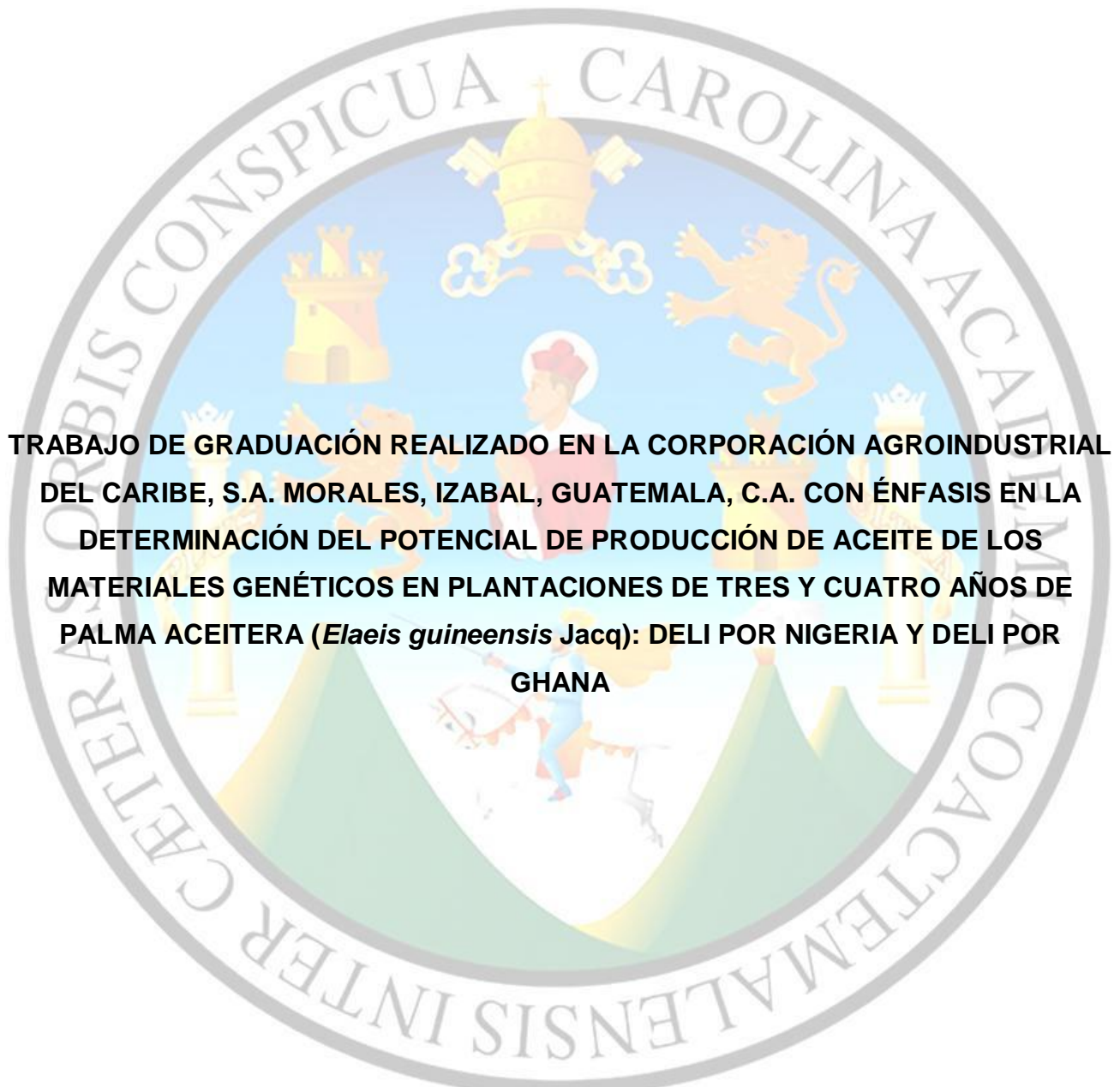


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA

The seal of the University of San Carlos of Guatemala is a circular emblem. It features a central figure of a man in a red tunic and blue hose, riding a white horse. Above him is a golden crown with a cross on top. To the left is a yellow castle with a red roof, and to the right is a golden lion rampant. The background is a light blue sky with white clouds. The entire scene is set against a green landscape with rolling hills. The Latin motto "ORBIS CONSPICUA CAROLINA AC CAETERA COACTEMALENSIS INTER" is inscribed around the perimeter of the seal.

**TRABAJO DE GRADUACIÓN REALIZADO EN LA CORPORACIÓN AGROINDUSTRIAL
DEL CARIBE, S.A. MORALES, IZABAL, GUATEMALA, C.A. CON ÉNFASIS EN LA
DETERMINACIÓN DEL POTENCIAL DE PRODUCCIÓN DE ACEITE DE LOS
MATERIALES GENÉTICOS EN PLANTACIONES DE TRES Y CUATRO AÑOS DE
PALMA ACEITERA (*Elaeis guineensis* Jacq): DELI POR NIGERIA Y DELI POR
GHANA**

MYNOR AARON MARROQUIN RABINAL

GUATEMALA, NOVIEMBRE 2016

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA

TRABAJO DE GRADUACIÓN REALIZADO EN
CORPORACIÓN AGROINDUSTRIAL DEL CARIBE, S.A., MORALES, IZABAL,
GUATEMALA, C.A.

PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE
AGRONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

POR

MYNOR AARON MARROQUIN RABINAL

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO
INGENIERO AGRÓNOMO

EN

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADO

GUATEMALA, NOVIEMBRE 2016

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

RECTOR

Dr. Carlos Guillermo Alvarado Cerezo

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO	Ing. Agr.	Mario Antonio Godínez López
VOCAL PRIMERO	Dr.	Tomás Antonio Padilla Cámbara
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr. M. A.	César Linneo García Contreras
VOCAL TERCERO	Ing. Agr. M. Sc.	Erberto Raúl Alfaro Ortiz
VOCAL CUARTO	P. Agr.	Milton Juan José Caná Aguilar
VOCAL QUINTO	P. Agr.	Cristian Alexander Méndez López
SECRETARIO	Ing. Agr.	Juan Alberto Herrera Ardón

GUATEMALA, NOVIEMBRE 2016

Guatemala, noviembre 2016

Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala

Honorables miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de graduación titulado TRABAJO DE GRADUACIÓN REALIZADO EN LA CORPORACIÓN AGROINDUSTRIAL DEL CARIBE, S.A. MORALES, IZABAL, GUATEMALA, C.A. CON ÉNFASIS EN LA DETERMINACIÓN DEL POTENCIAL DE PRODUCCIÓN DE ACEITE DE LOS MATERIALES GENÉTICOS EN PLANTACIONES DE TRES Y CUATRO AÑOS DE PALMA ACEITERA (*Elaeis guineensis* Jacq): DELI POR NIGERIA Y DELI POR GHANA, como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Sistema de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

Esperando que el mismo llene los requisitos necesarios para su aprobación, me es grato suscribirme,

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

MYNOR AARON MARROQUIN RABINAL

ACTO QUE DEDICO

A:

Dios:

Por ser mi fortaleza hasta este día, proveedor en los momentos de necesidad y fuente de sabiduría para poder culminar esta etapa de mi vida.

Mi Papá:

Mainor Obdulio Marroquin White, por siempre poner a tu familia antes que a vos, gracias por enseñarme que las cosas buenas vienen por poner nuestra confianza en Dios y por el trabajo duro, sos el medio que Dios utilizó para proveerme todo lo necesario para poder cumplir esta meta, sos un gran ejemplo para mí. Este triunfo es para vos, te quiero mucho.

Mi Mamá:

Maria Baudilia Rabinal de Marroquin, por ser un ejemplo de vida a seguir, gracias por tus consejos que me han ayudado a seguir adelante en la vida, gracias por siempre estar pendiente de mí y apoyarme incondicionalmente en todo, este triunfo también es para vos, te quiero mucho.

Mis Hermanos:

Lila, Andrea, Priscila y Miguel Ángel, gracias por su apoyo y cariño brindado en todo momento, cuentan con mi apoyo incondicional y a seguir adelante que nos queda mucho por hacer (ya vamos tres de cinco).

Mis Abuelos:

Raúl Marroquin (Q.E.P.D) Mary White (Q.E.P.D) Cornelio Rabinal (Q.E.P.D) Cristina Sacbajá (Q.E.P.D), que aunque ya no están entre nosotros son una parte importante de este triunfo.

Mis Tíos:

A todos gracias por su apoyo; especialmente a mi tía Andrea por ser una miembro más de mi núcleo familiar, y a mi tía Elisa (Q.E.P.D) por todo el cariño que siempre me mostró y aunque ya no está aquí definitivamente forma parte de este triunfo.

ACTO DE GRADUACIÓN QUE DEDICO

A:

Dios, Por brindarme la sabiduría y los recursos necesarios para alcanzar esta meta.

Guatemala, País de la eterna primavera, tierra bendita que me vio nacer, que la bendición de Dios nunca se aparte de tu lado.

Tecpán Guatemala, bendito pueblo que me ha visto crecer, que ha sido mi hogar y el de mi familia.

Universidad de San Carlos de Guatemala, mi casa de estudios, por formar profesionales que contribuyen al desarrollo del país.

Facultad de Agronomía, por brindarme conocimientos sobre las ciencias agrícolas, que me permitirán desenvolverme en el campo de tan noble profesión, la agricultura.

Escuela Nacional Central de Agricultura, casa de estudios que bajo el lema "Aprender Haciendo" desarrollaste en mí el amor por las ciencias agrícolas y al mismo tiempo me inculcaste el buscar siempre el desarrollo de mi país.

Mi Familia, por ser el completo apoyo en todas las áreas de mi vida, y ser parte fundamental de este triunfo

AGRADECIMIENTOS

A:

Dios, por brindarme la sabiduría y los recursos necesarios para poder culminar este ciclo.

Mi Supervisor, Ing. Agr. M. A. César Linneo García Contreras, por su apoyo y supervisión profesional durante la etapa de EPS, y por su asesoría en la elaboración del presente trabajo de graduación.

Mi Asesor, Ing. Agr. Fernando Rodríguez Bracamonte por su apoyo y asesoría profesional en la elaboración del proyecto de investigación

Ing. Agr. Manuel Bacaro, por brindarme la oportunidad de desarrollar mi EPS en tan prestigiosa empresa.

Ing. Agr. Carlos Chávez, por compartir conmigo sus conocimientos y guiar mi trabajo durante el período de EPS.

Corporación Agroindustrial del Caribe (AGROCARIBE S.A.), por ser la empresa que me recibió, para poder culminar mi etapa de formación académica.

A mi familia en Izabal especialmente a mi tío Arnoldo Marroquin, por abrirme las puertas de su casa, y tratarme como a uno más de sus hijos, haciendo que mi estancia lejos de mí hogar fuera agradable.

A mis amigos, por todos los buenos momentos vividos en nuestra etapa de vida universitaria, cuentan conmigo siempre, que Dios los bendiga.

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	PÁGINA
1. CAPÍTULO I	1
DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA PRODUCCIÓN DE PALMA ACEITERA (<i>Elaeis guineensis</i> Jacq) EN LA CORPORACIÓN AGROINDUSTRIAL DEL CARIBE “AGROCARIBE, S. A.” MORALES, IZABAL, GUATEMALA, C.A.....	1
1.1 PRESENTACIÓN	2
1.2 MARCO REFERENCIAL	3
1.2.1 Ubicación y extensión del lugar	3
1.2.2 Condiciones Ambientales y de Suelo.....	5
1.3 OBJETIVOS	6
1.3.1 General	6
1.3.2 Específicos.....	6
1.4 METODOLOGÍA.....	7
1.4.1 Recopilación de información primaria	7
1.4.2 Visita de campo	7
1.4.3 Recopilación de información secundaria.....	7
1.4.4 Consolidación de la información	7
1.5 RESULTADOS	8
1.5.1 Requerimientos Climáticos	9
1.5.2 Vivero.....	10
1.5.3 Siembra en campo	13
1.5.4 Labores culturales.....	14
1.5.5 Plagas y enfermedades	15
1.5.6 Producción.....	19
1.5.7 Extracción de Aceite	20
1.5.8 Certificaciones	22
1.5.9 Personal.....	23
1.6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	24
1.7 BIBLIOGRAFÍA.....	25

	PÁGINA
2. CAPÍTULO II.....	26
DETERMINACIÓN DEL POTENCIAL DE PRODUCCIÓN DE ACEITE DE LOS MATERIALES GENÉTICOS EN PLANTACIONES DE TRES Y CUATRO AÑOS DE PALMA ACEITERA (<i>Elaeis guineensis</i> Jacq): DELI POR NIGERIA Y DELI POR GHANA; EN LA EMPRESA AGROCARIBE, S. A. MORALES, IZABAL, GUATEMALA, C.A.	26
2.1 PRESENTACIÓN.....	27
2.2 MARCO CONCEPTUAL	29
2.2.1 Características botánicas	29
2.2.2 Factores climáticos que requiere la palma aceitera	35
2.2.3 Factores edáficos requeridos por la palma aceitera	36
2.2.4 Rendimiento potencial de aceite de la palma aceitera	37
2.2.5 Manejo agronómico de la palma aceitera.....	37
2.2.6 Manejo de vivero	40
2.2.7 Características de los materiales genéticos	42
2.2.8 Análisis estadísticos para los resultados obtenidos.	44
2.3 MARCO REFERENCIAL.....	46
2.3.1 Ubicación del lugar	46
2.3.2 Condiciones climáticas y de suelo.....	47
2.4 OBJETIVOS.....	48
2.4.1 General.....	48
2.4.2 Específicos	48
2.5 HIPÓTESIS.....	48
2.6 METODOLOGÍA	49
2.6.1 Material genético.....	49
2.6.2 Manejo de la investigación	49
2.6.3 Determinación del potencial de producción de aceite	51
2.6.4 Análisis de Datos.....	62
2.7 RESULTADOS.....	66
2.7.1 Prueba de hipótesis para la media de una población.....	66
2.7.2 Análisis de contrastes ortogonales	67
2.7.3 Caracterización de los racimos de los materiales evaluados	69
2.8 CONCLUSIONES	70
2.9 RECOMENDACIONES	71
2.10 BIBLIOGRAFÍA.....	72

	PÁGINA
2.11 ANEXOS	75
2.11.1 Prueba de hipótesis para la media de una población	75
2.11.2 Análisis de varianza.....	83
2.11.3 Contrastes ortogonales.....	85
2.11.4 Test shapiro - wilks.....	89
3. CAPÍTULO III	97
SERVICIOS REALIZADOS EN EL DEPARTAMENTO TÉCNICO DE LA CORPORACIÓN AGROINDUSTRIAL DEL CARIBE, S.A. MORALES, IZABAL, GUATEMALA, C.A.	97
3.1 PRESENTACIÓN	98
3.2 EVALUACIÓN DE RACIMOS DE FRUTA FRESCA EN TOLVA.....	99
3.2.1 Objetivos.....	99
3.2.2 Metodología	99
3.2.3 Resultados	101
3.2.4 Evaluación	103
3.3 MANEJO DE LOS REGISTROS DE APLICACIÓN DE AGROQUÍMICOS EN CAMPO EN EL DISTRITO 1 Y 2 DE LA EMPRESA AGROCARIBE, S.A.	104
3.3.1 Objetivos.....	104
3.3.2 Metodología	104
3.3.3 Resultados	105
3.3.4 Evaluación	109
3.4 REUBICACIÓN Y GEOREFERENCIACION DE TRAMPAS DE <i>Rhynchophorus</i> <i>palmarum</i> EN EL DISTRITO 1 y 2 DE LA EMPRESA AGROCARIBE, S.A.	110
3.4.1 Objetivos.....	110
3.4.2 Metodología	111
3.4.3 Resultados	111
3.4.4 Evaluación	115

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
Figura 1 Ubicación geográfica de Corporación Agroindustrial del Caribe, S.A.	3
Figura 2 Ubicación de los distritos en Corporación Agroindustrial del Caribe, S.A.	4
Figura 3 Área sembrada de los materiales utilizados en AgroCaribe, S.A.	8
Figura 4 Recepción de semilla germinada variedad Deli x Ghana provista por la empresa ASD, Costa Rica.	10
Figura 5 Área de pre-vivero ubicada en la finca “La Francia”, AgroCaribe, S.A.	11
Figura 6 Vivero de palma aceitera ubicado en finca “La Francia”, AgroCaribe, S.A.	12
Figura 7 Establecimiento de plantación nueva en el Distrito 3, AgroCaribe, S.A.	13
Figura 8 Trampa para el control de <i>Opsiphanes cassina</i>	16
Figura 9 Trampa para el control de <i>Rhynchophorus palmarum</i>	17
Figura 10 Síntomas de presencia de “Anillo Rojo” en planta de Palma Aceitera.	18
Figura 11 Estimado de producción de fruta fresca para el periodo 2006-2020 de la empresa.	19
Figura 12 Diagrama del proceso de extracción de aceite en Extractora del Atlántico, S.A.	21
Figura 13 Certificado de Rainforest Alliance para AgroCaribe, S.A.	22
Figura 14 Certificado de BASC para Extractora del Atlántico, S.A.	22
Figura 15 Organigrama de AgroCaribe, S.A.	23
Figura 2.1 Inflorescencia masculina de palma aceitera	32
Figura 2.2 Inflorescencia femenina de palma aceitera.	33
Figura 2.3 Racimo de palma aceitera	33
Figura 2.4 Fruto de palma aceitera	34
Figura 2.5 Clasificación de frutos de palma aceitera.	34
Figura 2.6 Semillas de palma germinadas en la etapa de previvero.	40
Figura 2.7 Palmas en etapa de vivero.	41
Figura 2.8 Material Deli por Ghana de 5 años de edad.	42
Figura 2.9 Material Deli por Nigeria de 5 años de edad	43
Figura 2.10 Ubicación de la empresa Agrocaribe S.A.	46
Figura 2.11 Góndola con frutos recolectados en el frente de cosecha	51

PÁGINA

Figura 2.12 Racimos trasladados en sacos al laboratorio	51
Figura 2.13 Pesaje de racimos	52
Figura 2.14 Separación de espigas del pedúnculo	52
Figura 2.15 Pesaje de pedúnculo	53
Figura 2.16 Espiga que conforma el racimo	53
Figura 2.17 Cuarteo de espigas	54
Figura 2.18 Muestra de espiga, tomada de los cuarteos	54
Figura 2.19 Pesaje de la muestra de espigas.....	55
Figura 2.20 Pesaje de los frutos de las espigas	55
Figura 2.21 Clasificación de los frutos del racimo.	56
Figura 2.22 Partes que conforman la espiga, separadas.	57
Figura 2.23 Muestra de frutos internos.	57
Figura 2.24 Picado de la pulpa en rodajas delgadas.....	58
Figura 2.25 Pesaje de las nueces.	58
Figura 2.26 Pesaje del recipiente vacío a utilizar para el secado de las muestras	59
Figura 2.27 Pesaje de la muestra fresca	59
Figura 2.28 Deshidratado de la muestra en hornos microondas	60
Figura 2.29 Pesaje de la muestra seca	60
Figura 2.30A Grafica de normalidad de los porcentajes de producción de aceite	90
Figura 2.31A Comportamiento de la precipitación, humedad relativa, temperatura y potencial de producción de aceite de material Deli x Ghana 2009.....	91
Figura 2.32A Comportamiento de la precipitación, humedad relativa, temperatura y potencial de producción de aceite de material Deli x Ghana 2010.....	92
Figura 2.33A Comportamiento de la precipitación, humedad relativa, temperatura y potencial de producción de aceite de material Deli x Nigeria 2009	93
Figura 2.34A Comportamiento de la precipitación, humedad relativa, temperatura y potencial de producción de aceite de material Deli x Nigeria 2010	94
Figura 3.1 Procedimiento de evaluación de fruto en tolva	101
Figura 3.2 Clasificación y conteo de los racimos de acuerdo a los criterios de corte.	101
Figura 3.3 Procedimiento para la ubicación de las trampas en campo	111

	PÁGINA
Figura 3.4 Ubicación de trampas en el distrito 1 sector 4	112
Figura 3.5 Ubicación de trampas distrito 2 sector 1	112
Figura 3.6 Ubicación de trampas distrito 2 sector 2	113
Figura 3.7 Ubicación de trampas distrito 2 sector 3	113
Figura 3.8 Ubicación de trampas distrito 2 sector 5	114

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	PÁGINA
Cuadro No. 1 Distribución del área productiva de AgroCaribe, S.A.....	4
Cuadro No. 2.1 Fertilización en palma aceitera.....	38
Cuadro No. 2.2 Criterios de corte de racimos.....	39
Cuadro No. 2.3 Área de los tratamientos.....	49
Cuadro No. 2.4 Resumen de resultados de la prueba de hipótesis para la media de una población $t= 14\%$	66
Cuadro No. 2.5 Resumen de resultado del análisis de contrastes ortogonales.....	67
Cuadro No. 2.6 Caracterización de los materiales evaluados.	69
Cuadro No. 2.7A Resumen de resultados de porcentajes de potencial de producción de aceite, Deli por Ghana 2009.....	75
Cuadro No. 2.8A Resumen de resultados de porcentajes potencial de producción de aceite, Deli por Ghana 2010.....	77
Cuadro No. 2.9A Resumen de resultados de porcentaje de potencial de producción de aceite, Deli por Nigeria 2009.....	79
Cuadro No. 2.10A Resumen de resultados de porcentaje potencial de producción de aceite, Deli por Nigeria 2010.....	81
Cuadro No. 2.11A Resultados obtenidos de potencial de producción de aceite (porcentajes).	83
Cuadro No. 2.12A Datos obtenidos para análisis de varianza.....	83
Cuadro No. 2.13A Resumen del análisis de varianza.....	84
Cuadro No. 2.14A Sumatoria total de los resultados obtenidos de cada material.	87
Cuadro No. 2.15A Resumen del análisis de contrastes ortogonales.....	88
Cuadro No. 2.16A Resultados obtenidos del test Shapiro - Wilks, a través de INFOSTAT....	89
Cuadro No. 2.17A Boleta utilizada para la recolección de datos.....	95
Cuadro No. 3.1 Criterios de corte de racimos empleados en AgroCaribe, S.A.	100
Cuadro No. 3.2 Resultados obtenidos en la evaluación en tolva, de los envíos de fruta de las fincas.....	102

PÁGINA

Cuadro No. 3.3 Registro de aplicación de productos químicos durante el mes de enero de 2014..... 105

Cuadro No. 3.4 Registro de aplicación de productos químicos durante el mes de febrero de 2014..... 106

Cuadro No. 3.5 Registro de aplicación de productos químicos durante el mes de marzo de 2014..... 107

Cuadro No. 3.6 Registro de aplicación de productos químicos durante el mes de abril de 2014..... 108

TRABAJO DE GRADUACIÓN REALIZADO EN LA CORPORACIÓN AGROINDUSTRIAL DEL CARIBE, S.A., MORALES, IZABAL, GUATEMALA, C.A., CON ÉNFASIS EN LA DETERMINACIÓN DEL POTENCIAL DE PRODUCCIÓN DE ACEITE DE LOS MATERIALES GENÉTICOS EN PLANTACIONES DE TRES Y CUATRO AÑOS DE PALMA ACEITERA (*Elaeis guineensis* Jacq): DELI POR NIGERIA Y DELI POR GHANA

RESUMEN

Corporación Agroindustrial del Caribe, S.A. (Agrocaribe, S.A.) es una empresa guatemalteca fundada en 1998, dedicada a la producción de aceite vegetal derivado de la palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq).

Como producto del diagnóstico realizado en la Empresa Agrocaribe, S.A., se detectó que para la zona en donde se encuentra ubicada, los potenciales de producción de aceite para plantaciones adultas (5 años de edad en adelante), oscilan entre 24 y 32%, dependiendo de la edad y material genético; para plantaciones jóvenes (3-4 años de edad) no se ha determinado el potencial de producción de aceite, lo cual dificulta estimar los costos de producción de campo, esto a su vez dificulta la elaboración del presupuesto, el cual incluye: ingresos, costos, logística de transporte, entre otros.

