

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
EXTENSION SANTO DOMINGO DE LOS COLORADOS

“EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE PLANTACIONES ADULTAS  
SOBRE CULTIVOS JÓVENES EN LA CALIDAD DE CONFORMACIÓN DE  
RACIMOS EN EL HÍBRIDO CIRAD DE PALMA ACEITERA  
(*Elaeis guineensis* Jacq.) EN QUININDÉ”

JUAN GABRIEL TORRES VACA

INFORME TÉCNICO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

2006



ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
EXTENSION SANTO DOMINGO DE LOS COLORADOS

“EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE PLANTACIONES ADULTAS  
SOBRE CULTIVOS JÓVENES EN LA CALIDAD DE CONFORMACIÓN DE  
RACIMOS EN EL HÍBRIDO CIRAD DE PALMA ACEITERA  
(*Elaeis guineensis* Jacq.) EN QUININDÉ”

JUAN GABRIEL TORRES VACA

INFORME DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PRESENTADO COMO  
REQUISITO PARCIAL PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO  
AGROPECUARIO.

SANTO DOMINGO DE LOS COLORADOS – ECUADOR  
2006

“EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE PLANTACIONES ADULTAS  
SOBRE CULTIVOS JÓVENES EN LA CALIDAD DE CONFORMACIÓN DE  
RACIMOS EN EL HÍBRIDO CIRAD DE PALMA ACEITERA  
(*Elaeis guineensis* Jacq.) EN QUININDÉ”

GABRIEL TORRES V.

REVISADO Y APROBADO

---

CRNL. ESP. ING. PATRICIO JARAMILLO A.  
DECANO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

---

Ing. Carlos Montenegro B.  
DIRECTOR

---

Ing. Javier Tumbaco M.  
CODIRECTOR

---

Ing. Juan Carlos Gallardo Z.  
BIOMETRISTA

CERTIFICO QUE ESTE TRABAJO FUÉ PRESENTADO EN ORIGINAL (EN  
MEDIO MAGNETICO) E IMPRESO EN DOS EJEMPLARES.

---

SECRETARIA ACADEMICA

“EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DE PLANTACIONES ADULTAS  
SOBRE CULTIVOS JÓVENES EN LA CALIDAD DE CONFORMACIÓN DE  
RACIMOS EN EL HÍBRIDO CIRAD DE PALMA ACEITERA  
(*Elaeis guineensis* Jacq.) EN QUININDÉ”

JUAN GABRIEL TORRES VACA

APROBADO POR LOS SEÑORES MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE  
CALIFICACION DEL INFORME TÉCNICO.

	CALIFICACIÓN	FECHA
Ing. Carlos Montenegro B. DIRECTOR	Diecinueve cincuenta sobre veinte (19.50 / 20)	24-04-2006
Ing. Javier Tumbaco M. CODIRECTOR	Diecinueve cincuenta sobre veinte (19.50 / 20)	24-04-2006

CERTIFICO QUE ESTAS CALIFICACIONES FUERON PRESENTADAS EN  
ESTA SECRETARIA.

---

SECRETARIA ACADEMICA

DEDICATORIA

A mis amados padres,  
gestores primordiales de este logro.

A mis hermanos,  
compañeros de vida y de sueños.

A mis queridos familiares y amigos  
por su comprensión y apoyo total.

## AGRADECIMIENTO

Al señor mi Dios todo poderoso que me cuida y guía desde las alturas.

A mis padres y hermanos, por su cariño y sustento incondicionales.

A la Facultad de Ciencias Agropecuarias “IASA II”, que tendrá siempre en sus primeros hijos, ejemplos de valor y responsabilidad para las generaciones venideras.

A los ingenieros: Javier Tumbaco M. y Carlos Montenegro B. por sus acertadas recomendaciones y aportes para el desarrollo de esta Investigación.

Al ingeniero Juan Carlos Gallardo Z. por su espíritu de lucha y contribución con la causa más importante de la facultad: los estudiantes.

A la ingeniera Paula Plaza por su valor como profesional y como persona que dieron un importante empuje al desarrollo de esta tesis.

Al ingeniero Lenin Rosero por sus valiosos consejos y por su desinteresada colaboración con este proyecto.

A toda esa gente linda de Palmeras de los Andes que de una u otra manera colaboraron para llevar a feliz término este estudio.

A todos, por su amistad, afecto y apoyo... Gracias totales.

**CONTENIDO**

<b>SECCIONES O CAPÍTULOS</b>	<b>PAGS.</b>
I. INTRODUCCIÓN	14
II. OBJETIVOS	16
III. REVISIÓN DE LITERATURA	
A) Aspectos generales del cultivo de palma africana	17
1. Historia del cultivo de Palma Africana en el Ecuador	17
2. Origen y Taxonomía de la Palma aceitera	18
3. Descripción morfológica de la Palma Africana	18
B) Fisiología de la polinización natural de la palma aceitera	22
1. La Polinización en Palma Africana	22
2. Insectos Polinizadores y su acción en la polinización	24
C) Liberación de insectos polinizadores y polen	25
1. Fundamentos de la liberación de insectos polinizadores	26
2. Características del gorgojo <i>Elaeidobius kamerunicus</i>	26
3. Características del polen	28
4. Suspensión de la aplicación de sistemas de Polinización artificial	32
IV. MATERIALES Y MÉTODOS	33
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	50
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	88
VII. SUMARIO	92
VIII. BIBLIOGRAFÍA	96
IX. ANEXOS	100



<b>INDICE DE CUADROS</b>	<b>PÁGS.</b>
CUADRO 1. Datos climatológicos en la plantación “El 200” Palmeras de los Andes Quinindé	34
CUADRO 2. Toma de datos de velocidad y dirección del viento con el uso de un anemómetro y banderín direccional, ubicados en los tratamientos 1, 2, 3 y 4	35
CUADRO 3. Establecimiento de tratamientos y repeticiones dentro de las “unidades de observación”	40
CUADRO 4. Distribución de los tratamientos y repeticiones de acuerdo a su “Unidad de observación” y el número de racimos o unidades de evaluación a cosecharse	41
CUADRO 5. Esquema del ADEVA	42
CUADRO 6. Número de racimos o “unidades de evaluación” cosechadas por tratamiento de acuerdo a su unidad de observación	50
CUADRO 7. ADEVA número de frutos normales por tratamiento	51
CUADRO 8. Número de frutos normales de los tratamientos con prueba de Tukey al 5%	52
CUADRO 9. ADEVA número de frutos partenocárpicos por tratamiento	53
CUADRO 10. Número de frutos partenocárpicos de los tratamientos con prueba de Tukey al 5%	53
CUADRO 11. ADEVA número total de frutos por tratamiento	54
CUADRO 12. Total de frutos por tratamiento con prueba de Tukey al 5%	55
CUADRO 13. ADEVA porcentaje de frutos normales por tratamiento	56
CUADRO 14. Porcentaje de frutos normales por tratamiento con prueba de Tukey al 5 %	57
CUADRO 15. ADEVA porcentaje de frutos partenocárpicos por tratamiento	59
CUADRO 16. Porcentaje de frutos partenocárpicos por tratamiento con prueba de Tukey al 5%	59
CUADRO 17. ADEVA muestras del peso de 20 frutos	61

	<b>PÁGS.</b>
CUADRO 18. Peso de 20 frutos con prueba de Tukey al 5%	61
CUADRO 19. ADEVA peso promedio por fruto normal por tratamiento	62
CUADRO 20. Promedio de peso del fruto por tratamiento con prueba de Tukey al 5%	63
CUADRO 21. Rendimiento diario del personal de conteo de inflorescencias según las características del terreno	65
CUADRO 22. Rendimiento promedio de un obrero para el conteo de inflorescencias por hectárea	66
CUADRO 23. Recorrido de aplicación 1	67
CUADRO 24. Recorrido de aplicación 2	68
CUADRO 25. Presupuesto para la elaboración de los transportadores de insectos – polen	69
CUADRO 26. Presupuesto para la elaboración de la una escalera	69
CUADRO 27. Presupuesto para la elaboración de colmenas y ubicación en campo	70
CUADRO 28. Obtención de costos para el método de polinización por cosecha y liberación del insecto <i>Eleaidobius kamerunicus</i> en colmenas de caña guadua	71
CUADRO 29. Rangos de extracción de aceite por peso de fruta en relación con la calidad de conformación de racimos que se obtuvieron en los tratamientos	73
CUADRO 30. Proyección de la producción estimada de aceite a partir de 1,000 kg de racimos de fruta fresca de acuerdo al rango de extracción por cada tratamiento	74
CUADRO 31. Estimado económico anual de producción y venta de aceite por tratamiento para la producción estimada del cultivo 2000 Guineensis 2501 en PDAQ	75
CUADRO 32. Protección económica anual de producción y venta de aceite rojo, aceite de palmiste y pasta de palmiste por tratamiento, basado en el estimado productivo de PDAQ para cultivo 2000 Guineensis 2501(18,000 kg año <sup>-1</sup> )	76

**PÁGS.**

CUADRO 33. Análisis de rendimientos y costos variables de los Tratamientos.	77
CUADRO 34. Costos variables adicionales del tratamiento T6 con diferencia de rendimientos frente a costos variables por tratamiento.	78
CUADRO 35. Análisis de dominancia de datos de respuesta a los tratamientos de la “Evaluación de plantaciones adultos sobre cultivos jóvenes en la calidad de conformación de racimos”.	78
CUADRO 36. Análisis de tasa de retorno marginal en base al beneficio neto frente a los costos variables, de los tratamientos.	79

**INDICE DE FOTOS**

FOTO 1. Influencia de un lote adulto de palma aceitera sobre la calidad de conformación de racimos de un lote joven contiguo; con muestro de racimos a distintas distancias	37
FOTO 2. Lote de palma aceitera (cultivo 2000`) ubicado a más de 300 metros a la redonda de cualquier cultivo de distinta edad que pueda influenciarlo	38
FOTO 3. Colmena de aplicación de <i>Elaeidobius kamerunicus</i> en un lote de cultivo 2000`	39
FOTO 4. Racimo etiquetado	43
FOTO 5. “Robado del racimo”	45
FOTO 6. Ensacado de racimos	45
FOTO 7. Traslado de racimos	45
FOTO 8. Desprendimiento de espigas con uso del hacha	46
FOTO 9. Desprendimiento de frutos	46
FOTO 10. Personal de “Fruit set”	46
FOTO 11. “Clasificación de frutos”	47
FOTO 12. “Fruto normal (izquierda) con nuez frente a un partenocárpico (derecha)	47

	<b>PÁGS.</b>
FOTO 13. “Fruto normal”	47
FOTO 14. “Fruto Partenocárpico”	47
FOTO 15. “Conteo de frutos”	48
FOTO 16. “Pesado de 20 frutos”	48
FOTO 17. Seguimiento en “Cosecha de insectos polinizadores	49
FOTO 18. Seguimiento en “Aplicación de insectos polinizadores en colmenas”	49
FOTO 19. Aislamiento de inflorescencia masculina para recolección de insectos – polen	49
FOTO 20. ”Transportador de <i>E. kamerunicus</i> ”	49
FOTO 21. “Colmena de aplicación de insectos”	70

## **INDICE DE GRÁFICAS**

GRÁFICA 1. Formato de la etiqueta de identificación para los racimos de las “unidades de observación” 1, 2 y 3	44
GRÁFICA 2. Formato de la etiqueta de identificación para los racimos de las “unidades de observación 4-9”	44
GRÁFICA 3. Medias del número de frutos normales para cada tratamiento	52
GRÁFICA 4. Medias del número de frutos partenocárpicos para cada Tratamiento	53
GRÁFICA 5. Medias del número de frutos totales para cada tratamiento	55
GRÁFICA 6. Medias del porcentaje de frutos normales por tratamientos	58
GRÁFICA 7. Análisis de los tratamientos 1, 2, 3 y 4 en conjunto	58
GRÁFICA 8. Medias del porcentaje de frutos partenocárpicos por tratamiento	60
GRÁFICA 9. Peso de 20 frutos por tratamiento	62
GRÁFICA 10. Promedio de peso de fruto por tratamiento	63

	<b>PÁGS.</b>
GRÁFICA 11. Rangos de extracción de aceite de los tratamientos, en base a una extracción del 24% en fruta con el 90% de conformación	100
GRÁFICA 12. Kilogramos de aceite extraído de los tratamientos, a partir de 1000 kg de fruta fresca cosechada, basados en el rango de proyección de extracción específico	101
GRÁFICA 13. Estimado anual de producción real de aceite de los tratamientos por hectárea cuantificado en kilogramos, basado en una producción anual de 18 TM de fruta fresca por hectárea	102
GRÁFICA 14. Estimado anual de ventas de aceite rojo por tratamiento por hectárea basado en un precio en el mercado de 400 dólares por TM	103
GRÁFICA 15. Estimado anual de producción (en kilogramos) de “aceite de palmiste” de los tratamientos por hectárea	104
GRÁFICA 16. Estimado anual de ventas de aceite de palmiste de los tratamientos por hectárea, basado en un precio de 530 dólares por TM de aceite de palmiste	105
GRÁFICA 17. Producción anual estimada de torta de palmiste de los tratamientos por hectárea, basada en una producción de 18 TM por hectárea	106
GRÁFICA 18. Estimado anual de ventas de la torta de palmiste producida a partir de 18 TM por ha, basado en un precio de 2.60 dólares el saco de 45 kilogramos	107
GRÁFICA 19. Comparación de las ventas de aceite rojo frente a las ventas totales obtenidas por tratamiento	108
GRÁFICA 20. Croquis de campo tratamientos 1, 2, 3 y 4	109
GRÁFICA 21. Croquis de campo tratamientos 5 y 6	110

## I. INTRODUCCIÓN

El mejoramiento genético sometido a la palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) durante más de tres décadas en nuestro país así como a nivel internacional, es causa de una problemática en los primeros años de plantación del cultivo manifestada en una alta tendencia de estos materiales a producir inflorescencias femeninas en búsqueda de producir mayor cantidad de racimos. Dicha tendencia influye directamente en una insuficiencia generalizada de flores masculinas, las cuales son las encargadas no solo de proporcionar el polen para la fecundación de las flores femeninas, sino que además son el medio natural para el desarrollo de los insectos polinizadores ligados a este cultivo (GENTY et al 1986).

La “Polinización Asistida” nace como una alternativa emergente para zonas en donde esta problemática se ve acentuada por varios factores además de los mencionados factores genéticos y consiste en la recolección de polen viable de lotes adultos para su posterior secado y aplicación directa sobre las inflorescencias femeninas al momento de su antesis, todo esto a través del uso de mano de obra calificada para este fin (GRAY 1969). Sin embargo, para emplear este proceso, debe realizarse un detenido análisis de la zona o incluso de los lotes en los cuales se llevará a cabo la metodología ya que incide de forma directa en los costos de producción, habiéndose estimado su aplicación en un valor aproximado de 250 dólares por hectárea/año lo que la vuelve “no económicamente rentable” en todos los medios en los que este cultivo se desarrolla (HARTLEY 1986).

Instituciones como el INIAP o ANCUPA e importantes empresas palmicultoras del país han emprendido programas de investigación con el fin de obtener técnicas que permitan llevar a cabo una polinización adecuada de sus lotes pobres en conformación de racimos, pero a costos que permitan mantener la rentabilidad de sus explotaciones (OBANDO et al 1993).

En respuesta a la problemática mencionada, la empresa “Palmeras de los Andes Quinindé”, viene implementando desde hace algunos años atrás un sistema de polinización que se basa en la “liberación” en lotes jóvenes, de una mezcla compuesta por el insecto polinizador *Elaeidobious kamerunicus* junto con polen viable; ambos tomados en lotes productivos adultos, transportados hacia los lotes destino y aplicados en colmenas con el fin de mejorar el índice de frutos polinizados (normales)/racimo. (PDAQ 1998).

Mucho se ha hablado de las condiciones que deben tomarse en cuenta al momento de recurrir a la aplicación de un sistema de polinización asistida en palma aceitera y se cree que la polinización natural mejora sustancialmente en una plantación joven, cuando esta se halla ubicada junto a una plantación adulta (CHAN y LEE 1993).

