación de herbicidas (Opción 3)	₡9.950,00	Colones/aplicación	Costo por hectárea del producto herbicida (i.a. Fluazifop-P-Buti), sin agregar el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Registros y facturas
Aplicación de insecticidas (Opción 1)	₡7.333,00	Colones/aplicación	Costo por hectárea del producto insecticida (i.a. Diazinon), sin agregar el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Registros y facturas
Aplicación de insecticidas (Opción 2)	₡1.995,00	Colones/aplicación	Costo por hectárea del producto insecticida (i.a. Cipermetrina), sin agregar el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Registros y facturas
Aplicación foliar (Opción 1)	₡4.418,00	Colones/aplicación	Costo por hectárea del producto foliar (Nitrógeno-Fosforo-Potasio), sin agregar el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Registros y facturas

Aplicación foliar (Opción 2)	¢6.210,00	Colones/aplicación	Costo por hectárea del producto foliar (aminoácidos), sin agregar el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Registros y facturas
Cirugías de control de flecha seca	¢2.916,00	Colones/labor	Costo de mano de obra para hacer cirugía por planta (cortes para eliminar tejido enfermo) más producto (fungicida e insecticida para aplicar en la zona intervenida).	Registros y facturas
Cosecha oportuna	No se encontraron costos asociados a la implementación de la práctica.			Registros y facturas
Deshoje de plantas (Poda)	Esta práctica se realiza de forma simultánea en las labores de cosecha.			Registros
Drenajes (Opción 1)	¢20.000,00	Colones/labor	Costo de alquiler de maquinaria para realizar drenajes en aproximadamente 30 metros lineales para eliminar saturación de agua en ciertas zonas dentro del cultivo.	Registros y facturas
Drenajes (Opción 2)	¢24.280,00	Colones/labor	Costo de mano de obra para realizar drenajes (10cm alto-20cm ancho) en aproximadamente 100 metros lineales para eliminar pozos o saturación de agua en ciertas zonas dentro del cultivo.	Registros y facturas
Drenajes (Opción 3)	¢575.000,00	Colones/labor	Costo de alquiler de maquinaria para realizar la preparación de 1 hectárea de terreno construyendo el sistema de canales (primarios, secundarios y terciarios)	Registros y facturas
Época de aplicación de fertilizante	No se encontraron costos asociados a la implementación de la práctica.			Registro
Época de siembra	No se encontraron costos asociados a la implementación de la práctica.			Registro
Fertilización adecuada (Opción 1)	¢184.000,00	Colones/aplicación	Costo de aplicación de producto (14-06-26), sin costo de mano de obra, en una hectárea con una densidad de 160 plantas.	Registros y facturas
Fertilización adecuada (Opción 2)	¢122.666,67	Colones/aplicación	Costo de aplicación de producto (fórmulas especiales) para una hectárea con una densidad de 160 plantas menores a 4 años, sin agregar costo de mano de obra.	Registros y facturas
Fertilización adecuada (Opción 3)	¢163.555,56	Colones/aplicación	Costo de aplicación de producto (fórmulas especiales) para una hectárea con 160 plantas mayores a 4 años, sin agregar costo de mano de obra.	Registros y facturas
Manejo de almácigo en ambiente protegido (hectárea)	¢21.840.158,78	Colones/sistema	Costo de mano de obra y materiales para implementar el manejo del almácigo en sistema de ambiente protegido en sarán para una hectárea. Además, el costo del sistema de riego	Registros y facturas

			para mantener las condiciones controladas dentro del ambiente protegido.	
Manejo de almácigo en ambiente protegido (1000m ²)	¢1.967.747,59	Colones/sistema	Costo de mano de obra y materiales para implementar el manejo del almácigo en sistema de ambiente protegido en sarán para mil metros cuadrados; además del costo del sistema de riego para mantener las condiciones controladas dentro del ambiente protegido.	Registros y facturas
Manejo de densidad y distribución de plantas en viveros	No se encontraron costos asociados a implementación de la práctica.			Registros
Monitoreo de cosecha	¢7.284,00	Colones/labor	Costo de mano de obra para realizar monitoreo de cosecha. Se puede combinar los monitoreos de cosecha con los monitoreo de plagas y enfermedades.	Registros
Monitoreo de plagas y enfermedades	¢7.284,00	Colones/labor	Costo de mano de obra para realizar monitoreo de plagas y enfermedades en una hectárea	Registros y facturas
Resiembra	¢691,67	Colones/labor	Costo de mano de obra más producto (1 planta certificada más 300gramos a fertilizante). Resiembra manual. Si el daño no es total y aún se puede resembrar.	Registros y facturas
Selección de áreas sin riesgo para el cultivo	No se encontraron costos asociados a la implementación de la práctica			Registro
Trampas	¢5.714,00	Colones/aplicación	Costo de 1 trampa por cada 5 hectáreas para control de abejones. Más costo de mano de obra para colocación.	Registros y facturas
Uso de bolsas Jiffy	¢5.215,00	Colones/sistema	Costo de bolsas sistema Jiffy (bolsa biodegradable incluye turba o sustrato) para pre-vivero. 70 plantas/metro cuadrado.	Registros y facturas
Variedades mejoradas	¢1.280,00	Costo/labor	Costo de plantas certificadas para una hectárea (Densidad de 160plantas/ha).	Registros y facturas

Cuadro 11. Costo colones/ hectárea de la implementación de las prácticas adicionales que se identificaron para la reducción de impacto de eventos climáticos en el cultivo de palma.

PRÁCTICA	COSTO/HA	UNIDAD	DESCRIPCIÓN	DOCUMENTABILIDAD
Aplicación de bioestimulantes	¢2.466,72	Colones/aplicación	Costo por hectárea del producto bioestimulante (Ácidos húmicos) que también ayuda a la regeneración de suelos., sin agregar el costo de mano de obra y equipo de aplicación.	Registros y facturas
Aplicación de bioles	¢3.297,00	Colones/aplicación	Costo de mano de obra y aplicación del producto (bioles) foliar con motobomba.	Registros y facturas
Barreras rompevientos (Opción 1)	¢29.136,00	Colones/labor	Costo de mano de obra y establecimiento de árboles nativos para la barrera rompeviento, el cual se refiere al costo de sacar hijos vigorosos de árboles (poró, madero negro) y la siembra en los linderos a una distancia de 2-3 metros en 100 metros lineales.	Registros y facturas
Barreras rompevientos (Opción 2)	¢35.136,00	Colones/labor	Costo de mano de obra y establecimiento de caña brava; se siembra horizontalmente y cada nudo representa una planta. Cada caña mide aproximadamente 2,5 metros, se colocan seguidas en 100 metros lineales.	Registros y facturas
Barreras rompevientos (Opción 3)	¢46.136,00	Colones/labor	Costo de mano de obra y establecimiento de árboles fijadores de N como madero negro para la implementación de la barrera rompevientos y la siembra en los linderos. Distancia recomendada: 3 metros en 100 metros lineales.	Registros y facturas
Cobertura vegetal	¢40.217,80	Colones/labor	Costo de 5kg de semilla de Kudzú para una hectárea para establecer como cobertura vegetal. Sin costo de mano de obra para la siembra.	Registros
Control biológico (Opción 1)	¢23.000,00	Colones/aplicación	Costo por hectárea del producto (<i>Trichoderma</i>) como control biológico, sin agregar el costo de mano de obra.	Registros y facturas
Control biológico (Opción 2)	¢32.480,00	Colones/aplicación	Costo por hectárea del producto <i>Beauveria bassiana</i> como control biológico, sin agregar el costo de mano de obra.	Registros y facturas
Incorporación de fertilizante	Esta práctica se realiza simultáneamente al momento de fertilizar.			Registros

Incorporación de materia orgánica (Opción 1)	¢60.000,00	Colones/aplicación	Costo de la aplicación de materia orgánica (Gallinaza) por hectárea, sin el costo de mano de obra.	Registros y facturas
Incorporación de microorganismos	¢34.000,00	Colones/aplicación	Costo por hectárea del producto (Rizobacterias) como control biológico, sin agregar el costo de mano de obra.	Registros y facturas
Labranza mínima	¢23.460,00	Colones/labor	Costo de mano de obra por hectárea para realizar control de malezas con machete. La cantidad de horas puede aumentar o disminuir dependiendo del estado y densidad de malezas que presente el terreno. Se hace una sola preparación con machete y se da posterior tratamiento de control con herbicidas.	Registros y facturas
Manejo de árboles de sombra	¢139.000,00	Colones/labor	Costo de árboles de sombra, el cual se refiere al costo de árboles en almácigo (especialmente Inga y madero negro). Sin costo de mano de obra para establecimiento (La densidad es variable según las necesidades del vivero).	Registros y facturas
Mantener rodajas de planta (Opción 1)	¢6.215,68	Colones/labor	Costo de realizar rodajas con guadaña en una hectárea con densidad de 160 plantas.	Registros
Mantener rodajas de planta (Opción 2)	¢17.265,78		Costo de realizar rodajas con machete en una hectárea con densidad de 160 plantas.	Registros
Riego almácigo (Hectárea)	¢3.014.172,00	Colones/sistema	Costo de mano de obra y materiales del sistema de riego en almácigo para una hectárea (100x100). La distancia entre aspersores y entre laterales es de 4 metros, ya que el aspersor utilizado cubre 2,7 metros y su traslape sería uniforme. El tubo utilizado para los elevadores tiene una longitud de 6 metros y cada elevador es de 1 metro de altura. La capacidad de la bomba utilizada es de medio caudal (esta puede cambiar dependiendo de la topografía del terreno y donde esté localizado la fuente de agua). Se emplea mangueras de poliducto de 2" como tubo principal y manguera de poliducto de 1" para los laterales.	Registros y facturas
Riego almácigo (1000m ²)	¢851.489,10	Colones/sistema	Costo de mano de obra y materiales del sistema de riego en almácigo para 1000m ² (32x32). La distancia entre aspersores y entre laterales es de 4	Registros y facturas