Por tal razón la investigación consistió en determinar los potenciales de producción de aceite en plantaciones jóvenes, trabajando con los materiales genéticos: “Deli por Nigeria” y “Deli por Ghana” en dos etapas de producción distintas (3 y 4 años de edad), obteniendo como resultado que los potenciales de producción de aceite de las plantaciones de tres años de edad de ambos materiales se ajustan al dato de 14%; mientras que las plantaciones de cuatro años de edad se ajustan al dato de 17.3%.

Los servicios realizados durante el Ejercicio Profesional Supervisado, se realizaron en el Departamento Técnico de Agrocaribe, S.A., El primer servicio, consistió en la evaluación de racimos de fruta fresca en tolva, el cual se hizo con el fin de tener control, de que en campo el personal de cosecha estuviese acatando las indicaciones dadas para el corte de los racimos en campo y al mismo tiempo tener un registro de la calidad con que los racimos estuvieron

ingresando a la tolva, con el fin de tener un respaldo al momento de un reclamo por parte de la planta extractora.

El segundo servicio, consistió en llevar el registro de aplicación de productos químicos en campo en el distrito 1 y 2 de la empresa, con el objetivo de tener un control de cuanto, donde y que producto se aplicaba así como el responsable de dicha actividad.

El tercer servicio, fue la reubicación y georreferenciación de trampas de *Rhynchophorus palmarum* en el distrito 1 y 2 de la empresa, con el objetivo de colocar una trampa por cada cinco hectáreas de cultivo, buscando con ello mejorar el control de *R. palmarum*.



1.1 PRESENTACIÓN

Corporación Agroindustrial del Caribe, S.A. (Agrocaribe, S.A.) es una empresa guatemalteca de clase mundial fundada en 1998, líder en la productividad de aceite vegetal derivado de la palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq), trabajando bajo altos estándares de calidad, a través del uso de buenas prácticas agrícolas y procesos industriales de la más alta tecnología.

Está ubicada en la región norte del país específicamente entre los municipios de Morales y Puerto Barrios del departamento de Izabal. Actualmente cuentan con un área productiva de 12,767.24 Ha con diferentes materiales de palma aceitera.

Al mismo tiempo existe una alianza estratégica con La Extractora del Atlántico, una de las plantas extractoras más modernas de Guatemala, la cual registra excelentes niveles de extracción de aceites y una capacidad actual de procesamiento de 500 - 600 Ton / día en los meses de Julio – Septiembre, y de 200 – 400 Ton / día en los otros meses.

La actividad principal es producir, procesar y comercializar los productos derivados de la palma aceitera tales como aceite crudo de palma, aceite crudo y harina de palmiste.

El presente diagnóstico está enfocado hacia la contextualización de la situación actual de la producción y proceso de los productos obtenidos de la Palma Aceitera (*Elaeis guineensis*) en la empresa Agrocaribe, S.A.

1.2 MARCO REFERENCIAL

1.2.1 Ubicación y extensión del lugar

El área que ocupa la empresa Agrocaribe, S.A. está ubicada entre los municipios de Morales y Puerto Barrios en el departamento de Izabal, específicamente en el km. 273.5 de la ruta al atlántico (CA-9) (ver figura 1).

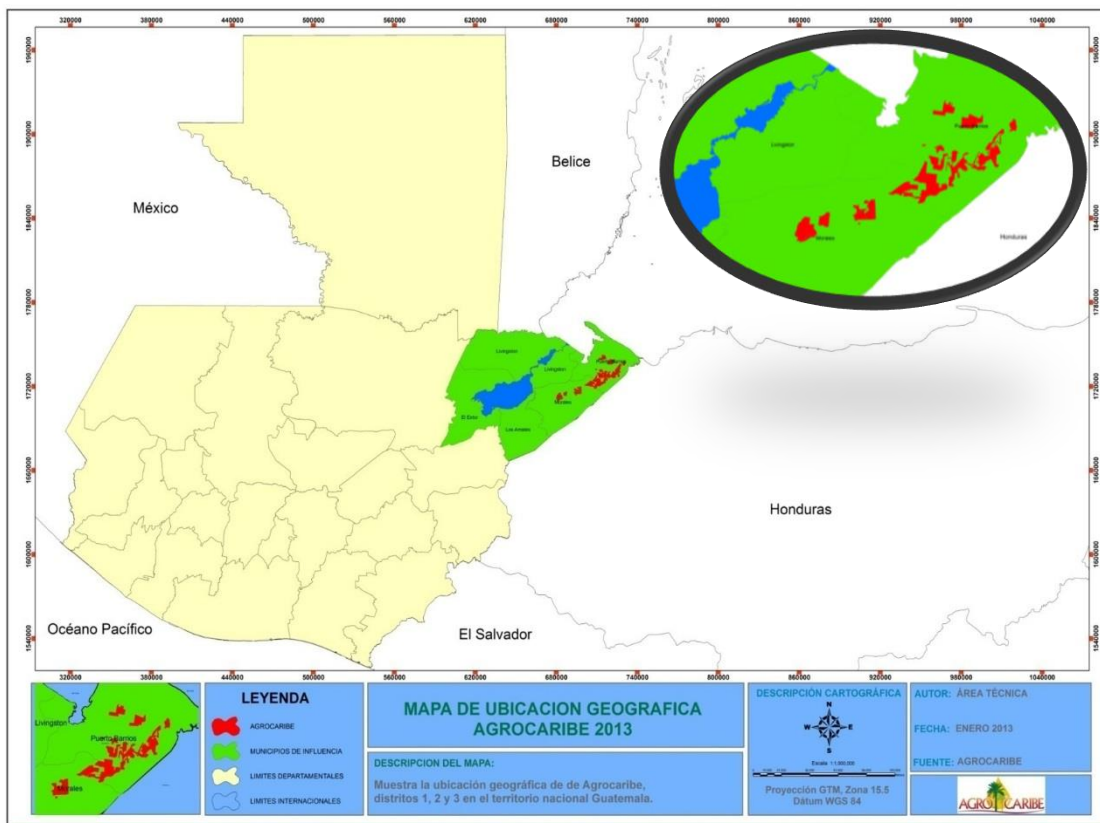


Figura 1 Ubicación geográfica de Corporación Agroindustrial del Caribe, S.A.

Fuente: AgroCaribe, 2013

Agrocaribe S.A. cuenta con una extensión de 12,767.24 Ha. del cultivo de Palma Aceitera (*Elaeis guineensis*), la cual se encuentra dividida en 3 distritos (ver figura 2), los cuales se detallan en el Cuadro No. 1.

Cuadro No. 1 Distribución del área productiva de AgroCaribe, S.A.

Distrito	Área en desarrollo (Ha.)	Área en producción (Ha.)	Área por sembrar (Ha.)	Total área productiva (Ha.)	%
1	390.86	4,097.41	3.73	4,492.00	35%
2	422.46	4,032.05	22.03	4,476.54	35%
3	1,910.52	1,119.47	768.72	3,798.70	30%
Total	2,723.83	9,248.92	794.48	12,767.24	100%
%	21%	72%	6%	100%	

Fuente: AgroCaribe, 2013

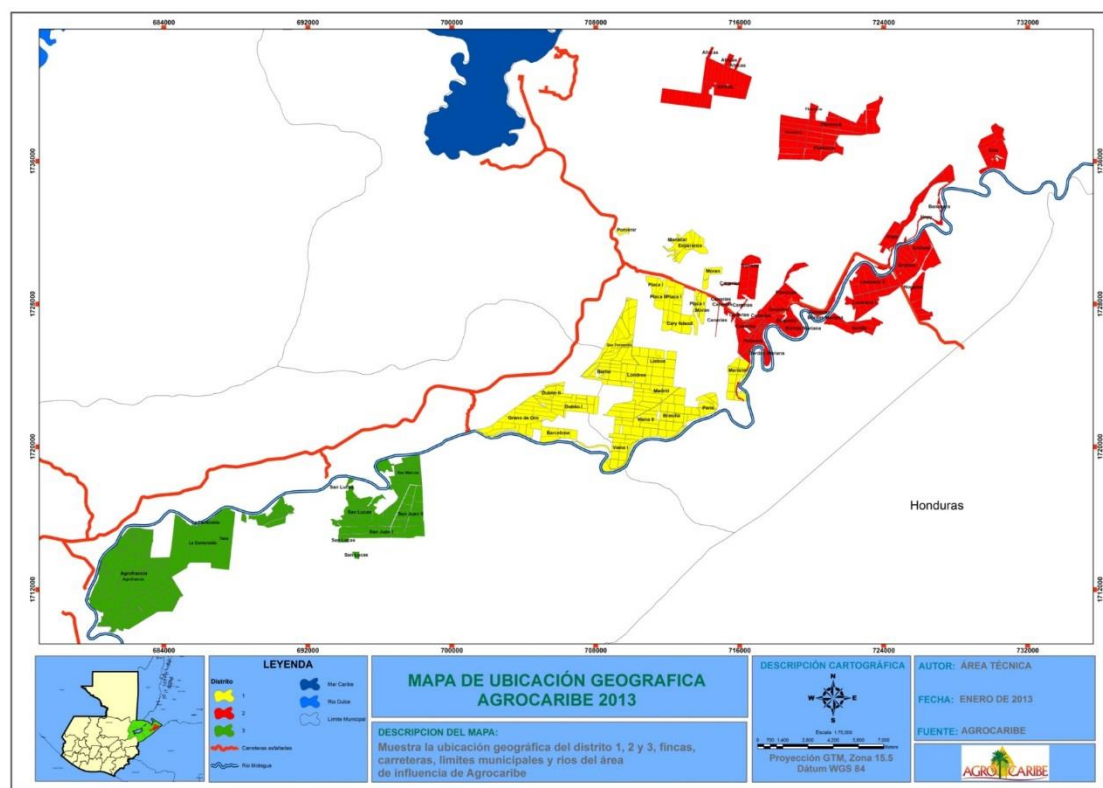


Figura 2 Ubicación de los distritos en Corporación Agroindustrial del Caribe, S.A.

Fuente: AgroCaribe 2013

Para un mejor manejo y administración de la plantación, el distrito uno está dividido en 14 fincas distribuidas en 4 sectores, el distrito dos está dividido en 20 fincas distribuidas en 5 sectores y el distrito 3 está dividido en 9 fincas distribuidas en 3 sectores; cada finca a su vez se divide en bloques.

1.2.2 Condiciones Ambientales y de Suelo

1.2.2.1 Precipitaciones

2500 – 3000 mm anuales.

1.2.2.2 Humedad

65 – 80 % HR

1.2.2.3 Temperaturas

Mínima 24° C y Máxima 37° C

1.2.2.4 Zona de vida

Izabal posee diferentes zonas de vida, pero la zona donde se encuentra ubicada Agrocaribe S.A. es el bosque muy húmedo subtropical cálido (bmh-Sc) haciéndolo un lugar óptimo para el cultivo de palma africana.

1.2.2.5 Suelos

Agrocaribe S.A. posee diferentes clases de suelo, siendo así los suelos de estructura granular y textura arcillosa los que predominan, son profundos (0.8 – 1.5 m) con un mal drenaje y con pendientes que van desde los 1 - 3% los que mayor predominan.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 General

Conocer la situación actual de la producción de Palma Aceitera (*Elaeis guineensis*) en la empresa Agrocaribe S.A.

1.3.2 Específicos

- a) Conocer el manejo agronómico del cultivo de Palma Aceitera (*Elaeis guineensis*).
- b) Detectar los problemas o necesidades dentro del proceso productivo del cultivo de palma aceitera (*Elaeis guineensis*) en la empresa Agrocaribe S.A.

1.4 METODOLOGIA

1.4.1 Recopilación de información primaria

Se entrevistó al gerente y auxiliares del área técnica de la empresa Agrocaribe, S.A. con el fin de obtener información de los diferentes procesos ligados a la producción del cultivo de Palma Aceitera (*Elaeis guineensis*).

1.4.2 Visita de campo

Se realizaron recorridos de campo por las diferentes fincas de la empresa (respaldado por el gerente y auxiliares del área técnica), con el fin de conocer el manejo agronómico que se le da al cultivo de Palma Aceitera (*Elaeis guineensis*).

1.4.3 Recopilación de información secundaria

Se revisaron documentos científicos (tesis, artículos, manuales de campo, libros) sobre el cultivo de Palma Aceitera (*Elaeis guineensis*), con el fin de ampliar la información obtenida en las entrevistas y recorridos de campo que se realicen.

1.4.4 Consolidación de la información

Se procedió a agrupar la información obtenida, la cual fue analizada con el fin de crear un perfil de la situación actual de la producción de Palma Aceitera (*Elaeis guineensis*) en la empresa Agrocaribe, S.A.

1.5 RESULTADOS

Una palma en Agrocaribe, S.A. dependiendo de su edad puede producir entre 10-24 racimos/año, con pesos promedios que varían entre los 3-5 Kg. para las palmas entre 1-2 años de producción, y de 25-30 Kg. Para las palmas mayores de 8 años. Las productividades pueden variar entre 8-30 Ton/Ha/año dependiendo la edad del cultivo. Las palmas comienzan a producir desde los 24-26 meses, y después de sembradas en campo su vida útil en campo es de alrededor de 25 años (AgroCaribe, 2013).

Los materiales que actualmente se trabajan en Agrocaribe, S.A. son: Deli x Ghana, Cirad, Deli x Ekona, Dami las Flores, Deli x Avros, Clon, Compacta x Nigeria, Evolution, Tanzania x Ekona y los Híbridos que son una cruce entre E. Oleíferas y E. guineensis (AgroCaribe, 2013).

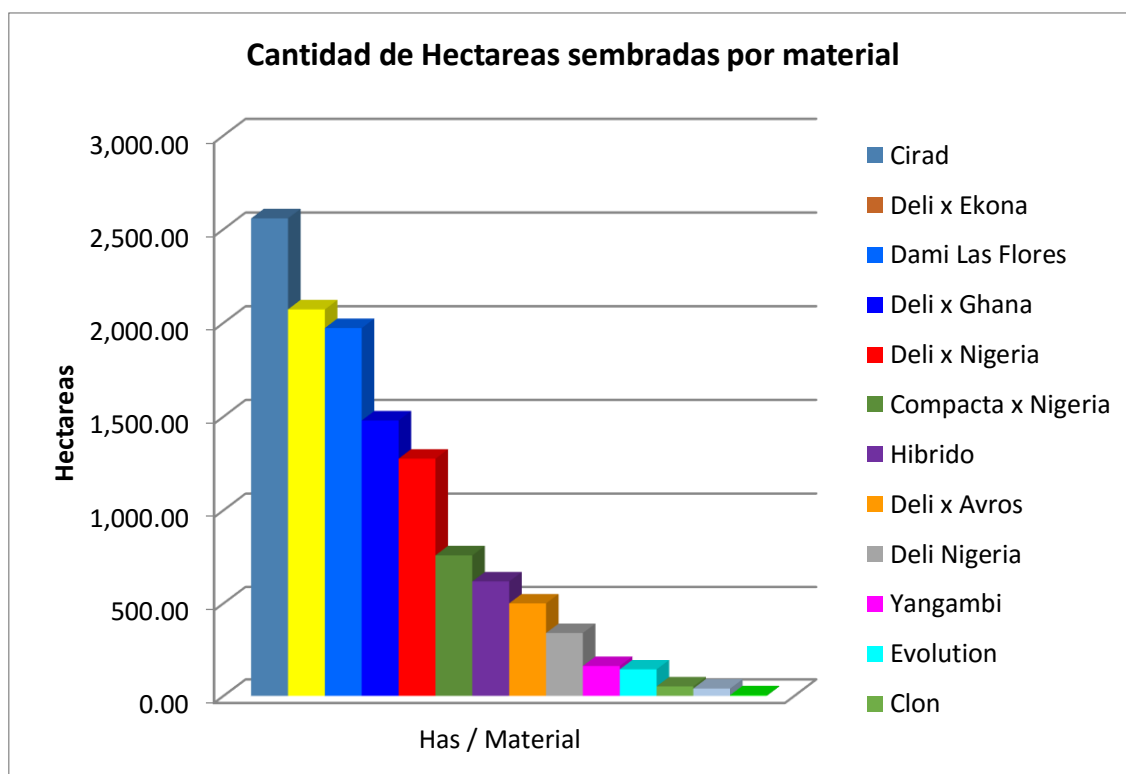


Figura 3 Área sembrada de los materiales utilizados en AgroCaribe, S.A.

Fuente: AgroCaribe, 2013.

1.5.1 Requerimientos Climáticos

1.5.1.1 Temperatura

25-28 °C

1.5.1.2 Precipitación:

1800-2000 mm anuales

1.5.1.3 Humedad Relativa:

Superior a 75%

1.5.1.4 Altura sobre el nivel del mar

0-500 msnm

1.5.1.5 Requerimiento lumínico

1500-2000 horas luz/año

Actualmente Agrocaribe, S.A. cuenta con 5 estaciones meteorológicas, en las cuales se registra: precipitación, días de lluvia, temperaturas (Max. Min. y Med.), punto de rocío, humedad relativa, radiación, luz solar, dirección y velocidad del viento y humedad del suelo.

1.5.2 Vivero

El material genético con el que se trabaja el cultivo de palma aceitera, debe poseer un alto potencial de rendimiento y un alto potencial de extracción aceite, lo cual se asegura realizando los pedidos de semilla a casas productoras certificadas, las cuales entregan las semillas previamente germinadas.



Figura 4 Recepción de semilla germinada variedad Deli x Ghana provista por la empresa ASD, Costa Rica.

Fuente: Propia

Estas semillas son trasladadas a un área de previvero, que es un área cubierta de sarán con sistema de micro aspersión y camas elevadas a un metro de altura, en madera, encima de las cuales se extiende un malla en la cual se colocan tubetes plásticos que son llenados con el sustrato BM2, y es dentro de estos tubetes que se coloca la semilla pre-germinada, con el fin de asegurar los primeros 3 meses del cultivo.



Figura 5 Área de pre-vivero ubicada en la finca “La Francia”, AgroCaribe, S.A

Fuente: Propia

Después de la etapa de 3 meses en pre-vivero las plantas son trasladadas al área de vivero, la cual dura alrededor de 9 meses, y es en esta etapa en donde se hace la selección final de las plantas que irán al campo definitivo.



Figura 6 Vivero de palma aceitera ubicado en finca “La Francia”, AgroCaribe, S.A

Fuente: Propia.

1.5.3 Siembra en campo

La siembra se realiza a un distanciamiento de 9 m. al tresbolillo, orientando las líneas de Norte-Sur, con el objetivo de que las palmas no se hagan sombra entre ellas. Para la siembra se abre un agujero en el suelo, y en el fondo se le aplica Fosfato Diamónico (18-46-0), se coloca la planta en el agujero y se procede a tapar y apretar evitando que queden bolsas de aire en el suelo.



Figura 7 Establecimiento de plantación nueva en el Distrito 3, AgroCaribe, S.A.

Fuente: Propia

1.5.4 Labores culturales

1.5.4.1 Plateo

Puede ser manual, mecánico o químico, y consiste en mantener el área alrededor de la palma libre de malezas (AgroCaribe, 2012).

1.5.4.2 Chapia

Puede ser manual, mecánico o químico, y consiste en mantener el área en medio de las calles de la palma libre de malezas (AgroCaribe, 2012).

1.5.4.3 Castración o ablación

En esta labor se deben eliminar las primeras flores y racimos que produce la palma, sin cortar las hojas, con el objetivo de concentrar los nutrientes y energía de la planta en formación de follaje. La ablación solo debe hacerse a los 12, 15 y 18 meses (AgroCaribe, 2012).

1.5.4.4 Poda

Cuando la palma tenga por lo menos 2 niveles de hojas vacíos por debajo de los racimos maduros, se debe realizar la primera poda de hojas, las cuales deben ser cortadas a ras del estipe. Después de la primera poda, las siguientes podas deben hacerse 1-2 veces al año (AgroCaribe, 2012).

1.5.4.5 Fertilización

Se hace en base a análisis foliares y análisis de suelos, por lo cual cada material tiene su propio plan de fertilización acorde a las condiciones de la finca y requerimientos nutricionales de cada etapa de desarrollo del cultivo (AgroCaribe, 2012).

1.5.4.6 Cosecha

Comprende 3 fases que son: a) el corte del racimo, b) el acarreo a la góndola (incluyendo las pepas que desprenda en el corte), c) el traslado del fruto a la extractora. Los ciclos de corte trabajados en Agrocaribe S.A. son de 8-10 días dependiendo de la cantidad de fruta madura en el bloque (AgroCaribe, 2012).

1.5.5 Plagas y enfermedades

Las principales plagas y enfermedades que afectan las plantaciones de Agrocaribe S.A. son:

1.5.5.1 Zompopos

El problema que ocasionan es la defoliación de las palmas. El control va dirigido a las troneras a través del insuflado de productos químicos, seguido a esto se marcan los nidos que han sido tratados (AgroCaribe, 2013).

1.5.5.2 Roedores

El principal problema lo causan en los racimos o en el bulbo del tallo de las plantas jóvenes (menores de 2 años). El combate que se realiza a los roedores es integral, manteniendo un ambiente inadecuado para su reproducción (control de malezas y ramas en descomposición) al mismo tiempo se favorece la presencia de aves rapaces con la colocación de posaderas dentro de los lotes, y por último se colocan cebos envenenado en los lotes que presente mayor problema (AgroCaribe, 2013).

1.5.5.3 *Opsiphanes cassina*

El daño lo causan las larvas, las cuales defolian las hojas de la palma. El control va dirigido a los adultos, mediante la colocación de trampas, las cuales consisten en una bolsa plástica transparente, la cual es colgada en la palma y en su interior se coloca agua con melaza, la cual por la fermentación que se produce funciona como atrayente de los adultos (ver figura 8), (AgroCaribe, 2013).



Figura 8 Trampa para el control de *Opsiphanes cassina*.

Fuente: Propia

1.5.5.4 *Rhynchophorus palmarum*

El daño directo lo causan las larvas, que taladran y destruyen los tejidos internos de la planta, y al mismo tiempo propician el desarrollo de microorganismos en la planta. Como mecanismos de control se utilizan trampas para la captura de los adultos, colocando canecas plásticas, con ventanas laterales, a las cuales se les agrega agua con melaza, más una feromona de agregación (funciona como atrayente) (ver figura 9); se coloca una trampa cada 5 o 10 Ha. (dependiendo de la severidad del ataque), y el monitoreo se realiza cada 15 días (AgroCaribe, 2013).



Figura 9 Trampa para el control de *Rhynchophorus palmarum*

Fuente: Propia

1.5.5.5 Anillo Rojo

Es una enfermedad causada por el nematodo *Bursaphelenchus cocophilus*, cuyo principal vector es *Rhynchophorus palmarum*. Esta enfermedad ocasiona un acortamiento del tamaño de las hojas superiores y pudre los racimos formados, por el bloqueo de los haces vasculares que ocasiona el nematodo. Si se detecta un caso de anillo rojo, la planta debe ser eliminada (AgroCaribe, 2013).



Figura 10 Síntomas de presencia de “Anillo Rojo” en planta de Palma Aceitera.

Fuente: Propia

1.5.6 Producción

Para el 2012 la producción alcanzada en Agrocaribe, S.A. fue de 250,171 TM, las cuales están divididas en:

115,974 TM en Distrito No. 1

110,259 TM en Distrito No. 2

23,928 TM en Distrito No. 3.

Agrocaribe, S.A. tiene una producción promedio de 28.94 TM/Has las cuales se dividen en:

29.63 TM/Has del Distrito No. 1

28.76 TM/Has del Distrito No. 2

28.41 TM/Has del Distrito No. 3.

En base a los registros de producción y al crecimiento ascendente que la empresa ha tenido año tras año, se presenta en la siguiente gráfica el estimado de producción que se tiene hasta el año 2020 (AgroCaribe, 2013).