La presente investigación se basó en el análisis de racimos de lotes jóvenes (cultivo 2000) contiguos a lotes adultos (cultivo 77) cosechados a distintas distancias (50, 100, 150 y 200 metros); con la finalidad, de hallar una relación entre la distancia de separación de los lotes jóvenes con los lotes adultos y los porcentajes de conformación de sus racimos; y compararlos con los porcentajes de conformación obtenidos de racimos cosechados en lotes que reciben polinización a través del método de “liberación de *Elaeidobious kamerunicus* en colmenas” y a su vez, en lotes aislados y sin polinización por liberación entomófila, es decir, que no reciben ninguna influencia externa.

Esta investigación tuvo como finalidad obtener datos que nos indiquen si existe o no una relación entre la distancia de separación de lotes jóvenes y adultos, y calidad de conformación de racimos; para de esta manera, conocer en que medida varía la calidad de conformación de racimos a medida que estos se alejan de los límites del lote adulto.

## II. OBJETIVOS

### A. Objetivo General

Determinar la influencia de polinización que tienen los lotes adultos sobre los lotes jóvenes del cultivo de palma aceitera del híbrido CIRAD en la conformación de sus racimos a medida que estos se alejan del límite de los cultivos adultos.

### B. Objetivos Específicos

1. Determinar la distancia de influencia que tienen las plantaciones de palma aceitera adultas sobre los cultivos jóvenes.
2. Cuantificar la relación de inflorescencias masculinas y femeninas por hectárea en las parcelas experimentales.
3. Realizar un análisis económico de los tratamientos.



### III. REVISIÓN DE LITERATURA

#### A. ASPECTOS GENERALES DEL CULTIVO DE PALMA AFRICANA

##### 1. Historia del cultivo de Palma Africana en el Ecuador

De acuerdo con ANCUPA y SIGAGRO (2005) que citan a HARTLEY (1968), la primera plantación de Palma Africana fue establecida en el Ecuador en el año 1953, en una pequeña zona cercana a Santo Domingo de los Colorados, en la llanura del Pacífico; pero, los cultivos posteriores no se encaminaron bien sino hasta comienzos de la década de 1960, cuando se instaló en la región la “Estación Experimental del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias” INIAP. DOW (1975), indica que hacia 1972 las plantaciones a nivel nacional seguían creciendo en una proporción de más o menos 3,000 hectáreas por año.

ANCUPA y SIGAGRO (2005) manifiestan que en la actualidad existen 5,515 palmicultores, con un total aproximado de 207,285.31 hectáreas sembradas. De ellos, el 41.8 % son palmicultores con superficies que no rebasan las 10 hectáreas de cultivo, el 21.1 % son palmicultores que tienen superficies sembradas entre 10 y 20 hectáreas, el 24.2 % están entre un rango de 20 a 50 hectáreas. El 12.9 % restante son cultivadores que se cuentan con extensiones de cultivo superiores a las 50 hectáreas, sin embargo, solo el 0.2% de ellos rebasan las 1,000 hectáreas de cultivo; es decir 9 palmicultores en su total. El cultivo de palma africana promueve importantes inversiones, genera fuentes de trabajo, e impulsa el progreso de extensas zonas del Ecuador, no solo por su cultivo, sino por los negocios que se generan alrededor de la misma (RECALDE 2000). En la actividad agrícola se encuentran empleadas directamente alrededor de 60,000 personas, y se calcula que en los negocios relacionados a este cultivo se han generado adicionalmente 30,000 plazas de trabajo. (CHÁVEZ Y RIVADENEIRA 2003).

En América, el Ecuador es el segundo productor de palma aceitera, el cuarto exportador de aceite rojo y el segundo consumidor a nivel Industrial (RECALDE 2000)(SICA-MAG en línea: III CENSO AGROPECUARIO).

## 2. Origen y Taxonomía de la Palma aceitera

### a. Origen

Según SEWARD (1924), citado por HARTLEY (1986), existen indicios fósiles, históricos y lingüísticos del origen africano de la palma de aceite, sin embargo se cree a su vez que el mismo es escaso y en muchos aspectos, vago; solo recientemente se han hecho esfuerzos para relacionar los registros que existen, con los principales hitos de la exploración y en resumen indican que aun cuando pudiere haber rastros de que la palma haya llegado a América a partir del Descubrimiento de Colón, no se descartan posibilidades de transportes precolombinos.

### b. Taxonomía

CORLEY (1976) manifiesta que la palma aceitera pertenece a la familia Palmaceae, tribu Coccoineae. Jacquin, la describió en 1763 y le dio el nombre de *Elaeis guineensis*. Según LEÓN (1987), este género incluye tres especies: *E. guineensis*, de Africa Occidental; *E. oleifera* (*Elaeis melanococa*), que se extiende de Centroamérica a Brasil; y, *E. odora*, una especie muy poco conocida de América del Sur.

El género de *Elaeis* se basó en palmas introducidas en la Martinica y la palma de aceite recibió su nombre botánico de Jacquin en un informe sobre plantas americanas; *Elaeis* se deriva de la palabra griega “elaion”, aceite, mientras que el nombre específico *guineensis* muestra que Jacquin atribuía su nombre a la costa de Guinea. (HARTLEY 1986).

## 3. Descripción morfológica de la Palma Africana

ORTIZ y FERNÁNDEZ (1994) describen a la palma aceitera por partes de la siguiente manera:

### a. Raíces

La parte inferior del tallo de la palma aceitera es una estructura cónica de la cual surgen hasta 10,000 raíces primarias. Estas raíces miden entre 5 y 10 mm de diámetro y pueden llegar a alcanzar hasta 20 m de longitud. Las raíces primarias crecen hacia abajo o se distribuyen de manera más o menos horizontal y cumplen básicamente una función de anclaje.

Las raíces primarias dan origen a las secundarias que miden entre 2 y 5 mm de diámetro y pocos metros de longitud; estas dan origen a las terciarias de 1 a 2 mm de diámetro y hasta 15 cm de longitud; también existen raíces cuaternarias muy pequeñas. En general, estas raíces cumplen funciones de absorción de agua y nutrientes. Además, existen raíces aéreas que se desarrollan en la base de las primeras hojas cuya función es poco conocida.

### b. Estipe o estípote

Durante los primeros tres años de edad, el estipe se caracteriza por su forma de cono invertido, de cuyo ápice brotan las hojas y, de la base, numerosas raíces adventicias. A partir de esa edad el tronco se alarga conforme emergen las hojas y puede alcanzar entre 15 y 20 m de alto, con un diámetro que oscila entre 30 y 50 cm. La palma aceitera posee un solo punto de crecimiento o meristema apical que se encuentra en la parte central del tronco. El meristema apical llega a producir de 30 a 40 hojas nuevas por año. Las funciones principales del tronco son:

- 1.- Soporte de hojas e inflorescencias
- 2.- Almacenamiento y transporte de agua y nutrientes
- 3.- Almacenamiento de carbohidratos y minerales

### c. Hojas

El follaje se forma a partir de los primordios florales localizados en la parte superior del estipe del que nacen hojas e inflorescencias. El estipe de una palma

adulta en condiciones normales posee entre 30 y 40 hojas, las cuales pueden alcanzar entre 5 y 7 m de longitud y pesan de 5 a 8 kilogramos.

La filotaxia o arreglo de las hojas en el estipe es muy importante en el cultivo de palma aceitera. Las hojas están dispuestas en dos espirales, una que corre de derecha a izquierda, en la cual hay ocho hojas colocadas entre la que está en la misma línea vertical, otra de izquierda a derecha, con cinco hojas intermedias. Los primordios foliares están separados uno del otro en la espiral genética por un ángulo de divergencia de aproximadamente 137.5 grados. Dentro de una misma planta este ángulo está dirigido consistentemente hacia la izquierda o hacia la derecha del primordio previo.

Cada hoja madura está compuesta de un raquis, foliolos lineales y espinas. La parte proximal del raquis se ensancha en el pseudo tallo y se conoce como pecíolo y es ahí donde aparece la mayor parte de las espinas.

La producción de hojas tiene gran importancia para determinar el rendimiento de fruta a corto plazo. A cada hoja le corresponde una inflorescencia cuyo tamaño y desarrollo depende del estado de la planta.

#### d. Inflorescencias

La palma aceitera es monoica, es decir, las flores masculinas se desarrollan separadamente (en el tiempo) de las flores femeninas, pero siempre en la misma planta. Las inflorescencias masculinas y femeninas se forman en las axilas de las hojas; las primeras aparecen aproximadamente entre los 20 – 24 meses y es a partir de esa edad, en condiciones normales, que surgen una por cada hoja que se forma. Generalmente existen ciclos de producción de inflorescencias masculinas y femeninas que varían estacionalmente la producción.

La inflorescencia masculina está constituida por un pedúnculo largo o eje central, alrededor del cual se distribuyen cerca de cien espigas que poseen forma de dedos de 10 a 20 cm de largo. Cada espiga puede albergar alrededor de un millar de

flores. El perianto está formado por seis estambres. El polen posee un atractivo olor a anís.

La inflorescencia femenina es un racimo globoso, cubierto al principio por dos espatas coriáceas y protegido en la base con 5 a 10 brácteas duras y puntiagudas que pueden medir hasta 15 cm de largo. El racimo es sostenido por un pedúnculo corto y fuerte sobre el que se insertan cerca de un centenar de espigas. La flor femenina tiene un perianto doble y el pistilo está compuesto por un ovario tricarpelar y un estigma sésil.

#### e. Racimos y Frutos

El racimo puede ser de varias formas. Por lo general, es ovoide y posee un tamaño promedio de 35 cm de ancho por 50 cm de largo. El número de frutos producido en cada racimo varía con la edad y con el material genético. Su peso puede variar de 2 a 3 kg en palmas jóvenes y alcanzar hasta 100 kg por racimo en adultas. El racimo está compuesto de un raquis central, espiguillas, frutos normales, partenocárpicos y abortados.

El fruto es una drupa sésil, ovoide, que presenta color oscuro o negro cuando está inmaduro y color predominantemente rojo en su madurez. Existen variaciones en el color y forma del fruto que son genéticamente controladas.

Un corte longitudinal del fruto presenta, de afuera hacia adentro, las siguientes partes: Exocarpio (capa epidérmica delgada y cerosa), Mesocarpio (capa gruesa, fibrosa de color amarillo o anaranjado, con alto contenido de aceites), Endocarpio (Cáscara dura, oscura, casi negra), Endospermo y epispermo (albumen o almendra).

El endocarpio forma, junto con la semilla, (endospermo y epispermo) la nuez y, su desarrollo, determina el tamaño del fruto. El porcentaje de mesocarpio, cáscara y almendra por fruto varía de acuerdo con la variedad. En los tipos “dura”, el endocarpio está muy desarrollado, mientras que en “Pisifera” existe todo un rango de

variabilidad en el grosor. El tipo Tenera produce un fruto de endocarpio relativamente grueso y con una proporción de mesocarpio relativamente alta. Las características del fruto son las de mayor importancia económica. Los componentes relacionados con la producción anual de racimos son el peso promedio y el número de racimos. Estos componentes asociados con el porcentaje de extracción de aceite constituyen el rendimiento total por hectárea.

## B. FISIOLOGÍA DE LA POLINIZACIÓN NATURAL DE LA PALMA ACEITERA

### 1. La Polinización en Palma Africana

HARTLEY (1986), asegura que la palma de aceite es polinizada casi exclusivamente por el viento. En países como Malasia la abundancia de polen en las inflorescencias masculinas atrae a muchos insectos, en particular a tres tipos de abejas: *Apis indica*, *A. dorsata* y *Melipona laeviceps*. Sin embargo, ellas no visitan a las flores femeninas y se pensaba que el suave olor a anís que emiten estas flores debía su origen a un antecesor primitivo.

JAGOE (1934), citado por HARTLEY (1986), contó los granos de polen que caían en portaobjetos de microscopio colocados en plantaciones maduras. En un área en donde se observaron inflorescencias masculinas a 8.5 m (28 pies) y 15.2m (50 pies) de los portaobjetos se registró solamente un promedio de apenas 1 grano por pulgada cuadrada ( $6.45 \text{ cm}^2$ ) por hora, siendo esto el equivalente a 94 granos por pulgada cuadrada en el periodo de 3 días en que una inflorescencia femenina es receptiva. En otras áreas se registraron tasas de deposición de 167 a 109 granos por pulgada cuadrada por 3 días y se consideraron suficientes para la polinización. En estos casos se observó la presencia de inflorescencias masculinas en números razonables (siete y trece / ha) de 9.1 m (30 pies) a 68.6 m (225 pies) de los portaobjetos. Se concluyó que en estas condiciones y donde las palmas estaban expuestas a los vientos dominantes, el polen transportado por el viento podría ser suficiente para una polinización óptima.

En otros estudios similares se han obtenido promedios mínimos de inflorescencias masculinas por área de cultivo en periodo de antesis que nos dan una referencia numérica de las necesidades básicas para una adecuada polinización natural. HARTLEY (1986) citando a GRAY (1969), expone que es tentador confiar en los cálculos de las inflorescencias masculinas como una guía de las necesidades de polen, pero se ha señalado que otros factores tales como precipitación, intensidad del viento y coberturas también están desempeñando su parte; así que, en términos generales se cree que una producción de menos de 25 inflorescencias masculinas mensuales por hectárea puede considerarse peligrosamente baja, mientras que tres veces ese número (75) debería ser adecuada, aunque hoy en día se habla de un rango diario mínimo de 5 inflorescencias masculinas en antesis/ha.

GRAY (1969) además, ha demostrado como la producción de inflorescencias masculinas está muy influida por la edad, material de plantación, densidad, ablación, poda y por la misma polinización asistida.

Investigaciones realizadas en Malasia demuestran que el polen que cae de las inflorescencias hasta 6 días antes de que lleguen a ser receptivas es capaz de efectuar una buena consolidación, pero que el polen que permanece en una inflorescencia por más de 6 días pierde rápidamente su viabilidad (HARDON y TURNER 1967).

HARTLEY (1986) menciona también que la causa del comportamiento natural de las variedades "Tenera" a producir mayoritariamente inflorescencias femeninas tiene su origen genético en su ascendencia masculina puesto que la variedad Pisifera utilizada en la creación del híbrido Tenera tiene una gran tendencia genética (Pisifera infértil) a la producción predominante de inflorescencias femeninas; de ahí que HARTLEY explica la necesidad en ciertos casos de aplicar polinización asistida al menos durante los primeros años en plantaciones que se manejan con este material de siembra. Según este autor la tendencia va disminuyendo con la edad del cultivo y también en consecuencia de la misma polinización ayudada.

## 2. Insectos Polinizadores y su acción en la polinización

DHILEEPAN (1992) citando a GENTY et al (1986) asegura que en la palma aceitera muchas especies de insectos han sido reportadas como agentes polinizadores naturales, de los cuales el gorgojo *Elaeidobius kamerunicus* es la especie predominante. Además la acción de este insecto ha demostrado científicamente ser de gran ayuda para el proceso de polinización el cual se creía se basaba únicamente en la acción del viento. A través de los resultados obtenidos de los análisis de racimos (Fruit Set) de estas investigaciones se comprobó que el índice frutos/racimo aumentó de manera muy significativa en presencia de esta especie de insecto.

DHILEEPAN (1992) sugiere que ante la ausencia de gorgojos polinizadores naturales especialmente en países de amplio desarrollo del sector palmicultor, han sido recientemente introducidas algunas poblaciones de *E. kamerunicus* (desde Camerún) con el fin de mejorar los índices de producción en las plantaciones comerciales. El principio de la introducción de estas colonias de insectos se basa en la acción de los mismos para ayudar a obtener racimos mejor conformados y aumentar los índices frutos por racimo obteniéndose como consecuencia producciones más cuantiosas y a la vez rentables.

SÁNCHEZ y ORTIZ (1998) además determinan como insectos polinizadores importantes al *E. subvittatus* y al *Mystrops costaricensis* sobre todo por estar bien adaptados a nuestras condiciones en el continente americano.

GENTY et al (1986) sugieren que el mecanismo de polinización nace en las mismas flores masculinas de la palma aceitera pues es allí donde el insecto se reproduce ya que es específicamente en sus espigas donde el gorgojo coloca sus huevos y de los azúcares de las espigas se alimentan las larvas de estos insectos. El insecto adulto en cambio se cree que se alimenta del néctar secretado por las inflorescencias masculinas las cuales en su etapa de anthesis desprenden un característico olor a anís. Este olor atrae a su vez a los insectos en busca de alimentarse del néctar, y ellos al posarse sobre las espigas cubiertas del polen viable, quedan impregnados de él.



