

**ESTUDIO DE LA POLINIZACIÓN ASISTIDA SOBRE LA FORMACIÓN DEL
RACIMO EN PALMA DE ACEITE, INDUPALMA Ltda.
SAN ALBERTO, CESAR**

**LÁZARO BARÓN LÓPEZ
HERIBERTO VARGAS VARGAS**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
INSTITUTO DE EDUCACIÓN A DISTANCIA
PRODUCCIÓN AGROINDUSTRIAL
GUATIGUARÁ, PIEDECUESTA**

2007

**ESTUDIO DE LA POLINIZACIÓN ASISTIDA SOBRE LA FORMACIÓN DEL
RACIMO EN PALMA DE ACEITE, INDUPALMA Ltda.
SAN ALBERTO, CESAR**

**LÁZARO BARÓN LÓPEZ
HERIBERTO VARGAS VARGAS**

**Trabajo de grado como requisito para optar al título
de Profesional en Producción Agroindustrial**

**Director
JESÚS EDGARDO LÓPEZ MURCIA
Ing. Agrónomo**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
INSTITUTO DE EDUCACIÓN A DISTANCIA
PRODUCCIÓN AGROINDUSTRIAL
GUATIGUARÁ, PIEDECUESTA**

2007

DEDICATORIA

Esfuerzo, voluntad y compromiso se mezclaron dentro de un contexto de familia, trabajo y estudio para hoy día terminar el sueño de mi niñez y mi juventud, siendo hoy el héroe de muchos años de experiencia, plasmo mi inquietud de la ciencia y del conocimiento, alabo a Dios y a los santos de mi devoción por culminar mi carrera de profesional agroindustrial, gracias a mis padres por darme la inteligencia, a mi familia por cederme el tiempo de compartir juntos y limitarles el bienestar, a mis compañeros de trabajo y de estudio, a la Universidad Industrial de Santander por el programa del INSED con todos sus colaboradores.

A mi madre Eufrocina López y a mis hermanos (alabanzas a mi padre Cayetano Barón y al Pbro. Luis Emilio Aristizábal).

A mi esposa Luz Marina Rivera, mis hijos: Lina Tatiana, Oscar Leonardo, Natalia y mi nieta Marlin Dayana y su padre Einson González.

LÁZARO BARÓN LÓPEZ

DEDICATORIA

Cada etapa terminada deja la satisfacción del deber cumplido, en el alma llevo a todas aquellas personas que comparten conmigo este triunfo. Agradezco infinitamente a:

DIOS, quien a guiado mis pasos al caminar y amigo incondicional.

Mis padres, Briceida y Luciano, que son el tesoro más preciado de mi vida.

Mi esposa, Luz Dary por su apoyo y lograr con su compañía, que descubriera un nuevo sentido a la vida.

A mis hijos: David Santiago, Sara Valentina y Erick Johan, quienes alegran mi vida con su ternura y cariño.

A familiares y amigos.

Muy especial a todos mis compañeros de estudio que de una u otra forma me colaboraron para llevar a feliz término la culminación de mi carrera profesional.

HERIBERTO VARGAS VARGAS

AGRADECIMIENTOS

Los mas sinceros agradecimientos a todas aquellas personas que de una u otra manera nos colaboraron en el transcurso de la carrera tecnológica y profesional

INDUPALMA Ltda.

Dr. Rubén Darío Lizarralde - gerente general – gracias por su programa de capacitación de los trabajadores y extenderlo a los estudios superiores.

Ing. Agrónomo Jesús Edgardo López Murcia, asistente del Dpto. de Investigación y Desarrollo, gracias por su asesoría en el estudio del proyecto.

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

INSED – Gracias por sus programas de la universidad a distancia y hacerla extensiva a los CREAD en los municipios

Dr. Carlos Aníbal Vásquez, gracias por su liderazgo en la carrera agroindustrial como forjador del conocimiento para el futuro profesional.

Dr. Jorge Libardo Pinto, gracias por las enseñanzas y compartir las experiencias como tutor en la tecnología y en la carrera profesional, además por el direccionamiento en el aval, revisión y análisis pertinente al proyecto de grado.

Ing. Agrónomo Octavio García, gracias por su colaboración y aporte de conocimientos como tutor, extensivas en la asesoría del texto del proyecto.

Dpto. Agronómico – AMC, gracias por su colaboración y apoyo incondicional para que fuera posible el desarrollo logístico e investigativo del proyecto y de nuestra carrera tecnológica y profesional.

Sinceros agradecimientos: Ing. Eder Padilla, al coordinador de AMC Cristo H. Álvarez, I.A. Gloria Amparo Escobar, I.A. Diego Arias, I:A: Andrés Argúmero, a los biólogos Merly Carrillo y Jorge Olarte, a nuestros compañeros de trabajo por su espíritu de colaboración.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	16
GLOSARIO	18
1. TITULO	20
2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	21
2.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	23
2.2 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA	27
2.2.1 Conceptual	27
2.2.2 Espacial	29
2.3 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	29
3. JUSTIFICACIÓN	30
4. OBJETIVOS	32
4.1 OBJETIVO GENERAL	32
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	32
5. HIPÓTESIS	33
5.1 HIPÓTESIS NULA	33
5.2 HIPÓTESIS ALTERNATIVA	33
6. VARIABLES	34
7. MARCO DE REFERENCIA	35
7.1 CONTEXTUAL	35
7.1.1 Histórico	35
7.1.2 Parámetros por llenado de frutos normales	36
7.1.3 Parámetro por estados de madurez y formación del racimo	37
7.1.4 Parámetros de la composición del aceite de palma	38
7.1.5 Evolución	40
7.1.6 Antecedentes	40
7.1.7 Tendencias	40

7.1.8 Contexto Geográfico	41
7.2 MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL	41
7.3 MARCO LEGAL	44
8. DISEÑO METODOLÓGICO PRELIMINAR	55
8.1 TIPO DE ESTUDIO	56
8.1.1 Investigación cuantitativa	56
8.2 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN	56
8.2.1 Diseño completamente al azar	56
8.2.2 Población	58
8.2.3 Fuentes y técnicas para recolección de la información	59
8.2.4 Instrumentos de recolección de información	59
8.2.5 Procesamiento y análisis de la información	59
9. PLAN DE TRABAJO	61
9.1 GENERALIDADES	61
9.2 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	63
10. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	65
10.1 ANALISIS DE RESULTADOS	69
CONCLUSIONES	73
RECOMENDACIONES	76
BIBLIOGRAFÍA	78
ANEXOS	82

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Clasificación del racimo por llenado de frutos normales.	36
Tabla 2. Parámetros por estado de madurez y formación del racimo	37
Tabla 3. Composición del aceite.	38
Tabla 4. Comparativo - Polinización natural – Polinización asistida	43
Tabla 5. Diseño completamente al azar	58
Tabla 6. Conformación del racimo: Clasificaciones y cantidades	60
Tabla 7. Ubicación de las palmas y de las inflorescencias femeninas para el estudio.	64
Tabla 8. Resultados del estado final de la formación del racimo	68
Tabla 9. Diseño completamente al azar - Resultados	70

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Sectores de la plantación.	22
Figura 2 Factores que inciden en la mala formación del racimo	24

LISTA DE FOTOS

	pág.
Foto 1. Mapa Geográfico. Ubicación de INDUPALMA Ltda.	21
Foto 2. Inflorescencia femenina receptiva – Palma anormal	25
Foto 3. Inflorescencia femenina receptiva – Palma normal	25
Foto 4. Racimo con polinización natural	26
Foto 5. Corona de racimos mal formada – Palma anormal	26
Foto 6. Corona de racimos bien formada – Palma normal.	27
Foto 7. Polinización por espiga en antesis	62
Foto 8. Inflorescencia masculina en antesis	62
Foto 9. Clasificación por llenado de frutos normales	63
Foto 10. Racimo polinizado – Clasificación C3	67

LISTA DE ANEXOS

Anexo A. Toma de información	pág. 83
------------------------------	------------

RESUMEN

TÍTULO: ESTUDIO DE LA POLINIZACIÓN ASISTIDA SOBRE LA FORMACIÓN DEL RACIMO EN PALMA DE ACEITE, INDUPALMA Ltda., SAN ALBERTO, CESAR.*

AUTORES: BARÓN LÓPEZ, Lázaro; VARGAS VARGAS, Heriberto.**

PALABRAS CLAVES: Polinización asistida en palma de aceite, aplicación del polen por medio de espigas, inflorescencias femeninas receptoras y masculinas en antesis, formación de la corona de racimos en palma de aceite.

DESCRIPCIÓN

La mala formación del racimo con la polinización natural sobre las coronas de algunas palmas de los cultivos de la plantación, motivaron el estudio en el sector de Candilejas en conocer el cuajamiento y crecimiento de los frutos con la aplicación del polen por el sistema de la polinización asistida, factor determinante en la producción de pulpa para la extracción del aceite rojo en el proceso industrial.

Seleccionadas las inflorescencias femeninas receptoras para el tratamiento y para el testigo en la corona de la misma palma, el polen lo recibe en el primer caso por medio de espigas en antesis de las inflorescencias masculinas y para el segundo lo recibe con la polinización natural, seguido de observaciones visuales todos los días durante la receptividad, luego cada ocho días en los dos primeros meses de crecimiento, después cada mes hasta el final de la madurez - cinco o seis meses - si el racimo no se ha podrido.

Transcurrido el tiempo, el resultado obtenido del tratamiento y del testigo sigue siendo iguales, los racimos se ubicaron dentro de la categoría de los C3 en la clasificación por llenado de frutos normales, correspondiente al 30% de conformación total, catalogado no rentable para el cultivo, recomendación de estudiar otros factores como: genéticos, nutricionales, climáticos, baja emisión de inflorescencias masculinas, edáficos, manejo de drenajes, o decidir en la eliminación de las palmas afectadas y así mejorar la productividad del cultivo .

* Trabajo de Grado.

** Profesional en Producción Agroindustrial. UIS – INSED. Director: Jesús Edgardo López Murcia

ABSTRACT

TITLE: STUDY OF THE POLLINATORS ATTENDED ON THE FORMATION OF CLUSTER IN PALM OIL, INDUPALMA Ltda., SAN ALBERTO, CESAR*

AUTORES: BARÓN LÓPEZ, Lázaro; VARGAS VARGAS, Heriberto.**

KEYWORDS: Pollen culturation in oil palm, pollen fitting by wheats means, female flower scent, male flower scent in antesis, bunches crown in oil palm.

DESCRIPTION

Bunch bad formation with the natural pollen culturation over the crowns of some plantation culture palms, encourage the study in the sector of small oil lamp for to know the coagulation and growing of fruits with pollen fitting by the assisted pollen culturation system, a determining factor in the production of pulp extraction of red oil in the industrial process.

Selected the receptive female flower scent for the treatment and for the witness in the crown of the same palm, pollen is received on the first case by wheats means in antesis of male flower scent, and for the latter is received with natural pollen culturation, followed by visual watching every day during reception, then, each eight days in the two first months of growing, after every month until the ending of maturation- five or six months- if the bunch is not rotten.

After this time, the obtained result of treatment and of the witness keep being the same, the bunches were located in the category of the C3 in classification for normal fruit fitting corresponding to the 30% of total conformation, catalog-in as non-profitable for the culture, a recommendation for to study other factors as genetical, nutritional, climatic, low emitting of male flower scents, edaficos, drainage manage, or to decide in the elimination of affected palms and then to improve the culture production.

* Thesis of Degree

** Professional in Agroindustrial Production. UIS – INSED. Director: Jesús Edgardo López Murcia

INTRODUCCIÓN

La palma de aceite es un cultivo perenne que inicia la producción a los 2.5 y es rentable hasta los 30 años o más, dependiendo de la altura de la palma y la utilización de la herramienta apropiada. Esta especie, por este largo periodo de producción más que cualquier otra, requiere de un estricto criterio en la selección de los cruzamientos a utilizar y del cumplimiento de todas las labores agronómicas específicas durante la vida productiva del cultivo para lograr los objetivos finales de 35 Ton/Ha/Año de fruta fresca, en consecuencia la sostenibilidad del cultivo.

Los factores que influyen en la producción de la palma, entre otros, el material genético plantado, la ubicación geográfica, las condiciones climáticas y edáficas, programas de nutrición, repercuten en los estados iniciales del desarrollo vegetativo de la planta, especialmente en algunos cruzamientos netamente femeninos, donde es muy baja la emisión de flores masculinas indispensables para la fecundación y el cuajamiento de los frutos, lo cual obviamente afecta el objetivo final que es el óptimo rendimiento del cultivo.