			metros, ya que el aspersor utilizado cubre 2,7 metros y su traslape sería uniforme. El tubo utilizado para los elevadores tiene una longitud de 6 metros y cada elevador es de 1 metro de altura. La capacidad de la bomba utilizada es de medio caudal (esta puede cambiar dependiendo de la topografía del terreno y donde esté localizado la fuente de agua). Se emplea mangueras de poliducto de 2" como tubo principal y manguera de poliducto de 1" para los laterales. *El costo de la bomba es un costo fijo, no varía por la diferencia de área sembrada.	
Riego campo	¢575.000,00	Colones/sistema	Costo de alquiler de maquinaria para preparación de suelo y formación de estructura de drenaje que permita el riego por gravedad.	Registros y facturas
Terrazas individuales	¢320.000,00	Colones/labor	Costo de alquiler de maquinaria para realizar terrazas individuales (2 metros de diámetro) en una hectárea de terreno de alta pendiente.	Registro
Uso de datos climáticos	No se encontraron costos asociados a la implementación de la práctica			Registro

BIBLIOGRAFÍA

- Alvarado A, Chinchilla C., Bulgarelli J., Sterling F. (1996). *Factores agronómicos asociados a la pudrición común de la flecha/arqueo foliar en palma aceitera*. ASD, Costa Rica. 12p.
- Alvarado A., Sterling F. (2004). *Development of oil palm varieties for extreme climatic conditions*. Revista Palmas. Colombia. 10p.
- ASD (Agricultural Services and Development). (2014). *Guía de variedades y clones. Semillas y clones de palma aceitera de alto rendimiento*. Agriculture services and development. San José, Costa Rica. 16p.
- Barrios, R., Mark, D., Rivas, E., Fariñas, J., Salazar, J., & Rodríguez, G. (2011). Efecto del déficit hídrico sobre el ciclo productivo de la palma aceitera en el estado Monagas, Venezuela. *Agronomía Tropical*, 61(3-4), 267-274.
- Chinchilla, C. (2003). *Manejo integrado de problemas fitosanitarios en palma aceitera Elaeis guineensis en América Central*. Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Costa Rica) No. 67 p. 69 - 82, 2003.
- Chinchilla, C. & Escobar, R. (2007). *El Anillo Rojo y Otras Enfermedades de la Palma Aceitera en Centro y Suramérica*. ASD Oil Palm Papers, N°30 (Costa Rica), 1-27.
- Chinchilla C., Alvarado A., Albertazzi H., Torres R. (2007). *Tolerancia y resistencia a las pudriciones del cogollo en fuentes de diferente origen de Elaeis guineensis*. ASD, Costa Rica. 12p.
- Darus A., Basri M. (2001). *MIP: Intensivo para el manejo de plagas en palma de aceite*. FEDEPALMA. Bogotá, Colombia. 17p.
- Drent, A., Torres, G. & Martínez, G. (2013). *Phytophthora palmivora, la causa de la Pudrición del cogollo en la palma de aceite*. Revista Palmas, 2013.
- Durán N., Salas R., Chinchilla C., Peralta F. (1999). *Manejo de la nutrición y fertilización en palma aceitera en Costa Rica*. San José, Costa Rica. 12p.
- Fitzherbert E.B., Struebig M.J., Morel A., Danielsen F., Brühl C. A, Donald P.F. & Phalan B. (2008). *How will oil palm expansion affect biodiversity?* Trends in Ecology & Evolution 23: 538–45
- Gliessman, S. R. (2002). *Agroecología: procesos ecológicos en agricultura sostenible*. CATIE.
- INEC (Instituto Nacional de Estadística y Censos). (2015) *VI Censo Nacional Agropecuario, 2014*.
- Hernandez J., Oliveira A., Palacios A., Sandoval A., Grajales M., Estrada J., Dominguez E., Baez M., Ortiz E., Avila L., Alejo A., Coutiño M. (2006). *Tecnología para la producción de palma de aceite (Elaeis guineensis Jacq.) en México*. INIFAP, México. 150p.
- Hormaza P., Forero D., Ruiz R., Romero H. (2010). *Fenología de la palma de aceite africana*

- (*Elaeis guineensis* Jacq.) y del híbrido interespecífico (*Elaeis oleífera* x *Elaeis guineensis*). CENIPALMA. Bogotá, Colombia. 110p.
- Lorya R., Chinchilla C., Domínguez J., Mexzón R. (2002). *Una trampa efectiva para capturar adultos de Opsiphanes cassina* Felder (*Lepidóptera: Brassolidae*) y observaciones sobre el comportamiento de la plaga en palma de aceite. Costa Rica. 9p.
- MAG (2007). *Cadena agroalimentaria del cultivo de palma aceitera en distrito de Chires de Puriscal*. Chires, Puriscal. 104p.
- Martínez G. (2010). *Pudrición del cogollo, marchitez sorpresiva, anillo rojo y marchitez letal en la palma de aceite en América*. CENIPALMA. Bogotá, Colombia. 11p.
- MARUPLAST. (2017). Recuperado el 25 de Junio de 2017, de MARUPLAST: TECNOLOGÍAS EN INVERNADERO: <http://www.maruplast.com/jiffy-pellet.html>
- Meléndez, G. & Soto, G. (2003). *Taller de abonos orgánicos*. [en línea]. Disponible en: <http://www.cia.ucr.ac.cr/pdf/Memorias/Memoria%20Taller%20Abonos%20Org%C3%A1nicos.pdf>
- Mexzón, RG., Chinchilla, CM., Castrillo, G, & Salamanca, D. (1994). *Biología hábitos de Rhynchophorus palmarum asociado a palma aceitera en Costa Rica*. ASD Oil Palm Papers (CR) 8: 1 4 - 2 1
- Montiel, K., & Ibrahim, M. (2016). *Manejo integrado de suelos para una agricultura resiliente al cambio climático. Sistematización del ciclo de foros virtuales: Año Internacional de los Suelos (AIS) 2015*. In Workshop Internacional 28 Nov-2 Dec 2004Paraná (Brasil) (No. P40). IICA, San José (Costa Rica).
- Mora S., Chinchilla C., Sánchez A., Escobar R. (2007). *Innovación en los procesos para mejorar la calidad de las semillas germinadas y de las plántulas de palma aceitera*. ASD. San José, Costa Rica. 8p.
- Muñoz J. (2014) *Detección y manejo de plagas en la producción de palma africana (Elaeis guineensis. Jacq.)* Sayaxché, Sistematización de práctica profesional. Guatemala. 50p.
- Ortiz R., & Fernández O. (2000). *Cultivo de la palma aceitera*. EUNED. San José, Costa Rica. 188p.
- PBAE (Programa Bandera Azul Ecológica). (2016). *Manual de procedimientos categoría agropecuaria*.
- Pinzón, L. (1995). *Aspectos generales sobre la biología y manejo del insecto Sagalassa valida Walker, barrenador de las raíces en la palma de aceite en Palmas de Tumaco*. Palmas, Volumen 16, No. 2, 1995.
- Quesada, H. (2001). *Cultivo e industria de la palma aceitera (Elaeis guineensis)* (No. D-1035). INFOAGRO. San José, Costa Rica. 42p.
- Rojas, L. A. (2001). *La labranza mínima como práctica de producción sostenible en granos básicos*. *Agronomía mesoamericana*, 12(2), 209-212.

Umaña, C. (1998). *Estado del cultivo de la palma de aceite en Costa Rica*. Palmas. Volumen 19, Número Especial, 1998.

Zaccagnini, M. E. W., Oszut, M. G., Zaccagnini, J. D. M. E., & MG Wilson, J. D. (2014). *Manual de buenas prácticas para la conservación del suelo, la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos, área piloto Aldea Santa María, Entre Ríos*. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (Argentina). Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI).

ANEXOS

ANEXO 1. GLOSARIO DE TÉRMINOS RELEVANTES Y UTILIZADOS DURANTE LA CONSULTA A EXPERTOS

Déficit Hídrico: se refiere a la falta de agua para las plantas, ya que la cantidad de precipitaciones es inferior a la normal. Si la disponibilidad de agua es menor al 80% del promedio se refiere a sequía (Muñoz & Navarro, 2011).