DHILEEPAN (1992) demostró la manera en la que el polen se pega al cuerpo del insecto que aun cuando al ojo humano parece carecer de polen luego de posarse en la espiga, sin embargo mediante el uso del estereoscopio se puede observar fácilmente como grandes cantidades de granos de polen se han adherido a los pelos de su tórax, abdomen, patas, antenas, etc. Este autor además indica que la cantidad de polen cargado por el insecto macho es siempre mayor al que carga la hembra de manera proporcional en favor de su mayor tamaño lo que le proporciona una mayor superficie de adherencia.

Por otra parte GENTY (1986) cree que los insectos una vez alimentados del polen, vuelan cargados de él en busca de copular a las hembras pero son confundidos por el desprendimiento de un olor a anís producido por la inflorescencia femenina en estado de anthesis el cual es muy similar al de la flor masculina en igual estado, lo que ocasiona que el insecto visite la flor femenina llevando consigo el polen en su cuerpo. De acuerdo con el autor, será de esperarse que de esto se obtenga una polinización bastante homogénea de toda la flor femenina, la misma que al madurar formará un racimo bastante bien conformado.

## C. LIBERACIÓN DE INSECTOS POLINIZADORES Y POLEN

### 1. Fundamentos de la liberación de insectos polinizadores

En el cultivo de la palma aceitera, la polinización es uno de los fenómenos más importantes que garantiza la calidad de la fruta cosechada, ya que viene dada por el llenado de los racimos (% frutos normales/racimo), lo cual afecta directamente el contenido de aceite (% de extracción) y la producción de almendra. Por esta razón, una de las formas de utilizar eficientemente los racimos producidos por las palmas es mejorando la polinización y en algunos casos, es necesario recurrir a la polinización asistida que resulta ser una práctica bastante costosa por los requerimientos tan altos en mano de obra (MOLINA et al 1999).

Como ya se mencionó previamente, la palma aceitera es un cultivo de polinización entomófila, pero a diferencia de otros cultivos cuya polinización la ejecutan insectos himenópteros como la abeja (*Apis* spp.), en la palma aceitera los principales responsables de este proceso son los coleópteros, resultando los curculionidos del género *Elaeidobius*, los más eficientes.

En las plantaciones comerciales de Palmeras de los Andes Quinindé PDAQ, hasta enero de 1994, los polinizadores existentes eran en orden de mayor abundancia los coleópteros *Elaeidobius subvittatus* (Curculionidae) y *Mystrops costarricensis* (Nitidulidae); sin embargo, los niveles de polinización existentes eran bajos en especial en lotes jóvenes provenientes de renovación, llegándose a pensar inclusive en aplicar polinización asistida en las épocas más críticas para resolver en parte la situación (PDAQ 1998).

MOLINA et al (1999) reconocen la capacidad que posee como agente polinizador el *E. kamerunicus* (Curculionidae), pues indica ha sido comprobada su eficaz polinización en diferentes regiones palmeras tanto nacionales como extranjeras. Además de que su introducción en diferentes países tales como: Colombia, Costa Rica, Malasia, Honduras, y otros; no ha producido ningún efecto sobre otros cultivos, por ser éste un insecto que se alimenta exclusivamente de palma aceitera.

De acuerdo con el mencionado autor el incremento violento de la población del polinizador introducido produce un fuerte descenso en la población de las otras dos especies de insectos polinizadores existentes en la zona, pero a su vez este viene acompañado de un incremento en los niveles de polinización o fecundación de racimos, así como en el porcentaje de extracción de aceite y la producción de almendra.

## 2. Características del gorgojo *Elaeidobius kamerunicus*

CHEE y CHIU (1999) manifiestan que el *E. kamerunicus* es un gorgojo pequeño perteneciente al orden Coleóptera de la familia Curculionidae. Su cuerpo entero tiene una medida promedio de 3.25 mm de largo por 1.40 mm de ancho en el macho; y, de 2.71 mm de largo por 1.19 mm ancho en la hembra. De ahí que se conoce que su tamaño es aquello que nos sirve para poder diferenciarlos.

Aún cuando los coleópteros han sido siempre identificados como insectos polinizadores de toda clase de plantas, sin embargo, los gorgojos específicamente la familia Curculionidae no son conocidos por su acción en la polinización a excepción de este género.

Según LAW y CORLEY (1982), en Camerún algunas especies del género *Elaeidobius* son los polinizadores principales. Bajo condiciones climáticas costeras la especie más numerosa es el *E. kamerunicus* cuya capacidad de transferencia de polen es mucho mayor que en otras especies de su género, además se adapta muy bien en épocas lluviosas y de igual manera responde de forma aceptable en épocas secas. Posee adicionalmente una gran habilidad de búsqueda de inflorescencias y sobre todo es un huésped extremadamente específico de la palma aceitera, razones suficientes por las cuales ha sido introducido ya en varios países del sureste asiático, Centro y Sudamérica.

#### a. Ciclo de vida

El ciclo de vida del gorgojo polinizador de la palma aceitera es hoy en día bien conocido y su importancia se basa en ser totalmente dependiente de la inflorescencia masculina de la palma para completar su ciclo de vida.

LIAU (1984) describe el ciclo de vida del *Elaeidobius kamerunicus* de la siguiente manera: El huevo es colocado en un punto de alimentación en la parte externa de la porción filamentosa del androceo tubular de la inflorescencia masculina. Usualmente solo se encuentra un huevo en una flor masculina aunque se han reportado varios casos en los que dos huevos han sido observados. El huevo alcanza en uno o dos días el primer estado larvario el cual se alimenta del suave tejido del filamento. Existen tres estados larvarios que se suceden juntos, en el más grande de los tres abrirá camino hacia la siguiente flor para alimentarse. El gorgojo adulto emerge de la inflorescencia masculina completando su desarrollo desde huevo hasta adulto en 9 – 14 días aunque a veces podría llegar a tomarle incluso hasta 20 días.

HUSSEIN y RAHMAN (1991) estudiaron las tablas de vida, patrones de supervivencia y edad específica de fecundidad del gorgojo y encontraron que el tiempo máximo que le toma a la hembra *E. kamerunicus* desde huevo hasta adulto varía entre 8 y 12 días. La oviposición empieza en el segundo o tercer día luego de que la hembra emerge, siendo el pico en el quinto y en el sexto día y un máximo de 12 días. La fecundidad media por hembra fue de 35 huevos. La población se multiplica 3.46 veces por generación, el pico de muerte de los insectos ocurre en el estado de larvas con un 60 % de mortalidad. La relación de machos a hembras en la población general es de 1:2. De acuerdo con estos autores los gorgojos son inactivos entre las 7:30 y las 8:30 y son más activos entre las 12:30 y las 14:30 aunque estos datos pueden variar dependiendo de la zona en la cual se hallaren los insectos.

b. Habilidad de búsqueda de inflorescencias

De acuerdo con PUSHPARAJAH y CHEW (1981), en un ensayo realizado en Malasia fueron comparadas las habilidades de búsqueda de inflorescencias de varias especies del género *Eleaidobius* con muestreos de inflorescencia masculinas y femeninas ubicadas a 100, 200, 500 y 1000 m de distancia del lugar donde fueron liberados. La especie que tuvo el mayor rango de alcance fue *E. subvittatus* seguido por *E. kamerunicus*, cuyos insectos estuvieron presentes en números considerables en las espigas de las inflorescencia masculinas incluso aquellas más lejanas (1,000 m) al cabo de 45 minutos. Sin embargo el efecto no se repitió de manera tan abrupta en las inflorescencias femeninas ya que la distancia máxima alcanzada con rangos considerables de insectos fue a 100 m del punto de liberación.

3. Características del polen

TURNER y GILLBANKS (1974), indican que el polen utilizado en sistemas de polinización artificial debe ser de buena viabilidad es decir no menor al 75 % al momento de su observación en el laboratorio; de ahí, la importancia de conocer la metodología adecuada para su recolección, secado y manipulación de manera que el manejo técnico del mismo no se convierta en un factor que disminuya su calidad.

a. Recolección y secado de polen

Acorde con los mencionados autores, el polen es recolectado cortando las inflorescencias masculinas en antesis y removiendo el polen de ellas. Como el polen es liberado sin dificultad, las inflorescencias no pueden ser trasportadas largas distancias sin que exista una pérdida significativa de polen, por lo tanto se requiere coleccionarlo al momento mismo de cortar la inflorescencia. Esto se logra envolviendo la inflorescencia en una bolsa de papel o polietileno desde el pedúnculo hacia la punta de la flor y una vez cortada la misma se debe sacudir fuertemente para soltar el polen de las espigas. El polen de lotes jóvenes y adultos es igual en su valor pero es más recomendable usar solo polen adulto.

La cantidad de polen seco que puede ser coleccionado de una sola inflorescencia varía con la edad y el tamaño de la inflorescencia. Se ha establecido que el promedio de una inflorescencia proveniente de una planta de 8 años de edad es de 40 gramos de polen seco. Se ha calculado que cada encargado de la recolección del polen deberá recorrer al menos 8 hectáreas diarias, aunque este dato puede variar de acuerdo a las condiciones del terreno, edad del lote, etc. (TURNER y GILLBANKS 1974).

El polen puede ser usado inmediatamente luego de ser secado. Si se lo va a usar de inmediato, luego de recolectado se lo debe secar al sol y luego se lo debe almacenar en una estufa durante toda la noche a una temperatura que no rebase los 40 ° C y usarlo al día siguiente. TAILLIEZ y VALVERDE (1971), señalan que si se van a mantener reservas de polen, como generalmente es el caso, el polen puede almacenarse en un desecador hasta por 3 meses, pero de ser probable que se lo almacene por mayor tiempo es mejor secarlo toda la noche, después de tamizado, a no más de 40 ° C (grados centígrados) y almacenarlo en un congelador a alrededor de -15 ° C a -20 ° C.

b. Control de viabilidad del polen.

Observaciones realizadas por HARDON y TURNER (1967), señalan que bajo condiciones naturales de campo, el polen, permanece viable como promedio durante la semana después de la antesis de la inflorescencia masculina. Para asegurar que el polen usado en la polinización asistida sea viable, se hace ensayos de viabilidad regularmente, por lo menos una vez a la semana si la polinización ayudada es conducida diariamente, y en especial donde el polen ha sido almacenado por algún tiempo. El procedimiento de un ensayo de viabilidad de polen está basado en la germinación del mismo.

GARCÍA (2005), a través de sus citas propone que la germinación tiene lugar solo bajo condiciones húmedas. Básicamente los granos de polen germinan en un medio sencillo de sucrosa, con o sin agar. Comercialmente el azúcar refinada y el agua sin destilar tiene algunas veces que usarse para pruebas de viabilidad; si no hay agua destilada disponible se puede usar agua lluvia, pero en lo posible no se debe trabajar con agua de grifo ya que será siempre preferible usar reactivos puros.

GARCÍA (2005) sugiere además que un medio que ha dado buen resultado para la germinación es el siguiente: 100 ml de agua destilada, 11 gramos de sacarosa, 1.2 gramos de PDA (agar). Se calientan los 100 ml de agua destilada hasta que empiece a hervir, se agrega los 11 gramos de sacarosa y se agita hasta disolver, luego se agregan los 1.2 gramos de PDA (agar) y una vez más se agita hasta disolver. Se vierten 10 ml de la mezcla en una caja Petri de 7.5 cm de diámetro y se deja enfriar. La siembra se la hace tomando el polen con un pincel y se lo sacude una vez para quitar el exceso de polen y otra vez en una pequeña cantidad que pasa encima de una caja Petri. Se cierra la caja Petri colocándola en una estufa entre 35 °C y 37 °C y al cabo de 2 horas los granos de polen se encuentran germinados.

Según; cita GARCÍA (2005), de no existir una estufa se puede dejar a este medio en un lugar húmedo a temperatura ambiente y el polen germinará en las próximas 4 a 12 horas. Los granos de polen germinados producen un tubo largo y delgado que es fácil de observar bajo el microscopio con 40X de ampliación. El

polen no viable no emite este tubo y aparece como un claro grano tetraédrico de 30 a 40  $\mu$ m. Por conteo de los granos germinados y no germinados se puede establecer el porcentaje de viabilidad. Para esto existe la siguiente fórmula:

$$\% \text{ germinación} = \frac{\text{Granos germinados}}{\text{Granos Totales}} \times 100$$

El método del medio líquido comúnmente utilizado en Malasia consiste en colocar el polen en una gota al 10% de sucrosa sobre un portaobjetos ordinario y dejarla en una cámara húmeda a 30 ° C. Después de 8 horas puede ser observada la gota y el porcentaje de germinación microscópicamente. La viabilidad del polen también puede ser probada usando una solución de tintura de cloruro de trifeniltetrazolio al 1%, con lo que el polen viable se torna de color púrpura.

De acuerdo con GARCÍA (2005), Cuando el porcentaje de germinación es mayor al 70% el polen es bueno. Si el porcentaje de germinación está comprendido entre 40% y 70% habrá que utilizarlo inmediatamente, compensado la calidad por la cantidad. Ahora bien, si el porcentaje de germinación es menor al 40% es mejor eliminarlo. Dicho porcentaje puede presentarse tan bajo debido a causas genéticas (aunque esta causa es muy rara), inflorescencias recolectadas después de la antesis, temperatura del secamiento del polen mayor a 40 °C, humedad del polen mayor al 10%, conservación demasiado larga a temperaturas mayores a los 15 °C bajo cero.

### c. Preparación y aplicación del polen

El polen es usado sin mezclar para propósitos genéticos. Lo normal es usarlo en mezcla cuando se aplican sistemas de polinización asistida y generalmente lo que se utiliza para esta mezcla es el talco principalmente por razones económicas. Sin embargo en el caso de su uso en mezcla con insectos polinizadores a través del traslado de colmenas a las parcelas de baja efectividad de polinización debe usarse únicamente polen puro (MOLINA et al 1999).

4. Suspensión de la aplicación de sistemas de polinización artificial

VELDHUIS (1967), TURNER y GILLBANKS (1974); y, TAILLIEZ y VALVERDE (1971), citados por HARTLEY (1986), coinciden además en que la determinación del momento de suspender cualquier sistema de polinización artificial o asistida puede auxiliarse por cuentas de las inflorescencias masculinas o por parcelas testigo no tratadas; se ha sugerido una proporción de 2 ha por campo de 40 ha. En estas parcelas se puede empezar después de, por ejemplo, 2 años de polinización y tan pronto como se vea un cuajamiento satisfactorio de frutos en ellas, puede suspenderse la polinización en todo el campo. También recomiendan que hasta que cese finalmente la polinización debería emplearse un nuevo testigo cada 4 meses para evitar un cuajamiento pobre prolongado en cualquier área.



## IV. MATERIALES Y MÉTODOS

### A. MATERIALES

#### 1. Cosecha de racimos en campo

- Vehículo
- Podón
- Guantes de cuero
- Sacos
- Tarjetas o fichas de identificación de racimos
- Etiquetas de identificación parcelarias
- Planos parcelarios
- Mapas de plantación
- Calendarios de cosecha
- Personal de cosecha
- Búfalos de carga para cosecha

#### 2. Análisis de racimos (Fruit set) en laboratorio

- Mesa
- Hacha
- Cuchillos
- Guantes de cuero
- Tablillas de madera
- Insecticida para hormigas
- Planillas de análisis de racimos
- Fundas plásticas transparentes
- Balanza electrónica
- Personal de análisis

## B. MÉTODOS

### 1. Ubicación

La investigación se llevó a cabo en las plantaciones de “El 200” y “Río Blanco” pertenecientes a la empresa “Palmeras de los Andes” del grupo DANEC S.A., las cuales se encuentran ubicadas en la provincia de Esmeraldas, cantón Quinindé, parroquia la Unión en el Km. 200 de la vía Quito-Esmeraldas a una altitud sobre el nivel del mar de 220 m.

### 2. Características climatológicas

De acuerdo con datos tomados de la estación meteorológica de la empresa ubicada en la plantación “El 200”, la temperatura media anual hasta junio del 2005 fue de 26.5 grados centígrados. La precipitación media anual tomada desde el año 1973, ha sido promediada hasta junio del 2005 en 2,862 mm/año, registrándose las mayores lluvias desde fines de diciembre hasta fines de mayo. La humedad relativa oscila durante todo el año entre 80% y 89%. La estación también registra una media de 956.1 horas luz anuales. Los suelos, generalmente profundos, tienen variables texturas desde arcillosos hasta arenosos y desde ácidos hasta alcalinos. Todo esto se resume en el cuadro 1.