Conociendo lo anterior, las empresas palmeras dedican recursos humanos y económicos para realizar investigaciones con el fin de solucionar este grave problema que afecta sus economías de una forma notoria.

La investigación se realizó en la empresa INDUPALMA Ltda., ubicada en el corregimiento de La Palma, municipio de San Alberto, Cesar, plantación con un área plantada de 8600 Has de palma de aceite, con una diversidad de cruzamientos en las siembras de los cultivos, alcanzando entre ellos producciones de 35 Ton/ha./año, tornando cantidades inferiores de 25 Ton/Ha/Año por la mala formación del racimo en algunas palmas plantadas de los

lotes en los diferentes sectores de la plantación, datos obtenidos con análisis de racimos donde solo aportan en la producción el 10% de aceite rojo, normalmente el porcentaje está en el 22%, problema que repercute en la productividad y a su vez la rentabilidad del cultivo.

Específicamente el estudio se hizo en palmas que las coronas de racimos se ven afectados por la mala formación de frutos normales, que van desde cero (0) hasta un 30% del llenado total, relacionándolas con palmas normales que tienen el 90%, causa del problema que genera pérdidas en la producción de aceite rojo, caso por el cual se determina aplicar el polen por medio de polinización asistida con el método de la espiga en anthesis de las inflorescencias masculinas sobre las flores femeninas receptoras. Para la realización y aplicación del sistema se seleccionó el sector de Candilejas cultivo plantado en el año de 1997 con el cruzamiento 1001 que en la búsqueda de las palmas se encontraron 10 casos que permiten la investigación en las inflorescencias femeninas.

La finalidad del estudio de la polinización asistida fue determinar por una parte su eficacia en la formación de racimos normales y por tanto su rendimiento, por otra, establecer si su práctica permanente es o no económica para la empresa.

GLOSARIO

- a. Mala formación del racimo: Cualquiera de las partes que lo conforman como son: las espigas, los frutos, el pedúnculo, el raquis, su desarrollo son anormales.
- b. Pedúnculo: Parte basal del raquis que une el tallo con el racimo
- c. Raquis: parte interna del racimo con estructura dura, de donde salen las espigas.
- d. Espiga: Estructuras del racimo de las flores femeninas para la formación del fruto y a su vez en las inflorescencias masculinas es donde están los estambres que almacenan el polen.
- e. Receptividad: Estado pleno de fecundación de las inflorescencias femeninas para recibir el polen.
- f. Antesis: Estado pleno de fecundación de la inflorescencia masculina para regar el polen y fecundar a la inflorescencia femenina.
- g. Insectos polinizadores: Transportadores del polen en la polinización natural.
- h. *Elaeidobius kamerunicus*: Insecto polinizador oriundo de Camerún
- i. *Mystrops costaricensis*: insecto polinizador oriundo de Costa Rica
- j. Polinización natural: Hecha por el viento o por insectos
- k. Polinización asistida: Hecha por el hombre
- l. Polen: Grano cristalino de forma de un diamante producido por el órgano masculino de la flor de la palma de aceite.
- m. Viabilidad del polen: Polen germinativo
- n. Racimos abortivos: No alcanzan su formación completa con frutos normales
- o. Inflorescencia abortiva: No alcanza su desarrollo completo
- p. Frutos partenocárpicos: No tienen almendra
- q. Nivel freático: superficie a que se encuentra el agua dentro del suelo
- r. Calicata: Hueco dentro del suelo para conocer sus horizontes o perfiles
- s. Pluviometría: Agua lluvia

- t. Horas sol: tiempo de sol directo sobre el follaje
- u. Luminosidad: Luz directa al follaje
- v. Fotosíntesis: Transformación de la luz solar en energía química que actúan con el carbono, oxígeno y el agua.
- w. Variedad: Planta pura
- x. Cruzamiento: Cuando se cruzan dos variedades o entre ellas para mejoramiento
- y. Inundación: Aguas estancadas
- z. Clasificación por llenado: Es la categoría que se le da a cada racimo de acuerdo a la formación de frutos normales en cantidad apreciativa visual por el llenado de los alvéolos de las espigas.

1. TITULO

ESTUDIO DE LA POLINIZACIÓN ASISTIDA SOBRE LA FORMACIÓN DEL RACIMO EN PALMA DE ACEITE, INDUPALMA Ltda., SAN ALBERTO, CESAR.

2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

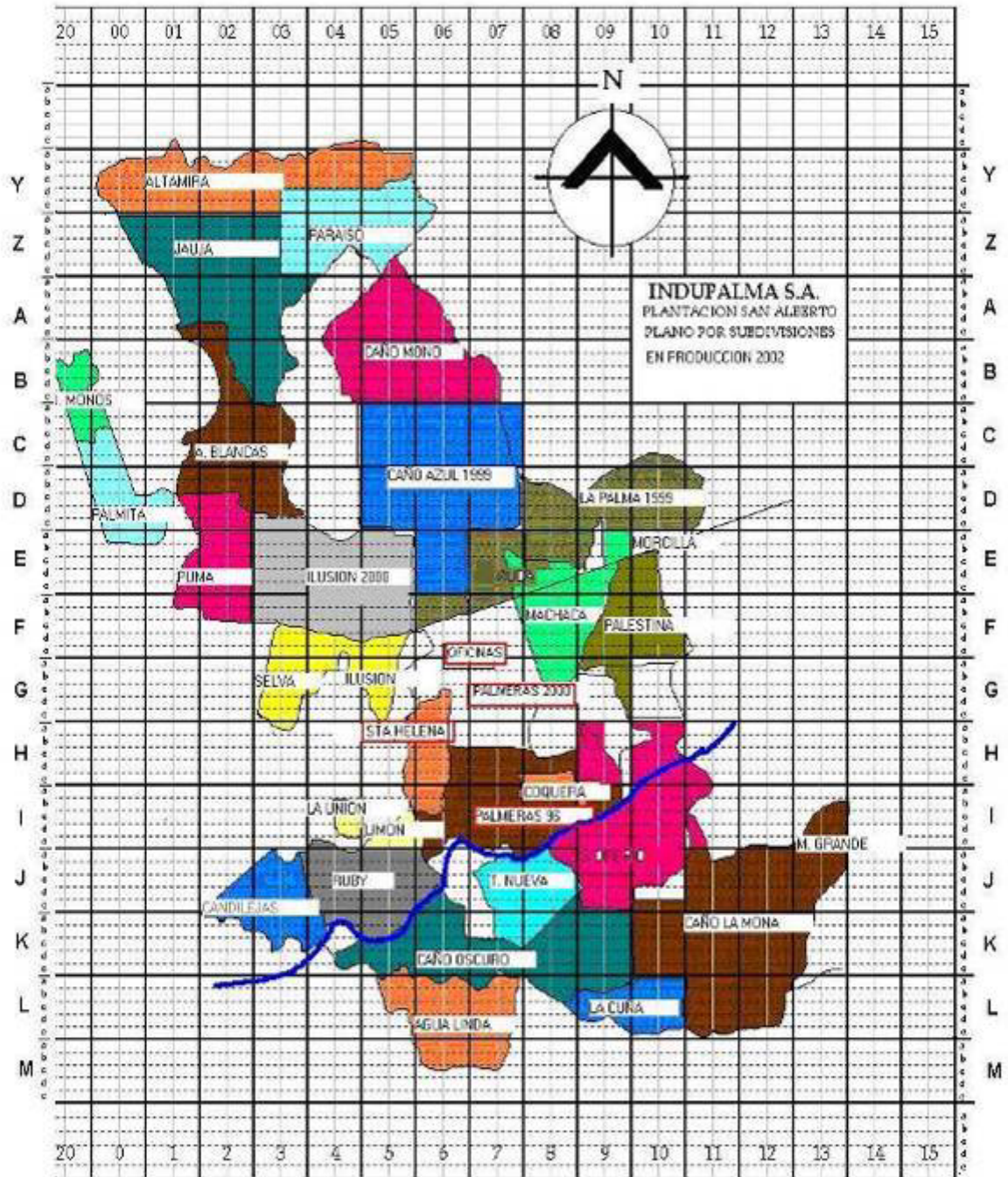
En la plantación de palma de aceite de la empresa INDUPALMA Ltda. (Foto 1), ha generado expectativa de estudio la mala formación del racimo con la polinización natural en algunas palmas de los sectores de la plantación, lo que conlleva a seleccionar el sector de Candilejas como fuente de investigación (Figura1), cultivo plantado en el año 1997, cruzamiento 1001, con palmas que encierran el problema en el 1% sobre el total de 29571 palmas sembradas, correspondiendo a 295 palmas con coronas de racimos mal formadas, cuyas producciones bajas oscilan de 0 al 30% y reciben el manejo de forma igual a las palmas altamente productivas.

Foto 1. Mapa Geográfico. Ubicación de INDUPALMA Ltda.



Fuente: Archivo INDUPALMA Ltda.

Figura 1. Sectores de la plantación.



Fuente: Archivo INDUPALMA Ltda.

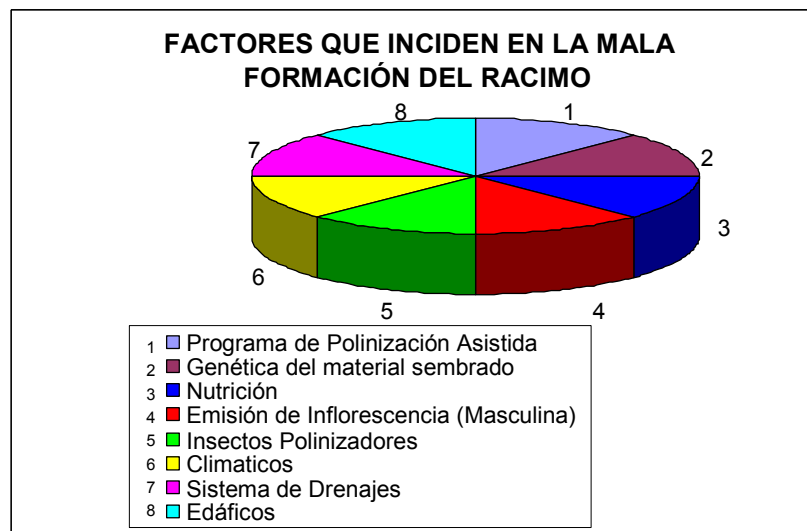
2.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En los diferentes sectores de la plantación de palma de aceite de INDUPALMA Ltda., las siembras corresponden a la diversidad de cruzamientos que van desde cultivos nativos Americanos como son los Oleíferas: Coari, Perú, Sinú, además de híbridos interespecíficos, Oleíferas Coari x E.guinensis pisifera y otros, hasta los cruzamientos de origen Francés: DURA X PISIFERA, con características de los frutos TENERA (52% de pulpa, 8% de almendra, 5% de cuesco y 35% de fibras y raquis, con extracciones del 20 - 25%) con mejoramientos genéticos plantados en ésta empresa como son: 1001, 2301, 2528, 2501, D1439, 2401, 1401, 2101, 7001, con potenciales de producción recomendadas de 35 ton/Ha./año. Debido a la presencia de palmas con las coronas de racimos mal formadas (foto 5 y 6) con frutos partenocárpicos (frutos sin semilla) en un 70% con extracción baja de aceite rojo se ha determinado hacer el estudio del por que los frutos se desarrollan de esa forma con la polinización natural (foto 4), lo que conlleva al análisis de hacerles a las inflorescencias femeninas (foto 2 y 3) un tratamiento de aplicación de polen mediante el sistema del método de la espiga de las inflorescencias masculinas en anthesis cortada y aplicada el mismo día con el fin de ahorrar costos al no ser guardado en refrigeración. Para esta investigación se elige el sector de Candilejas con el cruzamiento 1001, plantado en el año de 1997, con una problemática del 1% de palmas, para un área de 180 Has. Con una densidad de siembra de 160 palmas / Ha. que corresponden a 29.571 palmas en total y con el problema 295 palmas.

Los factores edáficos y climáticos que presenta esta zona de la plantación son: suelos franco arenosos, permeabilidad alta, densidad de siembra de 160 palmas por Ha. con una distancia de 8.50 m. Con el método de siembra al triángulo, luminosidad de horas sol entre 5 – 8 por día, con pluviometría entre 1500 – 2200

mm./año, PH de 6.2, lo que conllevó a un análisis del estudio que con éstas condiciones óptimas para el cultivo se encontraran palmas con mal formación de racimos, que a nivel del área plantada la investigación se evaluó en el 1% de casos, con varias formas de presentación de las coronas: pudriciones en la totalidad de ellas, algunos racimos solamente se formaban del 10 al 30% de frutos normales, lo que ocasiona pérdidas representativas en la producción del aceite rojo y demás utilidades, como también los gastos del sostenimiento del cultivo, causa que determinó aplicar el polen por el sistema de polinización asistida.