Deslizamientos de tierra: es el movimiento en masa sobre terrenos con alta pendiente, que involucran la movilización de suelo, rocas o la mezcla de ambos; provocados por el exceso de agua o por efecto de la fuerza de gravedad (CENEPRED, 2014).

El Niño: es un fenómeno climático que provoca alteraciones en la circulación océano-atmosférico que afecta el régimen de lluvias y origina sequías prolongadas, principalmente en el litoral pacífico de Centroamérica (Angulo, 2015).

Erosión: es un fenómeno natural que consiste en el desprendimiento y pérdida de las partículas del suelo, producto de las corrientes de agua; así mismo, la erosión disminuye la capacidad del suelo de almacenar agua y provoca la pérdida de nutrientes y materia orgánica (Peña, 2013).

Fuertes vientos: según el CENEPRED (2014), viento se refiere al desplazamiento del aire en la atmósfera con relación paralela a la superficie terrestre que varía su velocidad constantemente. Fuertes vientos según De Melo (consulta personal, 8 de febrero de 2017), es cuando la velocidad del viento alcanza velocidades alrededor de 50 Km/h; provocando daños físicos a la planta y caída de árboles en la plantación.

Granizos: se refiere a una precipitación sólida en forma de bolas o grumos irregulares de hielo; las cuales se forman por fuertes corrientes ascendentes en las nubes convectivas que elevan las gotas a áreas muy frías, donde se forman las partículas de hielo (Gutiérrez *et al.*, 2013).

Huracanes: se refiere a una tormenta tropical que alcanza vientos de mayor de 74 mph (118 Km/h); es de forma giratoria y circulan alrededor de un vórtice de baja presión barométrica (CENAPRED, 2007).

Inundación: fenómeno producido por el exceso de lluvias intensas o continuas que sobrepasan la capacidad de campo del suelo, supera el volumen máximo de transporte de los ríos; los cuales se desbordan e inundan los campos (CENEPRED, 2014).

La Niña: es un fenómeno océano-atmosférico que produce la alteración de las condiciones climáticas, esta consiste en un enfriamiento anormal de la temperatura superficial de las aguas del océano pacífico, provocando el aumento de precipitaciones y vientos ecuatoriales de este a oeste (Retana & Solano, S.f).

Lluvias fuertes: son precipitaciones de alta intensidad de agua líquida o sólida (granizos), que comienzan y acaban bruscamente; su duración puede ser relativamente corta y varían violentamente su intensidad (Segeber & Villodas, 2006).

Lluvias intermitentes: se refiere a la caída de lluvias esporádicas de un lapso muy corto de tiempo en meses de sequía; son muy recurrentes en la época de verano y provoca estrés en la planta (E. De Melo, consulta personal, 8 de febrero de 2017).

Lluvias prolongadas: se refiere a la caída de lluvias por al menos 3 o 4 días consecutivos sin detenerse y en forma continua (E. De Melo, consulta personal, 8 de febrero de 2017).

Neblina: es la manifestación visible de gotas suspendidas en la atmósfera o cerca de la superficie de la tierra, reduciendo la visibilidad y la entrada de luz; se origina cuando la temperatura y el punto de rocío del aire presentan valores similares (IMN, S.f).

Nubosidad: se refiere a una fracción del cielo cubierto por un cierto grupo de nubes o combinación de las mismas (IMN, S.f).

Sequías prolongadas: fenómeno complejo que contempla un periodo de tiempo con condiciones meteorológicas anormalmente secas, suficientemente prolongado como para que la falta de precipitación cause un grave desequilibrio hidrológico (CENEPRED, 2014).

Tormentas eléctricas: perturbación violenta de la atmósfera ligada a los movimientos verticales del aire y acompañada de fenómenos mecánicos (viento y precipitaciones) y eléctricos (relámpagos y truenos) (IMN, S.f).

Tormentas tropicales: es una masa de aire cálida y húmeda con vientos fuertes que giran en forma de espiral y al sentido contrario de las manecillas del reloj; la velocidad de los vientos comprende entre 63 a 118 Km/h. Si los vientos aumentan a 118 Km/h pasa a formar un huracán y si bajan de 63 Km/h es una depresión natural (CENAPRED, 2007).

Tornados: es una violenta columna de aire en rotación que se extiende desde una nube inestable hasta alcanzar la superficie. La velocidad del viento puede alcanzar entre 20 a 45 Km/h (IMN, S.f).

PRÁCTICAS PARA REDUCIR EL IMPACTO DE LOS EVENTOS CLIMÁTICOS

Aplicación de bioestimulantes: esta práctica consiste en la aplicación de sustancias orgánicas que ayuden mejorar la fertilidad de los suelos. Pero además ayudan a mejorar el sistema radicular de la plantas. Algunos de estos bioestimulantes pueden ser los Ácidos húmicos: son compuestos orgánicos que constituyen la parte más elaborada de la materia orgánica. Son obtenidos de diferentes materias primas originadas principalmente de yacimientos de carbón orgánico. Dentro de sus principales funciones tienen, estimular el desarrollo de la raíz, y a nivel foliar aumentan la permeabilidad de la membrana celular facilitando la absorción de nutrientes. Son capaces de fijar los nutrimentos que son aplicados con los fertilizantes al suelo. Tienen función activadora de flora microbiana del suelo que aumentan la mineralización orgánica y la consecuente liberación de nutrimentos a formas disponibles para las raíces de la planta (Centro de Investigaciones Agronómicas (CIA), 2002).

Aplicación de bioles: consiste en el uso de biofertilizantes o abonos orgánicos líquidos fermentados. Estos se obtienen mediante la fermentación anaeróbica, en un medio líquido. Existen múltiples insumos de origen animal y vegetal sin embargo dentro de los que destacan se tienen la incorporación de: estiércol fresco de animales, microorganismos, leche, melaza, follaje de leguminosas principalmente y minerales (Mamani, Chávez, & Ortuño, 2007). Estos insumos orgánicos se transforman en minerales, vitaminas, aminoácidos, ácidos orgánicos entre otras sustancias metabólicas. Se emplean para realizar una nutrición eficiente de los cultivos así como convertirse en un inóculo microbiano que ayuda a restaurar el equilibrio microbiológico del agroecosistema (Pacheco, 2006).

Algunos de los bioles que existen son los generados por:

- Microorganismos de montaña (MM): son microorganismos presentes en el bosque que se encargan de la descomposición de materia orgánica, compiten con microorganismos dañinos, reciclan nutrientes de las plantas, fijan nitrógeno al suelo, degradan sustancias tóxicas (pesticidas). Además producen sustancias y componentes naturales que mejoran la textura del suelo (Tencio , 2014). La dosis recomendada es de 20L/ha y se pueden realizar hasta 8 aplicaciones durante el ciclo del cultivo ya sea solo o en mezcla con otros productos (Consulta a expertos, 2017).
- Lactofermentos: preparación en la cual se sustituye el estiércol animal (boñiga) por suero de leche, destacando el aporte en bacterias de tipo ácido lácticas, que confieren propiedades especiales a este abono fermentado. Estos microorganismos tienen funciones importantes como ayudar con la solubilidad del fósforo entre otros nutrientes en el suelo. Además la presencia de ácido láctico contribuye en suprimir diversos microorganismos patógenos como por ejemplo el *Fusarium sp* (Pacheco, 2006). La dosis recomendada es de 8 a 10L/ha. Es recomendado realizar 2 aplicaciones al inicio del ciclo. Se puede mezclar con otros productos (Consulta a expertos, 2017)..

Bacterias fototrópicas: se refiere a un grupo de microorganismos independientes y autosuficientes. Capaces de sintetizar sustancias útiles de secreciones de raíces, materia orgánica y/o gases dañinos, con el uso de luz solar y calor del suelo como fuentes de energía.

Las sustancias que sintetizan incluyen aminoácidos, ácidos nucleicos, sustancias bioactivas y azúcares, que promueven el crecimiento y desarrollo de la planta. Las micorrizas VA aumentan su número gracias a la disponibilidad de aminoácidos secretados por las bacterias. Las micorrizas VA mejoran la disponibilidad de fosfatos en el suelo para las plantas. Además pueden coexistir con azobacter y rizobiums, incrementando la capacidad de las plantas para fijar nitrógeno de la atmósfera (EM Producción y Tecnología S,A (EMPROTEC), 2011).

Aplicación de fungicidas preventivos y curativos: se basa en la utilización de productos químicos para el control de enfermedades; su mecanismo de acción puede ser preventivo (se aplica en ausencia de la enfermedad) o curativo (paraliza o detiene el crecimiento del patógeno) (Carmona, 2005). La aplicación de fungicidas preventivos y curativos para control de enfermedades se realiza básicamente a nivel de pre-viveros y viveros o bien en las cirugías para control de flecha seca, una vez establecida la planta en campo no es una práctica que consideren realizar a menos que sean recién trasplantadas y requieran el control ante alguna plaga considerable (Consulta a expertos, 2017).