**CUADRO 1.** Datos climatológicos en la plantación “El 200” Palmeras de los Andes Quinindé.

<b>CLIMATOLOGÍA PLANTACIÓN “EL 200” PALMERAS DE LOS ANDES</b>	
TEMPERATURA MEDIA ANUAL	26.5 GRADOS CENTÍGRADOS
PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL	2,862 mm AÑO <sup>-1</sup>
LUMINOSIDAD MEDIA ANUAL	956.1 HORAS LUZ AÑO <sup>-1</sup>
HUMEDAD RELATIVA ANUAL	80% - 89%
SUELOS Y TOPOGRAFIA	VARIABLES, REGULAR

Fuente: Estación meteorológica de la empresa Palmeras de los Andes Quinindé.

La topografía de los lotes de la empresa contempla la presencia de valles en su mayor parte, con pocas elevaciones y pendientes en las cuales el cultivo se levanta en terrazas. Además, sus ríos poseen playas pero en general su topografía es regular.

La velocidad y dirección del viento fueron también cuantificadas en las parcelas experimentales de los tratamientos T1, T2, T3 y T4; de manera que, se obtuvieron medidas reales de la incidencia eólica a través del uso de un anemómetro y un banderín direccional para constatar su influencia en la investigación. Se tomaron datos cada 3 horas a partir de las 6 de la mañana hasta las 6 de la tarde. Los resultados obtenidos mostraron una dirección del viento Sureste – Noroeste en la mayor parte del día con velocidades que no superaron los 7 Km hora<sup>-1</sup> habiéndose detectado los toques de velocidad entre las 12h00 y las 15h00 como se detalla a continuación en el cuadro 2.

De acuerdo con el criterio del personal de la estación meteorológica de “El 200” el viento disminuye significativamente durante las noches debido a que en el día el sol causa la evaporación del agua en las costas marítimas lo que produce corrientes de aire caliente ascendentes que al colisionar con corrientes frías descendentes producen la fuerza eólica hacia el interior del continente. En la noche la ausencia de sol impide la evaporación del agua y por ende evita la colisión de corrientes causando una gran disminución en la fuerza del viento.\*

**CUADRO 2.** Toma de datos de velocidad y dirección del viento con el uso de un anemómetro y banderín direccional ubicados en los tratamientos 1, 2, 3 y 4.

<b>Hora de la toma de datos</b>	<b>Velocidad del viento</b>	<b>Dirección del viento</b>
06H00	0.9 m s <sup>-1</sup> = 3.5 km h <sup>-1</sup>	Sur – Norte
09H00	1.2 m s <sup>-1</sup> = 4.4 km h <sup>-1</sup>	Sur – Norte
12H00	1.3 m s <sup>-1</sup> = 5 km h <sup>-1</sup>	Sureste – Noreste
15H00	1.9 m s <sup>-1</sup> = 7 km h <sup>-1</sup>	Este – Oeste
18H00	1.1 m s <sup>-1</sup> = 4 km h <sup>-1</sup>	Sureste – Noreste
<b>Promedio</b>	1.32 m s <sup>-1</sup> = 4.78 km h <sup>-1</sup>	

**Fuente:** El autor.

\* Criterio personal Ing. Diego Bonilla PDAQ Estación meteorológica “El 200”.

### 3. Características de las unidades experimentales

La plantación escogida para esta investigación son lotes de cultivo año 2000, de material genético de siembra proveniente del CIRAD antes conocido como semilla IRHO; código genético “2501”. Su manejo ha sido óptimo y homogéneo especialmente en lo que a fertilización y controles fitosanitarios se refiere; sin embargo dichos datos no pueden proporcionarse dado lo establecido por la cláusula de confidencialidad impuesta por la certificación ISO 9000 – 2001 la cual impide a la empresa revelar datos que considere material intelectual secreto de la misma.

Cada lote del cual se cosecharon racimos se consideró una “**unidad de observación**” y cada racimo cosechado y analizado dentro de estas unidades de observación se denominó “**unidad de evaluación**”. Se establecieron 9 unidades de observación que albergaban a 198 unidades de evaluación en total. Sin embargo, en estas 9 unidades de observación el número de unidades de evaluación no estaba destinado a ser igual debido a que en el caso de las unidades de observación 1, 2 y 3 se tomaron 44 racimos de cada una mientras que en las unidades de observación 4, 5, 6, 7, 8 y 9 se tomaron 55 racimos en total; es decir, 11 racimos por unidad de observación.

Los lotes fueron escogidos para esta investigación de manera específica de acuerdo con el efecto que se analizó: “Calidad de conformación o fecundación de racimos”; en tres planos muy particulares que se mencionan a continuación:

1. Calidad de fecundación en lotes que reciben polinización asistida mediante el método de liberación entomófila en colmenas.
2. Calidad de fecundación en lotes sin recibir polinización asistida pero que se encuentran ubicados de manera contigua a lotes adultos (cultivo 77) y cuya polinización puede estar influenciada por los mismos dependiendo de la distancia entre los racimos tomados y los lotes adultos en mención.
3. Calidad de fecundación en lotes que además de no recibir polinización asistida, se encuentran separados de lotes adultos por lo menos a 300 metros de distancia a la redonda.

De esta manera las unidades de observación y unidades de evaluación resultantes fueron:

UNIDADES DE OBSERVACIÓN 1, 2 Y 3 (lotes “sin polinización” por liberación de *Elaeidobius kamerunicus* ubicados de manera contigua a lotes adultos) (Foto 1).

- |                        |  |
|------------------------|--|
| Unidad de evaluación 1 | 11 racimos tomados de la primera fila hallada luego de los 50 m a partir de la primera fila de plantas del lote adulto.  |
| Unidad de evaluación 2 | 11 racimos tomados de la primera fila hallada luego de los 100 m a partir de la primera fila de plantas del lote adulto. |
| Unidad de evaluación 3 | 11 racimos tomados de la primera fila hallada luego de los 150 m a partir de la primera fila de plantas del lote adulto. |
| Unidad de evaluación 4 | 11 racimos tomados de la primera fila hallada luego de los 200 m a partir de la primera fila de plantas del lote adulto. |



**FOTO 1.** Influencia de un lote adulto (DERECHA) de palma aceitera sobre la calidad de conformación de racimos de un lote joven contiguo (IZQUIERDA); con muestreo de racimos a distintas distancias. (UNIDADES DE OBSERVACIÓN 1, 2 y 3).

**Fuente:** El autor.

UNIDADES DE OBSERVACIÓN 4, 5 y 6 (lotes “sin polinización” por liberación de *Elaeidobius kamerunicus* sin influencia de lotes adultos)

Unidades de evaluación      11 racimos escogidos al azar dentro de cada lote.

El efecto a medirse en estos lotes estuvo fundamentado en su ubicación aislada a más de 300 metros de distancia a la redonda, desde cualquier plantación adulta que pudiere influenciarla. Foto 2.



**FOTO 2.** Lote de palma aceitera (cultivo 2000`) ubicado a más de 300 metros a la redonda de cualquier cultivo de distinta edad que pueda influenciarlo. (UNIDADES DE OBSERVACIÓN 4, 5 y 6).

**Fuente: El autor.**

UNIDADES DE OBSERVACIÓN 7, 8 y 9 (lotes “con polinización” por liberación de *Elaeidobius kamerunicus* sin influencia de lotes adultos)

Unidades de evaluación      11 racimos escogidos al azar dentro de cada lote.

El efecto que se tomó en cuenta en estas unidades de observación estuvo relacionado con la aplicación de polinización por liberación entomófila que reciben. Un ejemplo de esta unidad puede observarse en la Foto 3.



**FOTO 3.** Colmena de aplicación de *Elaeidobius kamerunicus* en un lote de cultivo 2000'. (UNIDADES DE OBSERVACIÓN 7, 8 y 9).

**Fuente:** El autor.

#### 4. Procedimientos

##### a) Factores en estudio

Los factores en estudio que se utilizaron para la presente investigación estuvieron basados en dos puntos fundamentales:

- Calidad de conformación de racimos analizados
- Influencia exterior en la calidad de conformación de racimos.

##### b) Tratamientos

Para esta investigación se contó con un número mínimo de 11 plantas para cada tratamiento, tal y como se ha determinado dentro del análisis estadístico para una investigación del cultivo de palma aceitera. Se establecieron 6 tratamientos en 3 repeticiones ubicadas dentro de 9 lotes llamados para el efecto “unidades de observación” como se explica a continuación en el cuadro 3.

**CUADRO 3.** Establecimiento de tratamientos y repeticiones dentro de las “unidades de observación”.

TRATAMIENTOS Y REPETICIONES	CARACTERÍSTICAS	UNIDADES DE OBSERVACIÓN
TRATAMIENTO 1 (3 REPETICIONES)	11 racimos tomados de la primera fila luego de los 50 m a partir de la última fila del lote adulto contiguo.	1, 2 Y 3
TRATAMIENTO 2 (3 REPETICIONES)	11 racimos tomados de la primera fila luego de los 100 m a partir de la última fila del lote adulto contiguo.	1, 2 Y 3
TRATAMIENTO 3 (3 REPETICIONES)	11 racimos tomados de la primera fila luego de los 150 m a partir de la última fila del lote adulto contiguo.	1, 2 Y 3
TRATAMIENTO 4 (3 REPETICIONES)	11 racimos tomados de la primera fila luego de los 200 m a partir de la última fila del lote adulto contiguo.	1, 2 Y 3
TRATAMIENTO 5 “TESTIGO” (3 REPETICIONES)	11 racimos escogidos al azar dentro de un lote que no recibe polinización asistida ni influencia de lotes adultos.	4, 5 Y 6
TRATAMIENTO 6 (3 REPETICIONES)	11 racimos escogidos al azar dentro de un lote donde se aplica un programa de polinización por liberación entomófila.	7, 8 Y 9

**Fuente:** El autor.



5. Diseño del experimento

La distribución de los tratamientos en campo y sus comparaciones se explica y detalla en el cuadro 4.

**CUADRO 4.** Distribución de los tratamientos y repeticiones de acuerdo a su “Unidad de observación” y el número de racimos o unidades de evaluación a cosecharse.

<b>“Sin” polinización asistida y “con” cultivo adulto contiguo</b>	<b># de racimos</b>	<b>“Sin” polinización asistida y “sin” cultivo adulto contiguo</b>	<b># de racimos</b>	<b>“Con” polinización asistida</b>	<b># de racimos</b>
<b>Unidad de Observación 1</b>					
<b>REPETICIÓN 1</b>					
TRATAMIENTO 1	11	TESTIGO			
TRATAMIENTO 2	11	TRATAMIENTO 5	11	TRATAMIENTO 6	11
TRATAMIENTO 3	11	Unidad de Observ.		Unidad de Observ.	
TRATAMIENTO 4	11	4		7	
Total racimos	44	Total racimos	11	Total racimos	11
<b>Unidad de Observación 2</b>					
<b>REPETICIÓN 2</b>					
TRATAMIENTO 1	11	TESTIGO			
TRATAMIENTO 2	11	TRATAMIENTO 5	11	TRATAMIENTO 6	11
TRATAMIENTO 3	11	Unidad de Observ.		Unidad de Observ.	
TRATAMIENTO 4	11	5		8	
Total racimos	44	Total racimos	11	Total racimos	11
<b>Unidad de Observación 3</b>					
<b>REPETICIÓN 3</b>					
TRATAMIENTO 1	11	TESTIGO			
TRATAMIENTO 2	11	TRATAMIENTO 5	11	TRATAMIENTO 6	11
TRATAMIENTO 3	11	Unidad de Observ.		Unidad de Observ.	
TRATAMIENTO 4	11	6		9	
Total racimos	44	Total racimos	11	Total racimos	11
<b>Total Racimos</b>	<b>198</b>				

Fuente: El autor.

## 6. Análisis estadístico

El análisis estadístico para la presente investigación se realizó en base a la comparación de todos los tratamientos entre sí en las distintas variables mediante el uso del ADEVA expuesto en el cuadro 5, a través de la exposición de los resultados a una prueba de Tukey al 5 %.

**CUADRO 5.** Esquema del ADEVA.

<b>ADEVA</b>	
<b>F de V</b>	<b>Grados de Libertad</b>
Total	17
Repeticiones	2
Tratamientos	5
Error Experimental	10

**Fuente:** El autor

$$\text{Coeficiente de varianza CV} = \frac{\text{CMEE}^{1/2}}{X} * 100$$

## 7. Datos tomados y métodos de evaluación

- a) Identificación y ubicación de las unidades experimentales

La unidad experimental es la “unidad de evaluación” constituida por cada racimo cosechado y analizado de acuerdo a su ubicación y características específicas dentro de los efectos a evaluarse.

Cada unidad de evaluación fue ubicada en la plantación mediante el uso de mapas y planos parcelarios específicos de cada unidad de observación (lote); e

identificada a través del uso de etiquetas de papel forradas de plástico con una nomenclatura específica creada para esta investigación. (Foto 4).



**FOTO 4.** Racimo etiquetado

**Fuente: El autor.**

Con el fin de disminuir los coeficientes de varianza entre las unidades experimentales, los racimos se tomaron con una edad fisiológica homogénea a partir del momento de la fecundación de los mismos. Se tomaron para este estudio racimos ubicados entre las hojas 23 y 28 de acuerdo con la filotaxia de las plantas.

La nomenclatura creada para la identificación de los racimos indica los siguientes datos: unidad de observación, unidad de evaluación, número de racimo de acuerdo a su ubicación y rumbo dentro de la línea y parcela en la que se hallaba. En el caso de las unidades de observación 1, 2 y 3 se tuvo que marcar adicionalmente los tratamientos 1, 2, 3 y 4 (Ver análisis estadístico) destinando letras: A, B, C y D de acuerdo a su distanciamiento: 50 m, 100 m, 150 m y 200 m respectivamente. A continuación se halla el formato de la etiqueta de identificación para los racimos de las unidades de observación 1, 2 y 3: (Gráfica 1).

IDENTIFICACIÓN	
UNIDAD DE OBSERVACIÓN	
UNIDAD DE EVALUACIÓN	
# DE PLANTA	
RUMBO	S-N

**GRÁFICA 1.** Formato de la etiqueta de identificación para los racimos de las “unidades de observación” 1, 2 y 3.

**Fuente:** El autor.

En el caso de las unidades de observación: 4, 5, 6, 7, 8 y 9 se volvía innecesaria la identificación del rumbo en vista de que eran racimos tomados al azar sin una ubicación definida en relación hacia algún punto en común. De esta manera la etiqueta de identificación utilizada en estas unidades fue la siguiente: (Gráfica 2).

IDENTIFICACIÓN	
UNIDAD DE OBSERVACIÓN	
# DE PLANTA	

**GRÁFICA 2.** Formato de la etiqueta de identificación para los racimos de las “unidades de observación” 4 - 9.

**Fuente:** El autor.

#### b) Cosecha de Racimos

La cosecha de los racimos fue planificada para llevarse a cabo evitando cosechar racimos maduros en vista de la necesidad de cosechar “unidades” de las cuales no se hubieren desprendido frutos puesto que el interés de la investigación fue conocer la calidad de conformación y esta se basó en el “conteo” de frutos lo cual resulta viable observarse sin problema alguno a partir de la 6ta semana de polinizado el racimo; de ahí la importancia de haber ubicado los racimos entre las hojas 23 y 28.

Las unidades de observación fueron cosechadas con intervalos de una semana en el caso de las unidades 1, 2 y 3, con el propósito de que se pudiere

“barrer” una misma unidad en un solo día de cosecha para luego, en el transcurso de la semana, realizar los análisis de racimos de toda la unidad (44 racimos semanales). Para el caso de las unidades 4, 5, 6, 7, 8 y 9 los intervalos de cosecha se mantuvieron en una semana aunque en este caso se cosecharon tres unidades de observación semanales dado el menor número de racimos a cosecharse (33 racimos semanales).

Para llevar a cabo la cosecha de racimos se utilizó un método específico de cosecha conocido como “robado del racimo” en razón de que los racimos se hallaban ubicados en hojas altas de la palma y esta metodología fue utilizada con la finalidad de no tener que cortar la hoja que sostenía al racimo para a su vez causar el menor daño por efectos de estrés a la planta a causa del agobio foliar. (Foto 5).