Figura 11 Estimado de producción de fruta fresca para el periodo 2006-2020 de la empresa

Fuente: AgroCaribe, 2013.

1.5.7 Extracción de Aceite

La palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq) produce 10 veces más del rendimiento de aceite proporcionado por la mayoría de los otros cultivos oleaginosos (GREPALMA, 2012).

El proceso de extracción de aceite se realiza en la Extractora del Atlántico, S.A. una de las plantas extractoras más modernas de Guatemala, la cual registra excelentes niveles de extracción de aceites y una capacidad actual de procesamiento de 500 - 600 Ton / día en los meses de Julio – Septiembre, y de 200 – 400 Ton / día en los otros meses (AgroCaribe, 2013).

La palma aceitera produce dos importantes aceites:

1.5.7.1 Aceite de Palma

Es el extraído de todas las partes del racimo, a excepción de la semilla, y se utiliza extensamente en oleomargarina, manteca y grasas para la cocina y en la fabricación industrial de muchos otros productos para la alimentación humana (AgroCaribe, 2013).

1.5.7.2 Aceite de almendra de palma (palmiste)

Es extraído directamente de las semillas del racimo, y por su alto contenido de ácido laúrico es utilizado en la producción de jabones de excelente espuma y algunos cosméticos (AgroCaribe, 2013).

En el siguiente diagrama, se muestra el proceso de extracción de aceite:

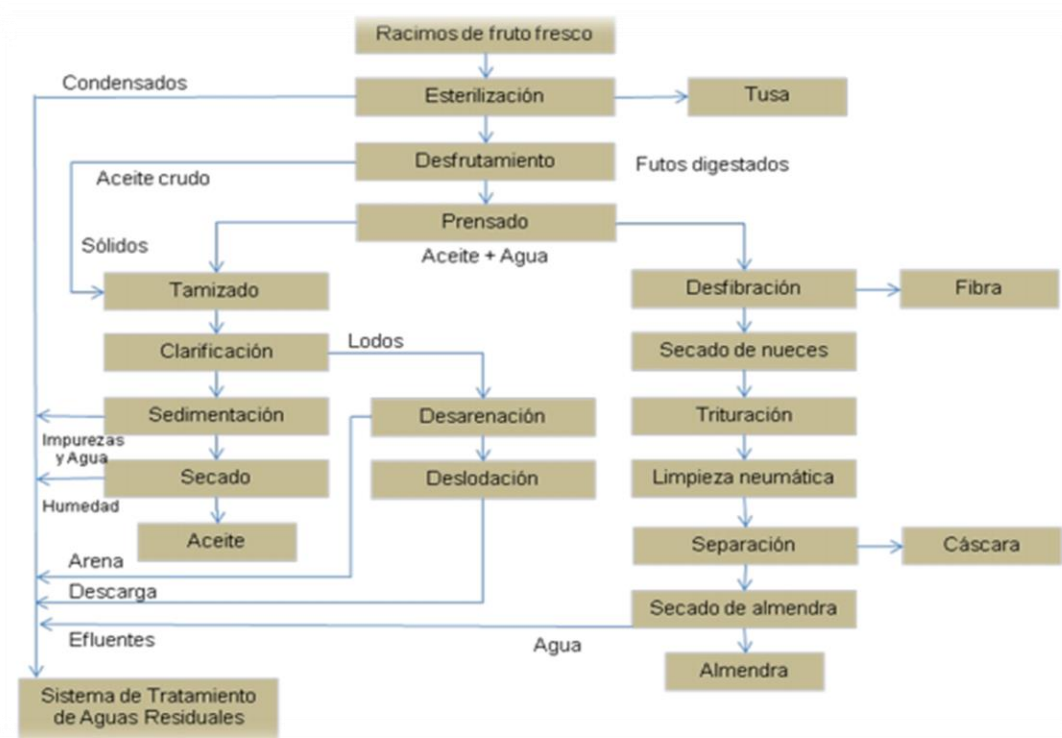


Figura 12 Diagrama del proceso de extracción de aceite en Extractora del Atlántico, S.A.

Fuente: AgroCaribe, 2013

En el cultivo de palma aceitera, es importante tener materiales con altos potenciales de extracción de aceite, ya que de nada sirve tener altos rendimientos de fruta, si su capacidad de producir aceite es baja, aunque eso si debe de existir un equilibrio entre ambos factores. Al mismo tiempo conocer el potencial de extracción de aceite es importante ya que es la base para el cálculo de presupuestos de producción. En Agrocaribe S.A. se tiene estimado el potencial de extracción de aceite de las plantaciones adultas, el cual oscila entre 24-26% dependiendo del material; mientras que en plantaciones jóvenes del cultivo de palma aceitera (0-3 años en producción), no se tienen determinados los potenciales de extracción de aceite para la zona, lo cual dificulta realizar las estimaciones de producción, y esto a su vez dificulta las diferentes estimaciones en base a las cuales la empresa trabaja sus presupuestos. (Chávez, 2010).

1.5.8 Certificaciones

Agrocaribe, S.A. es la primera empresa de palma africana en el mundo que se certifica con la normativa de la Red de Agricultura Sostenible bajo el sello Rainforest Alliance Certified. Treinta fincas fueron certificadas en tiempo récord, ya que el proceso se inició en julio de 2010 y se obtuvo la certificación el 10 de diciembre del mismo año (AgroCaribe, 2013).



Figura 13 Certificado de Rainforest Alliance para AgroCaribe, S.A.

Fuente: AgroCaribe, 2013

Extractora del Atlántico, S.A. está certificada con BASC: Promueve el fortalecimiento de estándares de seguridad y protección del comercio internacional (AgroCaribe, 2013).



Figura 14 Certificado de BASC para Extractora del Atlántico, S.A.

Fuente: AgroCaribe, 2013

1.5.9 Personal

Actualmente la empresa provee empleo a 2,087 trabajadores de los cuales 337 pertenecen al área administrativa y 1,750 son personal de campo (AgroCaribe, 2013).

Para la administración del área productiva, cada distrito cuenta con un gerente de distrito; por cada sector del distrito existe un jefe de sector (a cargo de alrededor de 1,000 Ha.) el cual a su vez es auxiliado por 2 administradores y 2 contadores (a cargo de alrededor de 500 Ha.). El departamento técnico tiene a su cargo el manejo agronómico de los 3 distritos.

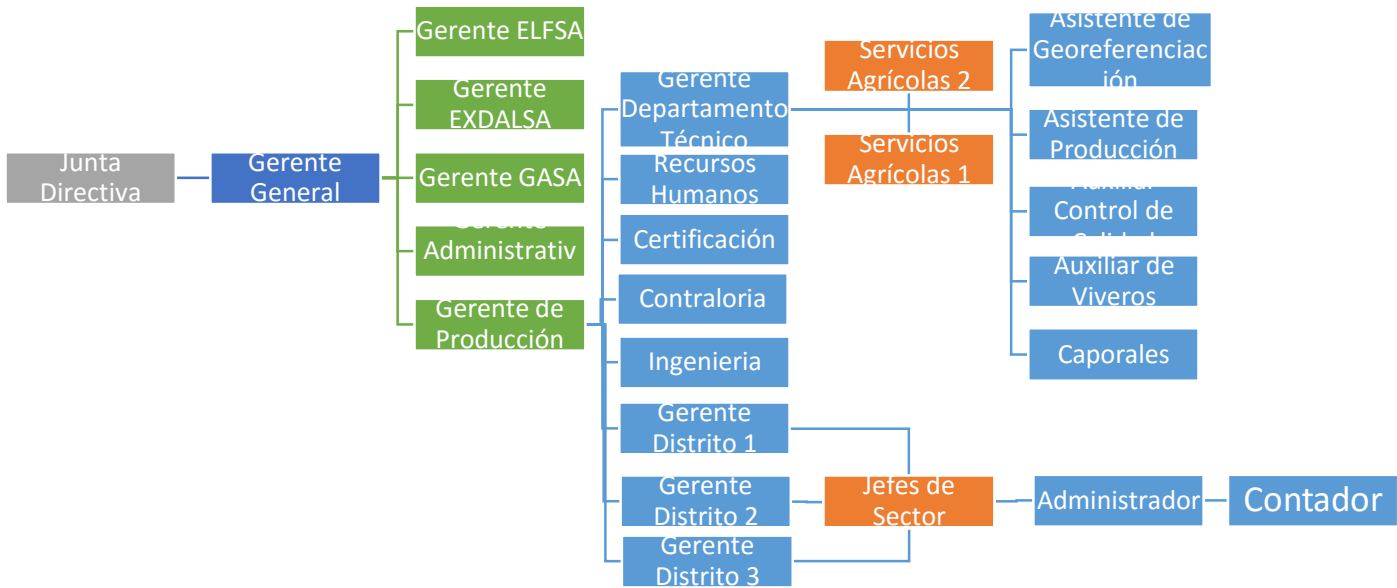


Figura 15 Organigrama de AgroCaribe, S.A.

Fuente: AgroCaribe, 2013

1.6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se logró conocer la situación actual de la producción de Palma Aceitera (*Elaeis guineensis*) en la empresa Agrocaribe, S.A. ubicada entre los municipios de Morales y Puerto Barrios en el departamento de Izabal, los cuales cubren los requerimientos climáticos del cultivo.

Actualmente la empresa cuenta con una extensión de 12,767.24 Ha. de Cultivo de diferentes materiales de Palma Aceitera, con una producción promedio de 28.94 TM/Ha. Los productos que comercializa la empresa son el aceite de palma y el aceite de almendra, los cuales son procesados en la Extractora del Atlántico, S.A.

Agrocaribe, S.A. Cuenta con la certificación de la red de Agricultura Sostenible bajo el sello Rainforest Alliance Certified sobre el uso sostenible de recursos naturales para la conservación de los ecosistemas a corto, mediano y largo plazo.

Actualmente la empresa provee empleo a 2,087 trabajadores

El manejo agronómico que se le da al cultivo inicia desde la fase de vivero hasta la cosecha, incluyendo actividades como: establecimiento del cultivo, plateos, chapias, castraciones, podas, fertilizaciones y el manejo de las diferentes plagas y enfermedades que atacan el cultivo.

Con el desarrollo del presente diagnóstico se logró detectar la necesidad de determinar los potenciales de producción de aceite en las plantaciones jóvenes, con el fin de tener datos confiables para la zona, y con ello el desarrollo de los presupuestos de producción y demás estimaciones que se requieran de estas áreas, sean los adecuados.

1.7 BIBLIOGRAFÍA

1. AgroCaribe, GT. 2012a. Manual de prácticas agrícolas palma aceitera. Guatemala. 20 p.
2. _____. 2012b. Manejo integrado del cultivo de palma aceitera. Guatemala. 97 p.
3. _____. 2013. Agrocaribe, una empresa con compromiso de calidad. Guatemala 241 p.
4. _____. 2014. Manejo de viveros de palma aceitera. Guatemala. 102 p.
5. Chávez, C. 2013. Potencial de producción de aceite en plantaciones jóvenes (comunicación personal). Morales, Izabal, Corporación Agroindustrial del Caribe, Gerencia Técnica.
6. Estrada, J. 2011. Trabajo de graduación realizado en la finca Viena II, en el municipio de Morales, Izabal, Guatemala C.A. con énfasis en la evaluación de diferentes dosis de polen en híbridos de palma africana. USAC. Guatemala. Consultado 13 ago 2013.
7. GREPALMA (Gremial de Palmicultores, GT). 2012. La palma de aceite en Guatemala (en línea). Guatemala. Consultado 17 set 2013. Disponible en http://www.grepalma.org/index.php?option=com_content&view=article&id=112&Itemid=55



2. CAPÍTULO II

DETERMINACIÓN DEL POTENCIAL DE PRODUCCIÓN DE ACEITE DE LOS MATERIALES GENÉTICOS EN PLANTACIONES DE TRES Y CUATRO AÑOS DE PALMA ACEITERA (*Elaeis guineensis* Jacq): DELI POR NIGERIA Y DELI POR GHANA; EN LA EMPRESA AGROCARIBE, S. A. MORALES, IZABAL, GUATEMALA, C.A.

2.1 PRESENTACIÓN

La Palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq) es originaria de África; en Guatemala el incremento del cultivo para la producción de aceite vegetal (también utilizado como bio combustible) empezó en 1988. Hay plantaciones en Izabal, Petén, las Verapaces, Quiché y Costa Sur (Estrada, 2011).

La Palma aceitera rinde 10 veces más aceite en comparación con la mayoría de los otros cultivos oleaginosos. Con un contenido de aceite alrededor del 30% en el fruto, puede rendir de 3 a 5 TM de aceite de pulpa por hectárea, lo que equivale alrededor de 0.6 a 1 toneladas métricas de aceite de palmiste por hectárea (GREPALMA, 2012).

Según informe del director Ejecutivo del Gremial de Palmicultores, Guatemala es uno de los países que genera las mayores ganancias de aceite de Palma, por hectárea cultivada, el promedio mundial es de 4 toneladas métricas por hectárea, mientras que en el país es de 7, (GREPALMA, 2012).

Esta planta produce dos tipos de aceite: 1 Aceite de Pulpa Palma: que es blando y se utiliza extensamente en margarina, manteca y grasas para la cocina y en la fabricación industrial de productos para la alimentación humana; 2 Aceite de Almendra de Palma (palmiste) el cual posee un alto contenido de ácido láurico que sirve de base para producir jabones de excelente calidad y algunos cosméticos (Saenz, 2006).

Para la elaboración de presupuestos de obtención de aceite, es necesario conocer el potencial de producción del mismo, en los diferentes materiales genéticos. Como producto del diagnóstico realizado en la empresa Agrocaribe, S.A. se detectó para la zona en donde se encuentra ubicada la empresa Agrocaribe, S.A. un potencial de producción de aceite para plantaciones adultas (5 años de edad en adelante), entre 24 y 32%, dependiendo de la edad y material genético; para plantaciones jóvenes (3-4 años de edad) no se ha determinado el potencial de producción de aceite, dificultando estimar los costos de producción de campo, y esto a su vez dificulta la elaboración del presupuesto, el cual incluye: ingresos, costos, logística de transporte, entre otros (Chávez, 2013).

En otras regiones productoras de Palma aceitera, se tienen estimados los diferentes potenciales de extracción de aceite para las primeras etapas de producción del cultivo, los cuales se encuentran entre el 12 y 14 (Chávez, 2013).

La empresa ha trabajado sus presupuestos de producción en base a estos datos, en una prueba piloto se detectó que los potenciales de extracción reales para la zona están fuera de los límites reportados y por ende los presupuestos hasta la fecha no son adecuados.

Actualmente Agrocaribe, S.A. cuenta con 2,718.9 ha. de plantaciones jóvenes al mismo tiempo cuentan con 1,031.32 ha. en fase de inversión (próximas a entrar a producción), las cuales combinadas representan el 29.37% del total del área cultivada.

Dada la falta de información del potencial de producción de aceite para la región de Izabal y la gran extensión del área de plantaciones jóvenes en fase de inversión de Agrocaribe, S.A., en la presente investigación se determinaron los potenciales de producción de aceite en plantaciones jóvenes, trabajando con los materiales genéticos: “Deli por Nigeria” y “Deli por Ghana” en 2 etapas de producción distintas (3 y 4 años de edad) en las fincas: La Francia, San Marcos y Sevilla, pertenecientes a la empresa Agrocaribe S.A. empleando la metodología utilizada por el Laboratorio de Extractora del Atlántico S.A, obteniendo como resultado que los potenciales de producción de aceite de las plantaciones de 3 años de edad de ambos materiales se ajustaban al dato esperado; mientras que las plantaciones de 4 años de edad no se ajustaban al dato esperado de 14%; por ello se recomendó seguir utilizando un potencial de producción de aceite de 14% para plantaciones de 3 años de edad y un potencial de producción de aceite de 17.3% para plantaciones de 4 años de edad.

2.2 MARCO CONCEPTUAL

La palma de aceite en el ámbito mundial, también conocida como palma africana, ha escalado para ser hoy la segunda fuente más importante de aceite vegetal después de la soya, con la diferencia de que la soya sólo produce 350 kilogramos de aceite por ciclo, mientras que de la palma es posible obtener más de cuatro toneladas de aceite por hectárea al año (Esquivez, 2011).

A diferencia de otros cultivos perennes, que inician su producción a los cuatro o más años, esta palma tropical inicia la producción a partir del segundo año de establecida en campo y continúa por más de veinticinco años. Una producción de racimos durante todo el año, tiene un promedio de 1,500 frutos o corozo por racimo. Si se toma en cuenta el peso total del racimo, al menos el 20 por ciento de él, corresponde a aceite rojo comestible, semilíquido, que se encuentra en la pulpa fibrosa que rodea a la semilla (Esquivez, 2011).

El aceite de palma es de origen vegetal y se obtiene del mesocarpio de la fruta de la palma. El fruto es ligeramente rojo, al igual que el aceite embotellado sin refinar y es una rica fuente de vitaminas A y E. (Esquivez, 2011).

2.2.1 Características botánicas

2.2.1.1 Clasificación y descripción de la palma aceitera

La Palma aceitera es una planta monocotiledónea, del orden Palmales, familia Palmáceas genero *Elaeis*. Es monoica (Ruperto, 2005).

La apariencia es la de un árbol, esbelto cuyo tallo llega a los 25 m de altura y está coronado por hojas largas y arqueadas (Ruperto, 2005).

A. Sistema radicular

En el género *Elaeis*, como es el caso de las monocotiledóneas, el sistema radicular es de forma fasciculada –crece formando haces- con gran desarrollo de raíces primarias que parten del bulbo de la base del tallo en forma radial en ángulo de 45° respecto a la vertical, profundizando hasta 50 cm. En el suelo, su longitud varía desde uno a quince metros, por consistencia y disposición aseguran el anclaje de la planta. Las raíces primarias casi no tienen capacidad de absorción (Ruperto, 2005).

Las raíces secundarias de menor diámetro, son algo más absorbentes en la porción próxima a su inserción en las primarias y su función principal es la de servir de base a las raíces terciaria (10 cm de longitud) y esta a su vez a las cuaternarias (no más de 5 mm). Estos dos últimos tipos de raíces son los que conforman la cabellera de absorción de agua y nutrientes para la planta (Ruperto, 2005).

Las raíces secundarias tienen la particularidad de crecer en su mayoría hacia arriba, con su grupo de terciarias y cuaternarias, buscando el nivel próximo a la superficie del suelo, de donde la planta obtiene nutrientes, este conocimiento es importante para la aplicación de los fertilizantes (Ruperto, 2005).

B. El tallo

El tallo o tronco de la palma aceitera se desarrolla en tres a cuatro años, una vez que ha tenido lugar la mayor parte del crecimiento horizontal del sistema radicular. Luego de sembrada la palma en campo definitivo se inicia la formación de un órgano voluminoso en la base del tallo que es el bulbo, que origina el ensanchamiento en la base del tronco y sirve de asiento a la columna del tallo (Ruperto, 2005).

Al otro extremo del bulbo, en el ápice del tallo se encuentra la yema vegetativa o meristemo apical, que es el punto de crecimiento del tallo, de forma cónica enclavada en la corona de la planta, formada por el tejido tierno de las hojas jóvenes que emergen en número de 45 a 50 (Ruperto, 2005).

Las bases de inserción de los peciolos que permanecen vivos por largo tiempo, forman gruesas escamas que dan al árbol su aspecto característico; al morir éstas, caen dejando al tallo desnudo con un color oscuro, liso y adelgazado, cosa que puede apreciarse en plantas muy viejas (Ruperto, 2005).

C. Las hojas

En una planta adulta, el tallo está coronado por un penacho de hojas con una longitud entre 5 y 8 metros y un peso de 5 a 8 kilos cada una (Ruperto, 2005).

Aparenta ser una hoja compuesta, aunque en realidad es una hoja pinnada, (con folíolos dispuestos como pluma, a cada lado del pecíolo) y consta de dos partes: el raquis y el pecíolo. A uno y otro lado del raquis existen de 100 a 160 pares de folíolos dispuestos en diferentes planos, correspondiendo el tercio central de la hoja a los más largos (1.2 m.). Esta irregular disposición de los folíolos marca una de las características distintivas de la especie *Elaeis guineensis* (Ruperto, 2005).

D. Inflorescencias masculina y femenina

Las flores se presentan en espigas aglomeradas en un gran espádice (espata que protege a una inflorescencia de flores unisexuales) que se desarrolla en la axila de la hoja. Esta inflorescencia puede ser masculina o femenina (Ruperto, 2005).

En la palma aceitera las flores masculinas y femeninas, no obstante están en una misma planta, van colocadas en inflorescencias diferentes.

A esta diferencia en espacio, se suma una diferencia en tiempo, ya que el polen está formado y dispuesto en tanto que el estigma no está apto para recibirlo porque no ha llegado a su madurez. Por esta característica la palma aceitera es una planta proterandra, es decir, que sus estambres maduran y poseen polen antes de que el estigma sea apto para recibirlo, fenómeno que evita la auto polinización, no son raras las anomalías florales que producen caso de hermafroditismo (Ruperto, 2005).

La inflorescencia masculina está formada por un eje central, del que salen ramilla o espigas llamadas dedos, cilíndricos y largos, con un total de 500 a 1500 flores estaminadas que se asientan directamente en el raquis de la espiga, dispuestas en espiral. Las anteras producen abundante polen con un característico olor a anís. En la figura 2.1 se muestra la inflorescencia masculina de palma aceitera (Ruperto, 2005).



Figura 2.1 Inflorescencia masculina de palma aceitera

Fuente: (Ruperto, 2005)

La inflorescencia femenina es un racimo globoso, de apariencia más maciza que la masculina, sostenido por un pedúnculo fibroso y grueso, lleva al centro un raquis esférico en el que se insertan numerosas ramillas o espigas, cada una con 6 a 12 flores. La flor femenina presenta un ovario esférico que es tricarpelar (con tres cavidades), conteniendo un ovulo cada una, dicho ovario esta coronado por un estigma trifido cuyas caras vueltas hacia fuera están cubiertas por papilas receptoras del polen. En la figura 2.2 se muestra la inflorescencia femenina de palma aceitera en periodo de antesis (Ruperto, 2005).



Figura 2.2 Inflorescencia femenina de palma aceitera.

Fuente: (Ruperto, 2005)

E. Fruto

Uno de los óvulos es fecundado, los otros tienden a desaparecer, el ovario al comienzo tiene un crecimiento rápido, para más adelante terminar su crecimiento y constituirse en una drupa que consta de un exocarpio o cascara, del mesocarpio o pulpa que es de donde se obtiene el aceite e interiormente de un endocarpio, que junto con la almendra constituyen la semilla. El fruto ya desarrollado adopta varias formas según su posición en el racimo y su coloración exterior varia de negro a rojo (Ruperto, 2005).

Un racimo bien constituido sobrepasa los 25 kilos y contiene gran cantidad de frutos de buena conformación. En la figura 2.3 se muestra un racimo de palma de aceite y en la figura 2.4 se muestra las partes del fruto de palma de aceite (Ruperto, 2005).



Figura 2.3 Racimo de palma aceitera

Fuente: (Ruperto, 2005)

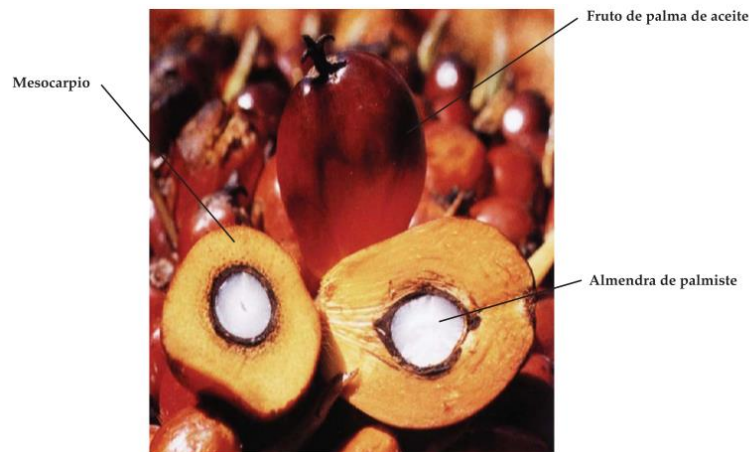


Figura 2.4 Fruto de palma aceitera

Fuente: (Ruperto, 2005)

Las características de los frutos son los siguientes: frutos normales (frutos internos y frutos externos) son aquellos que tienen forma un poco redonda, color zapote (por la presencia de aceite en su pulpa) y además tienen nuez en su interior. Los frutos partenocarpicos son aquellos que tienen forma ovalada, color zapote (por la presencia de aceite en su pulpa) y no tienen nuez en su interior.