Figura 2. Factores que inciden en la formación del racimo



Fuente: Investigación de estudiantes

Foto 2. Inflorescencia femenina receptiva – Palma anormal



Fuente: Autores.

Foto 3. Inflorescencia femenina receptiva – Palma normal



Fuente: Autores.

Foto 4. Racimo con polinización natural



Fuente: Autores.

Foto 5. Corona de racimos mal formada – Palma anormal



Fuente: Autores

Foto 6. Corona de racimos bien formada – Palma normal.



Fuente: Autores.

2.2 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

2.2.1 Conceptual. La posibilidad para realizarse el estudio del proyecto es totalmente factible y con muy buena aceptación porque satisface las expectativas en el mejoramiento de la empresa y para el estudio están los recursos necesarios en espacio del cultivo, además del tiempo disponible que se requiere, como también del apoyo financiero y logístico.

El resultado obtenido es tenido en cuenta para ser aplicado en otros cultivos de la plantación, no solamente en Candilejas sino también en otros sectores como, Sur del Río, La Ilusión, Caño Azul, Caño Oscuro, El Limoncito y La Unión, concretamente en la empresa INDUPALMA Ltda.

La parte técnica a desarrollarse la lideró el I.A. Jesús Edgardo López Murcia, profesional del departamento de Investigación y desarrollo de la empresa, dentro del cuál se encuentran varias investigaciones o programas de estudios de los

factores causantes de la mala formación del racimo en determinadas palmas dentro de los lotes del sector de Candilejas, para hacerles un tratamiento mediante la aplicación del polen por el sistema de polinización asistida industrial.

Para la realización del estudio prima la importancia del conocimiento y experiencia de los estudiantes por haber sido colaboradores en investigaciones de trabajos realizados en años atrás (15 - 20 años) sobre la actividad de los insectos polinizadores en la formación del racimo.

La administración del proyecto en la planeación y organización estuvo a cargo de los estudiantes Heriberto Vargas, Lázaro Barón López, con el liderazgo del Ingeniero agrónomo Jesús Edgardo López Murcia, director del Dpto. Investigación y desarrollo de la empresa INDUPALMA Ltda., apoyo que brinda por las políticas establecidas de capacitación y asumir los estudiantes el compromiso de realizarle proyectos de investigación sobre el cultivo de la palma de aceite en cualquier campo, agrícola o industrial, con el fin de aportar mejoras en las etapas de los procesos para la obtención del aceite rojo de palma.

En relación con el estudio de la mala formación de los frutos de los racimos es sacar conclusiones y determinar que hacer con las palmas que no son rentables a la empresa.

La financiación del proyecto es dada por los estudiantes, de igual forma se cuenta con la colaboración de la empresa al aprobar el aval y permitir el área del cultivo para el desarrollo de la investigación.

En la parte ambiental causó impacto positivo el estudio de la polinización asistida al hacer uso exclusivo de partes vegetales de las palmas como lo fueron las inflorescencias masculinas y femeninas, como también el uso de materiales de ayuda, nada proveniente que contaminara.

2.2.2 Espacial. La investigación se realiza en la empresa INDUPALMA Ltda. Ubicada en el municipio de San Alberto, corregimiento de La Palma, Dpto. del Cesar.

La investigación se desarrolló en el municipio de San Alberto Cesar, en la plantación de INDUPALMA Ltda., en el periodo comprendido entre mes de Junio de 2006 y Febrero de 2007, en el sector de Candilejas, bloques: J03CO, J03CP, J03EO, K03AO. La temperatura oscila entre 22-36 grados centígrados, altitud de 125 msnm, con pluviometría de 1800-2200 Mm. anual, horas sol de 5-8 por día.

2.3 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Será la polinización asistida el medio para solucionar la mala formación de los racimos al desarrollar frutos normales en la palma de aceite y obtener mejores producciones en los casos seleccionados para el estudio, en el sector de Candilejas, plantación de INDUPALMA Ltda., Municipio de San Alberto – Cesar?

3. JUSTIFICACIÓN

El proyecto se realizó sobre el estudio de la polinización asistida, mediante el método de la aplicación del polen por medio de la espiga en antesis sobre las inflorescencias femeninas receptoras de plantas con mal formación de racimos, para conocer el verdadero llenado de los alvéolos con frutos normales sobre los racimos emitidos en la corona de las palmas y obtener buenos rendimientos en la producción, por recibir iguales tratamientos que las demás palmas altamente productivas y en estos casos genera pérdidas representativas por los gastos de sostenimiento en la economía de la empresa. El estudio se centró sobre estas palmas de muy bajo rendimiento para conocerles el potencial de producción si era ocasionado por falta de polen, factor con más probabilidades de manejo del problema que otros causados por genética o fisiología de la planta.

A continuación se relacionan parte de la temática o causales de la mala formación de los racimos:

- a. Las inflorescencias femeninas receptoras bien formadas no son polinizadas por no haber el suficiente polen que emiten las flores masculinas en antesis y se suple la necesidad con la polinización asistida
- b. Otras inflorescencias polinizadas naturalmente alcanzan diferentes estados de crecimiento con frutos verdes normales hasta los 3 – 4 meses y luego se pudren
- c. En algunas inflorescencias femeninas la mala formación del fruto es solo por partes, problemas que suscitan la pérdida de la producción por entenderse que el tiempo de formación de una flor desde su parte interna del tallo hasta su estado de completa madurez, tiene un periodo de tiempo que comprende los 35 meses, por lo tanto es motivo de investigación.

Conocida la causa se mejora el manejo que se debe dar a ésta clase de cruzamientos, desde el establecimiento del cultivo hasta el transcurso de su vida productiva, al generar ganancias para todas las personas que de él se benefician. Su importancia en la investigación es que cada día el cultivo debe ser productivo y competitivo, para que a las empresas les sea retribuido en su rentabilidad y mantener la fuente de empleo, como también generar el bienestar en las comunidades y su área de influencia.

La inversión del proyecto de conocer si la polinización asistida es el medio de solucionar la causa de la mala formación de los racimos no es costosa, sólo se necesita de personas que cuenten con iniciativas, que sean conocedoras del problema, que se dediquen a esta investigación y colaboren con el estudio. Por su parte la empresa INDUPALMA Ltda., da el apoyo necesario para el desarrollo y ejecución de la investigación en aquellos sectores con cultivos replantados en los años subsiguientes a 1997, con un área aproximada de 4.500 has. y que está afectada por la mala formación de los racimos por causas desconocidas, solución que se puede dar al aplicarles el resultado de la investigación, por estar en estos momentos generando pérdidas representativas en la producción al no generar ingresos y si reciben los aportes necesarios de sostenimiento, como son los controles fitosanitarios y los programas de fertilización.

Con el resultado de la investigación se benefician todos aquellos palmicultores cuyos cultivos se ven afectados con la mala formación del racimo y que sus producciones necesiten de manejo especial durante los años de cosecha, causa por la cual se elevan los costos por tonelada producida y generan desconcierto sobre las perspectivas de las personas que han fijado su futuro en el cultivo de la palma de aceite. Otra razón por la cual se justifica la investigación es exigirle a los laboratorios que producen las semillas a las empresas de la palma de aceite el aseguramiento de las condiciones fisiológicas de la planta para la obtención de mejores producciones en los nuevos cruzamientos.

4. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar el efecto de la polinización asistida sobre la formación de racimos en la palma de aceite del cultivo 1997 del sector de Candilejas, de la empresa INDUPALMA Ltda.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Conocer si es efectiva la polinización asistida con el método de la espiga en la formación de frutos normales en la palma de aceite y si influye para evitar la pudrición de los racimos antes del estado de madurez.
- Observar cuál es la clasificación de los racimos polinizados dentro de la tabla establecida por el llenado de frutos normales: C1, C2, C3, C4, C5.
- Conocer el tiempo de receptividad de las flores y el tiempo de formación de los racimos de las palmas anormales

5. HIPÓTESIS

5.1 HIPÓTESIS NULA

La aplicación del polen por el método de la polinización asistida sobre las inflorescencias receptivas, no es la solución para mejorar la mala formación del racimo en algunas palmas que las producciones son totalmente bajas.

5.2 HIPÓTESIS ALTERNATIVA

La aplicación del polen por el método de polinización asistida sobre las inflorescencias femeninas en plena receptividad, es la solución para el mejoramiento de la formación del racimo, el desarrollo de los frutos normales y así incrementar la producción del sector de Candilejas, en al menos en alguno de ellos o de las unidades del tratamiento.

6. VARIABLES

VARIABLES INDEPENDIENTES

En la polinización asistida se utilizó el polen de las espigas en antesis sobre todas las inflorescencias femeninas emitidas en las palmas con formación de racimos anormales sobre tres (3) tratamientos en estudio:

T1 = Inflorescencias testigo que recibieron el polen por el sistema de polinización natural, el cuál es realizado por los insectos u otros factores.

T2 = Corresponde al tratamiento con la aplicación del polen que se realiza a cada inflorescencia femenina en cada palma anormal o normal, objeto del estudio, identificados con los T1 - T2 - T3 – T4 – T5 – T6 – T7 –T8 –

T3 = Selección de 2 palmas normales para hacerles el tratamiento con el polen y ver el potencial y efecto en formación de los frutos. (Tabla 4)

VARIABLES DEPENDIENTES

A - Conformación del racimo por: Número de frutos normales, peso, estado del racimo o pudrición, con polinización natural y clasificaciones.

B - Conformación del racimo por: Número de frutos normales, peso, estado del racimo o pudrición, con polinización asistida y clasificaciones.

C – Porcentaje de extracción en cantidad de aceite de fruta fresca por cada categoría en la clasificación por llenado.

7. MARCO DE REFERENCIA

7.1 CONTEXTUAL

7.1.1 Histórico. INDUPALMA Ltda., ha sido una empresa plantada con materiales genéticos de Palma de aceite de buenas condiciones productivas y es por esta razón que en los últimos 10 años se han implantado nuevas semillas de los TENERAS del laboratorio Francés - CIRAD, cuyo origen está dado por mejoramiento de los cruzamientos de DURA X PISIFERA, de palmas de aceite *Elaeis guineensis* originaria de Nueva Guinea, con el contenido del 52% de pulpa, 8% de almendra, 5% de cuesco, y 35% de fibras y raquis, con extracciones del 20 – 25% y alcanzan producciones hasta 240 Kg./ año de fruta fresca; la experiencia en esta rama hace que en varios países del mundo con tierras aptas para el cultivo de la Palma africana *Elaeis Guineensis* producen altas cantidades por Ha. mas de 25 ton/ha/año. Es así como hay 3 especies de palma de aceite originaria de América que resisten y soportan factores climáticos negativos del cultivo, en cuanto a problema fitosanitarios tanto de plagas como de enfermedades. También por su alta calidad del aceite rico en oleína, característica que hace que esta especie se distinga de las demás oleaginosas y su gran aceptación en el mercado. Hay propiedades físicas bien pronunciadas en la formación del fruto, como las almendras muy grandes en la especie de *Elaeis Oleífera coari* y los *Elaeis oleífera Perú*, con la excepción de la palma originaria de Colombia *Elaeis oleífera sinú*, que cuenta con frutos pequeños y con poca cantidad de aceite, palmas con un objetivo de grandes éxitos, utilizadas en los cruzamientos con variedades de *Elaeis guineensis* pisífera de origen de Nueva Guinea, especie con una formación única de almendra pequeña y pulpa hasta en un 95% , con frutos pequeños bien formados en el racimo.

Los genetistas han decidido tomar las variedades originarias de Nueva Guinea y cruzarlas con las variedades de origen Americano con excelentes resultados, pero están en estudio por requerir de 25 años en adelante para ser declaradas productivas. En estos momentos han hecho cruzamientos desde hace aproximadamente unos 50 años entre variedades africanas con excelentes resultados, pero a medida que la competitividad ha avanzado, mejoran en materiales productivos con cruzamientos de origen americano como los Oleífera, que son resistentes a los requerimientos en climatología, Pluviometría, niveles freáticos, programas de fertilización.