**FOTO 5.** “Robado del racimo”.

**Fuente:** El autor

Una vez cosechados los racimos en campo, estos eran ensacados y trasladados al laboratorio del departamento de Material Vegetal de PDA en las oficinas de “El 200” para su análisis posterior. (Fotos 6 y 7).



**FOTO 6.** Ensacado de racimos.

**Fuente:** El autor.



**FOTO 7.** Traslado de racimos.

**Fuente:** El autor.

## c) Análisis de Racimos “Fruit set”

El análisis “Fruit set” consistió en evaluar el número de frutos normales y partenocárpicos presentes en cada racimo. Se realizó el análisis de todos los racimos de cada unidad de evaluación y unidad de observación para luego comparar sus medias entre sí al momento del análisis estadístico. El procedimiento empleado para el fruit set fue el siguiente: el operario con ayuda de un hacha era el encargado de desprender todas las espigas que contiene el racimo. (Foto 8).



**FOTO 8.** Desprendimiento de espigas con uso del hacha.

**Fuente:** El autor.

Con la ayuda de un cuchillo, se desprendían uno a uno todos los frutos adheridos a las espigas. (Fotos 9 y 10).



**FOTO 9.** Desprendimiento de frutos.

**Fuente:** El autor.



**FOTO 10.** Personal de “Fruit set”

**Fuente:** El autor.



Se seleccionan los frutos sueltos de sus espigas en dos categorías: normales y partenocárpico. Los frutos normales son aquellos que tienen forma un poco redonda y además tienen nuez en su interior; y, los frutos partenocárpico son aquellos que tienen forma ovalada y no tienen nuez en su interior. (Fotos 11, 12, 13 y 14).



**FOTO 11.** “Clasificación de frutos”  
**Fuente:** El autor.



**FOTO 12.** “Fruto normal (izquierda) con nuez frente a un partenocárpico (derecha)”.  
**Fuente:** El autor.



**FOTO 13.** “Fruto normal”  
**Fuente:** El autor.



**FOTO 14.** “Fruto Partenocárpico”  
**Fuente:** El autor.

El propósito de esta labor fue clasificar correctamente los frutos y “contarlos”, para posteriormente anotar el resultado en la planilla, como se observa en la Foto 15.



**FOTO 15.** “Conteo de frutos”  
**Fuente:** El autor

Adicionalmente se tomaron muestras de 20 frutos de cada racimo, escogidos al azar (Foto 16), con el fin de pesarlos mediante el uso de la balanza electrónica y obtener un índice de peso de fruto racimo<sup>-1</sup>.



**FOTO 16.** “Pesado de 20 frutos”  
**Fuente:** El autor.

- d) Determinación de los costos del método de liberación de insectos, a través de un análisis financiero.

Para determinar el costo como un índice de gasto por unidad de terreno (hectárea), se llevó a cabo un seguimiento estricto dirigido en primer lugar al personal de trabajo encargado de todas las actividades relacionadas con la polinización por liberación de insectos-polen (Fotos 17 y 18 ), con el fin de obtener un índice o parámetro de rendimiento diario para labores culturales tales como:



conteo de inflorescencias masculinas, cosecha de *E. kamerunicus* más polen, establecimiento de colmenas, liberación de insectos, transporte, etc. El estudio se lo realizó con la ayuda de planillas de control creadas para esta labor.



**FOTO 17.** Seguimiento en “Cosecha insectos polinizadores”  
**Fuente: El autor.**



**FOTO 18.** Seguimiento en “Aplicación de la mezcla insectos-polen en colmenas”.  
**Fuente: El autor.**

Además, se cuantificaron los costos de las herramientas de trabajo, guantes, fundas, cuchillos, etc., con su respectiva depreciación. (Fotos 19 y 20).



**FOTO 19.** Aislamiento de inflorescencia masculina para recolección de la mezcla insectos-polen.  
**Fuente: El autor**



**FOTO 20.** “Transportador de *E. Kamerunicus*”  
**Fuente: El autor**

La suma de los costos dados por los valores de cada eslabón de la cadena de cosecha y aplicación de *E. kamerunicus* en colmenas se convirtió en lo que más adelante se menciona como “costos variables” adicionales para el tratamiento 6.

## V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### A. RESULTADOS

#### 1. Cosecha de racimos

La cosecha de racimos se realizó siguiendo los calendarios previamente explicados. No se presentó unidades de evaluación perdidas o en condiciones fuera de las establecidas para su cosecha y análisis. De esta manera, todos los racimos que habían sido etiquetados para su identificación fueron cosechados. La distribución de racimos de acuerdo a los tratamientos dio un total de 198 “unidades de evaluación” distribuidas por tratamientos como se observa en el Cuadro 6.

**CUADRO 6.** Número de racimos o “unidades de evaluación” cosechadas por tratamiento de acuerdo a su unidad de observación.

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>NUMERO DE RACIMOS COSECHADOS</b>	<b>UNIDADES DE OBSERVACIÓN</b>
TRATAMIENTO 1 (T1)	Repetición 1 (11 racimos) Repetición 2 (11 racimos) Repetición 3 (11 racimos)	1, 2 y 3 (11 racimos c/unidad de observación)
TRATAMIENTO 2 (T2)	Repetición 1 (11 racimos) Repetición 2 (11 racimos) Repetición 3 (11 racimos)	1, 2 y 3 (11 racimos c/ unidad de observación)
TRATAMIENTO 3 (T3)	Repetición 1 (11 racimos) Repetición 2 (11 racimos) Repetición 3 (11 racimos)	1, 2 y 3 (11 racimos c/ unidad de observación)
TRATAMIENTO 4 (T4)	Repetición 1 (11 racimos) Repetición 2 (11 racimos) Repetición 3 (11 racimos)	1, 2 y 3 (11 racimos c/ unidad de observación)
TRATAMIENTOTESTIGO (T5)	Repetición 1 (11 racimos) Repetición 2 (11 racimos) Repetición 3 (11 racimos)	4, 5 y 6 (11 racimos c/ unidad de observación)

TRATAMIENTO 6 (T6)	Repetición 1 (11 racimos) Repetición 2 (11 racimos) Repetición 3 (11 racimos)	7, 8 y 9 (11 racimos c/ unidad de observación)
<b>TOTAL</b>	<b>198 racimos</b>	<b>9 Unidades de Observación</b>

Fuente: El autor.

## 2. Análisis de racimos

### a) Número de frutos normales por racimo

El ADEVA para la variable **número de frutos normales para cada tratamiento** y su prueba de Tukey al 5 %, se muestran a continuación en los Cuadros 7 y 8.

**CUADRO 7.** ADEVA número de frutos normales por tratamiento.

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV	
No Frutos Normales	18	0.63	0.37	10.12	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	123812.13	7	17687.45	2.45	0.0959
Trat	121659.66	5	24331.93	3.38	0.048
Rep	2152.47	2	1076.23	0.15	0.8631
Error	72048.24	10	7204.82		
Total	195860.37	17			

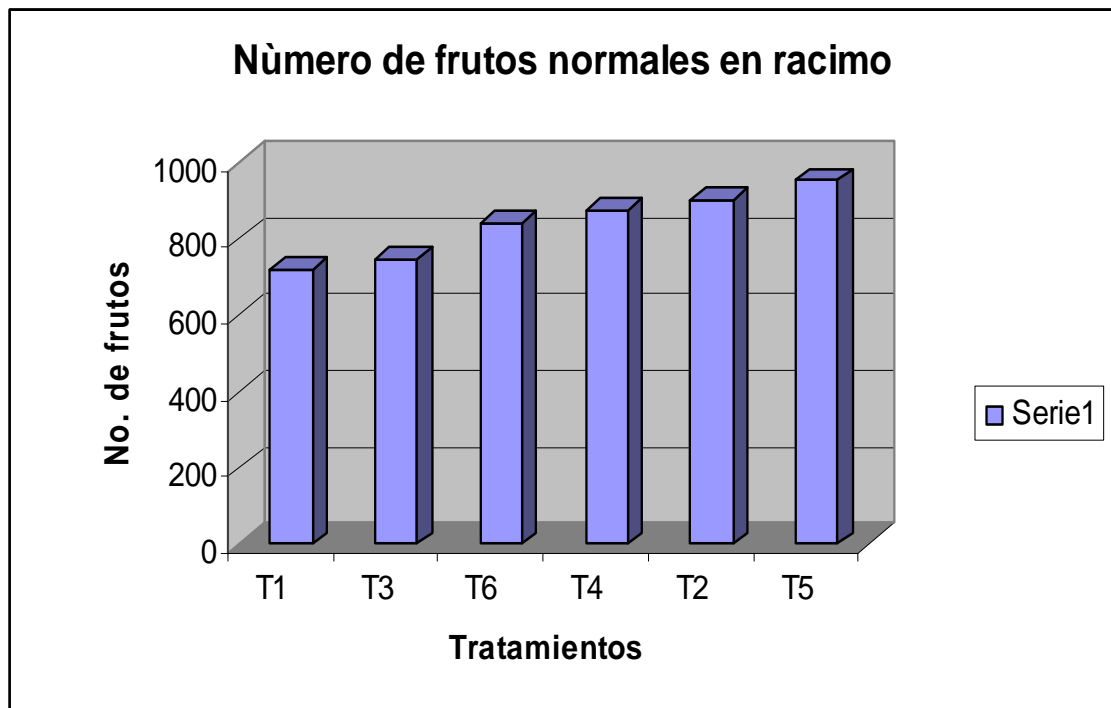
Fuente: El autor

**CUADRO 8.** Número de frutos normales de los tratamientos con prueba de Tukey 5%.

Test : Tukey Alfa: 0.05 DMS: 240.71848			
Error: 7204.8242 gl: 10			
Trat	Medias	n	
T5	951.38	3	A
T2	900.70	3	A
T4	873.54	3	A
T6	842.71	3	A
T3	747.55	3	A
T1	718.39	3	A
Letras distintas indican diferencias significativas(p<=0.05)			

Fuente: El autor

La comparación de las medias con prueba de Tukey al 5% muestra una no significancia entre los tratamientos de la investigación los cuales se hallan ubicados dentro de un mismo rango. El T5 (TESTIGO) presenta el más alto índice en su media de número de frutos normales para esta variable y el T1 presenta la media más baja. Gráfica 3.



**GRÁFICA 3.** “Medias del número de frutos normales para cada tratamiento”.  
Fuente: El autor.

b) Número de frutos partenocárpico por racimo

El ADEVA para la variable **número de frutos partenocárpico** para cada tratamiento y su regresión con prueba de Tukey al 5 %, se muestran a continuación en los Cuadros 9 y 10.

**CUADRO 9.** ADEVA número de frutos partenocárpicos por tratamiento.

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV	
No. Frutos Partenocárpicos	18	0.49	0.13	22.41	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	34853.04	7	4979.01	1.38	0.3125
Trat	20622.30	5	4124.46	1.14	0.4008
Rep	14230.74	2	7115.37	1.97	0.1906
Error	36204.70	10	3620.47		
Total	71057.74	17			

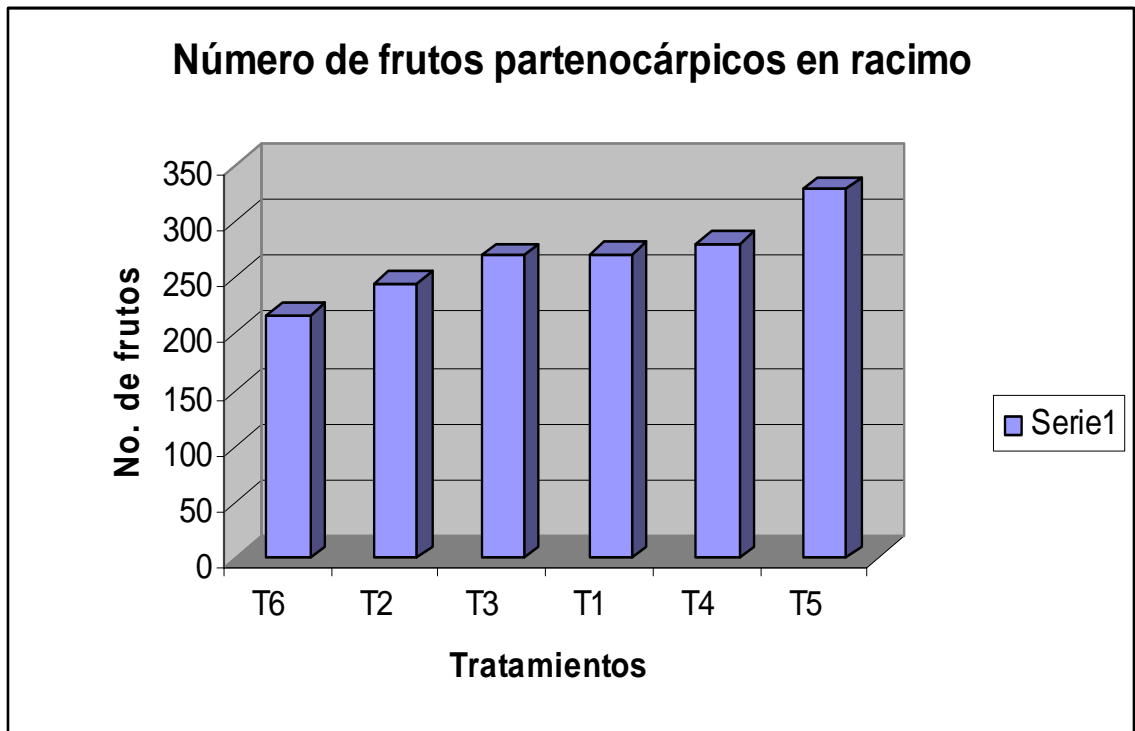
Fuente: El autor

**CUADRO 10.** Número de frutos partenocárpicos de los tratamientos con prueba de Tukey 5%.

Test : Tukey Alfa: 0.05 DMS: 170.63976				
Error: 3620.4704 gl: 10				
Trat	Medias	n		
T5	328.31	3	A	
T4	279.82	3	A	
T1	270.77	3	A	
T3	269.67	3	A	
T2	245.48	3	A	
T6	217.19	3	A	
Letras distintas indican diferencias significativas(p<=0.05)				

Fuente: El autor

El ADEVA llevado a cabo en estos cuadros, nos indica que no existe diferencia significativa. Todos los tratamientos coinciden en sus medias para la variable del número de frutos partenocárpicos por racimo encontrándose todos ellos dentro de un mismo rango dado por la prueba de Tukey al 5%. Todos los tratamientos tienen un comportamiento muy similar en cuanto a su cantidad de frutos partenocárpicos. Este punto se expresa de manera más visible en la Gráfica 4.



**GRÁFICA 4.** “Medias del número de frutos partenocárpicos para cada tratamiento”.

**Fuente:** El autor

c) Número total de frutos por racimo y tratamiento

El ADEVA para la variable **número total de frutos por racimo y tratamiento** con su prueba de Tukey al 5 %, se muestran a continuación en los Cuadros 11 y 12.