Los frutos abortados son aquellos que tienen forma ovalada, blancos (únicamente contienen agua en su pulpa) y no tienen nuez en su interior. En la figura 2.5 se muestran la forma de los frutos que se encuentran en los racimos de palma aceitera (Ruperto, 2005).



Figura 2.5 Clasificación de frutos de palma aceitera

Fuente: (Cenipalma, 2006)

F. Partes del racimo de palma de aceite

Con el propósito de uniformizar la realización de los análisis de racimos, se presenta a continuación una descripción de los componentes importantes del racimo de palma aceitera (Cenipalma, 2006).

- a) Pedúnculo: eje central del racimo donde van soportadas las espigas del fruto.
- b) Espigas: soporte donde se encuentra adheridos los frutos y flores abortadas.
- c) Frutos: estos se pueden clasificar en frutos normales, (externos e internos), partenocárpicos.
 - i. Frutos externos: frutos ubicados en la parte apical de la espiga de coloración rojiza e intensa. Normalmente corresponden a las 3 o 4 últimas capas de frutos en las espigas.
 - ii. Frutos internos: frutos ubicados hacia la parte basal de la espiga y de coloración más amarilla.
 - iii. Frutos partenocárpicos: fueron de apariencia normal ligeramente alargados y de bajo peso (menor a 4 gramos) que pueden poseer coloración amarilla o rojiza y que no contienen semilla.
- d) Flores abortadas: flores no fecundadas de color amarillo claro (Cenipalma, 2006).

2.2.2 Factores climáticos que requiere la palma aceitera

En cuanto a temperatura, la palma aceitera, se ubica en aquellas zonas que presentan medias mensuales oscilantes entre 26 y 28°, siempre que las medias mínimas mensuales sean superiores a 21°C, temperaturas inferiores a 17°C por varios días promueven una reducción en el desarrollo de la planta (Salas, s.f).

Las condiciones favorables de precipitación para esta especie están determinadas por la cantidad y distribución de las lluvias. Las zonas se ubican en rangos oscilantes entre 1800 y 2300 mm al año. Sin embargo, se puede presentar el caso de regiones con precipitaciones superiores a los 2300 mm. Si los otros factores ecológicos (suelo e insolación) son adecuados, se puede recurrir al uso de riegos complementarios en la época seca y construcción de drenajes adecuados, para precipitación, se estima que una disponibilidad de 125 mm por mes, son suficientes para lograr las máximas producciones; esto indicaría, que zonas con 1500 mm de lluvia al año, regularmente distribuidas, son deseables para el cultivo de la palma aceitera (Salas, s.f).

Esta especie se identifica como planta heliófila, por sus altos requerimientos de luz. La cantidad de horas luz-año, para lograr altas producciones se ubican sobre los 1500, pero también es muy importante la distribución de las mismas; por esta razón, zonas que presentan promedios mensuales superiores a las 125 horas-luz, son adecuadas para el cultivo (Salas, s.f).

La insolación, expresada en cantidad y distribución de horas-luz, afecta además la emisión de las inflorescencias, la fotosíntesis, la maduración de los racimos y el contenido de aceite en el mesocarpio (Salas, s.f).

En cuanto a la humedad relativa adecuada para este cultivo, la información existente lo ubica en aquellas zonas con promedio mensual superior a 75% (Salas, s.f).

2.2.3 Factores edáficos requeridos por la palma aceitera

Para el establecimiento del cultivo de palma aceitera, se deben conocer previamente los siguientes aspectos de los suelos: topografía, características físico-químicas y profundidad (Salas, s.f).

Si las condiciones lo permiten, se debe seleccionar para este cultivo, tierras planas o ligeramente onduladas, con pendientes no mayores al 2%, evitando zonas que permanezcan inundadas durante largos períodos del año (Salas, s.f).

El suelo para palma debe ser bien estructurado los primeros 100 cm, sin formar horizonte excesivamente coherentes, ya que su sistema radical es sensible a la cohesión del suelo, desarrollándose adecuadamente en medios porosos, con suficiente capacidad de saturación de humedad, que permita, además de un buen desarrollo radical, soportar períodos cortos de sequía, sin que la palma disminuya su producción (Salas, s.f).

Las mejores respuestas se han logrado en suelos ricos en materia orgánica y equilibrada en sus contenidos de macro y micro elementos. Los requerimientos de los mismos son variables con la edad de la planta. La palma tolera condiciones de alta acidez, pero los mayores rendimientos, se han logrado en suelos ligeramente ácidos (pH = 5.5 a 6.5) (Salas, s.f).

2.2.4 Rendimiento potencial de aceite de la palma aceitera

La producción potencial de carbohidratos, es el requerimiento básico para el rendimiento de aceite, para un nivel particular de radiación es ante todo una función de la cantidad de radiación solar absorbida en la superficie foliar (Fairshurst, 2003).

Es importante distinguir entre el *rendimiento potencial* definido como el rendimiento máximo que pudiera obtenerse de un cultivo según lo determina modelos de simulación que usan suposiciones fisiológicas y agronómicas óptimas y el *potencial de rendimiento*, definido como el rendimiento de un cultivar que está adaptado al ambiente en el cual fue sembrado, con un suministro adecuado de nutrientes y agua (Fairshurst, 2003).

Para la región de Colombia se ha estimado que el potencial de producción de aceite de plantaciones menores de 4 años de edad, oscila entre 12% - 14% (Chávez, 2013).

2.2.5 Manejo agronómico de la palma aceitera

Las labores culturales que se hacen en el cultivo de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq) con el fin de mejorar la producción y el rendimiento por unidad de área son:

2.2.5.1 Plateo

Puede ser manual, mecánico o químico, y consiste en mantener el área alrededor de la palma libre de malezas (AgroCaribe, 2012).

2.2.5.2 Fertilización

De los principales cultivos, la palma aceitera tiene probablemente la mayor área bajo intenso uso de fertilizantes. El costo de los nutrientes representa más de la mitad del costo total. La cantidad de fertilizante aplicada varía de cultivo en cultivo (Fairsfhut, 1998). Las cantidades de fertilizantes utilizadas en la empresa Agrocaribe S.A. se presentan en el Cuadro 2.1

Cuadro No. 2.1 Fertilización en palma aceitera

Fuente	Dosis en Kilogramos/Palma/Año			
	Edad en Años			
	0 a 1	1 a 2	2 a 3	3 a 4
Urea	0.5	1	1.5	2
Triple Súper				
Fosfato	0.2	0.5	0.75	0.75
Sulfato de				
Potasio	0.75	0.75	1.5	1
Cloruro de				
Potasio	-	-	-	1
Bórax	-	0.06	0.06	0.06
Sulfato de				
Magnesio	0.25	0.25	0.25	0.25

Fuente: AgroCaribe, 2013

2.2.5.3 Eliminación de malezas

Puede ser manual, mecánico o químico, y consiste en mantener el área en medio de las calles de la palma libre de malezas (AgroCaribe, 2012).

2.2.5.4 Poda

Esta Cuando la palma tiene por lo menos 2 niveles de hojas vacíos por debajo de los racimos maduros, se debe realizar la primera poda de hojas, las cuales deben ser cortadas a ras del estipe, eliminando una o dos hojas. Después de la primera poda, las siguientes podas deben hacerse 1 a 2 veces al año (AgroCaribe, 2012).

2.2.5.5 Cosecha

Comprende 3 fases que son: a) corte del racimo maduro, b) acarreo del racimo a la góndola (incluyendo las pepas que desprenda en el corte), c) traslado del fruto a la extractora (AgroCaribe, 2012).

Los ciclos de corte (frentes de cosecha) trabajados en Agrocaribe S.A. son de 8 a 10 días dependiendo de la cantidad de fruta madura en el bloque (AgroCaribe, 2012). Los criterios de corte se muestran en el Cuadro 2.2

Cuadro No. 2.2 Criterios de corte de racimos

Cantidad de Frutos Desprendidas	Clasificación
Ninguna	Verde
1 fruto	Maduro
3 fruto	Maduro Óptimo
Maduración des uniforme o desprendimiento de partes del racimo	Zonales

Fuente: AgroCaribe 2012

2.2.6 Manejo de vivero

El manejo de vivero en las plantaciones palma aceitera es el mismo para todos los materiales, este se divide en 2 fases:

2.2.6.1 Previvero

Para la construcción del pre vivero, se utiliza sarán 60% sombra, el cual debe ser quitado 15 días antes del transplante iniciando con 1 hora. cada día, hasta completar 8 horas (AgroCaribe, 2014).

La siembra de las semillas se realiza en tubetes los cuales son colocados en camas de malla elevadas. El sustrato que es el BM2 Berger® (Turba de esfango, Perlita, Vermiculita, Cal dolomítica y calcítica, Agente Humectante) se agrega el fertilizante Oscmocote a razón de 2 kg por 30 kg de sustrato. En la etapa de previvero se riega una lámina diaria de 3 mm (AgroCaribe, 2014).

El control de malezas dentro de los tubetes se realiza de forma manual y bajo las camas de forma mecánica (azadón) (AgroCaribe, 2014).

El tiempo de permanencia de las palmas en la etapa de previvero es de 3 meses, las cuales previo a pasar a la etapa de vivero son seleccionadas eliminando las plantas enfermas y anormales (AgroCaribe, 2014).



Figura 2.6 Semillas de palma germinadas en la etapa de previvero

Fuente: Propia

2.2.6.2 Vivero

En la etapa de vivero el transplante de los pilones se realiza a bolsas plásticas negras con medidas 17 por 21 por 26 cm. Calibre 005. El sustrato utilizado en estas bolsas es suelo franco extraído de los primeros 20 a 30 cm. Al colocar las bolsas sobre el terreno estas deben estar alineadas de Norte a Sur, con una distancia entre palmas y entre surcos de 1.2 m al tresbolillo. En la etapa de vivero se riega una lámina diaria de 6 mm. El control de malezas dentro de las bolsas se realiza de forma manual y en las calles de forma mecánica (azadón) (AgroCaribe, 2014).

La fertilización en la etapa de vivero se realiza utilizando el fertilizante conocido como “Mezcla 9” (9% N; 8% P; 24% K; 7% Mg; 8% S) realizando aplicaciones cada 15 días a razón de 5 gr/palma, dicha cantidad se repite una vez y se aumenta a la siguiente hasta llegar a una cantidad de 40 gr/palma, con lo cual durante la etapa de vivero se aplica un total de 360 gr de Mezcla /palma (AgroCaribe, 2014). El traslado de las palmas al campo definitivo se realiza alrededor de 7 a 9 meses después de ingresadas al vivero, momento en el cual las palmas, deben poseer las siguientes características:

- A. 80 cm de altura
- B. Foliolos separados
- C. 12 a 14 hojas
- D. Hojas verdes y sanas
- E. Bulbo grueso
- F. Hojas Completas



Figura 2.7 Palmas en etapa de vivero

Fuente: Propia

2.2.7 Características de los materiales genéticos

2.2.7.1 Deli por Ghana

Las líneas paternas (pisífera) de esta variedad, también conocidas como Calabar, son originarias de Nigeria (NIFOR) y fueron introducidas a Costa Rica desde la Estación Experimental de Kade, Ghana en 1977. De crecimiento vertical moderado (55 a 60 cm por año), produce racimos grandes (mayores a 22 kg), cuyo contenido de aceite es alto (28 a 30%) y sus frutos son medianos y bien formados (9 a 11 g), inicia la producción alrededor de los 24 meses de edad. Además, se destaca por tener hojas cortas (7 a 7.3 m), característica que permite plantarla desde la densidad normal 143 hasta las 160 palmas por hectárea. Otra ventaja es que se desempeña muy bien en ambientes variados incluyendo zonas con baja luminosidad y tierras altas (hasta 1,000 msnm) (ASD, Costa Rica) (ver figura 2.8).



Figura 2.8 Material Deli por Ghana de 5 años de edad

Fuente: ASD, Costa Rica

2.2.7.2 Deli por Nigeria

Las líneas paternas (pisífera) de esta variedad fueron desarrolladas en Nigeria por el NIFOR (Nigerian Institute for Oil Palm Research), e introducidas a Costa Rica desde la Estación Experimental de Kade, Ghana en 1977. El crecimiento vertical es de moderado a lento (50 a 55 cm por año) sus hojas son normales (7.6 a 8 m) y se siembra a la densidad normal de 143 palmas por hectárea. Sus racimos son grandes (mayores a 22 kg), con un contenido de aceite alto (28 a 30%) y sus frutos medianos (9 a 11 g), inicia la producción alrededor de los 24 meses de edad. Esta variedad produce dos tipos de color de racimo; virescens y nigrescens, aproximadamente 50% de cada uno. Los frutos virescens son verdes cuando inmaduros y anaranjado brillante cuando maduran; esta característica facilita la identificación de aquellos racimos con un grado óptimo de madurez durante la cosecha. La producción de racimos de fruta fresca es extraordinariamente alta en condiciones óptimas de clima y suelos (ASD, Costa Rica) (ver figura 2.9).



Figura 2.9 Material Deli por Nigeria de 5 años de edad

Fuente: ASD, Costa Rica

2.2.8 Análisis estadísticos para los resultados obtenidos.

2.2.8.1 Prueba de normalidad de shapiro-wilks

La inferencia estadística supone que los datos provienen de poblaciones con distribuciones conocidas. Por otro lado, se ha encontrado en muchas ramas de la ciencia que las medidas experimentales repetidas se ajustan al modelo normal, al menos en forma aproximada. Mediciones variables se analizan estadísticamente bajo la suposición de la normalidad de la población de la cual se extrajo la muestra. No obstante se recomienda asegurarse de que la suposición es válida para la muestra que se tiene (Díaz, 2009).

Las pruebas de normalidad tienen como hipótesis:

Ho: la muestra proviene de una población con distribución normal.

Ha: la muestra no proviene de una población con distribución normal (Díaz, 2009).

La prueba de Shapiro-Wilks es una de las que posee mayor sensibilidad a la no normalidad, en esta no es necesario calcular ni la media ni la varianza para incluirlas en las hipótesis. Los autores han proporcionado tablas para $n < 50$ (Díaz, 2009).

2.2.8.2 Prueba de hipótesis para la media de una población

Una hipótesis es simplemente un enunciado de una variable aleatoria (que puede ser muestreada) con relación a la ley de probabilidades. En consecuencia, una prueba de hipótesis es el muestreo de una variable aleatoria cuya ley de probabilidad está incluida en la hipótesis, y en base a la muestra, decide aceptar o rechazar la hipótesis enunciada.

Por lo general, si los resultados de la muestra parecen consistentes con la hipótesis, se aceptara la hipótesis enunciada; sin embargo si los resultados de la muestra no parecen ser consistentes con la hipótesis, entonces se rechazara (Larson, 1992).

Cuando se trata de una prueba de hipótesis acerca del valor de la media aritmética de una población, la variable considerada en la prueba es su estimador, la media aritmética muestral (Quintana, 1993).

El propósito de la prueba de hipótesis para la media de una población es determinar si un valor propuesto (hipotético) para un parámetro poblacional, debe aceptarse como plausible con base a la evidencia muestral (Mondragón, 2011).

Cuando el parámetro que se evalúa es la media aritmética, siendo normal la distribución de los resultados obtenidos y tamaño de la muestra es menor a 30 datos, el estadístico de prueba que se recomienda utilizar es "t" (Sitún, 2007).

En la práctica es muy común el caso en que no se dispone del valor de la varianza, pero tenemos una estimación del mismo caso por medio de la desviación estándar de la muestra (Quintana 1993).

2.2.8.3 Contrastes ortogonales

En algunos experimentos es frecuente hacer comparaciones entre grupos de tratamientos, cada grupo compuesto de uno o más tratamientos que posean una característica en común (Arze, 1985).

Se le llama contraste a una combinación lineal de las medias de los tratamientos. Cuando los contrastes de interés se han especificado antes de comenzar el experimento, las exigencias para declararlos significativos son menores que cuando se basan en las diferencias observadas en los resultados. Cuando no se formulan de antemano los contrastes de interés, se realiza el análisis de varianza, y si los resultados son significativos, explora que diferencias entre tratamientos son responsables de la significación general (Taucher, 1997).

2.3 MARCO REFERENCIAL

2.3.1 Ubicación del lugar

El Distrito 3 de la empresa Agrocaribe S.A. está ubicado en el municipio de Morales departamento de Izabal; dentro de este distrito se encuentran las fincas “San Marcos”, “Sevilla” y “La Francia” (las cuales cuentan con condiciones edafoclimáticas similares) siendo de estas fincas de donde se obtuvieron los racimos evaluados durante la presente investigación.

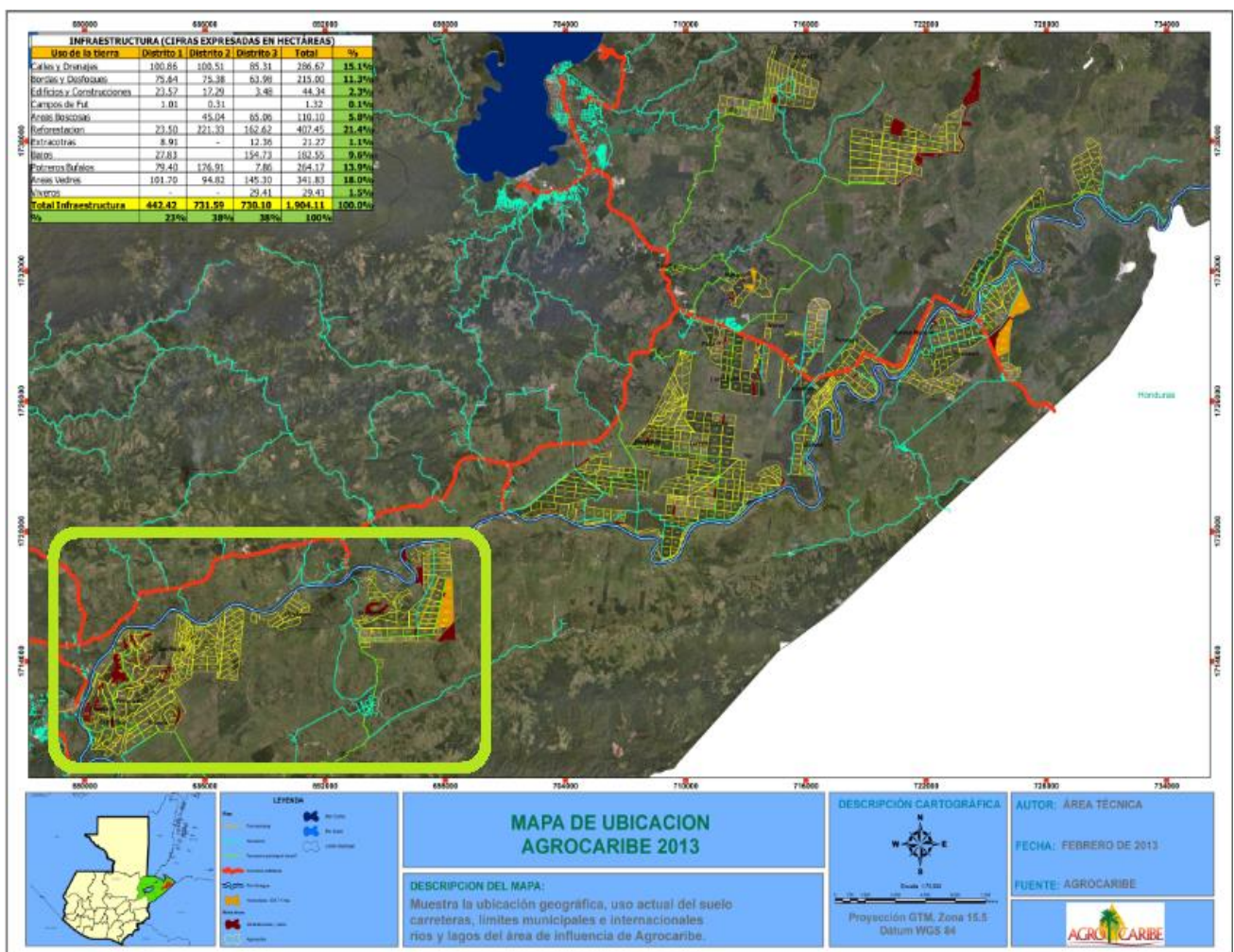


Figura 2.10 Ubicación de la empresa Agrocaribe S.A.

Fuente: AgroCaribe 2013

2.3.2 Condiciones climáticas y de suelo

2.3.2.1 Suelos

Los suelos del Distrito 3 de la empresa Agrocaribe S.A. poseen una estructura granular, una textura franco arcillosa, una profundidad entre 30 y 60 cm y una pendiente entre 1 y 3% (AgroCaribe, 2013).

2.3.2.2 Condiciones climáticas

En el Distrito 3 de la empresa Agrocaribe S.A la precipitación anual oscila entre 2800 a 3000 mm, la temperatura media mínima es de 20°C y la máxima es de 34 °C, mientras que la humedad relativa oscila entre 80 y 85% (AgroCaribe, 2013).

Las condiciones climáticas de precipitación, humedad relativa y temperatura bajo las que se desarrolló la investigación en los diferentes materiales genéticos se presentan en las figuras 2.31A, 2.32A, 2.33A y 2.34A.

2.4 OBJETIVOS

2.4.1 General

Estimar la producción de aceite, de los materiales genéticos Deli por Nigeria y Deli por Ghana) en plantaciones de tres y cuatro años de palma aceitera (*Elaeis guineensis*) de la empresa AGROCARIBE S. A. Morales, Izabal, Guatemala C.A.

2.4.2 Especificos

- a) Determinar si la producción de aceite corresponde a 14% de producción de aceite en base al peso fresco de los racimos, durante los ciclos de cosecha, determinado en Colombia.
- b) Identificar el material genético que presenta los mejores rendimientos de producción de aceite.
- c) Describir la conformación del racimo de plantaciones de palma aceitera en edades de tres y cuatro años para dos materiales genéticos.

2.5 HIPÓTESIS

Los materiales genéticos de tres y cuatro años se ajustaran al dato teórico de 14% de producción de aceite.

2.6 METODOLOGÍA

2.6.1 Material genético.

Se trabajó con los materiales genéticos Deli por Nigeria y Deli por Ghana ubicados en las fincas Sevilla, La Francia y San Marcos, utilizando plantaciones sembradas 2009 y 2010, que se encontraban en segundo y primer año de producción respectivamente. Se llevó registro de la temperatura, humedad relativa y precipitación, durante la investigación.

2.6.2 Manejo de la investigación

Se analizaron los factores:

- a) Material genético: Deli por Ghana y Deli por Nigeria
- b) Plantación de 3 años y 4 años

Por lo cual las unidades de muestreo estuvieron conformadas de la siguiente manera:

- a) Unidad de Muestreo 1: Deli por Ghana, 3 años de edad
- b) Unidad de Muestreo 2: Deli por Ghana, 4 años de edad
- c) Unidad de Muestreo 3: Deli por Nigeria, 3 años de edad
- d) Unidad de Muestreo 4: Deli por Nigeria, 4 años de edad

En base a la disponibilidad del material de genético, los años y producción, los racimos analizados fueron extraídos de los bloques de producción 451, 326, 622 y 625, como se muestra en el Cuadro 2.3

Cuadro No. 2.3 Área de los tratamientos

Material genético	Año de Siembra	Finca	Bloque
Deli x Ghana	2009	Sevilla	451
	2010	San Marcos	326
Deli x Nigeria	2009	La Francia	622
	2010	La Francia	625

Fuente: AgroCaribe 2013

2.6.2.1 Recolección y transporte de racimos

Se utilizó un automóvil propiedad de la empresa para trasladar los racimos, al laboratorio de la Extractora del Atlántico S.A (EXDALSA) en donde se procedió a realizar el proceso para determinar el potencial de producción de aceite de los racimos, utilizando la metodología empleada por la empresa Agrocaribe S.A.