Para el caso del material Tenera 1001 proveniente de cruzamientos de origen africano exclusivamente Dura x Pisífera mejorados, presenta problemas en la formación del racimo con muy pocos frutos normales en su estructura vegetal, en algunas palmas de las siembras, las cuales son motivo de estudio, por que sus coronas están totalmente abortivas o con algunos racimos conformados por muy pocos frutos normales debido a la polinización natural.

7.1.2 Parámetros por llenado de frutos normales. En la empresa INDUPALMA Ltda., referente a las normas existentes en la formación del racimo hay parámetros que se miden por el llenado de frutos normales, ya sea por la polinización natural o por la polinización asistida, objetivo principal de conocer los porcentajes de la conformación y de la extracción del aceite rojo (Tabla 1).

Tabla 1. Clasificación del racimo por llenado de frutos normales.

CLASIFICACIÓN	% DE EXTRACCIÓN	PARTE FORMADA F.N.
C1	24.94	Mayor de 90%
C2	22.98	70 – 90 %
C3	20.01	50 –70 %
C4	14.00	30 – 50 %
C5	10.12	Menor de 30%

Fuente: Archivo investigación y desarrollo INDUPALMA Ltda. FN. frutos normales

7.1.3 Parámetro por estados de madurez y formación del racimo. Las categorías en esta clasificación se hacen para conocer los diferentes estados de madurez del racimo y conocer cual es el óptimo para la realización de la cosecha, razón importante en la extracción del aceite rojo, los cuales están determinados por los siguientes caracteres: el brillo y el color externo del fruto en el racimo, color interno de la pulpa de los frutos y número de frutos sueltos. (Ver tabla 2).

Tabla 2. Parámetros por estado de madurez y formación del racimo

Categoría	Color externo del fruto en el racimo	Color interno de la pulpa de los frutos	No. de frutos sueltos en planta extractora
Racimo Verde	Negro brillante o Morado negro	Amarillo pálido	No tiene Si los tuviese no se deben a un proceso normal de maduración.
Racimo Pintón o insuficientemente maduro	Rojizo - naranja Morado – rojizo muy brillante	Naranja pálido Y Aceitoso	Máximo con 1 fruto suelto, o alvéolos vacíos en el racimo.
Maduro	Rojizo – naranja brillante	Naranja intenso y jugoso	Con más dos 2 frutos sueltos y más del 50% de los frutos aun sobre el racimo.
Sobre maduro	Rojo oscuro	Naranja intenso	Tienen más del 50% de los frutos desprendidos.
Podrido	Café negruzco	*Olor fétido* descomposición presente en todo	Ha desprendido más del 90% de sus frutos.
Malformado	La gran mayoría de sus frutos no son normales en términos de su tamaño o densidad debido a que estos no fueron fecundados. Maduración de los frutos no es uniforme.		

Fuente: Autores.

7.1.4 Parámetros de la composición del aceite de palma. Existen características que identifican el aceite de palma por sus criterios de composición tanto físicos como químicos, potencial utilizado en la obtención de productos terminados, destacándose la oleína en esta clase de oleaginosas indispensable para la dieta alimenticia. (Ver tabla 3).

Tabla 3. Composición del aceite.

COMPOSICIÓN TÍPICA ÁCIDOS GRASOS			
ÁCIDOS GRASOS	FORMULA	%	PUNTO DE FUSIÓN
Mirístico	C13H27COOH	1.2 –5.9	53.7 °C
Palmítico	C15H31COOH	31.5-43.8	62.6 °C
Esteárico	C17H35COOH	2.2-5.9	69.3 °C
Oleico	C17H33COOH	34.8-49.5	13.5 °C
Linoléico	C17H31COOH	6.5-11.2	-24 °C

CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS	
Punto de fusión	27-45 °C
Poder calorífico	8825 cal.
Punto de chispa	280°C
Viscosidad absoluta a 40 °C	37.8 C.P.
70 °C	13.6 C.P.
Índice de refracción N4D	1.4531 a 1.4580
Densidad a 40 °C	0.900
100 °C	0.860
Variación de densidad por °C	+/- 0.000667
Coefficiente de dilatación	0.0008
Índice de saponificación	195 a 205
Índice de yodo	44 a 58
Índice de Cetano	35

COMPOSICIÓN TÍPICA DE GLICÉRIDOS		
GLICÉRIDO	%	PUNTO DE FUSIÓN °C
Tripalmitina	2.0-5.5	65.0
Dipalmito-Estearina	1.0-3.5	63.0
Diapalmito-Oleina	16.5-43.0	34.5
Oleo-Palmito-Estearina	11.0-15.0	31.0
Palmito- Dioleina	31.0-51.0	18.0
Oleína y Linoleina	6.0-14.0	15.0

Aceite de palmiste

COMPOSICIÓN TÍPICA DE ÁCIDOS GRASOS			
ACIDO GRASO	FÓRMULA	%	PUNTO DE FUSIÓN °C
Láurico	C11H23COOH	50-55	43.6
Mirístico	C13H27COOH	12-16	53.7
Palmitico	C15H31COOH	6-7.5	62.6
Esteárico	C17H35COOH	1-4	69.3
Oléico	C17H33COOH	10-16.5	13.5
Linoléico	C17H31COOH	0-1	-24.0
Caprónico	C4H11COOH	TRAZAS	8.0
Caprílico	C7H15COOH	3	16.5
Cáprico	C9H19COOH	3-6	31.1

CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS		PODERES CALORÍFICOS (Kcal. /kg.)	
Punto de fusión	23 – 30°C	Fibras secas	4700
Índice de refracción	N ₄ ^o D 1.4500	Fibras húmedas (35-40%)	2700-3000
Densidad a 15 °C	0.90 a 0.92	Cascarilla seca	4950
Índice de saponificación	242 a 254	Cascarilla húmeda (10-15%)	4000-4200
Índice de Yodo	16 a 23	Ráquis secos	4200
		Ráquis húmedo (50-60%)	1500-2000

Fuente: Área industrial – Planta de beneficio, Archivo INDUPALMA Ltda.

7.1.5 Evolución. El estudio de la polinización asistida sobre las inflorescencias femeninas en plena receptividad ha sido un éxito en el logro de la buena formación del racimo, en las palmas que ha sido normal el crecimiento y desarrollo, con un aporte de 2,0 a 3.5 kilos de fruta fresca por peso del racimo de 10 kilos.

7.1.6 Antecedentes. La empresa INDUPALMA Ltda., desde los años 1961 hasta el año de 1996 estuvo realizando siembras con palmas de aceite de los cruzamientos de *E. guinensis*, obtención de las ténera, resultado de las especies de Dura X Pisífera, y que en la actualidad se han venido mejorando hasta llegar al cruzamiento 1001 plantado en el sector de Candilejas en el año de 1997, con datos históricos de formaciones de racimos muy buenas en las épocas anteriores al año de 1996, que es el inicio de la renovación de la plantación y que en la actualidad las palmas presentan mala formación de racimos en toda la corona, caso particular en los nuevos cruzamientos con potencial de producciones de 35 Ton/Ha/año, sin llegar a lograr en los actuales momentos la mejor producción, con datos solo de 28 ton/ha/año. En relación con la polinización asistida se aplicaba a los cultivos de baja altura por permitir el mejor manejo en la aplicación del polen, en palmas con edades de 4 a 10 años.

En las siembras de la especie nativa *E. melanococca*, que INDUPALMA Ltda., hiciera en años anteriores a 1989, fueron eliminados por motivos de carecer de flores masculinas y muy poca emisión de inflorescencias femeninas, la viabilidad del polen no sobrepasaba el 15 % de fertilidad. Debido a ésta razón los cultivos se replantaron con los téneras del origen de los *E. guinensis*

7.1.7 Tendencias. La razón de establecer el sistema de la polinización asistida en la producción es mediante la formación de frutos normales en los racimos de la palma de aceite, que se implanta para lograr el mejor potencial de la flor femenina dado por la clase del cruzamiento, por que de acuerdo a la fisiología de la palma, las inflorescencias femeninas desde el estado de yema en el meristemo

a racimo maduro se forman entre los 35 – 40 meses y es el momento de explotar al máximo su aporte en la productividad del cultivo.

7.1.8 Contexto Geográfico. El desarrollo del estudio de la investigación del efecto de la polinización asistida sobre las inflorescencias femeninas en algunas palmas de aceite de *E.guineensis* con producciones bajas o nulas, en los cultivos con siembras de cruzamientos nuevos, se realiza en la plantación de INDUPALMA Ltda., San Alberto, Cesar, en el sector de Candilejas, cultivo plantado con el cruzamiento 1001 año de 1997, con datos de producción de otros países de hasta 35 ton./ha./año y es así que en este momento se ha llegado a conseguir sólo 28 Ton/Ha./año, edad de 9 años para que el cultivo haya estabilizado sus rendimientos, al verse afectados los ingresos y la rentabilidad de la empresa, como también aquellas personas que laboran allí, por depender su salario o ingreso diario del peso del racimo por unidad de pago, basado el valor de medida a pagar por tonelada de fruta fresca puesta en los sitios de recolección. Con el aporte del resultado de la investigación de la empresa INDUPALMA Ltda., se beneficiarán directamente otros cultivos plantados en los siguientes años y el aporte a los pequeños palmicultores de la región de San Alberto.

7.2 MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

La teoría del estudio de la mala formación del racimo en la palma de aceite cuyas coronas no son bien formadas - en algunas palmas - es tomada por el llenado de frutos normales con la polinización natural – Fruit - set - y solamente alcanzan un máximo de producción del 30%, correspondiendo el 70% a frutos partenocárpico, mientras en palmas con altas producciones se obtiene un rendimiento del 90 % o más del llenado, investigación por el cual se dispone del sistema de la polinización asistida para suplir la necesidad de mejorar las coronas de esas palmas cuyos racimos son totalmente podridos o en su defecto se forman por partes de frutos normales o partenocárpico. Por lo tanto las investigaciones de

mala formación de racimos de las coronas de algunas palmas no se conoce ningún estudio, pero si hay artículos o investigaciones hechas a la polinización natural, actividad que realizan los insectos polinizadores.

En el estudio que se lleva por parte del departamento de Investigación y desarrollo de la empresa, se dan a conocer los resultados obtenidos de la polinización asistida del polen aplicado con equipos de pera manipulados por un trabajador, con datos comparativos de racimos formados por medio de la polinización natural del mismo cultivo, sector, de igual año y de cruzamiento -2528 - con cifras del Fruit-set (frutos normales sobre el total de frutos del racimo), además del peso del racimo y el potencial del aceite rojo o porcentaje de extracción. (Tabla 4)

La implementación de ésta labor es de suma importancia en la rentabilidad del cultivo, por explotar al máximo la capacidad genética de producción de la planta en los primeros años de cosecha por lo manifestado en otros apartes, siendo la baja emisión de inflorescencias masculinas el problema en estos materiales nuevos y se ve reflejada la problemática en la mala formación, por ser catalogados altamente femeninos.

Tabla 4. Comparativo - Polinización natural – Polinización asistida

CAÑO MONO: POLINIZACION NATURAL						
FECHA	PARCELA	CULTIVO	CRUZAMIENTO	PESO RAC.	FRUIT-SET	%ACEITE
11/05/2007	B06CO	2003	2528	3920	43.79	16,76
				2620	60.23	15,46
				2840	62.34	11,46
				3940	52.96	21,19
				3600	89.16	14,12
				1840	41.11	10,29
PROMEDIO				3126	58.26	14.88
CAÑO MONO: POLINIZACION ASISTIDA						
28/06/2007	A06DO	2003	2528	5800	71,62	14,74
				6560	87,37	22,18
				7500	94,84	22,86
				5980	69,23	26,95
				6800	65,02	27,39
				5220	68.53	29.62
PROMEDIO				6310	76.10	23.95

Fuente: Archivo de INDUPALMA Ltda.

7.3 MARCO LEGAL

Estas normas estipuladas en la empresa INDUPALMA Ltda., no tienen total coherencia en relación con el estudio planteado en el proyecto, pero si son tomadas como medios determinantes en las etapas de los procesos por que exigen a los proveedores dar de la mejor calidad los productos o servicios para asegurar un futuro promisorio en la rentabilidad de la empresa, como lo es el caso de sembrar semillas certificadas o garantizadas en los nuevos cruzamientos para que el problema de la mala formación del racimo no se presente en los nuevos cultivos y así evitar grandes pérdidas en la producción, reflejados en la extracción del aceite rojo.