Aplicación de insecticidas: las plagas pueden ser controladas con una serie de prácticas culturales, controles biológicos, uso de trampas para control de adultos, rotación de cultivos entre otros, sin embargo uno de los métodos más utilizados para este control, es la aplicación de insecticidas químicos. Estos productos pueden ser de tipo granulado, polvo o líquidos, que se emplean según la ubicación de la plaga (suelo, follaje y vainas). Tienen diferentes modos de acción y pueden actuar sobre uno o diferentes estados del desarrollo del insecto (Cascante, 2009). La aplicación de insecticidas para control de plagas se realiza básicamente a nivel de pre-viveros y viveros o bien en las cirugías para control de flecha seca, una vez establecida la planta en campo no es una práctica que consideren realizar a menos que sean recién trasplantadas y requieran el control ante alguna plaga considerable (Consulta a expertos, 2017).

Aplicación foliar: Es una práctica para suministrar nutrientes que corrigen deficiencias en forma rápida, oportuna, económica y eficiente. Se aprovecha la capacidad que poseen las plantas de nutrirse a través de las hojas por medio de la aplicación de sales solubles en agua. Las aplicaciones foliares son utilizadas por lo general para corregir deficiencias de elementos menores. Para el caso de macronutrientes como potasio, nitrógeno y fósforo solo se puede completar pero no sustituir la aplicación al suelo. Esto se debe a las bajas dosis empleadas en la aplicación foliar comparadas con las dosis aplicadas al suelo para la obtención de buenos rendimientos (Centro de Investigaciones Agronómicas (CIA), 2002). La aplicación de abonos foliares se realiza básicamente a nivel de pre-viveros y viveros, una vez establecida la planta en campo no es una práctica que consideren realizar. Las fertilizaciones se realizan a nivel de suelo ya sea con productos químicos o materiales como abonos orgánicos, compost y demás (Consulta a expertos, 2017).

Barreras rompevientos: generalmente son hileras de especies arbóreas, arbustivas o ambas de distintas alturas que se siembran en sentido perpendicular a la dirección dominante del viento. El objetivo es reducir la velocidad de este, evitar pérdida de la fertilidad del suelo causado por la erosión eólica, reducir la acción mecánica del viento sobre cultivos o animales. También es posible contribuir con la regulación del microclima a nivel de finca y el transporte

de sólidos o propagación de enfermedades. Las barreras rompevientos por lo general son empleadas para áreas pequeñas o fragmentadas. La protección del área se puede extender sobre una distancia de 7 veces la altura de la barrera al lado del viento y de 15 a 20 veces al lado de sotavento (dirección hacia dónde va el viento). Cuando las zonas a proteger son muy extensas, es necesario formar un sistema de barreras debidamente distanciadas para que en ningún punto entre ellas, el viento recupere velocidad. Las especies a considerar deben ser resistentes y adaptadas ecológicamente a la zona. El mantenimiento de las barreras es fundamental, para maximizar el aprovechamiento de las mismas. La poda y raleo se deben implementar para controlar la sombra, beneficiando al cultivo principal y sin afectar el objetivo principal de las barreras (Méndez, Beer, Faustino, & Otárola, 2000). Es necesario mencionar que para el caso del cultivo de palma, estas barreras se utilizan principalmente para dar protección en pre-viveros y viveros. Ya en plantaciones las barreras rompevientos por lo general son naturales, es decir los terrenos están rodeados de linderos naturales (bosque, linderos de quebradas, ríos entre otros) con especies nativas que ayudan a proteger el cultivo. Sin embargo una vez que el cultivo de palma se considera un cultivo adulto, estos mismos funcionan como barreras para las demás plantas a lo interno del cultivo. Cabe destacar que para ambas regiones Pacífico Central y Sur la incidencia por fuertes vientos en cultivos establecidos de palma aceitera, es poco considerable. (Consulta a expertos, 2017).

Cirugías para control de flecha seca: consiste en realizar una cirugía o corte del tejido enfermo. Una vez realizado la separación del material dañado se hace una aplicación de una mezcla que contenga insecticida y fungicida (MAG, 2007). En estas cirugías se trata de realizar un corte 15 centímetros por debajo del tejido enfermo y que presenta pudrición. Además es necesario llevar a cabo revisiones posteriores y aplicaciones adicionales de los químicos para garantizar la eliminación de patógenos y saprófitos. En plantas jóvenes el tejido dañado estará más cerca de la zona meristemática caso contrario a plantaciones adultas. Mientras mayor sea la distancia habrá mayor posibilidad de realizar el tratamiento a la palma para tratar de recuperarla evitando dañar el meristemo (Torres *et al.*, 2008).

Cobertura vegetal: esta práctica consiste en dejar crecer de forma temporal o permanente una cobertura vegetal viva en el suelo dispuesto para la siembra de algún cultivo. Las coberturas por lo general se dejan crecer o se cultivan para llenar vacíos de tiempo o espacio del cultivo principal en el cual permanece el suelo descubierto y expuesto a la erosión. El propósito es proteger y mejorar la fertilidad así como la estructura del suelo, controlar plagas (malezas, insectos, patógenos). Ayuda a solventar los problemas de infiltración y escorrentías, con la ventaja de proveer una cubierta de residuos que ayudan a regular temperaturas y conservar humedad. Estos beneficios se verán directa o indirectamente evidenciados en los resultados del cultivo principal. Un aspecto clave a considerar es la debida selección, manejo y control de las especies utilizadas como coberturas para no generar competencia al cultivo principal. Las leguminosas son una excelente opción para utilizar en esta práctica, ya que ayudan también con la fijación de nitrógeno al suelo (Sanchol & Cervantes, 1997). Una de las coberturas vegetales que se usa es el Kudzu (*Pueraria phaseoloides*), que es una leguminosa y se puede establecer por medio de la siembra de la semilla con macana (espeque) o bien al voleo. Una vez establecida se le debe dar mantenimiento de chapea ya sea manual o con

guadañas para que no se convierta en un problema para realizar las labores dentro del cultivo (Lemus, 2013).

Control biológico: se refiere al uso de enemigos naturales y microorganismos (microorganismos benéficos) para el control de las poblaciones de plagas o patógenos. Es una estrategia alternativa que se basa en el uso de los principios ecológicos para aprovechar al máximo los beneficios de la biodiversidad en la agricultura. La práctica no trata de erradicar completamente plaga ya que esto puede generar desequilibrios ecológicos poco beneficiosos (Nicholls, 2008). El control biológico es una herramienta del manejo integrado de plagas, donde se tienen básicamente uso de bioplaguicidas e insectos benéficos (Serrano & Galindo, 2007). Los Bioplaguicidas son productos derivados de materiales naturales como animales, plantas, microorganismo y minerales. Son altamente específicos contra plagas objetivo y generalmente representan poco o ningún riesgo para las personas o el medio ambiente (Nava, García, Camacho, & Vázquez, 2012). Dentro de los bioplaguicidas se tienen el uso de organismos como:

- Bacterias entomopatógenas: son microorganismos unicelulares que pueden causar infecciones leves en los insectos para realizar el control de los mismos (Carballo & Guaharay, 2004).
- Hongos entomopatógenos: son un grupo de microorganismos que ayudan al control de poblaciones de insectos. Estos hongos han sido ampliamente estudiados y presentan dentro de sus características un micelio septado y ramificado (Carballo & Guaharay, 2004). De los más destacados se encuentran: *Beauveria bassiana* (modo de acción similar al *Bacillus thuringiensis*, pero principalmente se usa para control microbiano de plagas); *Metharrizium anisopliae* (control microbiano y de especies Cercópodos);, *Verticillium lecanii* (principalmente para control de áfidos) (Suquilanda, 2003).
- Hongos antagónicos: son microorganismos que presentan efectos antagónicos con hongos patógenos que causan enfermedades a los cultivos. Los más destacados son los del género de *Gliocladium* y *Trichoderma*. Este último es el más utilizado para el control de un grupo importante de patógenos del suelo. Su efecto es hiperparasitismo, aunque algunas especies y cepas pueden producir metabolitos bioactivos que incrementan su acción. Alta capacidad de colonización en la planta, que le permite proteger a la misma ante hongos que atacan a la misma (Fernández, 2001).

Cosecha oportuna: esta práctica consiste en realizar el corte de los racimos de fruto de fresco (RFF) cuando hayan alcanzado la madurez óptima. Para determinar este punto óptimo se hace una combinación de criterios donde se busca tener la mayor cantidad de contenido de aceite con la menor proporción de ácidos grasos libres, disminuir todo lo posible las pérdidas que se puedan generar por cosecha de frutos sueltos además de asegurar el salario diario de los encargados de realizar las labores de cosecha. Es necesario mencionar que los racimos de fruto fresco llegan a su madurez entre cinco y seis meses después de que ha ocurrido la antesis. Por esta razón es necesario llevar a cabo un monitoreo y se recomienda realizar proyecciones de producción para estimar las necesidades de mano y que este rubro no sea

una limitante de cosecha (Fontanilla *et al.*, 2012). Es necesario indicar que aparte de la coloración de los frutos y otros indicadores externos, quizás el desprendimiento de un fruto del racimo es el parámetro establecido como un criterio de corte que indica que la maduración ha finalizado (Hormaza, Forero, Ruiz, & Romero, 2010). Los colaboradores encargados de la cosecha, durante esta labor una de las primeras funciones que realizan es revisar la rodaja a la base de la planta y observar si existe desprendimiento natural de frutos. Es necesario mencionar que un parámetro de calidad evaluado por parte de las empresas que reciben la cosecha, es que se debe tener aproximadamente 7% de fruto suelto (coyol) por la cantidad total de racimos entregados (Consulta de expertos, 2017).