Las instalaciones del Laboratorio EXDALSA cuentan con los siguientes recursos:

A. Microondas

Marca: Whirlpool

Modelo: WM1111D00

Potencia: 1100 W

B. Balanza analítica compacta

Marca: AND A&D Weight

Serie: Newton

Modelo: EJ-410

C. Balanza analítica

Marca: Sidas

Serie II

D. Balanza de mesa

Marca: Tecnipesa

Capacidad: 20 Kg

E. Formatos de Registro

F. Computadora

2.6.3 Determinación del potencial de producción de aceite

1. Con la ayuda de personal de campo, cada 10 días durante 6 meses se procedió a recolectar 10 racimos maduros al azar en las góndolas de acarreo, por unidad de muestreo (figura 2.11).



Figura 2.11 Góndola con frutos recolectados en el frente de cosecha

Fuente: Propia

2. Se identificó (datos: finca, bloque, material, año de siembra) y trasladó en sacos cada racimo cortado (figura 2.12).



Figura 2.12 Racimos trasladados en sacos al laboratorio

Fuente: Propia

3. En el laboratorio, se separaron por grupos los racimos con base a su identificación.
4. Se pesó cada racimo en la balanza (figura 2.13)



Figura 2.13 Pesaje de racimos

Fuente: Propia

5. A cada uno de los diez racimos, se les procedió a separar el pedúnculo de las espigas. (figura 2.14)



Figura 2.14 Separación de espigas del pedúnculo

Fuente: Propia

6. Se obtuvo el peso del pedúnculo en gramos de cada racimo (figura 2.15)



Figura 2.15 Pesaje de pedúnculo

Fuente: Propia

7. Se contaron las espigas de cada racimo, se pesaron y anotaron estos datos en el formato (ver cuadro 18A)



Figura 2.16 Espiga que conforma el racimo

Fuente: Propia

8. Las espigas cortadas de cada racimo, se colocaron en el suelo y se dividieron en cuatro partes (primer cuarteo) (figura 2.17).



Figura 2.17 Cuarteo de espigas

Fuente: Propia

9. Dos de las partes divididas fueron eliminadas, las otras dos partes se extendieron de nuevo para otro cuarteo (segundo cuarteo), eliminando de nuevo dos partes.
10. De las dos partes de espigas que quedaron (segundo cuarteo), se tomó la muestra a evaluar, la cual debía pesar entre 2000 y 2500 gr. (figura 2.18)



Figura 2.18 Muestra de espiga, tomada de los cuarteos

Fuente: Propia

11. Se contaron y se pesaron las espigas de la muestra con sus frutos y se anotaron los valores en el formato de registro. (figura 2.19)



Figura 2.19 Pesaje de la muestra de espigas

Fuente: Propia

12. Luego se procedió a separar los frutos de las espigas. (figura 2.20).



Figura 2.20 Pesaje de los frutos de las espigas

Fuente: Propia

13. A medida que se fueron separando los frutos, se catalogaron en base a la clasificación de frutos de la palma aceitera propuesta por Cenipalma (figura 2.21).



Figura 2.21 Clasificación de los frutos del racimo.

Fuente: Propia

14. Se contaron los frutos por cada categoría y se anotó la cantidad de cada una en el formato.
15. A cada grupo de frutos, se les quitaron las impurezas, se pesaron y se anotó su peso en gramos en el formato (figura 2.22).



Figura 2.22 Partes que conforman la espiga, separadas.

Fuente: Propia

16. Se pesaron las espigas vacías y se anotó su peso en gramos en el formato.
17. Del total de frutos se tomó una muestra de 200 a 250 gr. de frutos internos. (figura 2.23)



Figura 2.23 Muestra de frutos internos.

Fuente: Propia

18. Se contó el total de frutos que conformaban la muestra de 250 gramos.

19. Se procedió a quitar toda la pulpa o mesocarpio de cada fruto interno, en rodajas delgadas. (figura 2.24)



Figura 2.24 Picado de la pulpa en rodajas delgadas.

Fuente: Propia

20. Luego se contaron y pesaron las nueces de los frutos internos, y se registran los datos. (figura 2.25)



Figura 2.25 Pesaje de las nueces.

Fuente: Propia

21. Se pesó un recipiente vacío y se anotó el peso en gramos en el formato. (figura 2.26)



Figura 2.26 Pesaje del recipiente vacío a utilizar para el secado de las muestras

Fuente: Propia

22. De la pulpa obtenida de las muestra de 250 gamos de frutos internos (ver figura 2.24) se tomó una muestra de entre 10 a 15 gamos de pulpa (figura 2.27).



Figura 2.27 Pesaje de la muestra fresca

Fuente: Propia

23. El recipiente más el mesocarpio de esta muestra se colocó dentro del horno microondas, para secarlo durante 3 min a potencia media (550 W) (figura 2.28)



Figura 2.28 Deshidratado de la muestra en hornos microondas

Fuente: Propia

24. Cada vez que se sacó la muestra del horno, se anotó su peso en una hoja aparte (pesos preliminares); si el peso de la muestra seguía bajando, se seguía metiendo la muestra al microondas, hasta verificar que el peso se estabilizara (peso final).

25. Se anotó el peso final de la muestra en gramos en el formato (recipiente más mesocarpio seco) (figura 2.29)



Figura 2.29 Pesaje de la muestra seca

Fuente: Propia

26. Este mismo procedimiento se repitió para los frutos externos.

27. Todos los datos obtenidos, fueron ingresados a la base de datos de Excel diseñada por el laboratorio EXDALSA, el cual trabaja en base a la siguiente ecuación:

$$PPA = [84.6669 - (0.93854 * \% HFE)] + [84.6669 - (0.93854 * \% HFI)]$$

Donde:

PPA = Potencial de Producción de Aceite (%)

HFE= Porcentaje humedad de la pulpa frutos externos

HFI = Porcentaje humedad de la pulpa frutos internos

28. Este procedimiento se realizó para cada uno de los bloques evaluados

2.6.3.1 Variables

- a) Producción de aceite - en porcentaje - de los racimos evaluados para cada una de las unidades de muestreo.
- b) Conformación del racimo en base a los criterios propuestos por Cenipalma, 2006.

2.6.4 Análisis de Datos

2.6.4.1 Prueba de hipótesis para la media de una población

Se procedió a realizar una prueba de hipótesis para la media de una población a los valores obtenidos de porcentaje de producción de aceite con el fin de determinar la relación de los datos obtenidos con respecto al dato teórico de 14%.

A. Hipótesis

- $H_0 = \bar{X} = \mu_0$
- $H_a = \bar{X} \neq \mu_0$ (Mendehall, 1997)

B. Estadística de prueba

- $$T_c = \frac{\bar{X} - \mu_0}{\sigma_{\bar{x}}}$$

Donde:

T_c = "t" calculada

\bar{X} = Media de la muestra

μ_0 = Media de la población

$\sigma_{\bar{x}}$ = Error estándar de la muestra

(Mendehall, 1997)

$$\sigma_{\bar{x}} = \frac{S}{\sqrt{n}}$$

Donde:

$\sigma_{\bar{x}}$ = Error estándar de la muestra

S = desviación estándar de la muestra

n = tamaño de la muestra

(Mendehall, 1997)

• **$Tt = (GL, \alpha/2)$**

Donde:

Tt = "t" tabulada

GL = grados de libertad

$\alpha/2$ = nivel de significancia (2 colas)

(Mendehall, 1997)

$$GL = n - 1$$

Donde:

GL = grados de libertad

n = tamaño de la muestra

$\alpha/2 = 0.05$ (confiabilidad 95 %)

(Mendehall, 1997)

C. Criterio de decisión

- Región de rechazo: $|Tt| > Tc$

(Mendehall, 1997)

D. Conformación del racimo

El análisis de datos para la conformación del racimo se realizó utilizando estadística descriptiva, con los resultados (media, desviación estándar).

2.6.4.2 Contrastes ortogonales

También se realizó un análisis de contrastes ortogonales, con el fin de determinar si existe diferencia entre los rendimientos de los potenciales de producción de aceite de los materiales y años de siembra evaluados

A. Hipotesis

Contraste 1: Materiales

- $H_0: t_i = t$ (los diferentes materiales presentaran los mismos resultados)
- $H_a: t_i \neq t$ (los diferentes materiales presentaran resultados diferentes)

Contraste 2: Años de Siembra

- $H_0: t_i = t$ (los diferentes años de siembra presentaran los mismos resultados)
- $H_a: t_i \neq t$ (los diferentes años de siembra no presentaran resultados diferentes)

B. Balance de contrastes

Los contrastes deben ser balanceados, de tal manera que la suma de sus coeficientes sea cero (Sitún, 2007).

$$C1: 1 \mu \text{ Deli Ghana 09} + 1 \mu \text{ Deli Ghana 10} = 1 \mu \text{ Deli Nigeria 09} + 1 \mu \text{ Deli Nigeria 10}$$

$$1 \mu \text{ Deli Ghana 09} + 1 \mu \text{ Deli Ghana 10} - 1 \mu \text{ Deli Nigeria 09} - 1 \mu \text{ Deli Nigeria 10} = 0$$

$$C2: 1 \mu \text{ Deli Ghana 09} + 1 \mu \text{ Deli Nigeria 09} = 1 \mu \text{ Deli Ghana 10} + 1 \mu \text{ Deli Nigeria 10}$$

$$1 \mu \text{ Deli Ghana 09} + 1 \mu \text{ Deli Nigeria 09} - 1 \mu \text{ Deli Ghana 10} - 1 \mu \text{ Deli Nigeria 10} = 0$$

C. Comprobación de ortogonalidad

La sumatoria de los productos de los coeficientes de los contrastes debe ser igual a cero (Sitún, 2007).

MATERIAL:	Deli Ghana 09		Deli Ghana 10		Deli Nigeria 09		Deli Nigeria 10
C1:	1		1		-1		-1
C2:	1		-1		1		-1
<hr/>							
Sumatoria:	(1x1)	+	(1x-1)	+	(-1x1)	+	(-1x-1)
	1	+	-1	+	-1	+	1 = 0

Los contrastes cumplen ortogonalidad.

2.7 RESULTADOS

2.7.1 Prueba de hipótesis para la media de una población

Los resultados obtenidos de porcentaje de producción de aceite de los materiales y años de siembra evaluados, se muestran en los cuadros 2.7A, 2.8A, 2.9A y 2.10A a los cuales se les realizó una prueba de normalidad utilizando la prueba Shapiro - Wilks a través del programa INFOSTAT (ver cuadro 2.16A)

En la empresa Agrocaribe S.A. se utilizaba un porcentaje de producción de aceite de 14%, para elaborar los presupuestos anuales de producción de aceite de los diferentes materiales que estaban en primer y segundo año de producción. Los resultados obtenidos con la prueba de hipótesis para la media de una población nos indican que tanto el material Deli x Ghana y el material Deli x Nigeria sembrados en el año 2010 (primer año en producción) si corresponden al dato esperado de 14%, mientras que para ambos materiales sembrados en el año 2009 (segundo año en producción) los datos obtenidos no corresponden al dato esperado de 14%. (ver cuadro 2.4)

Cuadro No. 2.4 Resumen de resultados de la prueba de hipótesis para la media de una población $t = 14\%$

Material	Media Porcentaje de potencial de producción de aceite	Porcentaje Teórico	Diferencia Estadística
Deli por Ghana 2009	17.44	14	Significativa
Deli por Ghana 2010	14.04	14	No Significativa
Deli por Nigeria 2009	17.19	14	Significativa
Deli por Nigeria 2010	14.41	14	No Significativa

Como se observa en los resultados de ambos materiales sembrados en el año 2009, el porcentaje de producción de aceite no corresponde al dato esperado de 14 %, aumentando en promedio 3.3%. Estas plantaciones se encuentran en su segundo año de producción, y por el desarrollo natural de las palmas poseen una mayor área foliar y radicular con respecto a las plantaciones sembradas en el año 2010, poseen una mayor capacidad fotosintética, y por ende un mayor rendimiento del porcentaje de producción de aceite.

2.7.2 Análisis de contrastes ortogonales

El cuadro 2.5 muestra que no existe diferencia significativa de porcentajes de producción de aceite entre los materiales evaluados, pero si entre los años de siembra.

Cuadro No. 2.5 Resumen de resultado del análisis de contrastes ortogonales

Contraste	Material/Año de Siembra	Media porcentaje de potencial de producción de aceite	Material	Media porcentaje de potencial de producción de Aceite	Diferencia Estadística
I. Materiales	Deli por Ghana	15.74	Deli por Nigeria	15.80	No Significativa
II. Año de Siembra	2009	17.32	2010	14.23	Significativa

Los resultados obtenidos en el análisis de contrastes ortogonales, muestran que los rendimientos de Deli por Ghana y Deli por Nigeria son iguales, mientras que entre los años de siembra si existe diferencia significativa (aumenta), esto posiblemente por el desarrollo natural de la planta, en el cual las cantidad de raíces y el área foliar de la palma aumentan, esto conlleva que la absorción de CO₂ del aire y el H₂O del suelo también aumenten.

En este proceso natural de crecimiento la actividad fotosintética también se incrementa convirtiendo el CO_2 y el H_2O absorbidos en carbohidratos (CH_2O), utilizando la radiación solar absorbida por la clorofila en los cloroplastos de las hojas verdes (Fairshurst, 2003).

En la palma de aceite, como en otras plantas, la biomasa se forma por el proceso de fotosíntesis, utilizándose los carbohidratos en primer lugar para sostener el funcionamiento de la palma, una parte sobrante se usa para el transporte y conversión de CH_2O en materia seca estructural y para la absorción activa de nutrientes del suelo y lo restante se dispone para la producción de materia seca vegetativa (hoja, tronco y raíz) y generativa (racimos) (Fairshurst, 2003).

Es importante mencionar que las especificaciones dadas por la casa comercial proveedora de estos materiales (ASD de Costa Rica), son similares razón por la cual no resulta extraño que no exista diferencia significativa entre los materiales evaluados, al contrario de las edades, en donde por razones de desarrollo natural de la palma si existe una diferencia significativa.

Al momento de escoger un material de palma aceitera para establecer una plantación, se toman diferentes criterios como: velocidad de crecimiento lento (menor a 60 cm anuales) frutos grandes (mayor a 20 kg) y que en su punto óptimo de producción de aceite el contenido sea alto (mayor a 25%); ambos materiales evaluados presentan estas características, razón por la cual son buscados para establecer nuevos cultivos de palma aceitera, pero existe a su vez una limitante que es la disponibilidad de mercado, por ello resulta interesante conocer que desde el inicio el comportamiento de estos dos materiales resulta similar. Aunque si bien al momento de buscar un material para establecer una plantación de palma aceitera, no estuviera disponible ni Deli por Ghana ni Deli por Nigeria, se haría necesario conocer las especificaciones del material que si este disponible, las cuales de ser distintas a los materiales mencionados, habría que realizarles una prueba similar a la desarrollada en esta investigación, con el fin de tener datos confiables para ese materia

2.7.3 Caracterización de los racimos de los materiales evaluados

Durante el desarrollo de la actividad, se caracterizó la composición de los materiales evaluados, pudiéndose notar que el comportamiento en cuanto a la composición de los 2 materiales evaluados es similar en el primer y segundo año en producción, aumentando ligeramente la cantidad de frutos externos e internos y disminuyendo la cantidad de frutos partenocárpico y abortivos, de un año a otro en ambos casos (cuadro 2.6).

Cuadro No. 2.6 Caracterización de los materiales evaluados.

Material	Peso de Racimo (gr)	Peso de Pedúnculo (gr)	Número de Espigas	Peso de Espiga (gr)	Fruto Externo (%)	Fruto Interno (%)	Fruto Partenocárpico (%)	Frutos Abortivo (%)
Deli por Ghana 2009	6000 a 8700	600 a 1000	40 a 75	5400 a 7800	30 a 50	25 a 50	0 a 20	0 a 20
Deli por Ghana 2010	3600 a 6700	600 a 800	30 a 55	2900 a 5900	25 a 50	20 a 45	5 a 25	5 a 30
Deli por Nigeria 2009	6300 a 9600	650 a 900	40 a 80	5600 a 8700	25 a 45	20 a 40	0 a 30	10 a 30
Deli por Nigeria 2010	4700 a 7800	600 a 850	35 a 60	4000 a 6800	20 a 45	15 a 35	5 a 30	10 a 35

2.8 CONCLUSIONES

- a) Los materiales Deli por Ghana y Deli por Nigeria sembrados en el año 2009, presentan un potencial de producción de aceite de 17.44 y 17.19% respectivamente
- b) Los materiales Deli por Ghana y Deli por Nigeria sembrados en el año 2010, presentan un potencial de producción de aceite de 14.04 y 14.41 %
- c) Los materiales Deli por Ghana y Deli por Nigeria sembrados en el año 2009, no se ajustan al dato teórico de producción de aceite de 14%,
- d) Los materiales Deli por Ghana y Deli por Nigeria sembrados en el año 2010, si se ajustan al dato teórico de producción de aceite de 14%.
- e) No existe diferencia estadística en los rendimientos de producción de aceite entre los materiales genéticos Deli por Ghana y Deli por Nigeria.
- f) Existe diferencia estadística en los rendimientos de producción de aceite entre los años de siembra 2009 y 2010.
- g) La producción de frutos normales aumenta, y la producción de frutos partenocárpicos y abortivos disminuye, en ambos materiales entre un año y otro.

2.9 RECOMENDACIONES

- a) Para plantaciones que se encuentren en primer año de producción es válido seguir utilizando un potencial de producción de aceite de 14%, para elaborar los presupuestos de producción de aceite y demás actividades en los que se requiera su uso.

- b) Para las plantaciones que se encuentren en segundo año de producción se recomienda utilizar un potencial de producción de aceite de 17.3%, para elaborar los presupuestos de producción de aceite y de más actividades den las que se requiera su uso.

- c) Utilizar las conformaciones de racimo presentadas como parámetros, cuando se requieran en futuras investigaciones en plantaciones jóvenes de palma aceitera.

2.10 BIBLIOGRAFÍA

1. AgroCaribe, GT. 2012. Manual de prácticas agrícolas palma aceitera. Guatemala. 20 p.
2. _____. 2012. Manejo integrado del cultivo de palma aceitera. Guatemala. 97 p.
3. _____. 2013. Agrocaribe, una empresa con compromiso de calidad. Guatemala. 241 p.
4. _____. 2014. Manejo de viveros de palma aceitera. Guatemala. 102 p.
5. Arze, J. 1985. Programas para análisis de datos en investigación agrícola. Costa Rica, IICA / CATIE. 92 p.
6. ASD, CR. s.f. Deli x Ghana (en línea). Costa Rica. Consultado 16 set 2013. Disponible en http://www.asdcr.com/index.php?option=com_content&view=article&id=61&temid=67&lang=es
7. ASD, CR. s.f. Deli x Nigeria (en línea). Costa Rica. Consultado 16 set 2013. Disponible en http://www.asdcr.com/index.php?option=com_content&view=article&id=62&temid=68&lang=es
8. Centro Nacional de Investigación de la Palma, CO. 2006. Guía para el análisis de racimos de palma de aceite. Bogotá, Colombia, CENIPALMA, Transferencia de Tecnología. 21 p.
9. Chávez, C. 2010. Manual para calcular el potencial de extracción de aceite. Guatemala, Agrocaribe. 11 p.
10. _____. 2013. Potencial de producción de aceite en plantaciones jóvenes (comunicación personal). Morales, Izabal, Corporación Agroindustrial del Caribe, Gerencia Técnica.
11. Díaz, A. 2009. Diseño estadístico de experimentos. 2 ed. Colombia, Editorial de la Universidad de Antioquia. 284 p.
12. Esquivez, AS. 2011. Paquete tecnologico palma de aceite (*Elaeis guinnensis* Jacq). México, Centro de Investigación Regional Pacifico Sur. 23 p.

13. Estrada, J. 2011. Trabajo de graduación realizado en la finca Viena II, en el municipio de Morales, Izabal, Guatemala, C.A. con énfasis en la evaluación de diferentes dosis de polen en híbridos de palma africana. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 70 p.
14. Fairshurst, T. 1998. Síntomas de deficiencias de nutrientes y desordenes en palma aceitera. Ecuador, International Plan Nutrition Institute. 31 p.
15. _____. 2003. Palma de aceite: manejo para rendimientos altos y sostenibles. Trad. Maldonado, E. Singapur, International Plan Nutrition Institute 404 p.
16. GREPALMA (Gremial de Palmicultores, GT). 2012. La palma de aceite en Guatemala (en línea). Guatemala. Consultado 17 set 2013. Disponible en http://www.grepalma.org/index.php?option=com_content&view=article&id=112&Itemid=55
17. Larson, H. 1992. Introducción a la teoría de probabilidades e inferencia estadística. Trad. Fernández, S. 9 ed. México, Limusa. 200 p.
18. Mendehall, W; Sincich, T. 1997. Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias. Trad. Escalona, R. 4 ed. México, Prentice Hall. 1200 p.
19. Mondragón, S. 2011. Prueba de hipótesis para la media poblacional (en línea). México. Consultado 8 set 2014. Disponible en <http://es.scribd.com/doc/59158438/PRUEBA-DE-HIPOTESIS-PARA-LA-MEDIA-POBLACIONAL>
20. Quintana, C. 1993. Elementos de inferencia estadística. 2 ed. Costa Rica, Universidad de Costa Rica. 219 p.
21. Ruperto, Z. 2005. Manual técnico para el cultivo de la palma aceitera. Perú, Comisión Nacional para el Desarrollo y Vida sin Drogas (DEVIDA), Proyecto de Desarrollo Alternativo Tocache-Uchiza (PRODATU). 104 p.
22. Sáenz, L. 2006. Cultivo de la palma africana, guía técnica (en línea). Nicaragua. Consultado 16 set 2013. Disponible en <http://www.galeon.com/subproductospalma/guiapalma.pdf>
23. Salas, R. s.f. La palma aceitera africana (*Eleis guineensis* J.) (en línea). Venezuela. Consultado 14 mar 2014. Disponible en <http://sian.info.ve/publicaciones/segencuentr/rsalas.htm>
24. Sitún, M. 2007. Investigación agrícola: guía de estudio. 3 ed. Guatemala, ENCA. 151 p.

25. Taucher, E. 1997. Bioestadística. 2 ed. Chile, Universidad de Chile, Editorial Universitaria. 310 p.

2.11 ANEXOS

2.11.1 Prueba de hipótesis para la media de una población

2.11.1.1 Deli por Ghana 2009

Cuadro No. 2.7A Resumen de resultados de porcentajes de potencial de producción de aceite, Deli por Ghana 2009

Material	Año de Siembra	Toma de Datos No.	% Potencial de Extracción de Aceite	Promedio	Desviación Estandar	Varianza
Deli x Ghana	2009	1	17.9	17.4	1.13	1.27
		2	18.3			
		3	18.7			
		4	18.2			
		5	16.9			
		6	16.3			
		7	17.7			
		8	16.3			
		9	16.4			
		10	19.4			
		11	16.5			
		12	15.6			
		13	16.9			
		14	16.9			
		15	19.3			
		16	17.8			

HIPOTESIS

- $H_0 = \bar{X} = \mu_0$ ó $H_0 = 17.4 = 14$
- $H_a = \bar{X} \neq \mu_0$ ó $H_a = 17.4 \neq 14$

ESTADÍSTICA DE PRUEBA

- “t” calculada

$$\sigma_{\bar{x}} = \frac{1.13}{\sqrt{16}} = 0.2825$$

$$T_c = \frac{17.4 - 14}{0.2825} = 12.03$$

Tc = 12.03

- “t” tabulada

$$GL = 16 - 1 = 15$$

Nivel de significancia = 0.05 (confiabilidad 95%)

Distribución t de student

$$T_t (15, \frac{0.05}{2}) = 2.13$$

Tt = 2.13

CRITERIO DE DECISIÓN

Región de rechazo: $|2.13| > 12.03$

DECISIÓN: se rechaza hipótesis nula, se acepta hipótesis alternativa

.