**CUADRO 11.** ADEVA número TOTAL de frutos por tratamiento.

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV	
TOTAL FRUTOS	18	0.66	0.43	9.06	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	199687.37	7	28526.77	2.83	0.0661
Trat	173012.95	5	34602.59	3.44	0.0457
Rep	26674.42	2	13337.21	1.33	0.3086
Error	100625.86	10	10062.59		
Total	300313.23	17			

**Fuente:** El autor

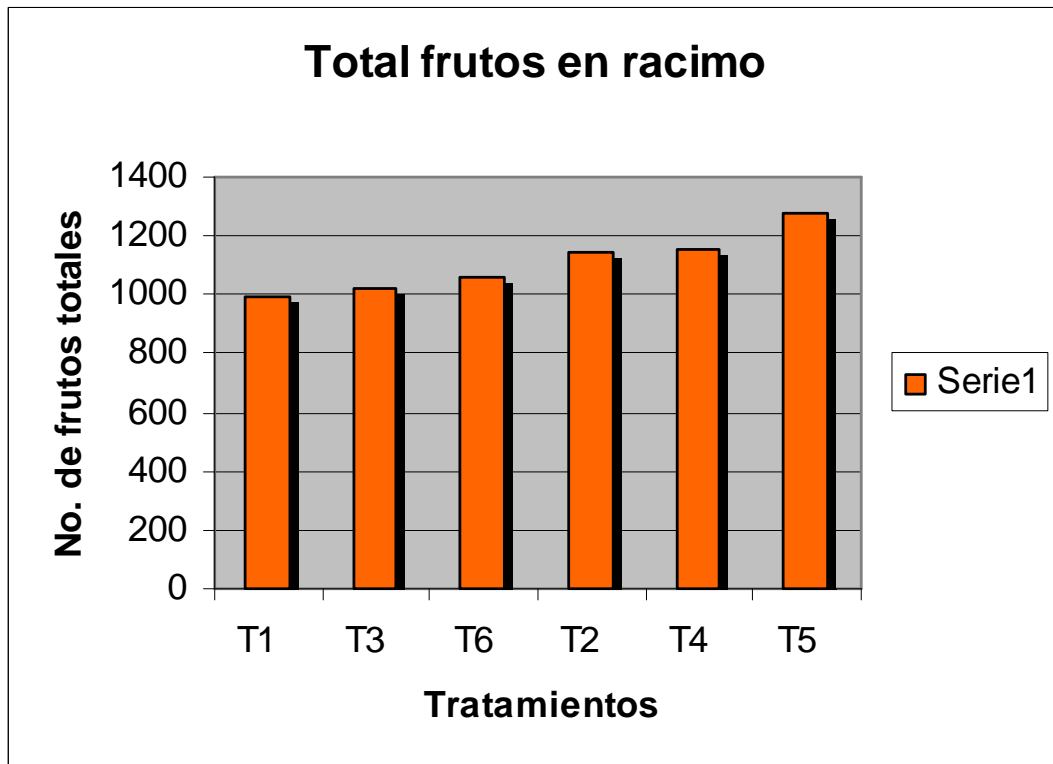
**CUADRO 12.** Total de frutos por tratamiento con prueba de Tukey 5%.

Test : Tukey Alfa: 0.05 DMS: 284.48052				
Error: 10062.5863 gl: 10				
Trat	Medias	n	rango1	rango2
T5	1279.69	3	A	
T4	1153.37	3	A	B
T2	1146.18	3	A	B
T6	1059.90	3	A	B
T3	1017.21	3	A	B
T1	989.16	3		B

Letras distintas indican diferencias significativas( $p \leq 0.05$ )

Fuente: El autor

La comparación de medias de Tukey al 5% nos muestra la existencia de diferencias significativas marcadas entre el T5 (TESTIGO) y el T1. Los tratamientos T3, T6, T2 y T4 se hallan ubicados dentro de los dos rangos existentes por lo que no presentan diferencias significativas con el T1 y T5, ni entre sí. (Gráfica 5).

**GRÁFICA 5.** “Medias del número de frutos totales para cada tratamiento”.

Fuente: El autor

El T5 (TESTIGO) es el tratamiento que más alto comportamiento mostró en cuanto a cantidad de frutos presentes en racimo.

No se halló relación o tendencia alguna en la cantidad de frutos de los tratamientos T1, T2, T3 y T4; con respecto a su vecino adulto.

Los Tratamientos T3, T2, T4 y T6 no presentan diferencias significativas para con el T1 y T5 (TESTIGO) respectivamente; tampoco presentan diferencias significativas entre sí. Estos tratamientos se encuentran ubicados en un rango medio de cantidad de frutos con respecto al resto.

d) Porcentaje de frutos normales por racimo

El ADEVA para la variable **porcentaje de frutos normales por racimo por tratamiento** y prueba de Tukey al 5 %, se muestran a continuación en los cuadros 13 y 14.

**CUADRO 13.** ADEVA porcentaje de frutos normales por tratamiento.

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV	
%NORMALES	18	0.45	0.06	5.92	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	163.77	7	23.40	1.16	0.4007
Trat	115.50	5	23.10	1.15	0.3974
Rep	48.27	2	24.14	1.20	0.3414
Error	201.35	10	20.14		
Total	365.13	17			

Fuente: El autor



**CUADRO 14.** Porcentaje de frutos normales por tratamiento con prueba de Tukey 5%.

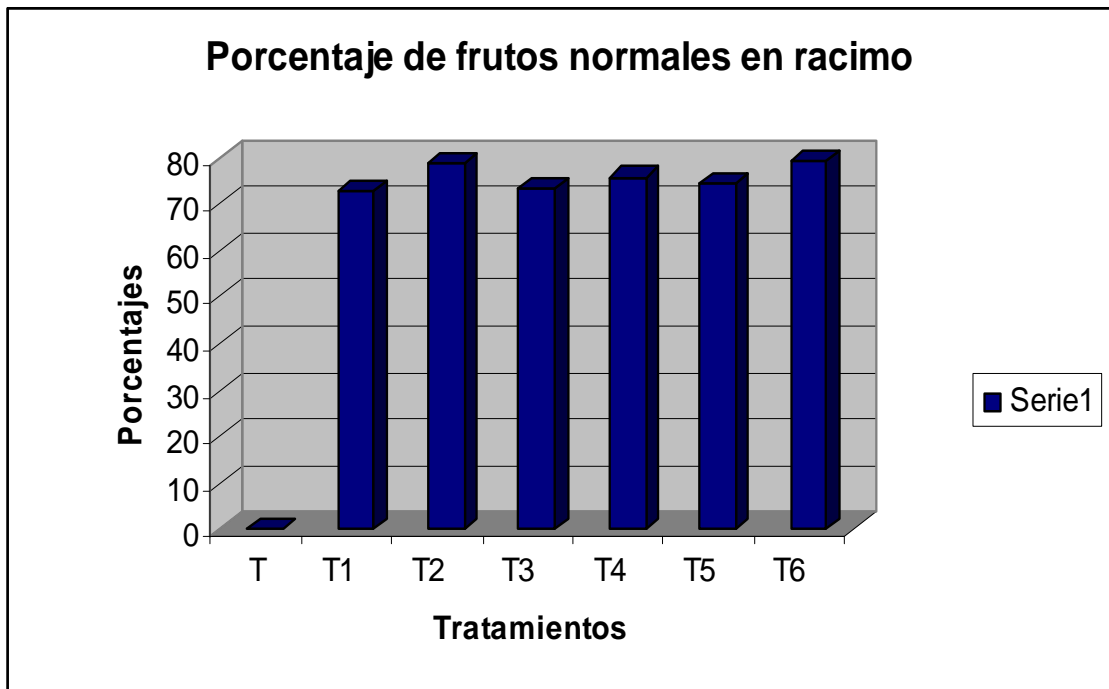
Test : Tukey Alfa: 0.05 DMS: 12.72557			
Error: 20.1353 gl: 10			
Trat	Medias	n	
T6	79.48	3	A
T2	78.82	3	A
T4	75.76	3	A
T5	74.38	3	A
T3	73.48	3	A
T1	72.90	3	A

Letras distintas indican diferencias significativas( $p \leq 0.05$ )

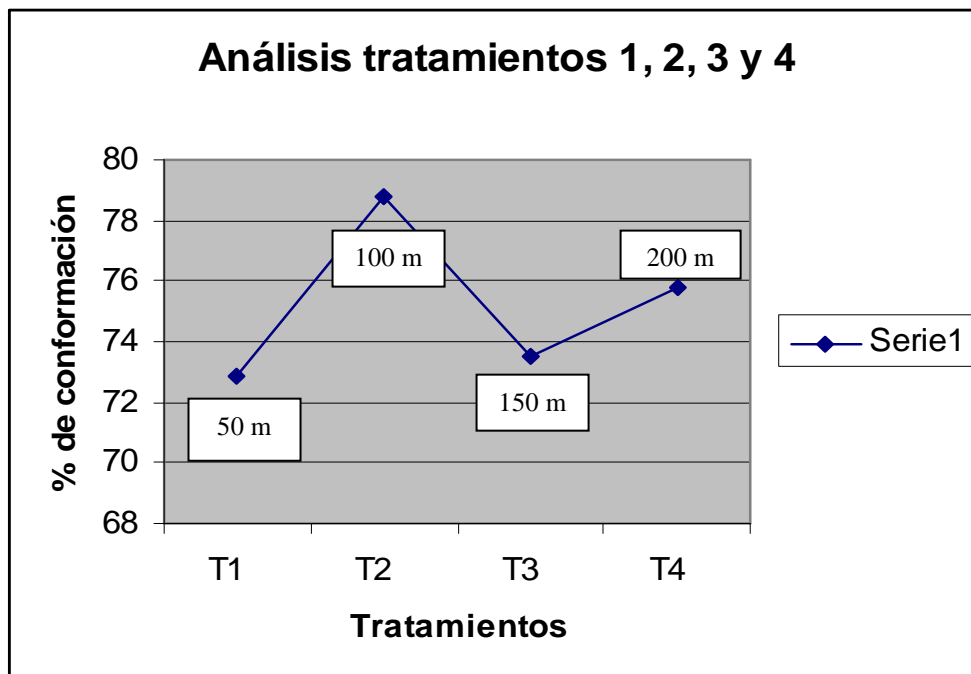
**Fuente:** El autor

La información del ADEVA y la prueba de Tukey al 5 % muestra una “no significancia” en cuanto a las diferencias de los promedios de los tratamientos, siendo el T6 el de mejor comportamiento en la variable “porcentaje de fecundación” y el T1 el de más bajo comportamiento para esta variable. El T5 (TESTIGO) se encuentra ubicado a 5 puntos de diferencia frente al T6 que recibe polinización asistida por liberación de *E. kamerunicus*, a pesar de esto las diferencias “no significativas” son prueba de un desempeño similar para todos los tratamientos de la investigación en esta variable. (Gráfica 6).

No se comprobó la existencia de una relación o tendencia entre los datos analizados de los Tratamientos T1, T2, T3 y T4. Tomando en cuenta que estos tratamientos se encuentran ubicados a distintas distancias del lote adulto contiguo, se podía creer que existiría alguna relación entre la distancia del lote adulto contiguo y la calidad de conformación de los racimos en sus tratamientos. Sin embargo los datos indican que no existe tendencia alguna entre ellos. Esto se puede observar mejor en la gráfica 7.



**GRÁFICA 6.** “Medias del porcentaje de frutos normales por tratamientos”.  
**Fuente:** El autor.



**GRÁFICA 7.** “Análisis de los tratamientos 1, 2, 3 y 4 en conjunto”.  
**Fuente:** El autor.

## e) Porcentaje de frutos partenocárpicos por racimo

El ADEVA para la variable **porcentaje de frutos partenocárpicos por racimo** y su prueba de Tukey al 5 %, se muestran a continuación en los cuadros 15 y 16.

**CUADRO 15.** ADEVA porcentaje de frutos partenocárpicos por tratamiento.

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV	
%PARTENOCARPICOS	18	0.45	0.06	18.55	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	163.77	7	23.40	1.16	0.4007
Trat	115.50	5	23.10	1.15	0.3974
Rep	48.27	2	24.14	1.20	0.3414
Error	201.35	10	20.14		
Total	365.13	17			

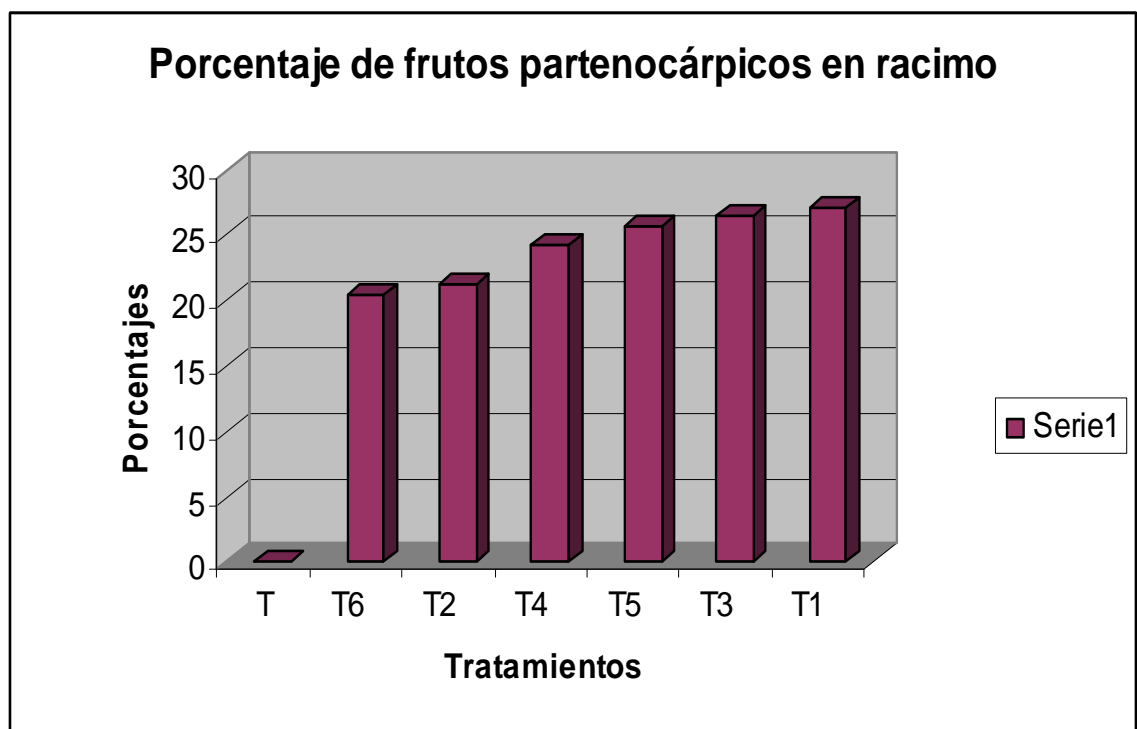
Fuente: El autor

**CUADRO 16.** Porcentaje de frutos partenocárpicos por tratamiento con prueba de Tukey 5%.

Test : Tukey Alfa: 0.05 DMS: 12.72557			
Error: 20.1353 gl: 10			
Trat	Medias	n	
T1	27.10	3	A
T3	26.52	3	A
T5	25.62	3	A
T4	24.24	3	A
T2	21.18	3	A
T6	20.52	3	A
Letras distintas indican diferencias significativas(p<=0.05)			

Fuente: El autor

Los porcentajes muestran un rango igual pero a la inversa del porcentaje de frutos normales, a lo cual resulta lógico ver que los frutos normales y partenocárpicos fueron tomados de los mismos racimos, la suma de ambos dará el 100% de los frutos. Es decir, el tratamiento con más bajo rendimiento vuelve a ser el T1 el cual para este ADEVA presenta el mayor porcentaje de frutos partenocárpicos por racimo y el T6 es el de mejor comportamiento para esta variable. Los datos igualmente no presentan diferencias significativas. (Gráfica 8).



**GRAFICA 8.** Medias del porcentaje de frutos partenocárpicos por tratamiento.  
**Fuente:** El autor

f) Peso de 20 Frutos normales

El ADEVA para la variable **peso de 20 frutos normales** y su prueba de Tukey al 5 %, se muestran a continuación en los cuadros 17 y 18.

**CUADRO 17.** ADEVA muestras del peso de 20 frutos

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV	
PESO20FRUTOS	18	0.37	0	7.7	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	517.68	7	73.95	0.84	0.5777
Trat	275.76	5	55.15	0.63	0.6828
Rep	241.93	2	120.96	1.38	0.2961
Error	877.87	10	87.79		
Total	1395.55	17			

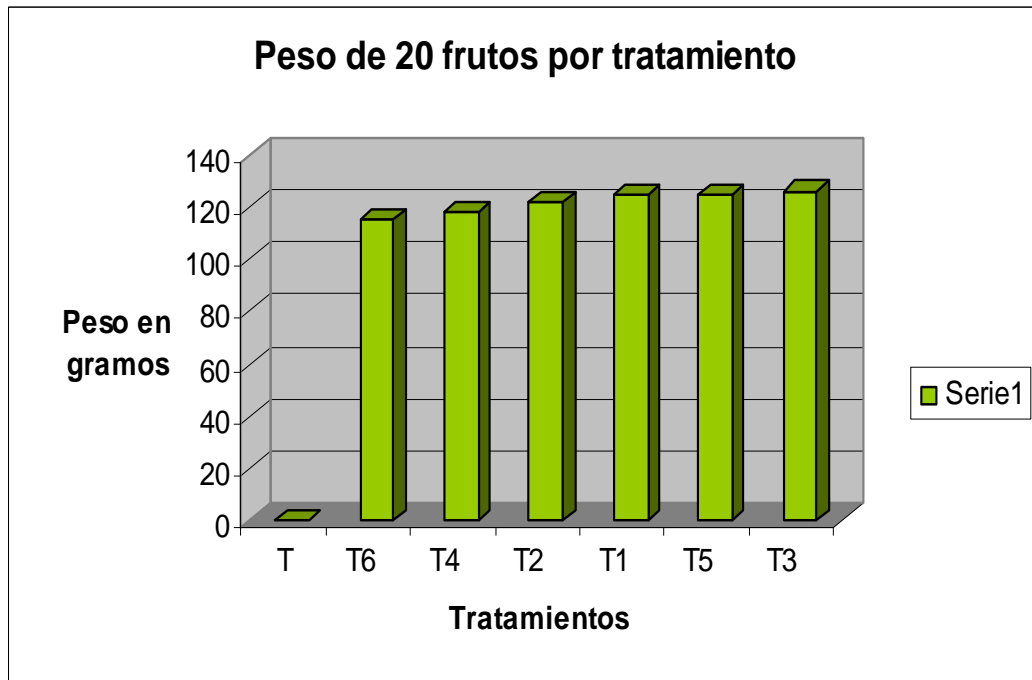
Fuente: El autor.