Deshoje de plantas: es una labor que consiste en la separación de las hojas que ya cumplieron su vida funcional y que posiblemente están viejas. Esta actividad por lo general se realiza durante la cosecha, ya que se realiza el corte del fruto y a su vez se hace una limpieza o corte de hojas que se necesario. Una de los beneficios de esta práctica es que permite visualizar racimos de fruta maduros, ayuda a tener una mejor aireación entre la plantación además de eliminar hojas que pueden consumir energía necesaria para otras funciones de la planta como el mismo desarrollo del fruto. Esta práctica puede ser conocida como poda (Franco, Pedro; Arias, Nólver; Beltrán, Jorge, 2012).

Drenajes: se refiere a obras o canales que se construyen sobre la superficie del terreno para eliminar los excesos de agua en la plantación, disminuyendo los niveles freáticos, mejorando la aireación y aumenta el acceso nutricional del suelo (Liotta, 2015). Para el caso de cultivo de palma, el sistema de drenajes puede incluir desde canales primarios (evacuan agua superficial y subsuperficial), secundarios (controlan ascensos de nivel freático y trasladan excesos de agua a canales primarios) hasta terciarios (conducen excesos de agua superficial de los lotes hasta los canales secundarios). Este sistema de drenajes por lo general se realiza con retroexcavadora, y se complementa con la red de caminos para facilitar las demás labores dentro del cultivo (MAG, 2007).

Época de aplicación de fertilizante: esta práctica consiste en programar las aplicaciones de fertilizantes en los meses ideales donde se mantenga una buena humedad del suelo para el mejor aprovechamiento de los mismos por parte de la planta. Pero se trata de evitar meses de altas precipitaciones con el objetivo de reducir las pérdidas por lavado de fertilizante. Se recomienda hacer uso de la tecnología e información en temas climáticos, para programar las épocas de aplicación de fertilizantes (Consulta e expertos, 2017).

Época de siembra: esta práctica consiste en realizar las labores de siembra en campo (trasplante de vivero a campo) en la época ideal. Se recomienda trasplantar con el inicio de las lluvias y evitar los meses de mayor precipitación, dado que se puede presentar una sobresaturación de agua en el suelo. La sobresaturación puede generar problemas para el establecimiento y desarrollo del sistema radical de la planta en el nuevo entorno. En zonas donde la época se no está bien definida, es posible realizar siembras durante todo el año (TECHNOSERVE, 2009). Se recomienda programar los trasplantes a campo de tal forma que las plantas tengan al menos disponibilidad suficiente de agua por al menos 4 meses para su desarrollo y establecimiento antes de llegar a la época seca. Aunque se trata de un cultivo considerablemente resistente, puede sufrir algún retraso o afectación al momento de

llegada a época seca. Los pre-viveros y viveros se establecen según los cronogramas de siembra o trasplante a campo. Generalmente estas primeras fases (pre-vivero y viveros) son realizadas por las empresas Palma Tica y Coopeagropal R.L en Costa Rica (Consulta e expertos, 2017).

Fertilización adecuada: para esta práctica se vuelve necesario contar con un análisis de suelo, que permita conocer el funcionamiento de la dinámica físico-química del mismo, con la finalidad preparar las formulaciones de fertilizantes necesarios para una aplicación eficiente y uso racional de los recursos. De esta forma se realiza una incorporación de productos orgánicos e inorgánicos que proporcionen las cantidades adecuadas de nutrientes que requieren las plantas para llevar a cabo sus funciones metabólicas y producir (Santos, 2014). La práctica se fundamenta en establecer un adecuado plan de fertilización donde se consideran componentes como: la dosis de aplicación, fuentes o tipo de fertilizante, época y forma de aplicación. Los planes de fertilización serán exclusivos para cada finca o lote basado en los resultados de los análisis previos (Tinoco & Acuña , 2009).

Además es necesario aplicar una fertilización adecuada en siembra, con una fuente alta en fósforo, para ayudar al desarrollo radical de la planta que permita dar un adecuado y oportuno soporte, para evitar problemas de volcamiento en plantas jóvenes. Además con un adecuado desarrollo radical la función de absorción de nutrientes mejora para planta. (Consulta a expertos, 2017).

Según Consulta a expertos 2017, en las aplicaciones de fertilizantes, se emplean principalmente formulas completas. Las formulaciones específicas dependerán las los análisis de suelos respectivos realizados previamente. Se recomienda realizar al menos 4 ciclos de fertilizaciones al año para plantaciones jóvenes, 3 ciclos para plantaciones adultas. Estos ciclos pueden hacerse fraccionados ya que la planta muestra mejor aprovechamiento del fertilizante, por lo que eventualmente se podrían estar aplicando la dosis anual de fertilizantes, seccionando en al menos 6 aplicaciones.

Incorporación de fertilizante: esta práctica consiste en incorporar los fertilizantes directamente al suelo, generalmente se realizada durante las labores mecánicas de preparación de terreno y siembra del cultivo (Alfonso, Castiblanco, & Romero, 2011).

Según Alfonso *et al.*, (2011), la incorporación incrementa la eficiencia de algunos fertilizantes y ayuda con la disminución de pérdidas por razones como:

- Lixiviación (pérdida de nutrientes en forma de sales disueltas arrastradas por el agua de drenaje que penetra el suelo).
- Escorrentía (pérdida de nutrientes por drenaje superficial del agua de precipitaciones, riegos, entre otros).
- Fijación (pérdida por conversión de las formas iónicas disponibles a estados de baja solubilidad no disponibles para la planta.
- Desnitrificación (pérdida de nutrientes por el cual se convierte nitrato en nitrito y luego a N_2 y ciertos gases nitrogenados N_2O o NO).

- Volatilización (pérdida de nutrientes por gasificación), además incrementa la eficiencia de algunos fertilizantes.

Incorporación de materia orgánica: se refiere al uso de abonos orgánicos, que son elaborados a base de ingredientes de origen vegetal o animal, con la ventaja de poder aprovechar los mismos insumos presentes en la finca. Es una buena opción para agricultura orgánica y un excelente complemento para la agricultura convencional. Algunas de las técnicas más efectivas para la elaboración de abono orgánico son el lombricompost y el bocashi. Para estas técnicas se deben considerar aspectos como temperatura, humedad, acidez, aireación, tamaño de las partículas y relación carbono-nitrógeno. Para el caso de la fuente de nitrógeno es posible obtenerlo de estiércol, gallinaza así como de hojas de leguminosas como frijol y poró principalmente. Las fuentes de carbono se obtienen de bagazo de caña, pastos y hojas no leguminosas entre otras. Los abonos orgánicos son una excelente opción para el mantenimiento de la fertilidad de los suelos (Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), 2010). Se ha tratado de incentivar a los productores que elaboren sus propios abonos orgánicos haciendo uso de todo tipo de desechos que puedan generarse en las mismas fincas producto de las actividades agrícolas y pecuarias que desarrollan. Con la idea de poder aprovechar todos los recursos disponibles y no tener que hacer un gasto extra en la compra de fertilizantes (Consulta a expertos, 2017).

Incorporación de microorganismos: se refiere a realizar aplicaciones de microorganismos benéficos a las plantaciones para promover el desarrollo de la microfauna. Estas aplicaciones tienen una amplia lista de objetivos, dentro de los cuales se pueden mencionar: ayudar a mejorar las propiedades del suelo, mejorar la nutrición de los cultivos, control biológico de patógenos entre otros (Julca *et al*, 2006).

Labranza mínima: esta práctica consiste en realizar la menor cantidad de labranza que se requiere para crear las condiciones adecuadas de suelos para el desarrollo de las plantas. Se reduce la labor de remoción con la idea de mantener una capa orgánica que favorezca las propiedades del suelo. La mínima labranza por lo general se combina con la siembra a contorno. De esta forma es posible disminuir la susceptibilidad del suelo al ser afectado por los efectos de la erosión. Esta práctica se puede combinar con tecnologías que mejoren la estructura del suelo como hacer uso de especies de plantas con raíces pivotantes (Programa Especial para la Seguridad Alimentaria (PESA), 2005).

Según PESA 2005, con el uso de esta práctica es posible obtener otra serie de ventajas como:

- Contribuye con el control de la erosión.
- Aumenta la infiltración y la capacidad de retención de humedad en el suelo.
- Ayuda con la protección de la microfauna y mantiene la estructura del suelo.
- Contribuye a disminuir la proliferación de enfermedades.
- Aumento en la intensidad del uso de la tierra.
- Menor consumo energético.
- Puede disminuir la incidencia de malezas anuales

Para el caso del cultivo de palma aceitera lo recomendable es desarrollar primeramente el

sistema de drenajes, que son una estructura fundamental para prevenir posteriores problemas en el cultivo. Posteriormente se realiza una limpieza localizada únicamente en el punto donde se cultivará cada una de las plantas, realizando un marcado de identificación de puntos. La limpieza de estos puntos se pueden hacer aplicando herbicida, limpieza con machete o guadaña. Lo demás de territorio que no será cultivado se deja sin tratar siempre y cuando no afecte el desarrollo de las plantas de palmas que se cultiven (Consulta expertos, 2017).