CONCLUSIÓN: $T_c \neq T_t$, por lo tanto, los datos obtenidos del material Deli por Ghana Año de Siembra 2009 durante el desarrollo de la actividad, son estadísticamente diferentes al dato teórico de 14%.

2.11.1.2 Deli por Ghana 2010

Cuadro No. 2.8A Resumen de resultados de porcentajes potencial de producción de aceite, Deli por Ghana 2010

Material	Año de Siembra	Toma de Datos No.	% Potencial de Extracción de Aceite	Promedio	Desviación Estandar	Varianza
Deli x Ghana	2010	1	13.6	14.0	0.97	0.93
		2	13.4			
		3	13.9			
		4	14.6			
		5	14.9			
		6	14.8			
		7	14.6			
		8	14.4			
		9	13.9			
		10	14.2			
		11	13.5			
		12	13.9			
		13	11.1			
		14	15.0			
		15	13.7			
		16	15.2			

HIPOTESIS

- $H_0 = \bar{X} = \mu_0$ ó $H_0 = 14 = 14$
- $H_a = \bar{X} \neq \mu_0$ ó $H_a = 14 \neq 14$

ESTADÍSTICA DE PRUEBA

- "t" calculada

$$\sigma_{\bar{x}} = \frac{0.97}{\sqrt{16}} = 0.2425$$

$$T_c = \frac{14 - 14}{0.2425} = 0$$

$$\mathbf{T_c = 0}$$

- "t" tabulada

$$GL = 16 - 1 = 15$$

Nivel de significancia = 0.05 (confiabilidad 95%)

Distribución t de student

$$T_t (15, \frac{0.05}{2}) = 2.13$$

$$\mathbf{T_t = 2.13}$$

CRITERIO DE DECISIÓN

Región de rechazo: $|2.13| > 0$

DECISIÓN: se acepta hipótesis nula

.CONCLUSIÓN: $T_c = T_t$, por lo tanto, los datos obtenidos del material Deli por Ghana Año de Siembra 2010 durante el desarrollo de la actividad, son estadísticamente iguales al dato teórico de 14%.

2.11.1.3 Deli por Nigeria 2009

Cuadro No. 2.9A Resumen de resultados de porcentaje de potencial de producción de aceite, Deli por Nigeria 2009

Material	Año de Siembra	Toma de Datos No.	% Potencial de Extracción de Aceite	Promedio	Desviación Estandar	Varianza
Deli x Nigeria	2009	1	19.7	17.2	1.41	2.00
		2	15.8			
		3	19.3			
		4	18.7			
		5	15.7			
		6	15.8			
		7	16.4			
		8	16.0			
		9	17.3			
		10	17.2			
		11	19.2			
		12	15.1			
		13	17.1			
		14	17.9			
		15	16.8			
		HIPOTESIS				

- $H_0 = \bar{X} = \mu_0$ ó $H_0 = 17.2 = 14$
- $H_a = \bar{X} \neq \mu_0$ ó $H_a = 17.2 \neq 14$

ESTADÍSTICA DE PRUEBA

- "t" calculada

$$\sigma_{\bar{x}} = \frac{1.41}{\sqrt{16}} = 0.3525$$

$$T_c = \frac{17.2 - 14}{0.3525} = 9.08$$

Tc = 9.08

- "t" tabulada

$$GL = 16 - 1 = 15$$

Nivel de significancia = 0.05 (confiabilidad 95%)

Distribución t de student

$$T_t (15, \frac{0.05}{2}) = 2.13$$

Tt = 2.13

CRITERIO DE DECISIÓN

Región de rechazo: $|2.13| > 9.08$

DECISIÓN: se rechaza hipótesis nula, se acepta hipótesis alternativa

CONCLUSIÓN: $T_c \neq T_t$, por lo tanto, los datos obtenidos del material Deli por Nigeria Año de Siembra 2009 durante el desarrollo de la actividad, son estadísticamente diferentes al dato teórico de 14%.

2.11.1.4 Deli por Nigeria 2010

Cuadro No. 2.10A Resumen de resultados de porcentaje potencial de producción de aceite, Deli por Nigeria 2010

Material	Año de Siembra	Toma de Datos No.	% Potencial de Extracción de Aceite	Promedio	Desviación Estandar	Varianza
Deli x Nigeria	2010	1	14.8	14.4	0.87	0.75
		2	15.2			
		3	15.5			
		4	13.9			
		5	14.3			
		6	15.2			
		7	14.1			
		8	14.5			
		9	14.5			
		10	13.5			
		11	14.1			
		12	14.3			
		13	14.8			
		14	14.4			
		15	11.9			
		16	15.4			

HIPOTESIS

- $H_0 = \bar{X} = \mu_0$ ó $H_0 = 14.4 = 14$
- $H_a = \bar{X} \neq \mu_0$ ó $H_a = 14.4 \neq 14$

ESTADÍSTICA DE PRUEBA

- "t" calculada

$$\sigma_{\bar{x}} = \frac{0.87}{\sqrt{16}} = 0.2175$$

$$T_c = \frac{14.4 - 14}{0.2175} = 1.84$$

$$\mathbf{T_c = 1.84}$$

- "t" tabulada

$$GL = 16 - 1 = 15$$

Nivel de significancia = 0.05 (confiabilidad 95%)

Distribución t de student

$$T_t (15, \frac{0.05}{2}) = 2.13$$

$$\mathbf{T_t = 2.13}$$

CRITERIO DE DECISIÓN

Región de rechazo: $|2.13| > 1.84$

DECISIÓN: se acepta hipótesis nula

CONCLUSIÓN: $T_c = T_t$, por lo tanto, los datos obtenidos del material Deli por Nigeria Año de Siembra 2010 durante el desarrollo de la actividad, son estadísticamente iguales al dato teórico de 14%.

2.11.2 Análisis de varianza

Cuadro No. 2.11A Resultados obtenidos de potencial de producción de aceite (porcentajes).

Material	TOMA DE MUESTRAS															
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XII	XIV	XV	XVI
DxG09	17.9	18.3	18.7	18.2	16.9	16.3	17.7	16.3	16.4	19.4	16.5	15.6	16.9	16.9	19.3	17.8
DxG10	13.6	13.4	13.9	14.6	14.9	14.8	14.6	14.4	13.9	14.2	13.5	13.9	11.1	15.0	13.7	15.2
DxN09	19.7	15.8	19.3	18.7	15.7	15.8	16.4	16.0	17.3	17.2	19.2	15.1	17.1	17.9	16.8	17.1
DxN10	14.8	15.2	15.5	13.9	14.3	15.2	14.1	14.5	14.5	13.5	14.1	14.3	14.8	14.4	11.9	15.4

Cuadro No. 2.12A Datos obtenidos para análisis de varianza

Material	TOMA DE MUESTRAS																Total Yi.	Media Yi
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XII	XIV	XV	XVI		
DxG09	17.9	18.3	18.7	18.2	16.9	16.3	17.7	16.3	16.4	19.4	16.5	15.6	16.9	16.9	19.3	17.8	278.99	17.44
DxG10	13.6	13.4	13.9	14.6	14.9	14.8	14.6	14.4	13.9	14.2	13.5	13.9	11.1	15.0	13.7	15.2	224.59	14.04
DxN09	19.7	15.8	19.3	18.7	15.7	15.8	16.4	16.0	17.3	17.2	19.2	15.1	17.1	17.9	16.8	17.1	275.01	17.19
DxN10	14.8	15.2	15.5	13.9	14.3	15.2	14.1	14.5	14.5	13.5	14.1	14.3	14.8	14.4	11.9	15.4	230.55	14.41

(Suma Total: 1009.15; Media General: 15.77)

Cuadro No. 2.13A Resumen del análisis de varianza

F.V.	G.L.	S.C	C.M.	Fc	Ftab (0.05 - 0.01)
Tratamientos	3	154.32	51.44	41.49	2.76 - 4.13
Error	60	74.38	1.24		
Total	63	228.70			

Fuente: Propia

CV = 7.06%

** = diferencia estadística
altamente significativa

* = diferencia estadística

ns = no existe diferencia
estadística

2.11.2.1 Decisión

Se rechaza la H_0 , se acepta H_a .

2.11.2.2 Conclusión

En base al análisis anterior se concluye que existe una diferencia estadística altamente significativa entre los potenciales de producción de aceite de los materiales evaluados, por lo cual se recomienda realizar un análisis de contrastes ortogonales, con el fin de determinar si existe diferencia estadística entre los materiales genéticos y si existe diferencia estadística entre los años de siembra de las plantaciones evaluadas.

2.11.3 Contrastes ortogonales

- Contraste1 (Material Genético): $DxG09 + DxG10 = DxN09 + DxN10$
- Contraste2 (Año de Siembra): $DxG09 + DxN09 = DxG10 + DxN10$

2.11.3.1 Hipótesis

Contraste 1

$$H_0: DxG09 + DxG10 = DxN09 + DxN10$$

$$H_a: DxG09 + DxG10 \neq DxN09 + DxN10$$

Contraste 2

$$H_0: DxG09 + DxN09 = DxG10 + DxN10$$

$$H_a: DxG09 + DxN09 \neq DxG10 + DxN10$$

2.11.3.2 Balance de contrastes

$$C1: 1 \mu DxG09 + 1 \mu DxG10 = 1 \mu DxN09 + 1 \mu DxN10$$

$$1 \mu DxG09 + 1 \mu DxG10 - 1 \mu DxN09 - 1 \mu DxN10 = 0$$

$$C2: 1 \mu DxG09 + 1 \mu DxN09 = 1 \mu DxG10 + 1 \mu DxN10$$

$$1 \mu DxG09 + 1 \mu DxN09 - 1 \mu DxG10 - 1 \mu DxN10 = 0$$

2.11.3.3 Comprobación de ortogonalidad

MATERIAL:	DxG09	DxG10	DxN09	DxN10
C1:	1	1	-1	-1
C2:	1	-1	1	-1
<hr/>				
Sumatoria:	(1*1) +	(1*-1) +	(-1*1) +	(-1*-1)
	1 +	-1 +	-1 +	1 = 0

Los contrastes cumplen ortogonalidad.

2.11.3.4 Suma de cuadrados de los contrastes

$$SCC = (\sum Li * Ti)^2 / (n * \sum Li^2)$$

Donde:

SCC = suma de cuadrados del contraste

Li = coeficientes de los contrastes

Ti = totales de los tratamientos

n = número de repeticiones

Cuadro No. 2.14A Sumatoria total de los resultados obtenidos de cada material.

Material	Total Yi.
DxG09	278.99
DxG10	224.59
DxN09	275.01
DxN10	230.55

Contraste 1

$$SCC1 = \frac{[(1 * 278.99) + (1 * 224.59) + (-1 * 275.01) + (-1 * 230.55)]^2}{[16 * (1^2 + 1^2 + (-1)^2 + (-1)^2]} = 0.0612$$

Contraste 2

$$SCC2 = \frac{[(1 * 278.99) + (-1 * 224.59) + (1 * 275.01) + (-1 * 230.55)]^2}{[16 * (1^2 + (-1)^2 + 1^2 + (-1)^2]} = 152.714$$

Cuadro No. 2.15A Resumen del análisis de contrastes ortogonales.

F.V.	G.L.	S.C	C.M.	Fc	Ftab (0.05 - 0.01)
Tratamientos	3	154.32	51.44	41.50 **	2.76 - 4.13
C1	1	0.06	0.06	0.05 ns	4 - 7.08
C2	1	152.71	152.71	123.19 **	4 - 7.08
Error	60	74.38	1.24		

Fuente: Propia

** = diferencia estadística altamente significativa
 * = diferencia estadística
 ns = no existe diferencia estadística

2.11.3.5 Decisión

Contraste 1: Se acepta la Ho.

Contraste 2: Se rechaza la Ho, se acepta la Ha.

2.11.3.6 Conclusión

En base a los resultados obtenidos en el análisis de contrastes ortogonales, se puede decir que:

- Los potenciales de producción de aceite de los materiales Deli x Ghana y Deli x Nigeria, son estadísticamente los mismos.
- Los potenciales de producción de aceite para los años de siembra 2009 y 2010, son estadísticamente diferentes.

2.11.4 Test shapiro - wilks

Se realizó una prueba de normalidad de los datos utilizando la prueba Shapiro - Wilks a través del programa INFOSTAT.

2.11.4.1 Hipótesis

Ho: la muestra proviene de una población con distribución normal.

Ha: la muestra no proviene de una población con distribución normal.

2.11.4.2 Criterio de decisión

Si el valor de $p < \alpha$, se rechaza la Ho, se acepta Ha

Si el valor de $p > \alpha$, se acepta la Ho.

Cuadro No. 2.16A Resultados obtenidos del test Shapiro - Wilks, a través de INFOSTAT

Shapiro-Wilks (modificado)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO Porc	64	0.00	1.09	0.98	0.8838

Nivel de Significancia

$$\alpha = 0.05$$

Con una p 0.883 $>$ 0.05 si existe normalidad en los datos observados de porcentaje de producción de aceite

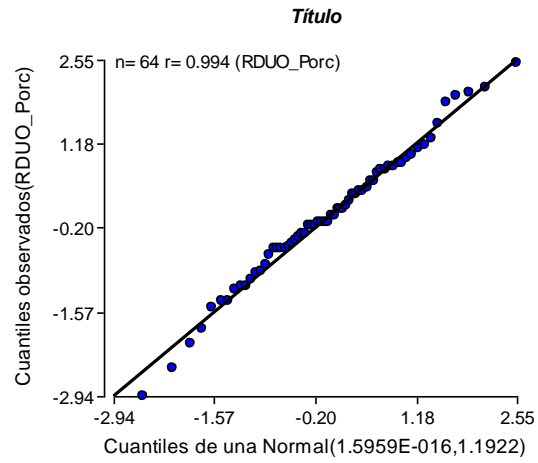


Figura 2.30A Grafica de normalidad de los porcentajes de producción de aceite

Fuente: Propia

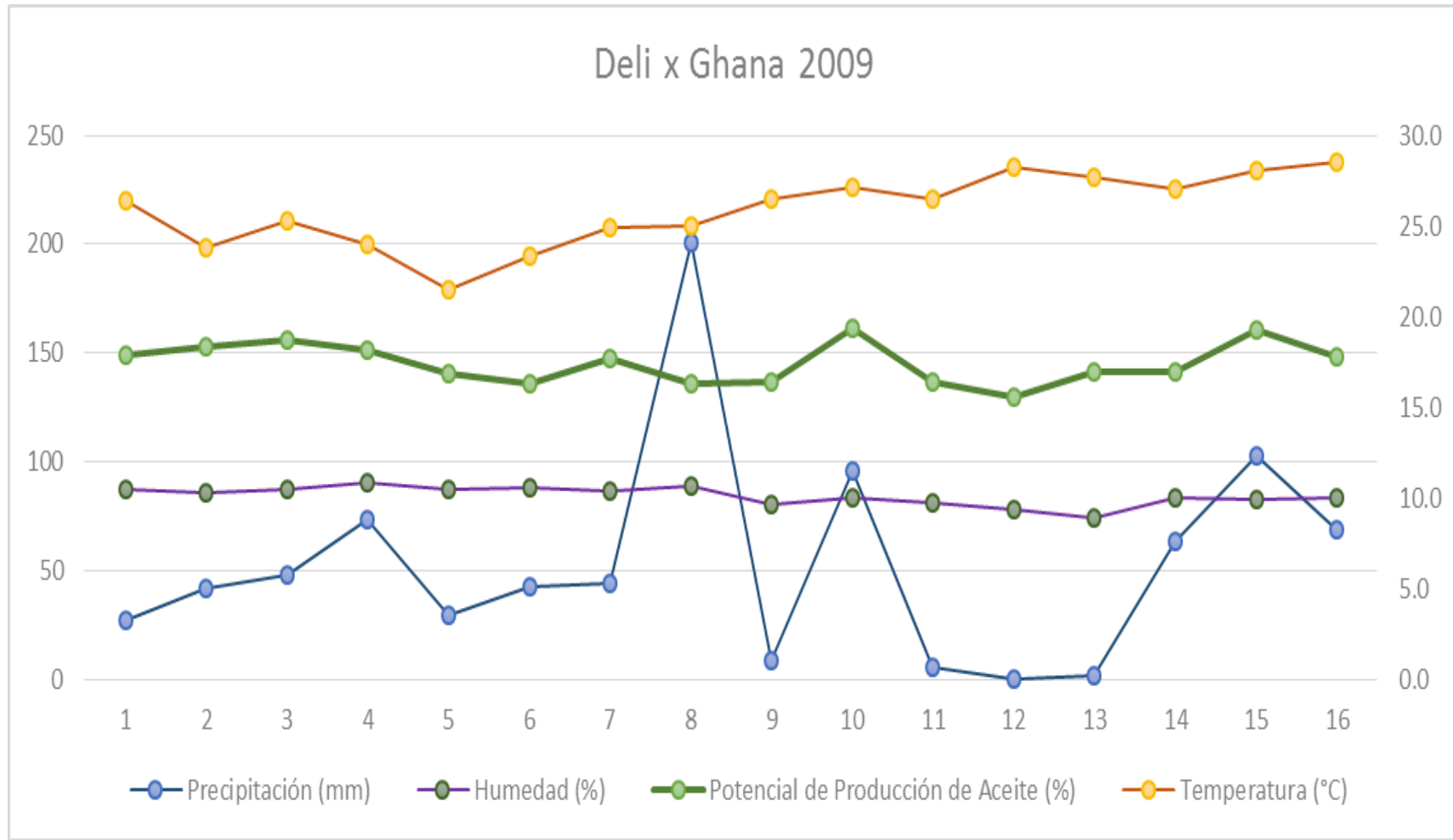


Figura 2.31A Comportamiento de la precipitación, humedad relativa, temperatura y potencial de producción de aceite de material Deli x Ghana 2009.

Fuente: Propia

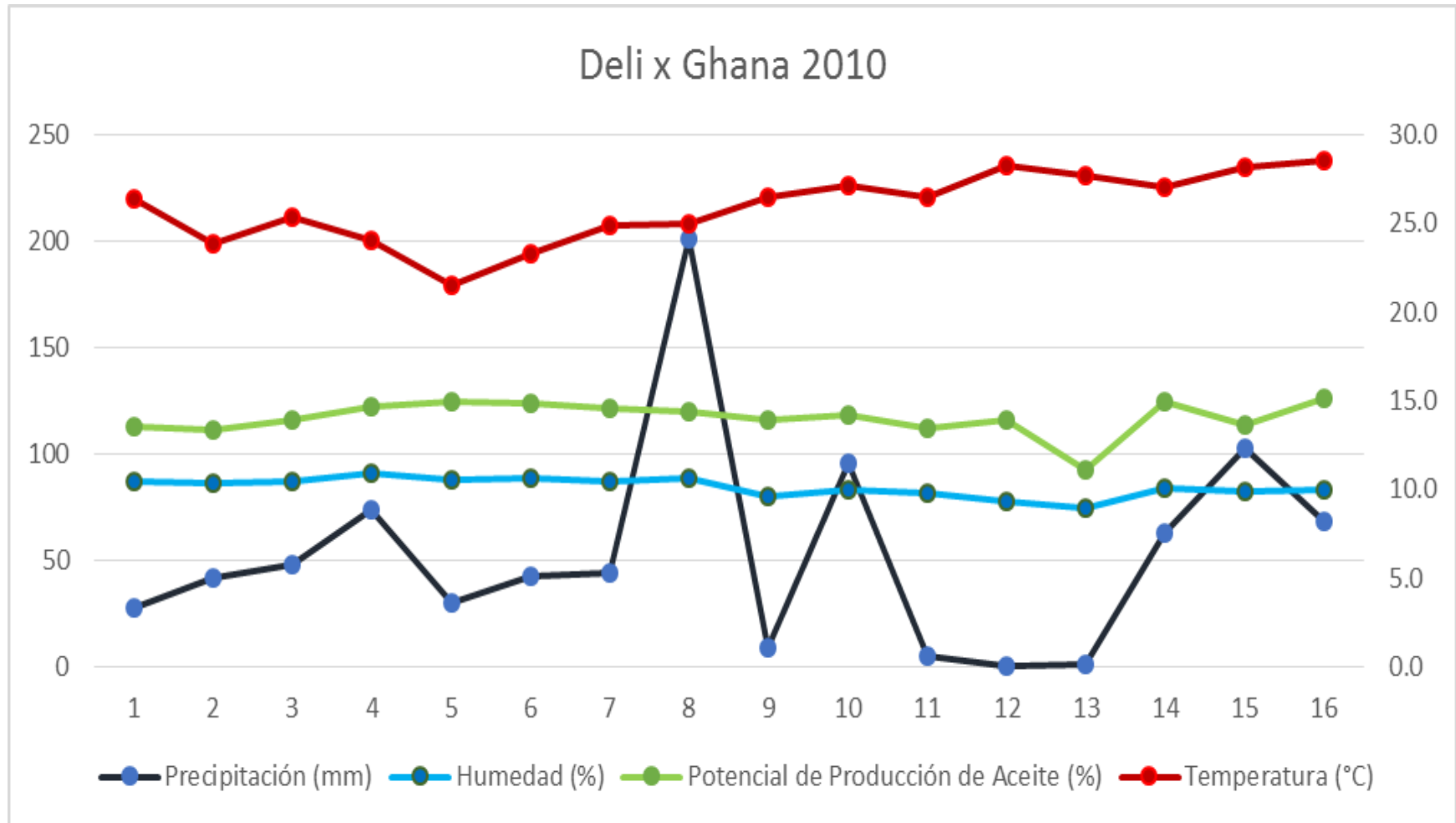


Figura 2.32A Comportamiento de la precipitación, humedad relativa, temperatura y potencial de producción de aceite de material Deli x Ghana 2010.