En la actualidad de acuerdo a un proceso de mejoramiento continuo se logró conseguir el aval o la certificación en dos normas como lo son: La ISO 9001 que se refiere al mejoramiento de la calidad de los procesos agroindustriales y la ISO 14001 que establece lo normatividad de la conservación del medio ambiente sobre producir sin causar daños al ecosistema, mientras la OHSAS 18001 su objetivo principal está enfocado en el campo del bienestar integral del trabajador que corresponde a la seguridad industrial y la salud ocupacional, la cual se encuentra en trámites para su futura implementación y su respectiva certificación.

ISO 9001:2000

2000-12-15

SISTEMAS DE GESTIÓN DE LA CALIDAD

ENFOQUE BASADO EN PROCESOS

Esta Norma Internacional promueve la adopción de un enfoque basado en procesos cuando se desarrolla, implementa y mejora la eficacia de un sistema de gestión de la calidad, para aumentar la satisfacción del cliente mediante el cumplimiento de sus requisitos.

Para que una organización funcione de manera eficaz, tiene que identificar y gestionar numerosas actividades relacionadas entre si. Una actividad que utiliza recursos, y que se gestiona con el fin de permitir que los elementos de entrada se transformen en resultados, se puede considerar como un proceso. Frecuentemente el resultado de un proceso constituye directamente el elemento de entrada del siguiente proceso.

La aplicación de un sistema de procesos dentro de la organización, junto con la identificación e interacciones de estos procesos, así como su gestión, puede denominarse como "enfoque basado en procesos".

Una ventaja del enfoque basado en procesos es el control continuo que proporciona sobre los vínculos entre los procesos individuales dentro del sistema de procesos, así como sobre su combinación e interacción.

Un enfoque de este tipo, cuando se utiliza dentro de un sistema de gestión de la calidad, enfatiza la importancia de:

- a) La comprensión y el cumplimiento de los requisitos,
- b) La necesidad de considerar los procesos en términos que aporten valor,
- c) La obtención de resultados del desempeño y eficacia del proceso, y
- d) La mejora continua de los procesos con base en mediciones objetivas.

La Norma ISO 9001 especifica los requisitos para un sistema de gestión de la calidad que pueden utilizarse para su aplicación interna por las organizaciones, para certificación o con fines contractuales. Se centra en la eficacia del sistema de gestión de la calidad para dar cumplimiento a los requisitos del cliente.

OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

GENERALIDADES

Esta Norma Internacional especifica los requisitos para un sistema de gestión de la calidad, cuando una organización:

- a) Necesita **demostrar su capacidad** para proporcionar de forma coherente productos que satisfagan los requisitos del cliente y los reglamentarios aplicables, y
- b) Aspira a aumentar la **satisfacción del cliente** a través de la aplicación eficaz del sistema, incluidos los procesos para la mejora continua del sistema y el aseguramiento de la conformidad con los requisitos del cliente y los reglamentarios aplicables.

Nota. En esta Norma internacional, el término "producto" se aplica únicamente al producto destinado a un cliente o solicitado por él.

APLICACIÓN

Todos los requisitos de esta Norma Internacional son genéricos y se pretende que sean aplicables a todas las organizaciones sin importar su tipo, tamaño y producto suministrado.

Cuando uno o varios requisitos de esta Norma Internacional no se puedan aplicar debido a la naturaleza de la organización y de su producto, pueden considerarse para su exclusión.

Cuando se realicen **exclusiones**, no se podrá alegar conformidad con esta Norma Internacional a menos que dichas exclusiones queden restringidas a los requisitos expresados en el capítulo 7 y que tales exclusiones no afecten a la capacidad o

responsabilidad de la organización para proporcionar productos que cumplan con los requisitos del cliente y los reglamentarios aplicables.

REFERENCIAS NORMATIVAS

El documento normativo siguiente, contiene disposiciones que, a través de referencias en este texto, constituyen disposiciones de esta Norma Internacional. Para las referencias fechadas, las modificaciones posteriores, o las revisiones, de la citada publicación no son aplicables. No obstante, se recomienda a las partes que basen sus acuerdos en esta Norma Internacional que investiguen la posibilidad de aplicar la edición más reciente del documento normativo citado a continuación. Los miembros de CEI e ISO mantienen el registro de las Normas Internacionales vigentes

ISO 9000: 2000

SISTEMAS DE GESTIÓN DE LA CALIDAD

FUNDAMENTOS Y VOCABULARIO

TÉRMINOS Y DEFINICIONES

Para el propósito de esta Norma Internacional, son aplicables los términos y definiciones dados en la Norma ISO 9000.

Los términos siguientes, utilizados en esta edición de la Norma ISO 9001 para describir la cadena de suministro, se han cambiado para reflejar el vocabulario actualmente en uso.

Proveedor \longrightarrow **organización** \longrightarrow **cliente**

El término "organización" reemplaza al término "proveedor" que se utilizó en la Norma ISO 9001: 1994 para referirse a la unidad a la que se aplica esta Norma

Internacional. Igualmente, el término "proveedor" reemplaza ahora al término "subcontratista".

A lo largo del texto de esta Norma Internacional, cuando se utilice el término "**producto**", éste puede significar también "**servicio**".

ENFOQUE BASADO EN PROCESOS

Esta Norma Internacional promueve la adopción de un enfoque basado en procesos cuando se desarrolla, implementa y mejora la eficacia de un sistema de gestión de la calidad, para aumentar la satisfacción del cliente mediante el cumplimiento de sus requisitos.

Para que una organización funcione de manera eficaz, tiene que identificar y gestionar numerosas actividades relacionadas entre sí. Una actividad que utiliza recursos, y que se gestiona con el fin de permitir que los elementos de entrada se transformen en resultados, se puede considerar como un proceso. Frecuentemente el resultado de un proceso constituye directamente el elemento de entrada del siguiente proceso.

La aplicación de un sistema de procesos dentro de la organización, junto con la identificación e interacciones de estos procesos, así como su gestión, puede denominarse como "enfoque basado en procesos".

Una ventaja del enfoque basado en procesos es el control continuo que proporciona sobre los vínculos entre los procesos individuales dentro del sistema de procesos, así como sobre su combinación e interacción.

Un enfoque de este tipo, cuando se utiliza dentro de un sistema de gestión de la calidad, enfatiza la importancia de:

- a) La comprensión y el cumplimiento de los requisitos,
- b) La necesidad de considerar los procesos en términos que aporten valor,
- c) La obtención de resultados del desempeño y eficacia del proceso, y
- d) La mejora continua de los procesos con base en mediciones objetivas.

Nota: De manera adicional, puede aplicarse a todos los procesos la metodología conocida como "Planificar-Hacer-Verificar-Actuar" (PHVA). PHVA puede describirse brevemente como:

Planificar: establecer los objetivos y procesos necesarios para conseguir resultados de acuerdo con los requisitos del cliente y las políticas de la organización.

Hacer: implementar los procesos.

Verificar: realizar el seguimiento y la medición de los procesos y los productos respecto a las políticas, los objetivos y los requisitos para el producto, e informar sobre los resultados.

Actuar: tomar acciones para mejorar continuamente el desempeño de los procesos.

ISO 14001: 2004

SISTEMAS DE GESTIÓN AMBIENTAL

OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta Norma Internacional especifica los requisitos para un sistema de gestión ambiental, destinados a permitir que una organización desarrolle e implemente una política y unos objetivos que tengan en cuenta los requisitos legales y otros requisitos que la organización suscriba y la información relativa a los aspectos

ambientales significativos. Se aplica a aquellos aspectos ambientales que la organización identifica que puede controlar y aquellos sobre los que la organización puede tener influencia: No establece por sí misma criterios de desempeño ambiental específicos.

- a) Establecer, implementar, mantener y mejorar un sistema de gestión ambiental
- b) Asegurarse de su conformidad con su política ambiental establecida
- c) Demostrar la conformidad con esta Norma Internacional por:
 - 1) La realización de una auto – evaluación y auto – declaración, o
 - 2) La búsqueda de confirmación de dicha conformidad por las partes interesadas en la organización, tales como clientes; o
 - 3) La búsqueda de confirmación de su auto declaración por una parte externa a la organización, o
 - 4) La búsqueda de la certificación / registro de sus sistema de gestión ambiental por una parte externa a la organización.

Todos los requisitos de esta Norma tienen como fin su incorporación a cualquier sistema de gestión ambiental. Su grado de aplicación depende de factores tales como la política ambiental de la organización, la naturaleza de sus actividades, productos y servicios, la localización y las condiciones en las cuales opera.

REQUISITOS GENERALES

La organización debe establecer, documentar, implementar, mantener y mejorar continuamente un sistema de gestión ambiental de acuerdo con los requisitos de esta norma internacional y determinar como cumplirá estos requisitos.

La organización debe definir y documentar el alcance de su sistema de gestión ambiental.

POLÍTICA AMBIENTAL

La alta dirección debe definir la política ambiental de la organización y asegurarse de que, dentro del alcance definido en su sistema de gestión ambiental, ésta:

- a) Sea apropiada a la naturaleza, magnitud e impactos ambientales de sus actividades, productos o servicios;
- b) Incluya un compromiso de mejora continua y prevención de la contaminación;
- c) Incluya un compromiso de cumplir con los requisitos legales aplicables y con otros requisitos que la organización suscriba relacionados con sus aspectos ambientales;
- d) Proporcione el marco de referencia para establecer y revisar los objetivos y las metas ambientales;
- e) Sea documentada, implementada y mantenida
- f) Sea comunicada a todas las personas que trabajan para la organización o en nombre de ella; y
- g) Está a disposición del público.

OBJETIVOS, METAS Y PROGRAMAS

La organización debe establecer, implementar y mantener objetivos y metas ambientales documentados, en los niveles y funciones pertinentes dentro de la organización.

Los objetivos y metas deben ser medibles cuando sea factible y deben ser coherentes con la política ambiental, incluidos los compromisos de prevención de la contaminación, el cumplimiento con los requisitos legales aplicables y otros requisitos que la organización suscriba y con la mejora continua.

Cuando una organización establece y revisa sus objetivos y metas, debe tener en cuenta los requisitos legales y otros requisitos que la organización suscriba y sus aspectos ambientales significativos. Además debe considerar sus opciones

tecnológicas y sus requisitos financieros, operacionales y comerciales, así como las opiniones de las partes interesadas.

La organización debe establecer, implementar y mantener uno o varios programas para alcanzar sus objetivos y metas: Estos programas deben incluir:

- a) La asignación de responsabilidades para lograr los objetivos y metas en las funciones y niveles pertinentes de la organización; y
- b) Los medios y plazos para lograrlos.

NTC-OHSAS 18001

SISTEMAS DE GESTIÓN EN SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

GENERALIDADES

Esta norma de la serie Sistema de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional (SG S&SO) indica los requisitos de administración de seguridad y salud ocupacional (S&SO), que permiten a una organización controlar sus riesgos de S&SO y mejorar su desempeño. No establece criterios determinados de desempeño en S&SO ni precisa condiciones detalladas para el diseño de un sistema de administración.

Esta norma SGS & SO es aplicable a cualquier organización que desee:

- a) Establecer un Sistema de Gestión en Seguridad y Salud Ocupacional (SG S&SO) con objeto de eliminar o minimizar los riesgos de los empleados y otras partes interesadas;
- b) Implementar, mantener y mejorar continuamente un sistema de gestión en S&SO;
- c) Asegurar por sí misma su conformidad con la política establecida en S&SO;

- d) Demostrar tal conformidad a otros;
- e) Buscar certificación/registro de su SG S&SO por parte de una organización externa; o
- f) Hacer una autodeterminación y declaración de conformidad con esta norma.

Todos los requisitos de esta norma están diseñados para ser incorporados a cualquier sistema de gestión en S&SO. El alcance de la aplicación dependerá de factores tales como la política de S&SO de la organización, la naturaleza de sus actividades, los riesgos y la complejidad de sus operaciones.

Esta norma está dirigida a la seguridad y la salud y no a la seguridad de los productos y servicios.

REQUISITOS GENERALES

La organización debe establecer y mantener un sistema de gestión en S&SO, cuyos requisitos se especifican en el numeral 4.

POLÍTICA DE S&SO

La alta gerencia debe definir la política de S&SO de la organización, que especifique claramente los objetivos generales de S&SO y un compromiso para el mejoramiento continuo del desempeño en S&SO:

La política debe:

- a) Ser apropiada para la naturaleza y la escala de los riesgos en S&SO de la organización;
- b).Incluir un compromiso de mejoramiento continuo;
- c).Incluir un compromiso para cumplir con la legislación vigente aplicable de S&SO y con otros requisitos que haya suscrito la organización;
- d).Estar documentada e implementada y ser mantenida;

- e).Ser comunicada a todos los empleados con la intención de que éstos sean conscientes de sus obligaciones individuales en S&SO.
- f).Estar disponible a las partes interesadas; y
- g). Ser revisada periódicamente para asegurar que siga siendo pertinente y apropiada para la organización.