**CUADRO 18.** Peso de 20 frutos con prueba deTukey 5%.

Test : Tukey Alfa: 0.05 DMS: 26.57129			
Error: 87.7870 gl: 10			
Trat	Medias	n	
T3	126.00	3	A
T5	124.97	3	A
T1	124.47	3	A
T2	121.34	3	A
T4	118.09	3	A
T6	115.23	3	A
Letras distintas indican diferencias significativas(p<=0.05)			

Fuente: El autor

El ADEVA dado para esta variable nos muestra una “no significancia” en cuanto a las diferencias existentes entre los pesos de 20 frutos registrados para cada tratamiento. El T3 presenta el mejor peso en sus 20 frutos analizados frente al resto que son inferiores con diferencias no significativas. El T6 (racimos polinizados mediante la metodología de liberación entomófila en colmenas) es aquel que presenta los frutos con menor peso entre todos los tratamientos. Las diferencias entre los pesos de los frutos para los distintos tratamientos se observan en la gráfica 9.



**GRAFICA 9.** Peso de 20 frutos por tratamiento.  
Fuente: El autor.

g) Peso promedio por fruto polinizado (normal)

Se presenta como un valor muy importante y es el promedio del peso de los frutos tomado a partir de la división del peso de 20 frutos dividido para 20. El ADEVA de esta variable se encuentra a continuación en los cuadros 19 y 20.

**CUADRO 19.** Peso promedio por fruto normal por tratamiento.

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV	
PESOPORFRUTO	18	0.37	0	7.66	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	Valor p
Modelo	1.29	7	0.18	0.85	0.5719
Trat	0.69	5	0.14	0.63	0.6787
Rep	0.61	2	0.30	1.39	0.2923
Error	2.17	10	0.22		
Total	3.46	17			

Fuente: El autor

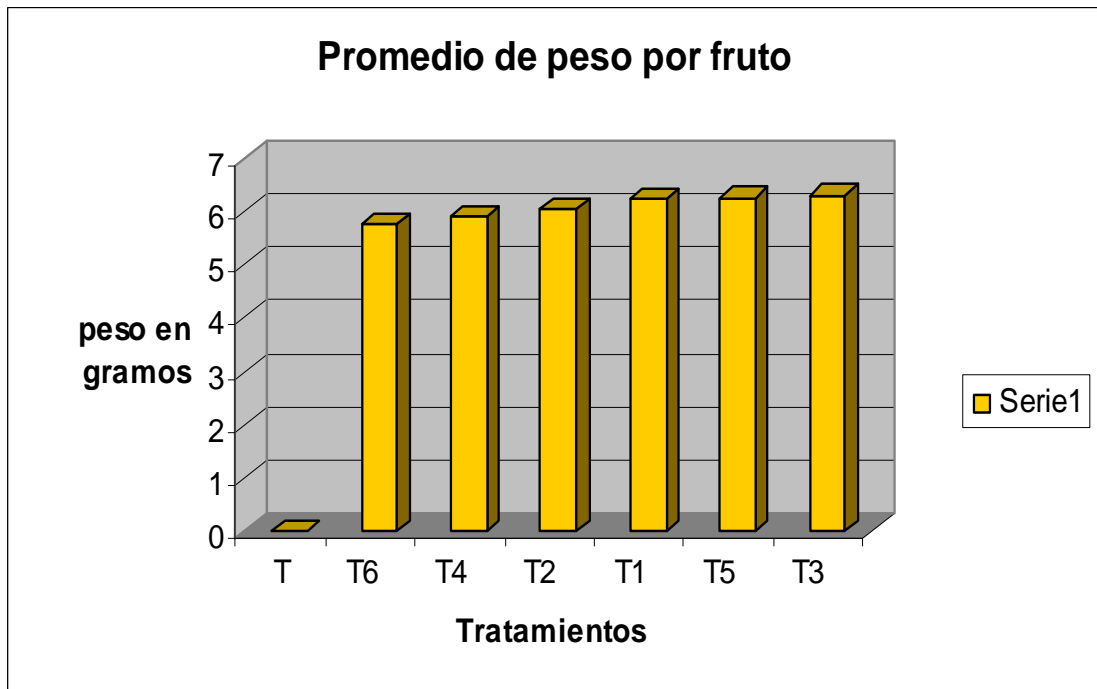
**CUADRO 20.** Promedio de peso del fruto con prueba de Tukey al 5%.

Test : Tukey Alfa: 0.05 DMS: 1.32130			
Error: 0.2171 gl: 10			
Trat	Medias	n	
T3	6.30	3	A
T5	6.25	3	A
T1	6.22	3	A
T2	6.06	3	A
T4	5.90	3	A
T6	5.76	3	A

Letras distintas indican diferencias significativas( $p \leq 0.05$ )

Fuente: El autor

De acuerdo con el ADEVA de esta variable, no existen diferencias significativas en los promedios del peso de frutos por tratamientos; el T3 es el que presenta un mejor comportamiento, es decir mejor promedio del peso de frutos frente al resto. El T6 es aquel en el cual el promedio del peso de los frutos es más bajo. La relación entre los tratamientos y sus promedios de peso por fruto se observa en la gráfica 10.



**GRAFICA 10.** Promedio de peso de fruto por tratamiento.

Fuente: El autor

3. Determinación de los costos del método de liberación de insectos, a través de un análisis financiero.

La determinación de los costos se llevó a cabo a través de un seguimiento a las labores que encierra toda la metodología de la liberación entomófila en colmenas, en vista de la necesidad de conocer algunos datos de forma previa, tales como: conteo de inflorescencias, colecta o cosecha de la mezcla insectos – polen en lotes adultos, aplicación de la mezcla en colmenas en lotes jóvenes. También fue necesario tener en cuenta los costos de las herramientas utilizadas y otros gastos como el transporte.

El seguimiento realizado a cada una de las labores mencionadas se expone en los siguientes puntos.

a) Conteo de inflorescencias

Se realizó un seguimiento de los obreros para esta actividad, habiéndose anotado algunas características de su recorrido en varios lotes. Los tiempos de recorrido fueron cronometrados con el fin de hallar un índice de tiempo promedio para esta labor.

Los datos tomados en campo para el seguimiento de dos trabajadores (dos colores: verde y azul) de conteo de inflorescencias masculinas en etapa de antesis por área de recorrido se exponen a continuación en el cuadro 21.



**CUADRO 21.** Rendimiento diario del personal de conteo de inflorescencias según las características del terreno.

<b>RENDIMIENTO DEL PERSONAL DE TRABAJO EN CONTEO DE INFLORESCENCIAS</b>						
Lotes	Área del lote has netas	Tiempo de traslado minutos	Tiempo total minutos	Tiempo real minutos	Promedio recorrido min/ha	Observaciones del terreno recorrido
PN 13	21.78	22	67	45	2.07	Terrazas (limpio)
PN 9	14.90	15	42	27	1.81	Terrazas y plano (limpio)
Total/día	36.68	37	109	72	1.96	
F 11 B	22.28	62	92	30	1.35	Plano (limpio)
F 11 A	20.71	3	33	30	1.45	Plano (sucio)
F 10 A	24.75	10	43	33	1.33	Plano (limpio)
Total/día	67.74	75	168	93	1.37	
PN 4	20.43	20	64	44	2.15	Terrazas (limpio)
PN 3	25.31	4	47	43	1.70	Terrazas (limpio)
PN 2	12.07	4	25	21	1.74	Terrazas y plano (limpio)
PN 1	10.71	5	35	30	2.80	Terrazas y plano (sucio)
Total/día	68.52	33	171	138	2.01	
G 15 D	16.64	135	166	31	1.86	Plano limpio
G 14 D	17.89	5	47	42	2.35	Plano sucio
H 14 A	7.90	5	19	14	1.77	Plano limpio
G 14 E	8.28	6	18	12	1.45	Plano limpio
Total/día	50.71	151	250	99	1.95	

Fuente: El autor.

En el cuadro 21 se observa la información recopilada en campo, la misma que muestra el recorrido de dos trabajadores a lo largo de varias semanas hábiles de trabajo. Se exponen: el lote visitado, las hectáreas netas del mismo, el tiempo total del recorrido en dicho lote; el cual, además ha sido cronometrado para obtener un índice de minutos por hectárea. Finalmente se anotaron las características del terreno por el cual se recorrió.

Posterior a la toma de datos fue necesario realizar un análisis de los índices obtenidos con el fin de encontrar una posible tendencia en cuanto al recorrido de los trabajadores en campo y las características del terreno. El análisis se encuentra resumido en el cuadro 22.

**CUADRO 22.** Rendimiento promedio de un obrero para el conteo de inflorescencias por hectárea (minutos/hectárea recorrida).

Promedio Terrazas	Promedio plano	Promedio terrazas limpias	Promedio plano limpio	Promedio terrazas sucia	Promedio plano sucio
2.05	1.65	1.97	1.55	2.80	1.90

Fuente: El autor

Para este análisis se han tomado en cuenta las observaciones de cada lote visitado; es decir, las condiciones físicas de los lotes recorridos. En el cuadro 22 se observa una clasificación dada por las condiciones físicas de los lotes visitados frente al tiempo que se toma el trabajador en recorrer una hectárea de dicho lote.

Los resultados indican claramente que la eficiencia de los trabajadores aumenta siempre que las condiciones físicas del recorrido sean más favorables; esto es: mientras más plano y limpio (malezas controladas) sea el terreno, menor tiempo se tardará en recorrerlo.

En base a este control de seguimiento fueron calculados los recorridos para un trabajador promedio por día, los cuales deben tomarse en cuenta al momento de realizar una planificación del recorrido diario de los jornaleros de conteo de inflorescencias masculinas. Ha sido además tomado en cuenta el hecho de que en su recorrido los trabajadores cuentan con líneas de control dentro de las parcelas y por ende visitan solo esa línea ya definida por cada 15 líneas recorridas dentro de los lotes. De acuerdo a esto los promedios obtenidos nos indican un recorrido de avance diario de 120 hectáreas en terrenos planos y 80 hectáreas en cultivo con terrazas. De ahí la relación económica para el análisis posterior se basó en 1 jornal = 6.50 USD.

- b) Cosecha y aplicación de *Eleaidobius kamerunicus* en colmenas.

La planificación para estos dos procedimientos ha sido estudiada en base al avance diario de recorrido que tiene el personal de trabajo (cosecha y aplicación de

insectos). La cantidad de personal de trabajo se ha tomado en base al área de cultivo joven en el cual se aplica polinización asistida por medio de liberación de insectos en colmenas. Dicho de este modo, la plantación de Palmeras de los Andes cuenta al momento con una totalidad de 270 hectáreas netas de cultivo año 2000`en las cuales se aplica polinización por liberación de insectos hasta la actualidad.

Para la aplicación de estas 270 hectáreas la empresa Palmeras de los Andes cuenta con algunos índices específicos de trabajo los cuales los ha obtenido en base a investigaciones previas realizadas en sus plantaciones y en las cuales ha situado datos importantes como: cantidad de la mezcla insectos - polen necesaria para el recorrido diario de un trabajador, número de colmenas necesarias por hectárea de aplicación, medida (en peso y volumen) de aplicación de la mezcla; y, periodicidad de aplicación.

En los cuadros 23 y 24, se puede observar el recorrido para el personal de aplicación en dos días distintos que se realizan de manera alternada y constante tres veces a la semana, con un total de seis días de aplicación.

**CUADRO 23.** Recorrido de aplicación 1.

RECORRIDO LUNES/MIER/VIERNES		
PARCELAS	HECTÁREAS	COLMENAS
<b>206 A</b>	3.88	10
<b>203 A</b>	7.80	29
<b>206 B</b>	4.02	21
<b>203 D</b>	1.30	7
<b>205 A</b>	2.98	5
<b>203 C</b>	2.38	12
<b>204 A</b>	4.54	13
<b>202 A</b>	8.78	34
<b>TOTAL</b>	35.68	131

Fuente: Palmeras de los Andes Quinindé

**CUADRO 24.** Recorrido de aplicación 2.

RECORRIDO MARTES/JUEVES/SAB		
PARCELAS	HECTÁREAS	COLMENAS
<b>206 C</b>	5.14	21
<b>204 B</b>	7.12	26
<b>206 D</b>	5.24	21
<b>204 C</b>	4.40	12
<b>205 B</b>	5.78	19
<b>205 A</b>	6.40	22
<b>TOTAL</b>	34.08	121

Fuente: Palmeras de los Andes Quinindé

El personal de trabajo para esta labor es además el encargado de la recolección de insectos con polen realizados en una sola labor complementaria. De este modo, el personal de trabajo conoce de antemano la calidad de la mezcla, y desde luego la cantidad necesaria para la aplicación en sus respectivos lotes.

c) Presupuesto de herramientas y transporte

En la cosecha y aplicación de insectos existen otros gastos adicionales que se toman en cuenta al momento de calcular el costo de aplicar esta metodología; gastos adicionales como son principalmente las herramientas y el transporte.

En el caso de las herramientas utilizadas, su costo ha sido calculado de acuerdo a los materiales necesarios y la mano de obra adecuada para su elaboración en el taller de la misma empresa con una depreciación del 100% anual; es decir las herramientas se renuevan cada año.

1. Transportadores

Para la elaboración o fabricación de los transportadores de insectos se han analizado varios modelos habiéndose escogido finalmente uno a manera de cilindro con agarradera (Foto 20). El presupuesto para la elaboración del transportador se encuentra detallado en el cuadro 25.

**CUADRO 25.** Presupuesto para la elaboración de los transportadores de insectos-polen.

<b>TRANSPORTADORES</b>				
<b>Concepto</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad de material utilizado</b>	<b>Valor unitario (USD)</b>	<b>Valor Total (USD)</b>
Varilla de Hierro de 8mm	varilla de 12 m	2.84 m de varilla	4.50	1.06
Malla Plástica	m <sup>2</sup> de malla	0.80 m <sup>2</sup> de malla	1.00	0.80
Suelda	libra de suelda	0.20 de libra de suelda	1.20	0.24
Mano de obra	Diario	0.20 diario	10.00	2.00
<b>Total por transportador</b>				<b>4.10</b>
<b>Total para cinco transportadores</b>				<b>20.50</b>

Fuente: El autor.

## 2. Escalera

La escalera es muy necesaria al momento de la recolección de la mezcla insectos – polen y puede estar hechas de caña como en el caso de esta investigación. (Foto 20). El presupuesto para la elaboración de la misma se detalla en el cuadro 26.

**CUADRO 26.** Presupuesto para la elaboración de una escalera.

<b>ESCALERA</b>				
<b>Concepto</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad de material utilizado</b>	<b>Valor unitario (USD)</b>	<b>Valor Total (USD)</b>
Caña Guadúa	Caña	2.00 cañas	1.00	2.00
Palo de 2 pulgadas	Palo	1.00 palos	1.00	1.00
Alambre	libra de alambre	0.25 libras de alambre	4.80	1.20
Mano de obra	Diario	0.20 diarios	10.00	2.00
<b>Total escalera</b>				<b>6.20</b>

Fuente: El autor

### 3. Colmenas

Para la elaboración de las colmenas pueden utilizarse materiales como mate o caña guadúa como en este caso. Las colmenas son colocadas sujetas a las palmas con un alambre (Foto 21). También pueden colocarse solas como se ha presupuestado a continuación. El presupuesto para la elaboración y ubicación de las colmenas se detalla en el cuadro 27.