Fuente: Propia

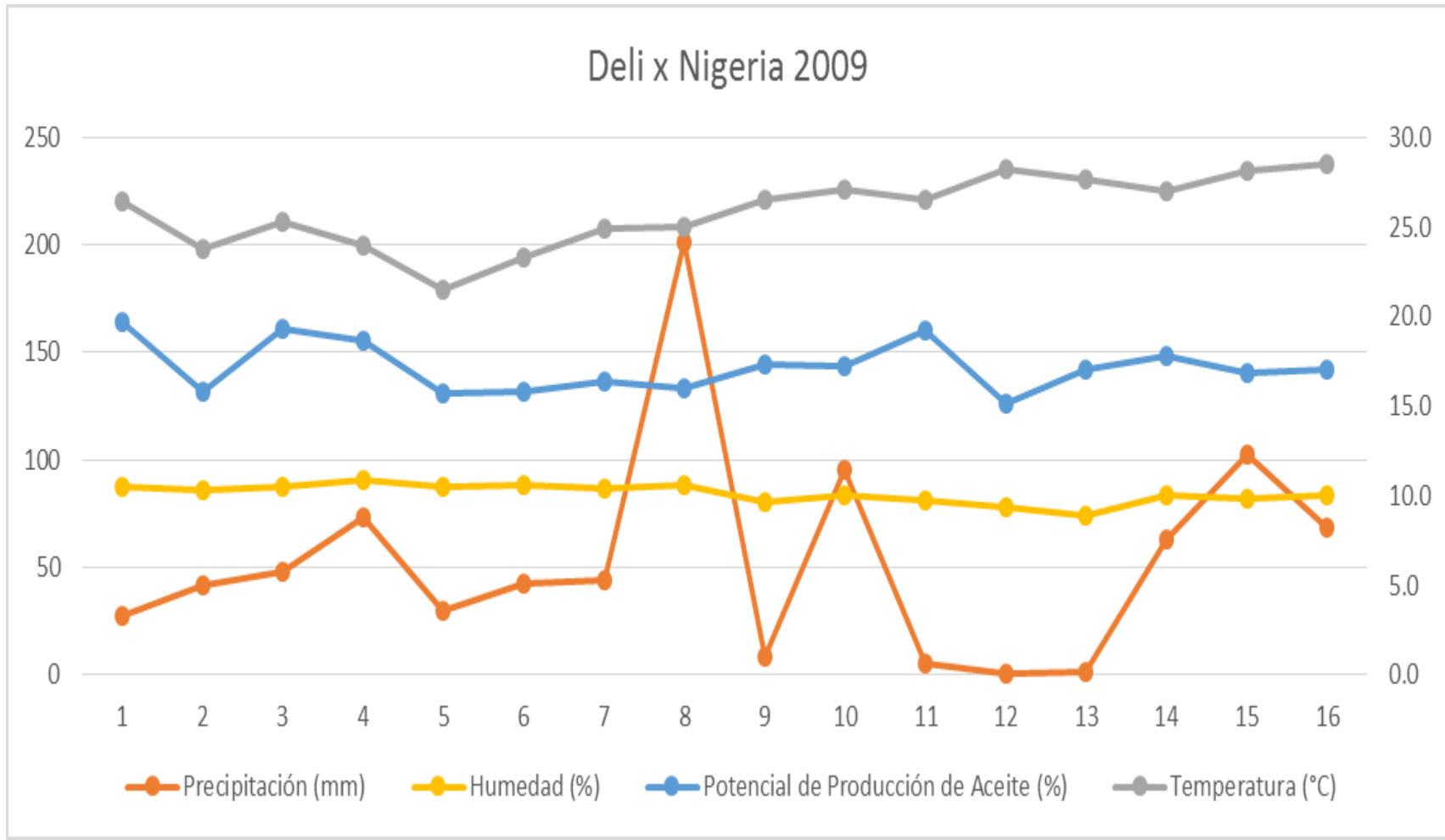


Figura 2.33A Comportamiento de la precipitación, humedad relativa, temperatura y potencial de producción de aceite de material Deli x Nigeria 2009

Fuente: Propia

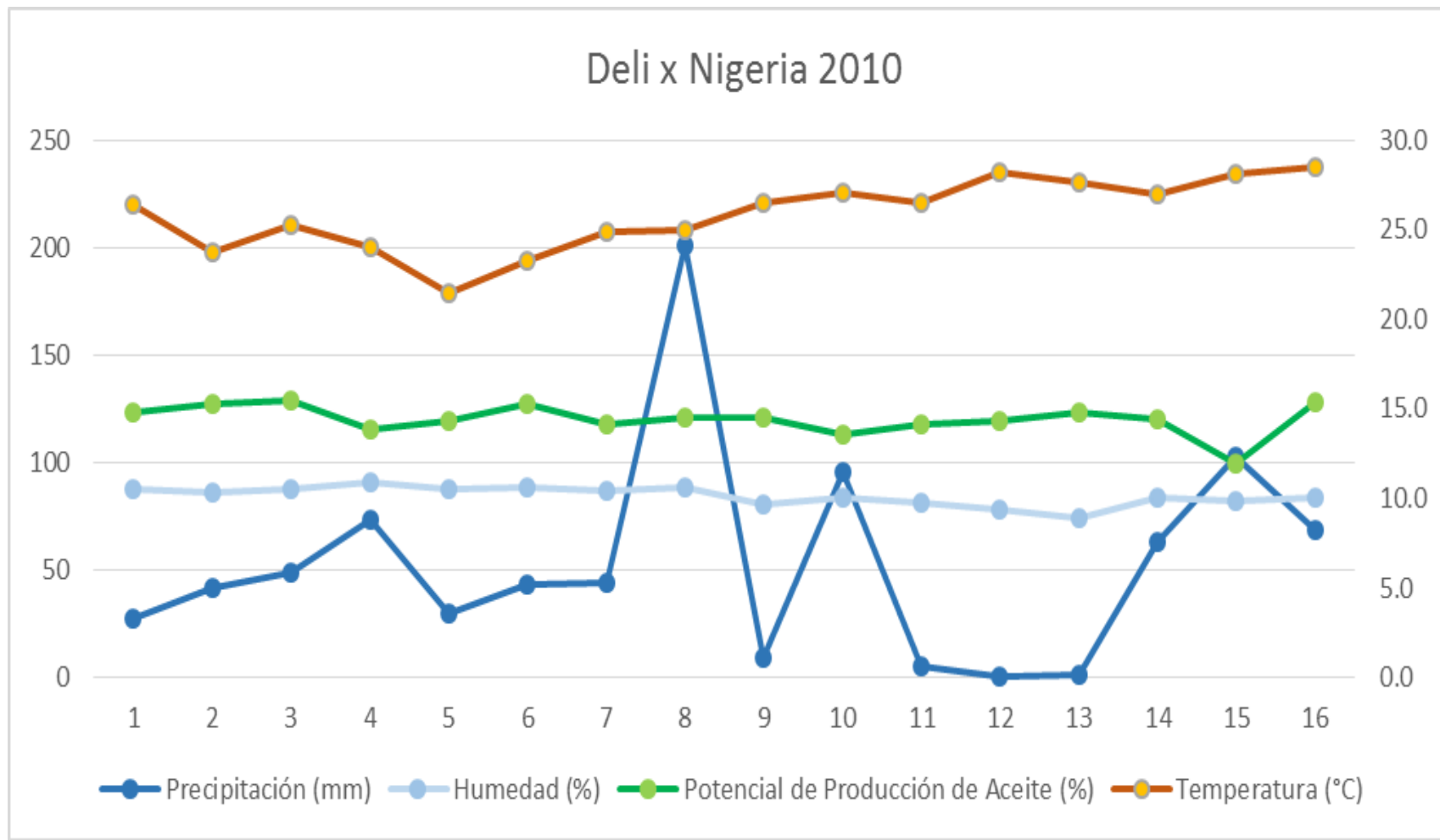


Figura 2.34A Comportamiento de la precipitación, humedad relativa, temperatura y potencial de producción de aceite de material Deli x Nigeria 2010

Fuente: Propia

Cuadro No. 2.17A Boleta utilizada para la recolección de datos

LABORATORIO DEPARTAMENTO TECNICO - AGROCARIBE.					
POTENCIAL DE ACEITE.					
DATOS GENERALES					
		RACIMO 1	RACIMO 2	RACIMO 3	
1	Fecha				
2	Material				
3	Distrito				
4	Sector				
5	Finca				
6	Bloque				
7	No. De Palma				
8	Estado de Maduración				
9	Ensayo				
DATOS RACIMO					
10	Peso de Racimo (Gr)				
11	Peso de Raquis (Pedúnculo) (Gr)				
12	Peso Muestra (Espigas + Frutos) (2000-2500 Gr)				
13	Cantidad de Espigas Muestra				
DATOS DE LA MUESTRA					
14	Cantidad de Frutos Externos				
15	Peso de Frutos Externos (Gr)				
16	Cantidad de Frutos Internos				
17	Pesos de Frutos Internos (Gr)				
18	Cantidad de Frutos Partenocarpicos				
19	Peso de Frutos Partenocarpicos (Gr)				
20	Cantidad de Frutos Abortivos				
21	Peso de Frutos Abortivos (Gr)				
22	Peso de Espigas Vacías (Gr)				
23	Cantidad de Espigas Vacías				
24	Peso de Impureza (Gr)				

FRUTOS EXTERNOS					
25	Peso Muestra de Frutos Externos (200-250 Gr)				
26	Cantidad de Frutos Externos				
27	Peso de Nueces Húmedas (Gr)				
28	Cantidad de Nueces				
29	Peso Pulpa (Mesocarpio) (Gr)				
30	Peso capsula vacía (Gr)				
31	Peso Capsula vacía + peso pulpa Húmeda (Gr)				
32	Peso Capsula vacía + peso pulpa Seca (Gr)				
FRUTOS INTERNOS					
33	Peso Muestra de Frutos Internos (200-250 Gr)				
34	Cantidad de Frutos Internos				
35	Peso de Nueces Húmedas (Gr)				
36	Cantidad de Nueces				
37	Peso Pulpa (Mesocarpio) (Gr)				
38	Peso capsula vacía (Gr)				
39	Peso Capsula vacía + peso pulpa Húmeda (Gr)				
40	Peso Capsula vacía + peso pulpa Seca (Gr)				

Fuente: Chávez, 2010



3. CAPÍTULO III

**SERVICIOS REALIZADOS EN EL DEPARTAMENTO TÉCNICO DE LA
CORPORACIÓN AGROINDUSTRIAL DEL CARIBE, S.A. MORALES,
IZABAL, GUATEMALA, C.A.**

3.1 PRESENTACIÓN

Durante el desarrollo del Ejercicio Profesional Supervisado, se trabajaron los servicios que se describen a continuación con el objetivo de contribuir con las actividades diarias, que el departamento técnico de la empresa Agrocaribe S.A. realiza.

Como primer servicio, se realizó la evaluación de racimos de fruta fresca en tolva, el cual se hizo con el fin de tener control, de que en campo el personal de cosecha estuviese acatando las indicaciones dadas para el corte de los racimos en el campo y al mismo tiempo tener un registro de la calidad con que los racimos estuvieron ingresando a la tolva, con el fin de tener un respaldo al momento de un reclamo por parte de la planta extractora.

El segundo servicio, consistió en llevar el registro de aplicación de productos químicos en campo en el distrito 1 y 2 de la empresa, con el objetivo de tener un control de cuanto, donde y que producto se aplica así como el responsable de dicha actividad.

El tercer servicio, fue la reubicación y georreferenciación de trampas de *Rhynchophorus palmarum* en el distrito 1 y 2 de la empresa, con el objetivo de colocar una trampa por cada 5 hectáreas de cultivo, buscando con ello mejorar el control de *R. palmarum*.

3.2 EVALUACIÓN DE RACIMOS DE FRUTA FRESCA EN TOLVA

3.2.1 Objetivos

3.2.1.1 General

Evaluar los racimos de fruta fresca que ingresan a la planta extractora para ser procesados.

3.2.1.2 Específicos

- a) Tener un registro por finca de la calidad con que están enviando los racimos a la planta extractora.
- b) Verificar que en campo, el personal de cosecha esté siguiendo las indicaciones dadas para el corte de los racimos.

3.2.2 Metodología

- A. Se tomó una góndola por finca , la cual tiene una capacidad de 9-9.5 y 14.5-15 TM
- B. En base a la cantidad de frutos desprendidos, se evaluó uno a uno cada racimo que contenía la góndola, clasificándolos bajo los diferentes criterios de corte (ver cuadro)

Cuadro No. 3.1 Criterios de corte de racimos empleados en AgroCaribe, S.A.

Cantidad de Pepas Desprendidas	Clasificación	Máximo permitido
Ninguna	Verde	2%
<10	Maduro	>90%
>10	Maduro Óptimo	>90%
>50 %	Sobremaduro	3%
>75%	Pasado	2%
Maduración des uniforme o desprendimiento de partes del racimo	Zonales	3%

Fuente: AgroCaribe, 2013

- C. Con base a los datos recolectados en la evaluación, se procedió a estimar los porcentajes presentes en la góndola de cada tipo de fruto.
- D. Se presentó un informe de la finca evaluada, en el cual se compararon los datos obtenidos en la evaluación con los parámetros permitidos, los cuales fueron utilizados para verificar que se estuvieran siguiendo las instrucciones de corte.

3.2.3 Resultados



Figura 3.1 Procedimiento de evaluación de fruto en tolva

Fuente Propia



Figura 3.2 Clasificación y conteo de los racimos de acuerdo a los criterios de corte.

Fuente: Propia

Cuadro No. 3.2 Resultados obtenidos en la evaluación en tolva, de los envíos de fruta de las fincas.

Fecha de Evaluación	Finca	% Datos Evaluado en Tolva						Total de Racimos Evaluados	Observaciones
		Verdes	Maduro		Sobremaduros	Pasados	Zonales		
			<10 pepas	>10 pepas					
19/08/2013	Brasilia	4.56	22.53	56.71	1.27	0.25	14.68	395	Verdes, Zonales
26/08/2013	Cary Island	8.52	25.93	46.30	2.59	1.85	14.81	270	Verdes, Zonales
02/09/2013	Morán	7.54	33.92	56.76	1.33	0.22	0.22	451	Verdes
09/09/2013	Florencia I	1.89	49.87	45.13	1.55	0.09	1.46	1161	
16/09/2013	Viena II	1.23	17.42	63.51	12.62	3.70	1.51	729	Sobremaduro, Pasados
23/09/2013	Placa II	4.23	22.77	64.79	3.05	0.00	5.16	426	Verdes, Sobremaduros, Zonales
07/10/2013	París	0.71	23.10	63.81	2.86	0.24	9.29	420	Zonales
14/10/2013	Madrid	0.64	11.78	71.02	8.92	1.59	6.05	314	Sobremaduro, Zonales
21/10/2013	Pamaxán	8.59	20.48	64.10	5.29	1.32	0.22	454	Verdes, Sobremaduros
28/10/2013	Grano de Oro	4.15	20.24	63.66	7.80	1.71	2.44	410	Verdes, Sobremaduros
04/11/2013	Canarias	13.68	19.22	59.93	2.93	0.00	4.23	307	Verdes, Zonales
13/11/2013	Esperanza	0.67	12.94	82.86	3.53	0.00	0.00	595	Sobremaduros
19/11/2013	Louisiana II	0.79	3.77	91.87	1.59	1.98	0.00	504	
13/01/2014	Londres	0.85	75.27	11.94	9.59	0.00	2.35	469	Sobremaduros
12/02/2014	Africa IV	0.29	4.21	81.24	3.25	10.91	0.10	1045	Sobremaduros, Pasados
19/02/2014	Pamaxán	2.44	1.88	91.35	4.32	0.00	0.00	532	Verdes, Sobremaduros
26/02/2014	Lisboa	5.72	3.43	76.66	8.24	5.49	0.46	437	Verdes, Sobremaduros, Pasados
12/03/2014	Placa I	3	37	378	6	22	4	450	Verdes, Sobremaduros, Pasados, Zonales
19/03/2014	Berlin	1.00	16.21	67.08	7.23	0.00	8.48	401	Sobremaduros, Zonales
27/03/2014	Eskimo	1.5	3	87	6.25	2.25	0	400	Sobremaduros
03/04/2014	Africa II	0.82	7.76	79.86	6.80	4.76	0.00	735	Sobremaduros, Pasados

Fuente: Propia

3.2.4 Evaluación

Los criterios de corte del fruto de la palma africana, se basan principalmente en la cantidad de pepas (drupas) desprendidas de la infrutescencia; cuando los frutos del racimo se han llenado por completo de aceite, la palma libera la primera pepa, aunque no es hasta la liberación de la 3ra pepa cuando se alcanza el punto óptimo de extracción de aceite (relación calidad-cantidad), por esta razón la orden de cosecha está dada para “3 pepas sueltas”, aunque cuando las condiciones ambientales son adversas (exceso de calor, exceso de humedad, etc.) la orden de cosecha puede cambiar a “1 pepa suelta” (por la capacidad del fruto en ese momento de soportar dichas condiciones).

Se han realizado ensayos que indican que cuando los racimos son cosechados a “1 pepa”, al momento de caer el racimo al suelo este libera menos de 10 pepas después del golpe, y cuando se cosecha a 3 pepas el fruto libera más de 10 pepas después del golpe, mientras que si el racimo que cosechan esta verde no libera ni una pepa al momento de caer al suelo. Es importante mencionar que cada racimo cosechado, es identificado con el código del cortador y el bloque de donde salió.

En base a lo anteriormente mencionado se evaluó en tolva (área de recepción de los racimos en la planta extractora) el ingreso de los racimos de fruta fresca cosechados, logrando con ello tener un control en la fase previa a la extracción de aceite, de que en campo el personal de cosecha siguiese las indicaciones dadas para el corte de los racimos (criterios de corte) tomándose las medidas pertinentes cuando dichas ordenes no fueron cumplidas.

Al mismo tiempo se llevó un registro de la calidad con que los racimos estuvieron ingresando a la tolva (verde, maduro, sobre maduro, zonal), con el fin de tener un respaldo al momento de un reclamo por parte de la planta extractora.

3.3 MANEJO DE LOS REGISTROS DE APLICACIÓN DE AGROQUÍMICOS EN CAMPO EN EL DISTRITO 1 Y 2 DE LA EMPRESA AGROCARIBE, S.A.

3.3.1 Objetivos

3.3.1.1 General

Llevar un control mensual de los agroquímicos que son aplicados en los distritos 1 y 2 de la empresa Agrocaribe S.A.

3.3.1.2 Específicos

- a) Conocer que productos se están aplicando en campo.
- b) Conocer la cantidad de producto aplicado en campo.
- c) Conocer la ubicación de donde se aplicó el producto en campo.
- d) Conocer al responsable de la aplicación de producto en campo.

3.3.2 Metodología

Se distribuyó al personal de campo un formato el cual fue llenado con la siguiente información:

- a. Fecha
- b. Responsable (Con código de trabajo)
- c. Ubicación de la Actividad (Distrito, Sector, Finca, Bloque)
- d. Producto Aplicado
- e. Cantidad Aplicada

Esta información fue corroborada y posteriormente firmada por los caporales de campo, con la intención de darle una mayor confiabilidad a la información. Se procedió a digitar la información contenida en los formatos, a una base de datos de Excel, en la cual la información proporcionada fue organizada por sectores. Mensualmente se entregó un informe a la empresa de la información analizada.

3.3.3 Resultados

Cuadro No. 3.3 Registro de aplicación de productos químicos durante el mes de enero de 2014

Día	Responsable	Codigo	Distrito	Finca	Bloque	Producto Aplicado	Ingrediente Activo	Total Producto Utilizado (Kg o Lt)
09/01/2014	Hugo Cardona	86620	1	Londres	105	Kaput	MSMA	42.8
09/01/2014	Hugo Cardona	86620	1	Londres	106	Kaput	MSMA	33.4
10/01/2014	Hugo Cardona	86620	1	Londres	108	Kaput	MSMA	40.2
10/01/2014	Benjamin Quej Caal	70212	1	Viena I	189	Terminator	Clorpirifos	0.32
11/01/2014	Secundino Gua bol	86500	1	Lisboa	124	Terminator	Clorpirifos	0.24
11/01/2014	Secundino Gua bol	86500	1	Lisboa	121	Terminator	Clorpirifos	0.31
11/01/2014	Haroldo Santiago Ramiro Max	70670	1	Viena II	174	Terminator	Clorpirifos	0.28
12/01/2014	Antonio Alberto Bol Caal	47073	1	San Fernando	130	Terminator	Clorpirifos	0.05
13/01/2014	Hugo Cardona	86620	1	Londres	110	Kaput	MSMA	39.4
13/01/2014	Antonio Alberto Bol Caal	47073	1	San Fernando	134	Terminator	Clorpirifos	0.05
14/01/2014	Antonio Alberto Bol Caal	47073	1	Londres	105	Terminator	Clorpirifos	0.46
15/01/2014	Antonio Alberto Bol Caal	47073	1	Londres	106	Terminator	Clorpirifos	0.23
15/01/2014	Tranquilino Ja Pacay	12177	1	San Fernando	130	Rodilon	Benzothioipyrana Difeethalona	0.005
15/01/2014	Benjamin Quej Caal	70212	1	Viena I	190	Terminator	Clorpirifos	0.23
15/01/2014	Benjamin Quej Caal	70212	1	Viena I	200	Terminator	Clorpirifos	0.48
15/01/2014	Antonio Alberto Bol Caal	47073	1	Londres	108	Terminator	Clorpirifos	0.1
15/01/2014	Adolfo Maas	73154	1	Lisboa	126	Kaput	MSMA	2.6
15/01/2014	Willian Leonel Suchite Ortiz	78810	1	Paris	241	Kaput	MSMA	77.4
16/01/2014	Antonio Alberto Bol Caal	47073	1	Londres	108	Terminator	Clorpirifos	0.1
16/01/2014	Haroldo Santiago Ramiro Max	70670	1	Viena II	175	Terminator	Clorpirifos	0.45
17/01/2014	Haroldo Santiago Ramiro Max	70670	1	Viena II	176	Terminator	Clorpirifos	0.2
17/01/2014	Benjamin Quej Caal	70212	1	Viena I	201	Terminator	Clorpirifos	0.63
17/01/2014	Willian Leonel Suchite Ortiz	78810	1	Paris	240	Kaput	MSMA	68.4
18/01/2014	Secundino Gua bol	86500	1	Roma II	96	Terminator	Clorpirifos	0.38
20/01/2014	Benjamin Quej Caal	70212	1	Viena I	202	Terminator	Clorpirifos	0.32
20/01/2014	Willian Leonel Suchite Ortiz	78810	1	Paris	237	Kaput	MSMA	95.6
22/01/2014	Willian Leonel Suchite Ortiz	78810	1	Paris	237	Kaput	MSMA	157.4
22/01/2014	Benjamin Quej Caal	70212	1	Paris	232	Terminator	Clorpirifos	0.23
22/01/2014	Antonio Alberto Bol Caal	47073	1	Berlin	87	Terminator	Clorpirifos	0.09
24/01/2014	Benjamin Quej Caal	70212	1	Paris	234	Kaput	MSMA	45
25/01/2014	Secundino Gua bol	86500	1	Lisboa	128	Terminator	Clorpirifos	0.16
27/01/2014	Benjamin Quej Caal	70212	1	Paris	235	Kaput	MSMA	41.2
27/01/2014	Benjamin Quej Caal	70212	1	Paris	232	Kaput	MSMA	81.6
28/01/2014	Benjamin Quej Caal	70212	1	Paris	234	Terminator	Clorpirifos	0.17
28/01/2014	Reginaldo Pop Choc	81704	2	Nogales	499	Terminator	Clorpirifos	0.91
28/01/2014	Edwin Danilo Mauricio	85672	1	Placa II	364	Kaput	MSMA	43.2
29/01/2014	Reginaldo Pop Choc	81704	2	Nogales	500	Terminator	Clorpirifos	1.16
29/01/2014	Gerson Echeverria Gereda	72624	1	Placa II	363	Kaput	MSMA	35.4
30/01/2014	Felipe Cucul Caal	71345	2	Arizona	483	Terminator	Clorpirifos	0.45
30/01/2014	Hugo Suchite	72570	1	Placa II	362	Kaput	MSMA	37.4
31/01/2014	Felipe Cucul Caal	71345	2	Arizona	485	Terminator	Clorpirifos	0.44

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro No. 3.4 Registro de aplicación de productos químicos durante el mes de febrero de 2014