OBJETIVOS

La organización debe establecer y mantener documentados los objetivos de S&SO para cada función y nivel pertinente dentro de la organización.

Al establecer y revisar sus objetivos la organización debe considerar sus requisitos legales y de otra índole, peligros y riesgos en S&SO, opciones tecnológicas y requisitos financieros, operativos y empresariales y los puntos de vista de las partes interesadas. Los objetivos deben ser consistentes con la política de S&SO, incluido el compromiso con el mejoramiento continuo.

PROGRAMA(S) DE GESTIÓN EN S&SO

La organización debe establecer y mantener uno(s) programa(s) de gestión de S&SO para lograr sus objetivos. Esto debe incluir documentación de:

- a).La responsabilidad y autoridad designadas para el logro de los objetivos en las funciones y niveles permanentes de la organización; y
- b) Los medios y el cronograma con los cuales se lograrán esos objetivos.

El (los) programa(s) de gestión de S&SO se debe(n) revisar a intervalos regulares y planificados. Cuando sea necesario debe(n) ser ajustado(s) para involucrar los cambios en las actividades, productos, servicios o condiciones de operación de la organización.

8. DISEÑO METODOLÓGICO

1. Se ubicaron en el sector de CANDILEJAS las parcelas J03CO, J03CP, J03EO, K03AO, que presentan palmas con el problema de los racimos con mala formación.
2. Se seleccionaron en cada parcela las palmas que presentaban las coronas de racimos con mala formación.
3. Se identificaron las inflorescencias femeninas con el número de la palma y del orden del estudio, tanto del tratamiento como del testigo, con seguimiento hasta estar en plena receptividad y durante este estado se hizo la aplicación del polen de las espigas en antesis.
4. Se hicieron observaciones escritas y toma de fotografías, a las inflorescencias polinizadas y testigos, para describir la evolución del crecimiento de los racimos.
5. Se conoció el resultado del estudio y del aporte a la agroindustria y se estableció las conclusiones y las recomendaciones

Para el estudio se han encontrado 10 palmas que las características de las coronas y la formación de los frutos de los racimos no son normales con la polinización natural, alcanzando la conformación de un 30 % con respecto a los racimos normales que es del 90 % o más, razón del estudio por el cual se establece el sistema de la polinización asistida y ver el aumento en número de frutos normales y por ende el tamaño, las cuales priman sobre los demás factores que incursionan en la problemática de la mala formación del racimo como son: origen genético, programas de nutrición, sistema de drenajes, factores edáficos, condiciones climáticas, emisión de inflorescencias masculinas, insectos polinizadores, programas de polinización, (Figura 2).

8.1 TIPO DE ESTUDIO

8.1.1 Investigación cuantitativa

- **Evaluativa.** La investigación está centrada en la mala formación del racimo en algunas palmas de los sectores sembrados con materiales mejorados, con datos equivalentes al 1% en problemática del sector de Candilejas, cultivo 1997, cruzamiento 1001, de la empresa INDUPALMA Ltda., San Alberto, Cesar, con el objetivo de evaluar el sistema de polinización asistida sobre las inflorescencias femeninas en plena receptividad y ver si el resultado es satisfactorio o no, en lo que se refiere a la formación de frutos normales y por ende, al incremento en la producción.

Si las expectativas resultasen negativas se buscaran otros medios de estudio o se harán programas de eliminación de las palmas improductivas para evitar costos que demanda el sostenimiento del cultivo tales como: controles fitosanitarios, mantenimiento y programas de fertilización.

Para la investigación evaluativa de la polinización asistida la disposición de los recursos humanos está a cargo de los estudiantes y del líder o director del proyecto, representados en la mano de obra; los recursos físicos corresponden al cultivo del sector de candilejas y la elección de las palmas para la investigación, además se cuenta con otros cultivos para la recolección de las espigas que contienen el polen; Los recursos financieros para evaluar este estudio no demandan tanto costo, por lo general son bajos, sólo se requiere del aporte de tiempo de los investigadores, razón de estar plantados los cultivo con anterioridad y la fuente a investigar - flores femeninas - es generada por las mismas palmas.

8.2 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

8.2.1 Diseño completamente al azar. En la investigación de la polinización asistida sobre la mala formación del racimo se optó por el diseño completamente al azar, de escoger 4 parcelas de las 12 que conforman el sector y ubicar 10

palmas existentes con el problema de las coronas de racimos con la malformación, dentro de la población total de 29571 palma y aplicarles el polen por el sistema de polinización asistida, sobre las inflorescencias femeninas receptoras seleccionadas y observar el desarrollo del crecimiento del nuevo racimo, objetivo de la investigación en la formación de frutos normales.

Para detallar el estudio se diseñaron los siguientes tratamientos y las repeticiones que se hicieron a medida que las inflorescencias femeninas iban siendo emitidas:

T1 = Inflorescencias testigo que recibieron el polen por el sistema de polinización natural, el cuál es realizado por los insectos u otros factores. Se encuentran dentro de las mismas palmas con flores marcadas como testigo: P1 - P2 - P3 – P4 – P5 – P6 – P7 –P8 – P9 – P10 – P11 – P12.

T2 = Corresponde al tratamiento con la aplicación del polen que se realiza a cada inflorescencia femenina en cada palma anormal, objeto del estudio, identificados con los P1 - P2 - P3 – P4 – P5 – P6 – P7 –P8 – P9 – P10.

T3 = Selección de 2 palmas normales para hacerles el tratamiento con el polen y ver el efecto del sistema y potencial en la formación de los frutos, identificados con: P11 – P12 (Tabla 4)

Se presenta en la siguiente tabla la distribución de los tratamientos y repeticiones, ó la forma como se organizó el diseño:

Tabla 5. Diseño completamente al azar

Tratamientos	Objeto	Unidades Experimentales	Repeticiones
T1	Testigo		
		P1	1
	Polinización Natural Palmas Anormales	P2	1
		P3	1
		P4	1
		P5	1
		P6	1
		P7	1
		P8	1
		P9	1
	Polinización natural Palmas Normales	P10	1
		P11	1
T2	Investigación		
		P1	1
	Polinización Asistida Palmas Anormales	P2	2
		P3	2
		P4	1
		P5	2
		P6	3
		P7	2
		P8	3
		P9	1
P10	1		
T3	Investigación		
		P11	3
	Polinización Asistida Palmas Normales	P12	3

Fuente: Autores

8.2.2 Población. Se realiza sobre una población de 1860 palmas productivas y no productivas, con resultado para la investigación de 10 palmas anormales seleccionadas con el problema de la mala formación y como muestra testigo del

sistema de polinización asistida, se toman 2 palmas normales y se aplica el polen por el método antes mencionado.

8.2.3 Fuentes y técnicas para recolección de la información. De las 10 palmas con la problemática de presentar las coronas con racimos mal formados, se seleccionaron 28 inflorescencias femeninas de las cuales 18 son para polinizarlas y las otras 10 inflorescencias se toman como testigo, que reciben el polen por el sistema de polinización natural. Para comprobar el efecto del sistema de polinización asistida se toman 2 palmas con formaciones de racimos normales, seleccionando 8 inflorescencias femeninas, 6 de las cuales se les hace la aplicación del polen, mientras las otras 2 reciben el polen por polinización natural, tomadas como testigo del método de aplicación del polen por espiga.

8.2.4 Instrumentos de recolección de información. La investigación sólo necesitó de tomar observaciones visuales oportunamente al crecimiento de los racimos hasta determinar la categoría de la clasificación de los racimos por el llenado de frutos normales, a las inflorescencias que han recibido el polen por la polinización natural o a la realizada por el método manual.

8.2.5 Procesamiento y análisis de la información. El proceso que recibe la información se tomó a partir de las observaciones hechas en el campo y con lo establecido de acuerdo al cronograma de actividades, detallando visualmente cada ocho días o mes a mes el crecimiento de los racimos de acuerdo a los tratamientos, se llevaron cuadros como el de la tabla 7 para el caso de las inflorescencias con la aplicación del polen y de los testigos, hasta ver el estado de formación de los frutos y darle a cada racimo la clasificación de acuerdo a las normas establecidas por la cantidad de llenado durante el 4 - 5 o 6 mes. El análisis de los resultados es comparar los racimos polinizados con los testigos y evaluar su formación por diferencia de frutos normales, detallar el estado para la clasificación y ubicarlos en la tabla establecida: C1, C2, C3, C4, C5 y de acuerdo

al grado de calificación respectivo será el aporte a la industria debido al porcentaje de aceite rojo en la extracción, comparado con resultados obtenidos en estudios anteriores a cada estado de la clasificación. (Tabla 6)

Tabla 6. Conformación del racimo: Clasificaciones y cantidades

RACIMOS DE PALMAS CON CORONAS ANORMALES - CANDILEJAS

CARACTERES	C1		C2		C3		C4		C5	
	N.Frut	Pes.gr.	N.Frut.	Pes.gr.	N.Frut.	Pes.gr.	N.Frut.	Pes.gr.	N.Frut.	Pes.gr.
Peso del Racimo		6.450		5940		5220		5160		1580
No.Frutos Normales	210	1619	175	1202	286	1154	148	800	298	618
No. Frutos Anormales	84	112	637	475	154	97	777	412	209	105
Impurezas	4,719		4,263		3969		3,948		857	
% Extracción aceite rojo	25.90	1671	22.35	1328	17.58	918	15.00	774	8.20	130

RACIMOS DE PALMAS CON CORONAS NORMALES - CANDILEJAS

Peso del Racimo		12160		13420		10300		6560		3420
No. Frutos Normales	222	1368	331	1593	237	1639	273	1155	147	717
No. Frutos Anormales	19	17	72	75	117	143	475	323	568	773
Impurezas		10775		11752		8518		5082		1930
% Extracción aceite rojo	25.90	3149	22.35	2999	17.58	1811	15.00	984	8.20	280

Fuente: Archivo departamento Investigación y desarrollo

9. PLAN DE TRABAJO

9.1 GENERALIDADES

La investigación corresponde a la aplicación del polen por medio del método de la polinización asistida sobre las inflorescencias femeninas de palmas que se caracterizan por la mala formación de los racimos con polinización natural, metodología del polen por medio de espiga cortada con cuchillo de las inflorescencias masculinas en plena antesis (Foto 7 y 8) y transportada en bolsas plástica abierta para que le dé aire y el polen no muera por la alta temperatura, hasta la zona del estudio y ser aplicado inmediatamente a la inflorescencia femenina receptiva (Foto 2). Para llevar el control de las observaciones a cada flor y ver el desarrollo del racimo o características que presenten, se coloca una placa con el número de la palma y el número de flor que le corresponde al orden de estudio, para facilitar los registros de cada caso, hasta clasificar el racimo por su llenado de frutos normales, dentro de la tabla establecida de los C1, C2, C3, C4, C5, (Foto 9) y conocer el rendimiento en el porcentaje del aceite rojo en la extracción.(Tabla 6)

Foto 7. Polinización por espiga en antesis



Fuente: Autores.

Foto 8. Inflorescencia masculina en antesis



Fuente: Autores.

Foto 9. Clasificación por llenado de frutos normales



Fuente: Autores.

9.2 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Analizada la problemática se eligió el lugar para realizar la investigación tomando como fuente del estudio el sector de Candilejas que algunas palmas presentan coronas con racimos mal formados, en ocasiones totales como en otras sólo parte de ella. Para el estudio se toman 4 parcelas de las 12 existentes, se seleccionan las palmas con la problemática descrita anteriormente, encontradas 10 palmas en total para el tratamiento, como también se eligen 2 palmas normales testigos para la verificación del método de la espiga y ensayar la aplicación del polen sobre las inflorescencias femeninas por el método de polinización asistida, con observaciones al crecimiento tanto del racimo como de los frutos.

Ubicación de las palmas y de las inflorescencias femeninas para el estudio

La selección de las parcelas y de las palmas del sector de Candilejas se hizo en una forma con criterios determinados en la formación de las coronas por los frutos que presentan los racimos y la marcación respectiva de líneas y palmas y número de cada flor para ser tomada como objetivo de la polinización ó como testigo mediante la polinización natural (tabla 7).

Tabla 7. Ubicación de las palmas y de las inflorescencias femeninas para el estudio.