Manejo de ambientes protegidos: la práctica se enfoca a reducir el riesgo de daños al cultivo, por factores bióticos (plagas y enfermedades) y abióticos (temperatura, humedad, precipitaciones, viento, entre otros). Además de reducir al mínimo las limitaciones ambientales, disminuye el consumo de productos sintéticos y aumentar los rendimientos de la plantación (Castellanos, 2009). El ambiente protegido es una forma especializada de agricultura que permite un grado de control sobre los factores ambientales y de nutrición. Los tipos de ambientes protegidos son de diferentes formas, tecnologías y materiales. Algunos de los que se pueden mencionar son las casa sombra, túneles e invernaderos (Marín, 2008).

Manejo de densidad y distribución de plantas en viveros: esta práctica consiste en realizar un uso eficiente del espacio asegurando las condiciones óptimas para el desarrollo de las plantas en el vivero., así como permitir el manejo oportuno de las labores. Los viveros deben ubicarse en terrenos que presenten pendientes menores al 2%, y los diseños de estos deben ser preferiblemente de formas cuadradas o rectangulares, con una distribución de plantas bajo el sistema tres bolillos o triángulos equiláteros. Las distancias dependerán del tiempo en que permanecerán en vivero que pueden ir de 0,90 a 1,20 metros de distancia para plantas que estarán de 10 a 14 meses en estos espacios. Estas medidas pretenden mantener una adecuada aireación entre las plantas que ayude a disminuir la incidencia y propagación de enfermedades. Sumado a este distanciamiento entre plantas es necesario implementar los adecuados programas de fertilización, riego y las respectivas aplicaciones de fungicidas e insecticidas preventivos, para asegurar la prevención y control de enfermedades (MAG, 2007).

Manejo de árboles de sombra: se refiere al asocio entre la plantación y la especie forestal; la cual influye en la producción de servicios ambientales y le provee protección al cultivo. Además de aumentar la fertilidad de suelo, regula la humedad y temperatura, disminuye el desarrollo de las malezas y reduce la erosión (Salgado, 2010). Existen diferentes sistemas agroforestales como la combinación cultivo-maderables (laurel, cedro, amarillón), que pueden mantener diferentes especies con espaciamiento aproximado 8x8 metros; y la combinación cultivo-maderables-árboles de uso múltiple que asocian especies maderables con árboles de poró, guaba, plantas de banano o plátano con espaciamiento de 6x6 metros. Los sistemas pueden ser lineales, pata de gallo o en cuadro (OFN, 2013). El manejo de árboles de sombra se recomienda para usar en viveros, ya que el costo de emplear coberturas como sarán es costoso, por esta razón los árboles de sombra vienen a ser una opción viable (Consulta a expertos, 2017).

Mantener rodajas de planta: consiste en mantener un área circular alrededor de la base de

la palma que generalmente debe ser de al menos 2 metros de diámetro a partir del tallo. En la medida de lo posible se debe dar mantenimiento para que esté libre de malezas (Ortiz & Fernández, 2000). Actualmente se recomienda a los productores mantener las rodajas haciendo control manual o mecánico de malezas (con machete o guadaña), reduciendo el uso de herbicidas, para propiciar el desarrollo benéfico de microorganismos (Consulta e expertos, 2017).

Monitoreo de cosecha: consiste en que un operario lleve a cabo una revisión constante de los lotes de palma. Debe observar las rodajas al pie de las palmas y las coronas para poder identificar los racimos que cumplen con los criterios de cosecha. Siendo el desprendimiento natural de los frutos una de los indicadores más usados para el caso del material *Elaeis guineensis* y el resquebrajamiento del fruto en materiales híbridos. Esta práctica se hace con la finalidad de programar los ciclos de cosecha oportunos (Fedepalma, 2012).

Monitoreo de plagas y enfermedades: es una práctica que consiste en darle un seguimiento constante al cultivo que permita la identificación de plagas y enfermedades que puedan incidir directa o indirectamente en el cultivo con el objetivo de llevar a cabo un control preventivo y disminuir sus impactos. Es una estrategia básica y efectiva para atender el problema provocado por las plagas más importantes, de mayor cobertura y recurrencia en el país. La práctica permite determinar con buenos criterios y alta representatividad los niveles de control óptimos (Chaves & Salazar, 2012).

Resiembra: es realizar una reposición de las plantas han sido perdidas por diferentes factores. Se dice que el porcentaje de pérdida en plantaciones nuevas puede alcanzar incluso al 3%, y la labor de resiembra se realiza a partir del segundo año de edad de las plantas (Quesada, 2015). En plantaciones adultas o superior a los 5 años no se recomienda a realizar resiembra, ya que la disponibilidad de luz hacia esa nueva planta puede ser reducida, afectando el desarrollo de la misma. Se recomienda buscar asesoramiento técnico (Consulta a expertos, 2017).

Riego: está práctica consiste en suministrar agua a un cultivo por medios artificiales cuando la demanda el recurso hídrico es de suma importancia para el desarrollo del mismo. Práctica que se realiza principalmente en períodos lluvia deficiente o nula (Instituto Nacional de Seguros (INS), 2015). Según Santos, *et al.*, 2010, los métodos de riego pueden clasificarse de la siguiente forma:

- Riego de superficie o por gravedad: este comprende al riego por inundación, en lotes y surcos cortos o en lotes nivelados. También se incluye el riego por infiltración en surcos o en fajas y el riego por escorrentías.
- Riego por aspersión: sistemas estáticos, fijos o móviles, con sistemas de cañón o ala sobre carro tirada por enrollador o por cable así como sistemas de lateral móvil, pivotante o desplazamiento lineal.
- Riego localizado o microriego: donde se tiene al riego por goteo, por difusores, por tubos perforados o poró, la micro-aspersión y el riego sub-superficial por tubos perforados y tubos porosos.
- Riego subterráneo: realizado por control de la profundidad de la capa freática.

Para el caso del cultivo de palma en Costa Rica, el riego utilizado es bajo aspersión y por gravedad. Sin embargo el uso de esta práctica es usada principalmente para el desarrollo de viveros por medio de aspersión. A nivel de campo el uso es reducido por parte de los productores, principalmente por el costo de implementarlo y por la disponibilidad de fuentes hídricas (Consulta a expertos, 2017).

Selección de áreas sin riesgo para el cultivo: consistió en seleccionar las áreas aptas para el cultivo, considerando la evaluación de factores biofísicos, el suelo, el clima y relieve de las mismas. El objetivo es ofrecer al cultivo los requerimientos fundamentales para su adecuado desarrollo así como de reducir la incidencia de eventos climáticos y no climáticos que podrían estar afectando al mismo (Ceballos & López, 2010).

Terrazas: consiste en desarrollar una estructura de forma circular que puede ir de 1 a 2 metros de diámetro, utilizada para establecer plantas en terrenos con pendientes de 12 a 60%. Al momento de hacer las terrazas, se deben establecer con una leve inclinación hacia adentro o pendiente inversa, con un leve desagüe que permita la salida de agua que se pueda almacenar en la estructura. Las terrazas individuales se recomiendan acompañar con prácticas de conservación de suelos como barreras vivas, barreras muertas, coberturas vegetales entre otros. Además este sistema permite retener humedad en el suelo, ayuda para una mejor retención y aprovechamiento de los fertilizantes que sean aplicados al reducir las pérdidas por lavado generado por las escorrentías (Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA), 2011).

Trampas: es una práctica para el control de plagas, éstas expresan señales, estímulos visuales, físicos y químicos que funcionan como atrayente (Estrada & López, 2011). Las trampas en el cultivo de palma se utilizan para atrapar adultos de la plaga conocida como Picudo (*Rhynchophorus palmarum*), que es un agente diseminador de la enfermedad del anillo rojo. En estas trampas se hacen uso de feromonas de agregación producida por el macho (MAG, 2007). Las trampas son colocadas al menos una cada 5 hectáreas (Consulta a expertos, 2017).

Uso de bolsas Jiffy: consiste en hacer uso del sistema Jiffy, que contiene unidades de turba comprimida dentro de una malla biodegradable, que al ser humedecida, se va expandiendo pudiendo alcanzar hasta siete veces su tamaño. Se tienen beneficios como evitar grandes volúmenes de sustrato, se hace uso de materiales biodegradables, evita la deformación de raíces, mejora el drenaje y aireación, entre otros. Este sistema ayuda al desarrollo de las plantas bajo condiciones climáticas extremas con el fin de evitar el exceso de humedad en el sustrato, ayudando al drenaje y la aireación, ya que se complementa con el uso de sustratos como fibra de coco. (MARUPLAST, 2017).