Día	Responsable	Codigo	Distrito	Finca	Bloque	Producto Aplicado	Ingrediente Activo	Total Producto Utilizado (Kg o Lt)
03/02/2014	Tranquilino Ja Pacay	12177	1	Madrid	143	Kaput	MSMA	2.6
04/02/2014	Felipe Cucul Caal	71345	2	Arizona	486	Terminator	Clorpirifos	0.38
07/02/2014	Miguel del Valle Choc		2	Hopy	510	Terminator	Clorpirifos	1.16
07/02/2014	Antonio Alberto Bol Caal	47073	1	Berlin	94	Terminator	Clorpirifos	0.2
10/02/2014	Felipe Cucul Caal	71345	2	Arizona	495	Terminator	Clorpirifos	0.31
11/02/2014	Arnoldo Enrique	49709	2	Florencia I	572	Terminator	Clorpirifos	0.17
13/02/2014	Secundino Gua bol	86500	1	Madrid	151	Terminator	Clorpirifos	0.31
14/02/2014	Secundino Gua bol	86500	1	Madrid	149	Terminator	Clorpirifos	0.23
14/02/2014	Benjamin Quej Caal	70212	1	Paris	241	Terminator	Clorpirifos	0.24
14/02/2014	Haroldo Santiago Ramiro Max	70670	1	Brasilia	212	Terminator	Clorpirifos	0.44
15/02/2014	Benjamin Quej Caal	70212	1	Mariana	250	Terminator	Clorpirifos	0.1
17/02/2014	Antonio Alberto Bol Caal	47073	1	Berlin	87	Terminator	Clorpirifos	0.31
18/02/2014	Gerson Augusto Aldana	73069	1	Porvenir y Manacal	335	Terminator	Clorpirifos	0.2
24/02/2014	Benjamin Quej Caal	70212	1	Mariana	259	Terminator	Clorpirifos	0.45
24/02/2014	Secundino Gua bol	86500	1	Madrid	141	Terminator	Clorpirifos	0.16
24/02/2014	Secundino Gua bol	86500	1	Madrid	140	Terminator	Clorpirifos	0.44
24/02/2014	Crisanto Coc Xol	99038	2	Florencia I	578	Terminator	Clorpirifos	0.23
26/02/2014	Secundino Gua bol	86500	1	Lisboa	126	Terminator	Clorpirifos	0.16
27/02/2014	Benjamin Quej Caal	70212	1	Mariana	252	Terminator	Clorpirifos	0.1
27/02/2014	Haroldo Santiago Ramiro Max	70670	1	Brasilia	217	Terminator	Clorpirifos	0.28
28/02/2014	Secundino Gua bol	86500	1	Lisboa	123	Terminator	Clorpirifos	0.16
28/02/2014	Secundino Gua bol	86500	1	Lisboa	124	Terminator	Clorpirifos	0.09

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro No. 3.5 Registro de aplicación de productos químicos durante el mes de marzo de 2014

Día	Responsable	Codigo	Distrito	Finca	Bloque	Producto Aplicado	Ingrediente Activo	Total Producto Utilizado (Kg o Lt)
05/03/2014	Haroldo Santiago Ramiro Max	70670	1	Brasilia	223	Terminator	Clorpirifos	0.31
05/03/2014	Benjamin Quej Caal	70212	1	Brasilia	222	Terminator	Clorpirifos	0.16
06/03/2014	Haroldo Santiago Ramiro Max	70670	1	Brasilia	Borda	Terminator	Clorpirifos	0.31
07/03/2014	Benjamin Quej Caal	70212	1	Viena I	180	Terminator	Clorpirifos	0.63
07/03/2014	Antonio Alberto Bol Caal	47073	1	San Fernando	135	Terminator	Clorpirifos	0.05
08/03/2014	Haroldo Santiago Ramiro Max	70670	1	Londres	102	Terminator	Clorpirifos	0.24
08/03/2014	Antonio Alberto Bol Caal	47073	1	San Fernando	134	Terminator	Clorpirifos	0.05
10/03/2014	Antonio Alberto Bol Caal	47073	1	Londres	110	Terminator	Clorpirifos	0.1
10/03/2014	Secundino Gua bol	86500	1	Lisboa	121	Terminator	Clorpirifos	0.28
10/03/2014	Tranquilino Ja Pacay	12177	1	San Fernando	134	Terminator	Clorpirifos	0.05
10/03/2014	Felipe Cucul Caal	71345	2	Sevilla	451	Terminator	Clorpirifos	0.45
11/03/2014	Felipe Cucul Caal	71345	2	Sevilla	451	Terminator	Clorpirifos	0.32
11/03/2014	Jorge Mario Arturo Pop Quej	28260	1	Paris	237	Kaput	MSMA	2.6
11/03/2014	Tranquilino Ja Pacay	12177	1	San Fernando	129	Terminator	Clorpirifos	0.05
12/03/2014	Arnoldo Enrique	49709	2	Florencia II	592	Terminator	Clorpirifos	0.05
12/03/2014	Haroldo Santiago Ramiro Max	70670	1	Viena II	168	Terminator	Clorpirifos	0.17
13/03/2014	Felipe Cucul Caal	71345	2	Sevilla	454	Terminator	Clorpirifos	0.38
13/03/2014	Benjamin Quej Caal	70212	1	Viena I	185	Terminator	Clorpirifos	0.09
14/03/2014	Benjamin Quej Caal	70212	1	Viena I	186	Terminator	Clorpirifos	0.16
18/03/2014	Secundino Gua bol	86500	1	Madrid	150	Terminator	Clorpirifos	0.48
18/03/2014	Benjamin Quej Caal	70212	1	Viena I	187	Terminator	Clorpirifos	0.23
19/03/2014	Miguel Antonio Garcia Felipe	79594	1	Grano de Oro	11	Terminator	Clorpirifos	0.46
19/03/2014	Antonio Alberto Bol Caal	47073	1	Berlin	93	Terminator	Clorpirifos	0.17
19/03/2014	Haroldo Santiago Ramiro Max	70670	1	Viena II	174	Terminator	Clorpirifos	0.23
19/03/2014	Felipe Cucul Caal	71345	2	Lousiana II	461	Terminator	Clorpirifos	1.16
22/03/2014	Haroldo Santiago Ramiro Max	70670	1	Brasilia	210	Terminator	Clorpirifos	0.32
22/03/2014	Secundino Gua bol	86500	1	Madrid	144	Terminator	Clorpirifos	0.28
26/03/2014	Miguel Antonio Garcia Felipe	79594	1	Grano de Oro	17	Terminator	Clorpirifos	0.45
27/03/2014	Secundino Gua bol	86500	1	Madrid	142	Terminator	Clorpirifos	0.31
28/03/2014	Haroldo Santiago Ramiro Max	70670	1	Brasilia	213	Terminator	Clorpirifos	0.1
29/03/2014	Antonio Alberto Bol Caal	47073	1	Berlin	82	Terminator	Clorpirifos	0.1

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro No. 3.6 Registro de aplicación de productos químicos durante el mes de abril de 2014

Día	Responsable	Codigo	Distrito	Finca	Bloque	Producto Aplicado	Ingrediente Activo	Total Producto Utilizado (Kg o Lt)
01/04/2014	Benjamin Quej Caal	70212	1	Paris	235	Terminator	Clorpirifos	0.2
01/04/2014	Antonio Alberto Bol Caal	47073	1	Berlin	88	Terminator	Clorpirifos	0.48
03/04/2014	Haroldo Santiago Ramiro Max	70670	1	Brasilia	218	Terminator	Clorpirifos	0.24
04/04/2014	Secundino Gua bol	86500	1	Lisboa	128	Terminator	Clorpirifos	0.16
04/04/2014	Antonio Alberto Bol Caal	47073	1	Berlin	80	Terminator	Clorpirifos	0.63
04/04/2014	Benjamin Quej Caal	70212	1	Paris	238	Terminator	Clorpirifos	0.28
04/04/2014	Haroldo Santiago Ramiro Max	70670	1	Brasilia	219	Terminator	Clorpirifos	0.44
05/04/2014	Santiago Ical Cucul	72279	2	Inca	536	Terminator	Clorpirifos	0.91
07/04/2014	Secundino Gua bol	86500	1	Lisboa	126	Terminator	Clorpirifos	0.1
09/04/2014	Antonio Alberto Bol Caal	47073	1	Londres	101	Terminator	Clorpirifos	0.16
09/04/2014	Jorge Mario Arturo Pop Quej	28260	1	Viena II	173	Kaput	MSMA	2.6
09/04/2014	Benjamin Quej Caal	70212	1	Paris	241	Terminator	Clorpirifos	0.17
10/04/2014	Gregorio Choc Ical	72433	2	Hopy	509	Terminator	Clorpirifos	0.91
10/04/2014	Gregorio Choc Ical	72433	2	Hopy	510	Terminator	Clorpirifos	0.23
10/04/2014	Benjamin Quej Caal	70212	1	Mariana	250	Terminator	Clorpirifos	0.09
10/04/2014	Antonio Alberto Bol Caal	47073	1	Londres	102	Terminator	Clorpirifos	0.17
11/04/2014	Miguel Antonio Garcia Felipe	79594	1	Grano de Oro	21	Terminator	Clorpirifos	0.2
11/04/2014	Secundino Gua bol	86500	1	Lisboa	121	Terminator	Clorpirifos	0.28
21/04/2014	Miguel Antonio Garcia Felipe	79594	1	Grano de Oro	21	Terminator	Clorpirifos	0.44
22/04/2014	Benjamin Quej Caal	70212	1	Mariana	254	Terminator	Clorpirifos	0.23
23/04/2014	Antonio Alberto Bol Caal	47073	1	Londres	105	Terminator	Clorpirifos	0.38
24/04/2014	Antonio Alberto Bol Caal	47073	1	Londres	106	Terminator	Clorpirifos	0.17
24/04/2014	Gabriel Max	48702	1	Mariana	256	Terminator	Clorpirifos	0.32
24/04/2014	Benjamin Quej Caal	70212	1	Mariana	259	Terminator	Clorpirifos	0.28
24/04/2014	Secundino Gua bol	86500	1	Madrid	151	Terminator	Clorpirifos	0.44
25/04/2014	Antonio Alberto Bol Caal	47073	1	Londres	108	Terminator	Clorpirifos	0.09
25/04/2014	Otto Ramirez	73721	1	Porvenir y Manacal	336	Kaput	MSMA	2.6
28/04/2014	Felipe Cucul Caal	71345	2	Arizona	487	Terminator	Clorpirifos	0.23
28/04/2014	Gabriel Max	48702	1	Viena II	161	Terminator	Clorpirifos	0.05
29/04/2014	Benjamin Quej Caal	70212	1	Viena I	181	Terminator	Clorpirifos	0.16
29/04/2014	Otto Ramirez	73721	1	Placa I	357	Terminator	Clorpirifos	0.24
30/04/2014	Gerson Echeverria Gereda	72624	2	Canarias	396	Terminator	Clorpirifos	0.44
30/04/2014	Alfonso Ical Caal	60503	2	Florencia III	613	Pronto	Benzimidazol- Benomilo	0.2

Fuente: Elaboración Propia

3.3.4 Evaluación

Dentro del manejo agronómico de la palma aceitera se utilizan diferentes agroquímicos para controlar las plagas y enfermedades que afectan al cultivo. En la empresa Agrocaribe S.A. los agroquímicos que se utilizan son: Terminator® (I.A. Clorpirifos) para el control de zompopos, Rodilón® (I.A. Benzothiopyranona Difethialone) para el control de roedores, Agrymicin® (I.A. Estreptomicina-Oxitetraciclina) y Pronto® (I.A. Benzimidazol- Benomilo) para curaciones de flecha y Kaput® (I.A. MSMA) para eliminación de palmas por diversos factores (enfermedad, anormalidad, raleo).

Por ello se llevó el registro de la aplicación de estos productos dentro de los diferentes sectores de la empresa, logrando con ello tener un control de cuanto, donde y que producto se aplicaba así como el responsable de dicha actividad.

Se trabajó la base de datos desde el mes de octubre de 2013 hasta abril de 2014, pero los resultados se presentan a partir de enero de 2014, dado que entre los meses de octubre 2013 a enero 2014 se modificó la hoja de registro y la base de datos, ya que no se habían estado trabajando de una manera adecuada.

3.4 REUBICACIÓN Y GEOREFERENCIACION DE TRAMPAS DE *Rhynchophorus palmarum* EN EL DISTRITO 1 y 2 DE LA EMPRESA AGROCARIBE, S.A.

3.4.1 Objetivos

GENERAL

Reubicar y Georefenciar las trampas de *Rhynchophorus palmarum* en el distrito 1 y 2 de la empresa Agrocaribe S.A.

ESPECIFICOS

- a) Distribuir correctamente las trampas, a una densidad de 1 trampa cada 5 has.
- b) Mejorar el control de *R. palmarum* dentro del distrito 1 y 2 de la empresa Agrocaribe S.A.

3.4.2 Metodología

Con la ayuda del programa Arc Gis®, se realizó una nube de puntos a una densidad de 1 punto cada 5 hectáreas, los cuales fueron montados y geo referenciados sobre los mapas de los diferentes sectores del distrito 1 y 2. Las coordenadas de estos puntos fueron cargados a un GPS Garmin®.

Con los puntos cargados en el GPS, se procedió a ir a las diferentes fincas, dentro de las cuales se navegó y ubicó en campo los diferentes puntos sobre los cuales se colocaron las trampas.

Se marcaron la palmas sobre la cuales debía colocarse la trampa, al mismo tiempo que se anotó su ubicación (palma, línea, bloque) la cual fue proporcionada al personal de campo para la posterior colocación de la trampa.

3.4.3 Resultados



Figura 3.3 Procedimiento para la ubicación de las trampas en campo

Fuente: Propia

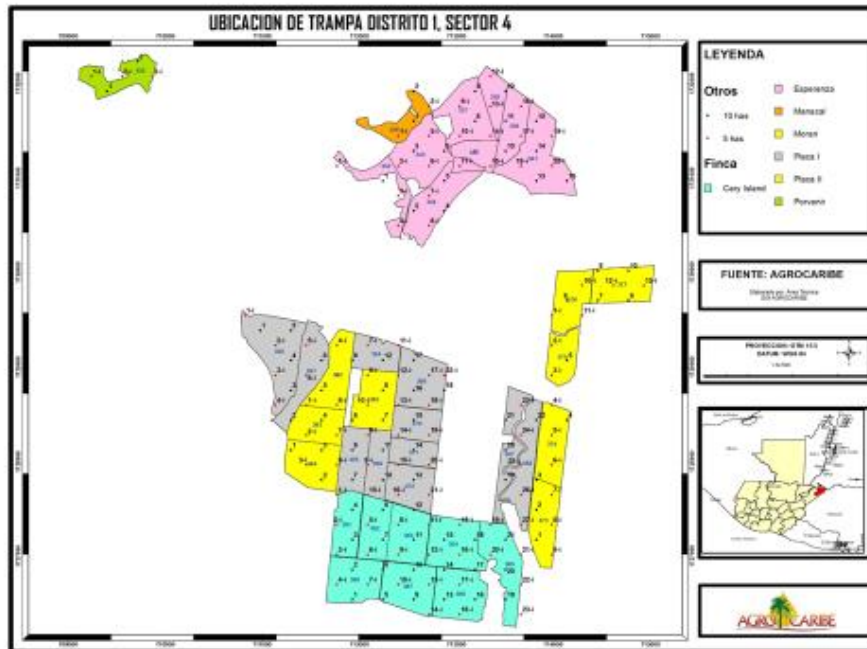


Figura 3.4 Ubicación de trampas en el distrito 1 sector 4

Fuente: AgroCaribe, 2013

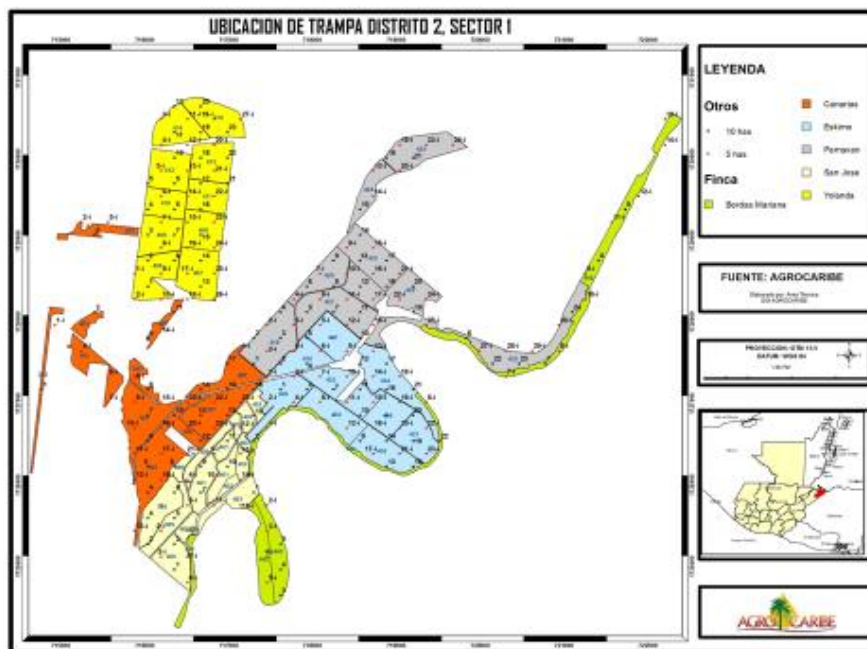


Figura 3.5 Ubicación de trampas distrito 2 sector 1

Fuente: AgroCaribe, 2013

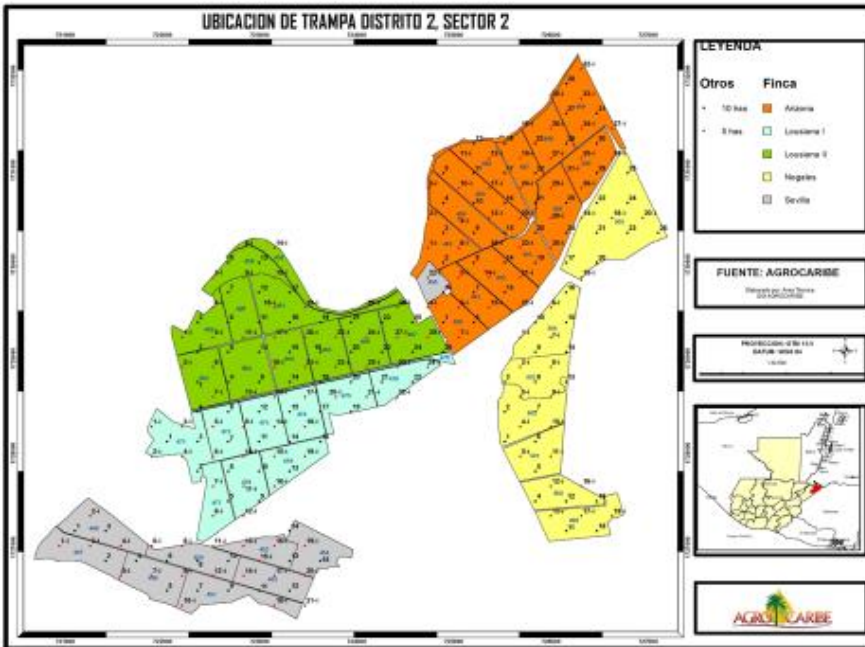


Figura 3.6 Ubicación de trampas distrito 2 sector 2

Fuente: AgroCaribe, 2013

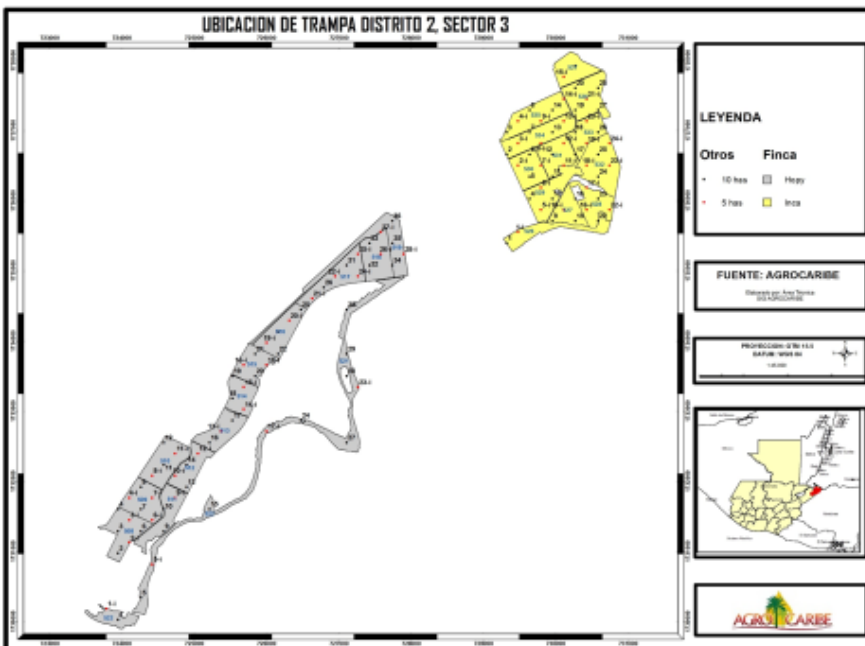


Figura 3.7 Ubicación de trampas distrito 2 sector 3

Fuente: AgroCaribe, 2013

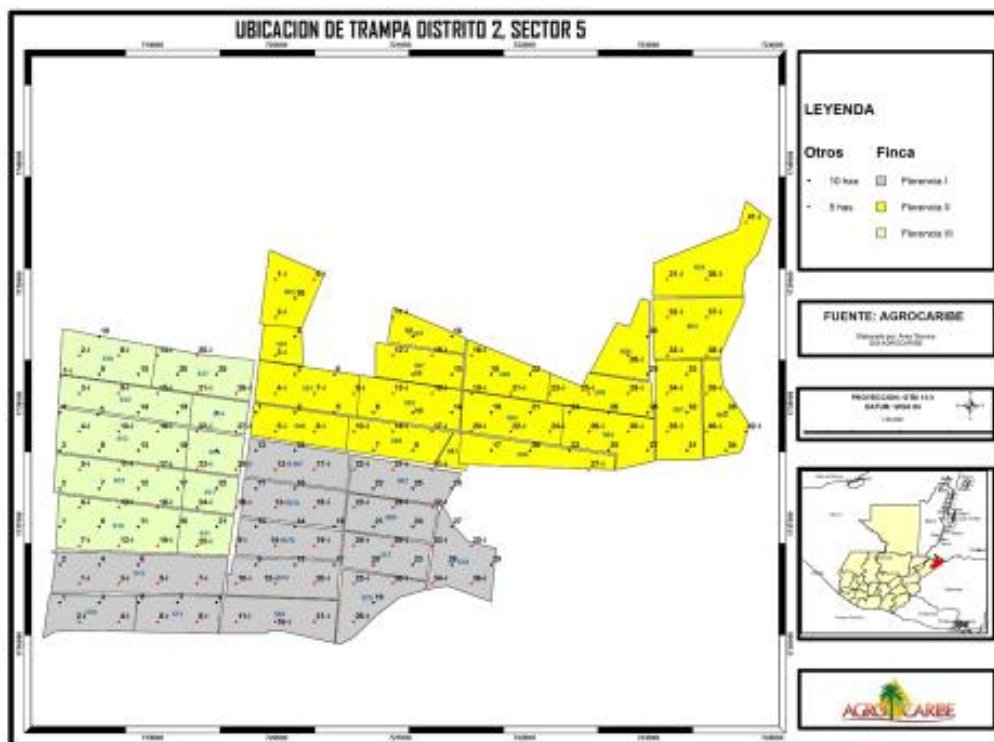


Figura 3.8 Ubicación de trampas distrito 2 sector 5

Fuente: AgroCaribe, 2013

3.4.4 Evaluación

Rhynchophorus palmarum, es una de las principales plagas que atacan el cultivo de la palma aceitera, siendo el principal transmisor del nematodo *Bursaphelenchus cocophilus*, el cual es el agente causal de la enfermedad conocida como anillo rojo.

El control de *Rhynchophorus palmarum* está basado en la colocación de trampas, las cuales contienen una mezcla de agua/melaza en relación 3:1 la cual funciona como alimento para el insecto al mismo tiempo que lo atrapa dentro de la trampa y también contiene una feromona (Rynchophorol®) la cual funciona como atrayente, indicándole al insecto que hay presencia de alimento con un radio de acción de 1500 m.

En el distrito 1 y 2 estaban establecidas 1 trampa cada 10 hectáreas las cuales eran colocadas al cálculo, razón por la cual en ocasiones la distribución de las trampas no era la correcta y por ende la cobertura esperada de las mismas no era la óptima; al mismo tiempo debido al aumento de las poblaciones de *R. palmarum* se decidió aumentar la densidad a 1 trampa cada 5 has.

Por este motivo se procedió a reubicar y geo referenciar las trampas en el distrito 1 y 2, logrando con ello distribuir adecuadamente las trampas con el objetivo de mejorar la cobertura de acción de las mismas y con ello optimizar el control de *R. palmarum*.