Parcela	Línea	Palma	No. Palma. Estudio	No. Flor Estudio	No. Flor Testigo
J03CP	3	19	4	6	16
J03CP	8	19	5	7 - 8.	17
J03CP	9	14	1	27	18
J03CP	21	5	7	28-29	9
J03CP	31	1	8	11-30-10	23
J03CP	34	27	9	15	14
J03CP	43	11	10	32	21
J03CP	66	3	2	2-3.	1
K03AO	184	19	3	5-33.	4
J03EO	188	3	6	25-34-36	22
CASOS ESPECIALES PARA POLINIZACIÓN ASISTIDA EN PALMAS NORMALES					
J03CP	36	4	11	12-13-31.	24
J03CP	49	12	12	19-20-35	26

Fuente: Autores.

Observación: Los 2 casos especiales de las palmas con formación normal de los racimos son para aplicarles el sistema de la polinización asistida y verificar la efectividad de la aplicación del método del polen por medio de espiga y observar el llenado de frutos.

10. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La investigación de la polinización asistida se inicia con la aplicación del polen sobre las inflorescencias femeninas en plena receptividad y termina con la clasificación del racimo, observaciones tomadas visualmente de acuerdo al crecimiento del racimo. (Foto 10).

De acuerdo al resultado que se obtuvo en el estudio de buscar el sistema o el medio para obtener mejores resultados del 30% de formación, clasificados en las categorías de los C4 y de los C5, aunque algunos estaban dentro de los C3 pero en muy bajo porcentaje de producción al 2%, los cuales recibían el polen por el medio natural – insectos u otros – se determinó de implementar el sistema de la polinización asistida, con el método de la espiga en anthesis de las inflorescencias masculinas sobre las flores receptivas durante los días que estaban en óptimo estado (fecundas), por los cuales se obtuvieron los siguientes resultados:

Se había planteado una hipótesis nula que con la aplicación del polen no se conseguiría ningún rendimiento en todas las palmas pero no fue así, sí hubo resultados positivos y se obtuvo en el 50% de los casos como lo planteado en la hipótesis alternativa que sí era la solución para mejorar la formación del racimo aunque fuera en alguna de ellas o de todos los casos en tratamiento.

Por lo planteado en las variables como en el caso de la independiente, la aplicación del polen por medio de la espiga en anthesis fue positiva, las 36 unidades todas recibieron el polen de la misma manera y por igual, sobre las flores en plena receptividad.

Para la variable dependiente se consiguió en algunos casos mejorar la producción de los frutos normales y en otros no, igual que antes con la polinización natural,

su formación siguió siendo lo mismo y en ocasiones se presentaron pudriciones antes de terminar el crecimiento total del racimo, como se nota en la tabla 7 de resultados finales. Es de aclarar que la formación de las estructuras de las espigas fueron también anormales al igual que la formación del racimo.

Si retomamos el objetivo general de determinar si la polinización asistida corregiría la mala formación del racimo si fue positiva en el 50% de las palmas con categorías de C3, encontrándose antes dentro de los C4 ó C5, mientras que las demás continuaron igual y si recibieron el tratamiento como se planteó, pero el resultado comparado con el testigo sin polen en las palmas anormales, ambos tenían las mismas características, categorías iguales C4 ó C5, como también siguieron con las mismas pudriciones.

El estudio para la empresa INDUPALMA Ltda., sí es representativo, por tratarse de una problemática enmarcada en el 1% de las unidades plantadas de los cultivos a partir del año 1996 que se inicia la replantación, lo que conlleva a un análisis del total de 8600 has. Correspondiendo la problemática a 86 Has. Estimado a nivel de la plantación a pesar de existir otros cruzamientos y muchos años atrás como el expuesto anteriormente. El resultado con un 50% favorable de aumentar a la categoría de los C3, con formación de frutos del 30% no es nada satisfactorio, por que no representa ninguna rentabilidad en la producción, por los insumos recibidos en el manejo del cultivo , además el otro 50% si es negativo totalmente, por lo tanto se determina que solo hay una mejora del 20%, analizado así, por que los racimos C4 y C5 están por debajo del 10% de la formación total, entonces el 80% corresponde a pérdidas en la producción.

Para la metodología utilizada en la investigación de las espigas en antesis, fue un éxito total del 100%, las inflorescencias femeninas de las palmas normales que recibieron el polen por este método, la categoría estuvo en la máxima de los C1,

mientras los dos testigos se clasificaron como C2, hizo falta formación en la parte basal, aproximadamente un 2%. (Tabla 8).

El valor agregado de la investigación fue conocer el resultado como lo demuestran los datos anteriores del método de la espiga y la economía que representa, por llevar directamente el polen de la inflorescencia masculina en antesis y aplicarlo al momento preciso de la receptividad de la inflorescencia femenina, por reducir costos de almacenamiento (aplicable a los pequeños palmicultores y en zonas distantes donde carecen de la energía eléctrica).

Foto 10. Racimo polinizado – Clasificación C3



Fuente: Autores.

Tabla 8. Resultados del estado final de la formación del racimo

Parcela	Línea	No Pal.Parc.	No pal.est.	No Flor polin.	No Flor tes.	Fec. Poliniz.	Fec.obser.final	Clase racimo
J03CP	3	19	4	6		29/07/06	11/10/06	Rac. Podrido
					16		11/10/06	Rac. Podrido
	8	19	5	7		29-30-31/07/06	09/01/07	Rac. C3
				8		09-10/09/06	07/02/07	Rac. C3
					17		09/01/07	Rac. C5
	9	14	1	27		09/10/06	20/01/07	Rac. C3
					18		07/02/07	Rac. C3
	21	5	7	28		10-11-12-13-14-15/08/06	07/02/07	Rac. C3
				29		10-11-12-13-14-15/08/06	07/02/07	Rac. C3
					9		07/02/07	Rac. C5
	31	1	8	11		06/08/06	09/01/07	Rac. C3
				30		21-22/08/06	19/02/07	Rac. C3
				10		22-23/08/06	19/02/07	Rac. C3
					23		09/01/07	Rac. C5
	34	27	9	15		29-30-31/07/06	01/11/06	Rac. Podrido
					14		01/11/06	Rac. Podrido
	43	11	10	32		25/08/06	20/01/07	Rac. Podrido
					21		10/11/07	Rac. Podrido
J03CO	66	3	2	2		29-30/-07/06	11/10/06	Rac. Podrido
					3	21-22/08/06	11/10/06	Rac. Podrido
					1		11/10/06	Rac. Podrido
K03AO	184	19	3	5		09-10-11-12-13-14/08/06	11/10/06	Rac. Podrido
				33		18-21-22-23-24-25/08/06	11/10/06	Rac. Podrido
					4		11/10/06	Rac. Podrido
J03EO	188	3	6	25		17-18/08/06	20/01/07	Rac. C5
				34		08-09-10/08/06	20/01/07	Rac. C3
				36		22-23-24-25-26-27/08/06	19/02/07	Rac. C3
					22		09/01/07	Rac. C3
J03CP	36	4	11	12		08-09-10/08/06	13/01/07	Rac. C1
				13		25/07/06	13/01/07	Rac. C1
				31		23/08/06	20/01/07	Rac. C1
					24		09/01/07	Rac. C2
	49	12	12	19		29/07/06	09/01/07	Rac. C1
				20		06/08/06	09/01/07	Rac. C1
				35		22/08/06	20/01/07	Rac. C1
					26		27/01/07	Rac. C2

Rac: Racimos

Rac. frut. Part: Racimos frutos partenocápicos

Fuente: Autores

10.1 ANALISIS DE RESULTADOS

La mala formación del racimo en el cultivo de la palma de aceite, tiene su connotación en afectar dos grandes campos de la economía como son la productividad del cultivo y la sostenibilidad del negocio por que a mayor cantidad de racimo malformado cosechado por unidad de área (Has), menor será el potencial de aceite, hablando en términos generales de extracción de aceite rojo en la planta de beneficio.

La problemática del racimo malformado C3, C4, C5 la relación causa-efecto es inversamente proporcional en comparación con los racimos normales C1 ó C2, con base en la producción de aceite rojo, a mayor cantidad de racimos mal formados producidos por las palmas, menor será la fruta fresca cosechada en kilos y por lo tanto en términos de porcentaje de extracción de aceite también será menor, mientras que los racimos de las clasificaciones 1 y 2 son altamente productivos en porcentajes de aceite rojo.

La polinización asistida es el medio eficaz para conseguir el potencial de formación de frutos en palmas normales y alcanzar la mayor producción de aceite del material plantado, por ser la forma directa de llevar el polen hacia las inflorescencias femeninas en el momento de estar en plena receptividad, mientras que en la polinización natural el problema es muy elevado por el desbalance que existe, al no presentarse inflorescencias masculinas en antesis en el momento que se encuentran receptivas, por lo tanto en la investigación no se logró llegar a las categorías del llenado total como son los C1 y C2, por ser palmas con problemas fisiológicos de formación de las espigas en las estructuras de los racimos.

Tabla 9. Diseño completamente al azar - Resultados

Clasificación por llenado de frutos: Categorías

Tratamientos	Objeto	Unidades Experimentales	Repeticiones	Categorías
T1	Testigo			
		P1	1	C3
	Polinización Natural Palmas Anormales	P2	1	Podrido
		P3	1	Podrido
		P4	1	Podrido
		P5	1	C5
		P6	1	C3
		P7	1	C5
		P8	1	C5
		P9	1	Podrido
		P10	1	Podrido
	Polinización natural Palmas Normales	P11	1	C2
P12		1	C2	
T2	Investigación			
		P1	1	C3
	Polinización Asistida Palmas Anormales	P2	2	Podridos
		P3	2	Podridos
		P4	1	Podrido
		P5	2	C3-C3
		P6	3	C5-C3-C3
		P7	2	C3-C3
		P8	3	C3-C3-C3
		P9	1	Podrido
P10		1	Podrido	
T3	Investigación			
		P11	3	C1-C1-C1
	Polinización Asistida Palmas Normales	P12	3	C1-C1-C1

Fuente: Autores

Con polinización natural. De acuerdo a las categorías que muestra la tabla anterior en la parte correspondiente a los testigos con polinización natural, a 5 palmas se les pudrió los 5 racimos seleccionados y a las otras 5 palmas se les formaron los 5 racimos dentro de las categorías C3 y C5.

Para las 2 palmas normales con polinización natural los 2 racimos se formaron dentro de la categoría de los C2

Con polinización asistida. El resultado de las 10 palmas anormales con la aplicación del polen, a 5 de ellas se les pudrió los 7 racimos y a las otras 5 palmas se les formaron 11 racimos en las categorías de los C3 Y C5.

A las 2 palmas normales que se consideraron como testigo del método, los 6 racimos polinizados estuvieron dentro de la categoría de los C1

Resultado final de los tratamientos. El diseño “Completamente al azar” empleado en la metodología nos muestra el resultado de la investigación, al hacer el paralelo del tratamiento 1 de los racimos testigos con polinización natural y el tratamiento 2 de los racimos que recibieron el polen por la polinización asistida, se trató prácticamente de ver si éste era el factor más práctico para mejorar la formación de los racimos en las palmas con coronas mal formadas, al ver que los demás factores como lo son, el genético y el de nutrición, se tornan complicados para conocer el resultado de una nueva investigación, proceso que demanda tiempo y capital.

Analizando las categorías finales de los racimos de los 3 tratamientos del diseño implementado en la investigación, es efectiva la polinización asistida por el método de la espiga en anthesis, como lo demostraron los racimos de las palmas normales clasificados dentro de los C2 con polinización natural y al hacerles la aplicación del polen pasaron a los C1, con un aumento aproximado de 3-4 kilos de peso lo que

representa rentabilidad a las empresas palmeras por mas producción en la misma área de siembra.

Denotamos finalmente en la tabla del diseño que no mejoraron los racimos de las categorías C3, C4, C5, con la aplicación del polen, por lo tanto en estos cultivos de mas de 10 años hacerle otros estudios no representa ninguna rentabilidad y se da por concluido que es mejor optar por la eliminación de las palmas con coronas mal formadas en el sector de Candilejas, plantación de INDUPALMA Ltda.