Uso de datos climáticos: consiste en hacer uso de datos y predicciones climáticas para planificar la atenuación de los desastres y el desarrollo sostenible. El objetivo es hacerle frente a todas las consecuencias del cambio climático (Organización Meteorológica Mundial (OMM), 2011). En la agricultura se vuelve importante para planificar las labores a realizar de tal forma que se aprovechen las condiciones climáticas favorables para los cultivos y a la vez se evite o reduzca los impactos negativos (Consulta a expertos, 2017). Según el Instituto Meteorológico Nacional (INN) 2017, se cuenta con herramientas

como las estaciones meteorológicas, que registran determinados elementos meteorológicos y llevan a cabo observaciones de fenómenos naturales y existen de 2 tipos:

- Estación Meteorológica Automática (EMA): equipo mide y registra datos meteorológicos, que son almacenados y transmitidos de forma automática, sin la necesidad de la presencia de personal. Utiliza sensores conectados a una unidad central para almacenar y procesar la información. Puede tener componentes de comunicación para transmisión de datos. Este equipo se instala en una torre de 2 m o 10 m, dependiendo de los parámetros a medir.
- Estación Meteorológica Mecánica. También conocida como tradicional, puede realizar en forma continua y mecánica registros de diferentes variables. Necesitan de personal u observador meteorológico, quien se encarga de realizar las lecturas de algunos de los aparatos de medición a determinadas horas del día, además debe de cambiar las bandas de registro de algunos instrumentos.

Uso de sustratos de textura franco-arenosos: es una práctica que consiste en hacer uso de los mejores sustratos a nivel de viveros que permitan proporcionar un adecuado anclaje y soporte a la planta. Es necesario que el sustrato permita una retención de humedad suficiente para que la planta pueda desarrollar sus funciones vitales sin generar acumulación excesiva (buenas propiedades de drenar), además de generar un intercambio de gases entre las raíces y la atmosfera. Estos sustratos sirven de depósito de nutrientes para la planta (Alvarado & Solano, 2002).

Variedades mejoradas: consiste en la utilización de material selecto de propagación de palma aceitera. El mejoramiento genético pretende producir semilla con potencialidad genética más alta, en aspectos como el rendimiento en la producción de aceite y las características secundarias heredables. Se buscan materiales precoces, de altos rendimientos y que se adapten a ambientes o condiciones específicas, además de ser materiales de porte más bajo que faciliten las labores de cosecha y aprovechen el ciclo de vida de la planta (MAG, 2007). Según consulta a expertos 2017, para el caso de Costa Rica las principales variedades empleadas son las siguientes:

- **Región Pacífico Central:** Compacta x Gana, Compacta x Nigeria, Compacta x Deli, Temba, Deli x Ekona, Tanzania x Ekona, Nigeria.
- **Región Pacífico sur:** Deli x Gana, Deli x Nigeria, Tanzania x Ekona, Tenera, Tanzania x Ekona, Compactas.

Literatura citada

- Hormaza, P., Forero, D., Ruiz, R., & Romero, H. (2010). *Fenología de la palma de aceite africana (Elaeis guineensis Jacq.) y del híbrido interespecífico (Elaeis oleifera x Elaeis guineensis)*. Corporación Centro de Investigación en Palma de Aceite (Cenipalma). Bogotá, Colombia: CENIPALMA.
- Lemus, J. (2013). *Métodos de establecimiento de Kudzu (Pueraria phaseoloides, FMB) como cultivo de cobertura en el sistema de producción de palma de aceite (Elaeis guineensis, Jacq.); Sayaxche, Petén*. Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas. Coatepeque, Guatemala: Universidad Rafael Landívar.
- ACEBIÑO. (2011). *Biocidas*. Recuperado el 02 de mayo de 2017, de ACEBIÑO: http://www.acebinyo.com/archivos_pdf/boletin_tomo18.pdf
- Agrogiova. (2015). *Por qué ocurre la etiolación en plántulas y como evitarla*. Recuperado el 25 de Junio de 2017, de Agrogiova: <http://www.agrogiova.com/por-que-ocurre-la-etiolacion-en-plantulas-y-como-evitarla/>
- AgroSupport. (2013). *Control del estrés climático; calor, radiación, agua y humedad, heladas, golpe de sol y mucho más*. Recuperado el 17 de mayo de 2017, de AgroSupport: Crop Protection: <http://www.agrosupport.cl/Screen%20duo.pdf>
- Alfonso, O., Castiblanco, J., & Romero, H. (2011). Incorporación de fertilizantes con abonadoras para siembra directa. *PALMAS*, 32(1).
- Alvarado, M., & Solano, J. (2002). *Producción de sustratos para viveros*. Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria OIRSA, Costa Rica.
- Arias, J., Jaramillo, T., & Rengifo, M. (2007). *Manual: Buenas Prácticas Agrícolas, en la Producción de Frijol Voluble*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Medellín, Colombia: FAO.
- Barrios, R., Mark, D., Rivas, E., Fariñas, J., Salazar, J., & Rodríguez, G. (2011). Efecto del déficit hídrico sobre el ciclo productivo de la palma aceitera en el estado Monagas, Venezuela. *Agronomía Tropical*, 61(3-4), 267-274.
- BAYER. (2017). *Fungicidas*. Recuperado el 19 de Junio de 2017, de Bayer Crop Science: <http://cropscience.bayer.com.ar/soluciones-bayer/p189-nativo>
- Bonilla, J. (2017). Prácticas efectivas para la adaptación de los cultivos prioritarios para seguros en Costa Rica. (Á. J. Solís, Entrevistador) Pérez Zeledón, Costa Rica: CATIE.

- Carballo, M., & Guaharay, F. (2004). *Control biológico de plagas agrícolas* (primera ed.). Managua, Nicaragua: CATIE.
- Cascante, J. (2009). *Producción de frijol para autoconsumo*. Recuperado el 07 de junio de 2017, de InforAgro:
<http://www.infoagro.go.cr/Infoagro/HojasDivulgativas/Produccion%20de%20frijol%20para%20autoconsumo.pdf>
- Ceballos, A., & López, J. (2010). Delimitación de áreas adecuadas para cultivos de alternativa: una evaluación multicriterio-SIG. *Terra Latinoamericana*, 28(2), 109-118. Obtenido de Terra Latinoam.
- Centro de Investigaciones Agronómicas (CIA). (2002). *Fertilización foliar; Principios y aplicaciones*. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica: UCR.
- Constanza, M., Días, J., Aguirre, E., & Urrutia, N. (2015). Efecto de abonos de liberación lenta en la lixiviación de nitratos y nutrición nitrogenada en estevia. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 9(1), 112-123. Recuperado el abril de 2017, de <http://www.scielo.org.co/pdf/rcch/v9n1/v9n1a10.pdf>
- COSMOAGRO-TRIADA. (2017). *Fertilizantes Foliars*. Recuperado el 19 de Junio de 2017, de COSMOAGRO: <http://www.cosmoagro.com/web/producto/cosmo-foliar-llenado/>
- EM Producción y Tecnología S,A (EMPROTEC). (2011). *Guía de la Tecnología de EM*. Recuperado el 2 de mayo de 2017, de InfoAgro Costa Rica:
<http://www.infoagro.go.cr/Info regiones/RegionCentralOriental/Documents/Forms/AllItems.aspx?RootFolder=%2fInfo regiones%2fRegionCentralOriental%2fDocuments%2fproduccion%20sostenible&FolderCTID=&View=%7b96543504-D19A-4E31-9BA0-C60B1C14DDE6%7d>
- Espinosa J., Molina E. (1999) *Acidez y encalado de los suelos*. Primera edición. International Plant Nutrition Institute. 46p.
- Fedepalma. (2012). *Guía de prácticas agrícolas en el cultivo de palma de aceite ya establecido*. Publicación de la Federación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite (Fedepalma). Bogotá, Colombia: Fedepalma.
- Fernández, O. (2001). Avances en el Fomento de Productos Fitosanitarios No-Sintéticos: microorganismos antagonistas para el control. *Manejo Integrado de Plagas* (62), 96-100. Recuperado el 28 de abril de 2017, de <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A2120e/A2120e.pdf>
- Fontanilla, C., Camilo, A., Mosquera, M., Alarcón, W., Leal, E., Pertuz, R., . . . Bastidas, Ó. (2012). *Tecnologías para la agroindustria de la palma de aceite: Marcación de palmas para la cosecha de racimos del cultivo de la palma de aceite*. Corporación

Centro de Investigación en Palma de Aceite (Cenipalma). Bogotá, Colombia:
CENIPALMA.

Franco, Pedro; Arias, Nólver; Beltrán, Jorge;. (2012). *Calificación del nivel tecnológico de las plantaciones de palma de aceite*. Bogotá, Colombia: CENIPALMA.

Franquet, J., & Querol, A. (2010). *Nivelación de terrenos por regresión tridimensional* (primera ed.). España, España: UNED-Tortosa.

Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA). (2011). *Guía sobre prácticas de conservación de suelos*. La Lima, Honduras: FHIA.

Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF). (2015). *Uso de barreras muertas en terrenos de laderas para control de erosión*. Recuperado el 18 de mayo de 2017, de TECA: <http://teca.fao.org/es/technology/uso-de-barreras-muertas-en-terrenos-de-laderas-para-control-de-erosi%C3%B3n>

Instituto Meteorológico Nacional (INN). (2017). *Estaciones meteorológicas e instrumentos de más uso en Costa Rica*. Recuperado el 28 de abril de 2017, de Instituto Meteorológico Nacional:
<https://www.imn.ac.cr/documents/10179/28035/Cat%C3%A1logo+B%C3%A1sico+de+Instrumentos+Meteorol%C3%B3gicos/3701f150-452d-44d3-9c58-19d94a01f28d?version=1.1>

Instituto Nacional de Seguros (INS). (2015). *Seguro de cosechas; Código de producto G12-39-A01-004*. Instituto Nacional de Seguros, San José, Costa Rica. Recuperado el 25 de abril de 2017, de
http://www.sugese.fi.cr/polizas_servicios/generales/versiones_anteriores/G12-39-A01-004_V9_SEGURO_COSECHAS.pdf

Julca, A., Meneses, L., Blas, R., & Bello, S. (2006). La materia orgánica, importancia y experiencia de su uso en la agricultura. *IDESIA*, 24(1), 49-61.

MAG. (2007). *Agrocadena de la Palma Aceitera*. Ministerio de Agricultura y Ganadería, Dirección Regional Central Sur. Puriscal, Costa Rica: MAG.

MAG. (2007). *Plan estratégico de la cadena productiva: Palma aceitera*. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Costa Rica: MAG.

Mamani, P., Chávez, E., & Ortuño, N. (2007). *El Biol. Biofertilizante casero para la producción ecológica de cultivo*. Recuperado el 2 de mayo de 2017, de PROINPA: <http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/EL%20BIOL.pdf>

Marín, F. (2008). *Cuantificación y valoración de estructuras y procesos de producción agrícola bajo ambientes protegidos en Costa Rica*. Costa Rica: FITTACORI.

- MARUPLAST. (2017). Recuperado el 25 de Junio de 2017, de MARUPLAST: TECNOLOGÍAS EN INVERNADERO: <http://www.maruplast.com/jiffy-pellet.html>
- Méndez, E., Beer, J., Faustino, J., & Otárola, A. (2000). *Plantación de árboles en línea* (segunda ed.). Turrialba, Costa Rica: CATIE.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). (1996). *Uso del arado cincel para la producción agrícola y la conservación de suelos y agua*. Recuperado el 18 de mayo de 2017, de FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura: http://www.fao.org/ag/ca/training_materials/cd27-spanish/tme/tools.pdf
- Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). (2007). *Plan estratégico de la cadena productiva de maíz y frijol*. Costa Rica: MAG.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). (2010). *Guía técnica para la difusión de tecnologías de producción agropecuaria sostenible* (primera ed.). San José, Costa Rica: MAG.
- Nava, E., García, C., Camacho, J., & Vázquez, E. (2012). Bioplaguicidas: una opción para el control biológico de plagas. *Ra Ximbai*, 8(3b), 17-29. Recuperado el 28 de abril de 2017, de <http://www.redalyc.org/pdf/461/46125177003.pdf>
- Nicholls, C. (2008). *Control biológico de insectos: un enfoque agroecológico*. Medellín, Colombia: Universidad de Antioquia.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2010). *Biopreparados para el manejo sostenible de plagas y enfermedades en la agricultura urbana y periurbana*. Perú.
- Organización Meteorológica Mundial (OMM). (2011). *Guía de prácticas climatológicas*. Ginebra, Suiza: OMM.
- Ortiz, R., & Fernández, O. (2000). *Cultivo de la palma aceitera*. San José, Costa Rica: UNED.
- Pacheco, F. (2006). *Lactofermentos: una alternativa en la producción de abonos orgánicos líquidos fermentados*. Centro Nacional en Agricultura Orgánica. Costa Rica: INA. Recuperado el 2 de mayo de 2017, de <http://www.rapaluruguay.org/organicos/articulos/Lactofermentos.pdf>
- Programa Especial para la Seguridad Alimentaria (PESA). (2005). *Técnicas y metodologías validadas para mejorarla seguridad alimentaria en las zonas secas de Honduras; Manejo de suelos y agua*. Honduras: PASOLAC.
- Quesada, G. (2015). *Tecnología de Palma aceitera: Cultivo e industris de la palma aceitera (Elaeis guineensis)*. Ministerio de Agricultura y Ganadería e INTA. Costa Rica: MAG.

- Rojas, L. (2001). La labranza mínima como práctica de producción sostenible en granos básicos. *Agronomía Mesoamericana*, 12(2), 209-212. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43712213>
- Romero, A., Martínez, M., Alonso, F., Belmonte, F., Marín, P., Ortiz, R., . . . Sánchez, I. (2007). *Los diques de corrección hidrológica: cuenca del río Quípar*. Murcia, España: F.G. GRAF, S.L.:
- Ruiz, R. (2000). Desarrollo del racimo y formación de aceite en diferentes épocas del año. *PALMAS*, 21, 53-58.
- Salinas, A. (2010). *Manual de especificaciones técnicas básicas para la elaboración de estructuras de captación de agua de lluvia (SCALL) en el sector agropecuario de Costa Rica y recomendaciones para su utilización*. Universidad Nacional de Costa Rica. Nicoya: CEMEDE.
- Sanchol, F., & Cervantes, C. (1997). El uso de plantas de cobertura en sistemas de producción de cultivos perennes y anuales en Costa Rica. *Agonomía Costarricense*, 21(1), 111-120.
- Santos, L., Valero, J., Picornell, M., & Tarjuelo, J. (2010). *El riego y sus tecnologías* (primera ed.). Albacete, España: CREA-UCLM.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural (SAGARPA). (2009). *Rotación de cultivos*. México: SAGARPA.
- Serrano, L., & Galindo, E. (2007). Control biológico de organismos fotopatógenos: un reto multidisciplinario. *Ciencia*, 58(1), 77-88.
- Suquilanda, M. (2003). *Manejo integrado de plagas en el cultivo de arroz*. Organización Mundial de la Salud. OMS. Recuperado el 28 de abril de 2017, de <http://roa.ult.edu.cu/bitstream/123456789/2307/1/MIPARROZ.pdf>
- TECHNOSERVE. (2009). *Manual técnico de Palma Africana*. Recuperado el 29 de Junio de 2017, de <http://palma.webcindario.com/manualpalma.pdf>
- Tencio, R. (2014). *Uso de microorganismos benéficos en la agricultura orgánica o ecológica en Costa Rica*. Coordinador Regional de Producción Sostenible. San Jose, Costa Rica: MAG. Recuperado el 2 de mayo de 2017, de <http://drco-mag.yolasite.com/resources/Aplicacion%20de%20Microorganismos%20de%20Monta%C3%B1a%20en%20agricultura%20CR%202014%20por%20RTencio.pdf>
- Torres, G., Sarria, G., Salcedo, S., Varón, F., Aya, H., Ariza, J., . . . Martínez, G. (2008). Opciones de manejo de la Pudrición del cogollo (PC) de la Palma de aceite en áreas de baja incidencia de la enfermedad. *PALMAS*, 29(3), 63-72.

Yenandy, S. (2016). *Mecanismos morfofisiológicos asociados con la tolerancia a altas temperaturas en frijol común, Phaseolus vulgaris L.* Facultad de Ciencias Agropecuarias, Departamento de Ciencias Agrícolas. Palmira, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.

ANEXO 2. LISTA DE EXPERTOS CONSULTADOS

Nombre	Perfil	Región Palma Aceitera	Teléfono	E-mail	Organización	Hectáreas
Olman Rodríguez Delgado	Técnico	Pacífico Central	8312-7286	orodriguez@fparrita.net	Finca La Ligia	428
Esteban Leiva López	Técnico	Pacífico Central	8864-6019	eleiva@numar.net	PALMATICA	NA
Juan Diego Barrantes Arrieta	Técnico	Pacífico Central	8841-7014	jbarrantes@agroproca.com	AgroPro	NA
Jonathan Rodríguez	Productor	Pacífico Central	8364-3211			350
Sergio Gonzáles	Productor	Pacífico Central	8388-5880	sergiogg99@yahoo.com		50
Adolfo Valverde Sánchez	Productor	Pacífico Central	8344-1723			120
Cristian Canet Láscarez	Productor	Pacífico Central	8706-6454		Terramia del Agro S.A	140
Joaquín Torres Acuña	Técnico	Pacífico Sur	8896-2541	jtorres@mag.go.cr	MAG	NA
Wilfrido Vargas Canales	Técnico	Pacífico Sur	2741-1181	clawdiovc@hotmail.com	MAG	NA
Dagoberto Bermúdez Mora	Productor	Pacífico Sur	8960-0353			15
Hellen Sánchez Carvajal	Productor	Pacífico Sur	2741-1376	hellen_4188@hotmail.com	ASBAPROFA	13
Marleny Pérez Céspedes	Productor	Pacífico Sur	8527-9920			7
Eliecer Loria Mora	Productor	Pacífico Sur	2741-1187			8
Delio Carvajal Masis	Productor	Pacífico Sur	8710-2654			20