CONCLUSIONES

La aplicación del polen por el método de la polinización asistida sobre las inflorescencias femeninas en plena receptividad de las palmas con mala formación de racimos del sector de Candilejas, el resultado obtenido se concluye diciendo que la investigación sí presentó resultados positivos sobre las inflorescencias femeninas de las palmas con coronas anormales como se planteó el objeto central del estudio de determinar cuál era el efecto de la polinización asistida sobre los casos especiales encontrados dentro del plantío del sector de Candilejas, pero en cuestión de rentabilidad que era lo que la empresa quería determinar con éstas palmas no fue satisfactorio, siguieron con la misma formación de los C5, C4, C3 que son las categorías de formación con la polinización natural. También se pudo comprobar sobre otros racimos que se encontraban alrededor, sin recibir ningún tratamiento, la formación que mostraron al final de la madurez o del ciclo vegetativo, fueron iguales a los seleccionados, terminaron dentro de las mismas apreciaciones y con las mismas características, tanto de formación de frutos como los que se pudren antes del ciclo útil, (a los 3 meses y 10 días).

El método utilizado en la polinización asistida con las espigas en anthesis de las inflorescencias masculinas, si se obtuvo un resultado satisfactorio, por mejorar la calidad como lo demuestra el resultado en las aplicaciones del polen sobre las palmas normales escogidas como testigo, por pasar de la categoría C2 a la categoría C1, por el llenado total de frutos normales en todos los alvéolos de las espigas del racimo.

El objetivo de la polinización asistida es mejorar lo realizado por los polinizadores (polinización natural), debido al bajo número tanto de insectos como a la emisión de las inflorescencias masculinas en este cruzamiento 1001, por lo cual se

mejora la conformación estructural del racimo y de ésta forma conseguir el mayor potencial de producción dentro de las clasificaciones de los racimos C1, C2, al aumentar el rendimiento en peso de 2 a 3 kilos sobre racimos de cultivos menores de 10 años y conseguir extracciones del 23% por el mayor número de frutos normales.

Se demostró por medio de la investigación de la aplicación del sistema de la polinización asistida que no es la razón a la falta de polen para que los racimos sufran pudriciones parciales o totales en sus estructuras vegetales.

El rango de clasificación de los racimos que aportó la investigación se ubicó dentro de la categoría de los C3 en las inflorescencias femeninas polinizadas, mientras que los testigos en la misma palma con polinización natural se formaron dentro de los C4 y los C5, aunque también llegaron a ubicarse en la clasificación de los C3.

El tiempo de receptividad de las inflorescencias femeninas se determina que en una flor normal está dada entre las 36 y 46 horas, mientras en éstas palmas con problemas de formación tanto de las estructuras vegetales como de las flores receptoras, el tiempo apto de fecundación va desde 36 hasta 120 horas (de 3 a 6 días), lo cual nos demuestra que existen problemas dentro de la parte fisiológica de la planta.

El tiempo del ciclo de formación en los racimos se conoce dentro de lo normal hasta 6 meses para alcanzar su punto óptimo de madurez, por lo tanto en éste caso se observó que la maduración se obtuvo a los 5 meses para los 2 casos, palmas con la problemática y palmas normales, como también se pudo apreciar en los racimos polinizados como en los no polinizados.

La investigación del método de la polinización asistida realizada sobre algunas palmas con coronas de racimos mal formados, se concluye que no es el aporte

para mejorar la formación del racimo y se opte por tomar otros factores que se encuentran como posibles problemas que afectan la mala formación del racimo, como alternativas de solución en el mejoramiento de la producción.

RECOMENDACIONES

De acuerdo al resultado obtenido con la aplicación del polen por medio de la polinización asistida sobre palmas con mala formación de racimos no se obtuvo ningún mejoramiento en frutos normales y llegar a obtener mejores coronas, por lo tanto se recomienda que al inicio de la producción en los cultivos nuevos con palmas que presentan estos problemas, se establezcan otros estudios de investigación de los diferentes factores que inciden en la conformación de los racimos, o de lo contrario, si los resultados son negativos se establezcan de una vez programas para la eliminación de las palmas y ganar espacios de luminosidad, competencias de nutrientes, programas de mantenimientos, y controles fitosanitarios, caso particular del sector de candilejas que en los 10 años de edad, han venido ocasionando pérdidas en la producción estimado en el 1% en la siembra de 29.571 palmas, correspondiendo a 295 palmas limitadas con el problema y en el caso de las 8.600 has. plantadas en la empresa INDUPALMA Ltda., hay un equivalente a 12.298 palmas afectadas que corresponden a un área de 86 Has.

Para el sistema de polinización asistida y la aplicación del polen por medio de las espigas en anthesis se debe tener en cuenta que al ser cortadas de las inflorescencias masculinas, éstas deben estar libres de agua, de lo contrario si están muy húmedas se dificulta la aplicación al momento de sacudirlas sobre las inflorescencias femeninas por que el polen no esparce y queda mal la aplicación, por lo tanto la formación de los racimos no es la ideal por el llenado de frutos normales. La receptividad en las flores femeninas va de 3 a 6 días, se recomienda cortar espigas para cada ocasión, (una flor se poliniza con 2 a 3 espigas dependiendo del tamaño), no guardarlas de un día para otro por el ataque de hongos y causan daños en la viabilidad de los granos del polen.

Además de las recomendaciones anteriores se debe hacer un seguimiento del comportamiento de cada cruzamiento en los suelos de la región de San Alberto, para llevarlos a mejores producciones, en cuanto a, mejor adaptación de la planta por su climatología, susceptibilidad a plagas y enfermedades, tolerancia a las inundaciones, edafología, responder con altas producciones a los programas de fertilización y demostrar con éxito el potencial de aceite al momento de la extracción.

Concluida la investigación del método de la polinización asistida con resultado negativo en la buena formación del racimo, se debe optar por investigar otros factores que posiblemente sea la causa de esta problemática del racimo como son: genéticos, climáticos, edáficos, drenajes, nutrición, distancias de siembra, o sino ver desde otra perspectiva el desarrollo de las palmas y tomar la decisión de eliminarlas para evitar costos innecesarios por el sostenimiento y así retomar el aporte de nutrientes hacia las palmas vecinas y de esta manera compensar el espacio del área despejada.

BIBLIOGRAFÍA

BASRI, M.W. Developments of the oil palm pollinator *Elaeidobious kamerunicus* in Malaysia. *Palm Oil Developments* 2. 1984. p. 1-3.

BROEKMANS, A. Growth, flowering and yield of the oil palm in Nigeria. *J. of Waifor*. 1957. p. 2(7):187-220.

BULGARELLI, J.; CHINCHILLA, C.; RODRÍGUEZ, R. 2002. Male inflorescences, population of *Elaeidobious kamerunicus* and pollination in a young commercial oil palm plantation in a dry area of Costa Rica. *ASD Oil Palm Papers (Costa Rica)* 24: 32-37.

_____. Producido de "ASD Oil Palm Papers No. 24. 2002. p. 38-41.

CHINCHILLA, C.; RICHARDSON, D.. Pollinating insects and the pollination of oil palm in Central America. *ASD Oil Palm Papers, Costa Rica*. 1991. p. 1-18.

_____. Pollinating insects and the pollination of oil palm in Central America. *ASD Oil Palm Papers (Costa Rica)* 2 (Special number). 1991.

CORLEY, R. Oil palm physiology. In *Advances in oil palm cultivation*. The Incorporated Society of Planters, Kuala Lumpur, Malaysia. Oxford University Press. 1973. p. 469.

GOOGLE, ASD, Agronomy program.

HARDON, J. Assisted pollination in oil palm: a review. In *Advances in oil palm*

cultivation. The Incorporated Society of Planters, Kuala Lumpur, Malaysia. Oxford University Press. 1973. p. 184-195.

HARDON, J.; CORLEY, R. Pollination In Oil Palm Research. Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam, The Netherlands. 1976. p. 300-305.

HARDON, J.J and TURNER, P.D. Observations on natural pollination in commercial plantings of oil palm (*Elaeis guineensis*) in Malaya. *Experimental Agriculture* 3. 1967. p. 105-116.

HARDON, J.J.; CORLEY, R.H.V. Pollination. In *Developments in Crop Science* 1. Corley, R.H.V., Hardon, J.J. and Wood, B.J (Eds). Elsevier, Amsterdam. 1976. p. 532.

KANG, S.M. and ZAMA A. KARIM.. Quarantine aspects of the introduction into Malaysia of an oil palm insect pollinator. In *Proceedings of International Plant Protection in the Tropics*. Malaysian Plant Protection Society. Kuala Lumpur. 1982.

LERMA, Héctor Daniel. *Metodología de la investigación: Propuesta, Anteproyecto y proyecto*, Ecoe Ediciones, segunda edición: Reimpresión, Bogotá, D.C. Julio de 2001.

MARIAU, D.; GENTY, P. IRHO contribution to the study of oil palm insect pollinators in Africa, South America and Indonesia. *Oleagineux*. 1988. p. 43 (6): 233-240.

MING, K.S. 1999. The *Elaeidobius kamerunicus* story. *The Planter*. 75 (876), 143-150.

POINAR, G.O. Jr., JACKSON, T.A., BELL, N.L.; WAHID, M.B. *Elaeolenchus parthenonema* n.g., n.sp. (Nematoda: Sphaerularioidea: Anandranematidae n. fam.) parasitic in the palm-pollinating weevil *Elaeidobius kamerunicus* Faust, with a phylogenetic synopsis of the Sphaerularioidea Lubbock, 1861. *Systematic Parasitology*. 2002. p. 52: 219-225.

POT, J., PELEMAN, J.; KUIPER, M.; ZABEAU, M. AFLP: a new technique for DNA fingerprinting. *Nucleic Acids Research*. 1995. p. 23, 4407-4414.

RAO, V. and LAW, I.H. The problem of poor fruitset in parts of East Malaysia. *The Planter (Malaysia)*. 1998. p. 74 (870), 463-483.

SYED, R. Studies on pollination of oil palm in West Africa and Malaysia. Report of The Comm. Inter. Biological Control, CAB. 1978. 38 p.

_____. Los insectos polinizadores de la palma africana. *Palmas (Colombia)*. 1984. p. 5:19-64.

_____. Report on visit to Costa Rica and Honduras for Compañía Bananera de Costa Rica and Tela Railroad Company of Honduras. *Harrisons Fleming Advisory Services Ltd*. 1985. p. 9.

_____. Report on supply of *Elaeidobius kamerunicus* from low and high rainfall localities of Camerun to Costa Rica for United Fruit Co., Oil Palm Operations. *Harrisons Fleming Advisory Services Ltd*. 1986. p. 10.

_____. Studies on oil palm pollination by insects. *Bulletin of Entomological Research*. 1979. p. 69: 213-224.

TURNER, P.D. and GILBANKS, R.A. Oil palm cultivation and management. Incorporated Society of Planters. Kuala Lumpur. 1974. p. 672.

_____. Oil Palm Diseases and Disorders. The Incorporated Society of Planters, Kuala Lumpur, Malaysia. Oxford University Press. 1981. p. 280.

ANEXO

Anexo A. Toma de información

POLINIZACIÓN ASISTIDA – FORMACION DEL RACIMO

ITEM	ETAPAS DEL ESTUDIO Y FORMACIÓN DEL RACIMO	CONCEPTO	2º SEMESTRE DE 2006																1º SEMESTRE DE 2007								OBSERVACIONES								
			Julio				Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre					Enero				Febrero			
			SEMANA				SEMANA				SEMANA				SEMANA				SEMANA				SEMANA					SEMANA							
			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		1	2	3	4	1	2	3	4
1	Localización del sector	Candlejas cultivo 1997 cruzamiento 1001																																	Sector con mayor problemática de formación
2	Ubicación de las palmas	Parcelas: J03CP=9 palmas J03CO=1 palma J03EO=1 palma K03AO=1 palma																																	Palmas con coronas de racimas totalmente malformados.
3	Selección de las inflorescencias femeninas	Parcelas: J03CP=3 inflor. J03CO=26 inflor. J03EO=4 inflor. K03AO=3 inflor.																																	Inflorescencias testigo 12 tratamiento 24.
4	Polinización a inflorescencias femeninas receptoras	Suministro del polen durante los días de receptividad.																																	Receptividad de 6 días
5	Observaciones primarias a la formación del racimo.	Cuajamiento del fruto.																																	Inicialmente formación de frutos.
6	Observaciones al crecimiento general del racimo.	RV = Racimo verde RP = Racimo podrido RM = Racimo maduro																																	RV = 5 palmas = 124 racimos RP = 5 palmas = 12 racimos
7	Toma de fotografías	Al desarrollo del racimo																																	Fotos para el texto y para la presentación
8	Visitas técnicas	Director del proyecto																																	Ing. Jesús Edgardo López Murcia, de Investigación y Desarrollo Indupalma.