**FOTO 21.** Colmena de aplicación de insectos  
**Fuente:** El autor

**CUADRO 27.** Presupuesto para la elaboración de las colmenas y su ubicación en el campo para 270 hectáreas.

<b>COLMENAS</b>				
<b>Concepto</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad de material utilizado</b>	<b>Valor unitario (USD)</b>	<b>Valor Total (USD)</b>
Caña guadúa	metro de caña	203.00 metros	0.25	50.00
Mano de obra para elaboración y colocación de colmenas	Diario	2.50 diarios	10.00	25.00
<b>Total colmenas</b>				<b>75.00</b>

**Fuente:** El autor.

4. Transporte

El costo diario por el transporte está reconocido en 22 dólares en un recorrido aproximado de 40 km diarios.

De acuerdo con todos los datos obtenidos en el campo así como el cálculo y obtención de presupuestos en costos de personal de trabajo, transporte y herramientas; el costo de la polinización por liberación entomófila para el tratamiento T6 de la investigación se resume en el cuadro 28.

**CUADRO 28.** Obtención de costos para el método de polinización por cosecha y liberación del insecto *Eleaidobius kamerunicus* en colmenas de caña guadúa.

	<b>COSTO DIARIO DE LABOR O HERRAMIENTA (USD)</b>	<b>COSTO SEMANAL DE LABOR (USD)</b>	<b>COSTO MENSUAL DE LABOR (USD)</b>	<b>COSTO ANUAL DE LABOR (USD)</b>	<b>PROMEDIO COSTO DE LA ACTIVIDAD POR HECTÁREA (USD) en 270 has</b>
<b>PERSONAL DE TRABAJO (cosecha y aplicación de <i>E kamerunicus</i>)</b>	32.50	195	780	9360	34.67
<b>TRANSPORTE</b>	22.00	132	528	6336	23.47
<b>HERRAMIENTAS</b>					0.38
Transportadores	20.50				
Escalera	6.20				
Colmenas	75.00				
Total costo herramientas	101.71				
<b>TOTAL COSTO POLINIZACIÓN POR HECTÁREA</b>					<b>58.51</b>
<b>TOTAL COSTO POLINIZACIÓN PARA LOS TRATAMIENTOS DE LA INVESTIGACIÓN (33 PLANTAS por hectárea)</b>					<b>13.50</b>

Fuente: El autor.

#### 4. Análisis económico de los tratamientos

En el análisis económico de los tratamientos en la “formulación de recomendaciones de datos económicos” se vuelve necesario otorgarle un rendimiento económico cuantificable a cada tratamiento (PERRIN et al 1976). En el caso de la presente investigación eso no pudo llevarse a cabo de forma directa en razón de que los rendimientos finales no fueron obtenidos en márgenes económicos; sino, en porcentajes de conformación de racimos, los cuales no son una variable que pueda cuantificarse directamente.

Fue decisivo el visualizar la importancia económica que tiene el obtener una buena calidad de conformación de racimos desde el punto de vista industrial en el mercado de la palma aceitera, y eso no pudo haberse explicado sin antes haber convertido los rendimientos de conformación obtenidos en los tratamientos en proyecciones económicas. Dichas proyecciones, se basaron en rangos reales de extracción de aceite a partir de racimos de fruta fresca cosechada en un área determinada.

Para que la proyección pudiera plantearse, fue necesario hablar de un promedio anual de producción de racimos de fruta fresca por hectárea con un dato específico para la variedad y año de cultivo manejados en esta investigación. Este promedio fue cuantificado por la empresa Palmeras de los Andes Quinindé en una media aproximada de 18 Toneladas anuales de fruta producida y cosechada por hectárea; o lo que sería igual: 18,000 kilogramos.

Es indispensable, explicar la razón del por qué es importante para el proceso de extracción de aceite el porcentaje de calidad de conformación. El porcentaje de calidad de conformación es un índice utilizado por las fábricas extractoras con el fin de calcular el porcentaje de extracción de aceite esperado en fruta, basándose en la cantidad de frutos normales (frutos que producirán aceite) frente a la cantidad de aquellos frutos partenocárpicos y anormales (que no producen ni aceite ni nuez) en el racimo.



En el cuadro 29 se aprecian los rangos de extracción utilizados para nuestro cálculo económico basados en el porcentaje de conformación de racimos de la investigación.

**CUADRO 29.** Rangos de extracción de aceite por peso de fruta en relación con la calidad de conformación de racimos que se obtuvieron en los tratamientos.

Tratamientos	Porcentajes de conformación de racimos en los tratamientos de estudio	Porcentajes de conformación de racimos para dar el rango	Rangos de porcentaje de extracción de aceite (%)	Rangos en los que se ubican los tratamientos de la investigación
T1	72.90	90%	24.00	19.20
T2	78.82	80.99 - 79.00 %	21.33	20.80
T3	73.48	78.99 - 77.00 %	20.80	19.73
T4	75.76	76.99 - 75.00 %	20.27	20.27
T5	74.38	74.99 - 73.00 %	19.73	19.73
T6	79.48	72.99 - 71.00 %	19.20	21.33

Fuente: El autor

Los rangos utilizados en esta tabla están ubicados en relación descendente porcentual a partir del máximo de extracción obtenido en la fábrica extractora de Palmeras de los Andes Quinindé. Esta extractora sitúa una extracción del 24% de aceite a una fruta con una calidad de conformación del 90% en adelante.

A partir de la diferenciación de los tratamientos de la investigación mediante el uso de la tabla de rangos de extracción, se puede obtener la diferenciación económica que busca el análisis económico de Perrin, puesto que cada tratamiento enfocará una proyección de indicadores económicos basada en la media de su calidad de conformación de racimos.

En el cuadro 30 esto se reproduce a manera de una proyección ejemplo, al tomar la extracción estimada para cada tratamiento en base a su rango, partiendo de un volumen de 1,000 kg para todos los tratamientos. Nótese como ya se observa una diferencia en los kilogramos de aceite por tratamiento.

**CUADRO 30.** Proyección de la producción estimada de aceite a partir de 1,000 kg de racimos de fruta fresca de acuerdo al rango de extracción por tratamiento.

Tratamiento	Peso promedio de racimos cultivo 2000 Quininde (Kg)	Número de racimos por Tonelada	Proyección a partir de 1000 Kg para todos los tratamientos	% de conformación en racimos del estudio	Rangos de extracción de aceite	Aceite por Tonelada de Racimos de fruta fresca cosechada en Kg
T1	9.00	111.11	1000	72.90	19.20	192.00
T2	9.00	111.11	1000	78.82	20.80	208.00
T3	9.00	111.11	1000	73.48	19.73	197.33
T4	9.00	111.11	1000	75.76	20.27	202.67
T5	9.00	111.11	1000	74.38	19.73	197.33
T6	9.00	111.11	1000	79.48	21.33	213.33

Fuente: El autor.

En esta proyección se observa una productividad diferenciada para los tratamientos de la investigación. Este rendimiento cuantificado en kilogramos de aceite extraído para esta proyección puede también estimarse económicamente y obtenerse así un rendimiento económico cuantificable para los tratamientos, tal cual se requiere para el análisis de Perrin.

Es necesario entonces, realizar una proyección basada en la producción anual estimada por Palmeras de los Andes (18,000 Kg. de fruta fresca) para el cultivo 2000 el cual fue causa de nuestro estudio en la presente investigación. Esta proyección se muestra en el cuadro 31.

**CUADRO 31.** Proyección económico anual de producción y venta de aceite por tratamiento para la producción estimada del cultivo 2000 Guineesis 2501 en PDAQ.

Tratamientos	Kg de Aceite en 1000 Kg de fruta cosechada por tratamiento	Precio (USD) Tonelada de Aceite Rojo en el mercado	Dólares por venta de aceite a partir de los tratamientos (USD)	Estimado de Producción anual de racimos de fruta fresca en Kg por hectárea para el cultivo 2000 en PDAQ	Estimado de producción anual de aceite por tratamiento (Kg)	Dólares por venta de aceite por año y por tratamiento por hectárea
T1	192.00	400	76.80	18000	3456	<b>1382.40</b>
T2	208.00	400	83.20	18000	3744	<b>1497.60</b>
T3	197.33	400	78.93	18000	3552	<b>1420.80</b>
T4	202.67	400	81.07	18000	3648	<b>1459.20</b>
T5	197.33	400	78.93	18000	3552	<b>1420.80</b>
T6	213.33	400	85.33	18000	3840	<b>1536.00</b>

Fuente: El autor.

De acuerdo a la proyección presentada en el cuadro 31, los valores iniciales económicos estimados para cada tratamiento nos demuestran una diferencia marcada en cuanto a productividad entre ellos. Esta diferencia se encuentra traducida a kilogramos de aceite y su vez en dinero.

No debe olvidarse “el hecho” de que una mayor calidad de conformación de racimos no solo que afecta directamente a las ganancias económicas por venta de “aceite rojo” como se demostró en la proyección del cuadro 31, sino que además, aumenta las ganancias en razón de la venta de “aceite de palmiste” así como de “torta de palmiste”. Dos productos que no deben desestimarse y que disminuyen su cantidad de manera directa en tanto en cuanto disminuyan los porcentajes de conformación de racimos en los tratamientos. Esto se observa en el cuadro 32.

**CUADRO 32.** Estimado económico anual de producción y venta de aceite rojo, aceite de palmiste y pasta de palmiste por tratamiento, basado en el estimado productivo de PDAQ para cultivo 2000 Guineensis 2501(18,000 kg/año).

Estimado de producción anual de aceite por tratamiento en 18,000 Kg	Estimado anual por venta de aceite rojo por tratamiento en USD/ha	Estimado anual Cantidad de palmiste (almendra) en Kg/ha	Estimado anual Cantidad de Aceite de palmiste en Kg/ha	Estimado anual Cantidad de Pasta de palmiste en Kg/ha	Estimado anual por venta de aceite de palmiste por tratamiento USD/ha	Estimado anual por venta de pasta de palmiste por tratamiento USD/ha	Total USD tratam.
<b>T1</b> 3456	<b>1382.40</b>	900.00	360.00	540.00	190.80	31.20	<b>1604.40</b>
<b>T2</b> 3744	<b>1497.60</b>	973.08	389.23	583.85	206.29	33.73	<b>1737.63</b>
<b>T3</b> 3552	<b>1420.80</b>	907.11	362.84	544.27	192.31	31.45	<b>1644.55</b>
<b>T4</b> 3648	<b>1459.20</b>	935.28	374.11	561.17	198.28	32.42	<b>1689.90</b>
<b>T5</b> 3552	<b>1420.80</b>	918.27	367.31	550.96	194.67	31.83	<b>1647.31</b>
<b>T6</b> 3840	<b>1536.00</b>	981.18	392.47	588.71	208.01	34.01	<b>1778.02</b>

Fuente: El autor.

Si bien los rendimientos se habían diferenciado antes; en el cuadro 32, resultan aun más reales puesto que los datos se separan más debido a la importante presencia económica que tienen los compuestos adicionales de los frutos normales frente a los partenocárpicos y anormales que carecen de ellos: aceite y torta de palmiste.

En base a la proyección final y a los valores económicos obtenidos se realizó el análisis de rendimientos y costos variables, así como también los análisis de dominancia y marginal de costos, expuestos en los cuadros 33, 34, 35 y 36. Pero debe mencionarse que aún cuando los rendimientos líquidos para los tratamientos utilizados en este análisis económico son solo proyecciones; eso no desmerece la naturaleza real de sus orígenes puesto que fueron basados en rangos de extracción y rendimientos productivos anuales “reales” tomados de la empresa Palmeras de los Andes.

**CUADRO 33.** Análisis de rendimientos y costos variables de los tratamientos.

CONCEPTOS	TRATAMIENTOS						
	Unidad	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Rendimientos							
Rendimientos en porcentajes de conformación de racimos	%	72.90	78.82	73.48	75.76	74.38	79.48
Porcentajes de conformación transformados a rendimientos económicos anuales por tratamiento por hectárea (143 plantas)	(USD)	1604.40	1737.63	1644.55	1689.90	1647.31	1778.02
Rendimientos económicos anuales por tratamiento (33 plantas)	(USD)	370.25	400.99	379.51	389.98	380.15	410.31
<b>Costos Variables en investigación por tratamiento</b>							
Fertilización	(USD)	x	x	x	x	x	x
Mantenimiento	(USD)	x	x	x	x	x	x
Control Fitosanitario	(USD)	x	x	x	x	x	x
Guantes de Cuero	(USD)	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
Sacos	(USD)	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
Fichas de identificación	(USD)	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
Láminas de identificación	(USD)	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
Personal de Cosecha	(USD)	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0
Transporte de racimos	(USD)	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
Fundas	(USD)	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
Cuchillos	(USD)	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
Hacha	(USD)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Varios (Uso de balanza electrónica, marcadores para las fundas, etc.)	(USD)	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
<b>Total costos variables</b>	<b>(USD)</b>	<b>47.0</b>	<b>47.0</b>	<b>47.0</b>	<b>47.0</b>	<b>47.0</b>	<b>47.0</b>

Fuente: El autor.

**CUADRO 34.** Costos variables adicionales del Tratamiento T6 con diferencia de rendimientos frente a costos variables por tratamiento.

Costos variables adicionales anuales por hectárea Tratamiento 6 (143 plantas)	Unidad	TRATAMIENTOS					
		T1	T2	T3	T4	T5	T6
Personal de cosecha y aplicación de <i>E. kamerunicus</i>	(USD)	x	x	x	x	x	34.67
Transporte	(USD)	x	x	x	x	x	23.47
Herramientas (transportadores, machetes, escaleras, etc.)	(USD)	x	x	x	x	x	0.38
Total costos variables por tratamiento por hectárea (143 plantas)	(USD)	x	x	x	x	x	<b>58.52</b>
Costos variables adicionales anuales Tratamiento 6 (33 plantas)	(USD)	x	x	x	x	x	<b>13.50</b>
Total costos variables por tratamiento	(USD)	<b>47.00</b>	<b>47.00</b>	<b>47.00</b>	<b>47.00</b>	<b>47.00</b>	<b>60.50</b>
Rendimiento total anual por tratamiento	(USD)	370.25	400.99	379.51	389.98	380.15	410.31
Diferencia entre rendimientos y costos variables anuales por tratamiento (USD)	(USD)	<b>323.246</b>	<b>353.991</b>	<b>332.512</b>	<b>342.977</b>	<b>333.148</b>	<b>349.809</b>

Fuente: El autor.

**CUADRO 35.** Análisis de dominancia de datos de respuesta a los tratamientos de la “Evaluación de plantaciones adultos sobre cultivos jóvenes en la calidad de conformación de racimos”.

TRATAMIENTOS	BENEFICIO NETO	COSTOS VARIABLES	DOMINANCIA
T6	410.31	60.50	Dominante
T2	400.99	47.00	Dominante
T4	389.98	47.00	Dominado
T5	380.15	47.00	Dominado
T3	379.51	47.00	Dominado
T1	370.25	47.00	Dominado

Fuente: El autor

El resultado del análisis de dominancia da como tratamientos dominantes en primer lugar al tratamiento T6 y en segundo y último lugar de dominancia al T2. Los tratamientos T4, T5, T3 y T1 son tratamientos dominados y por ende son descartados para el análisis de tasa de retorno marginal expuesto en el cuadro 36.

**CUADRO 36.** Análisis de tasa de retorno marginal en base al beneficio neto frente a los costos variables, de los tratamientos.

Tratamientos	Beneficio Neto	Costos variables	Incremento marginal en Beneficio neto	Incremento marginal en costo variable	Tasa de retorno marginal (%)
T6	410.31	60.50	9.32	13.50	69.04
T2	400.99	47.00	11.01		
T4	389.98	47.00	9.83		
T5	380.15	47.00	0.64		
T3	379.51	47.00	9.26		
T1	370.25	47.00			

Fuente: El autor.

## B. DISCUSIÓN

En la presente investigación se han estudiado a través de análisis estadísticos algunas variables de manera independiente y de la misma forma se discute acerca de los resultados obtenidos para cada una de ellas en particular.

### 1. Análisis de racimos

#### a) Número de frutos en racimos

Las diferencias no significativas halladas para esta variable entre los tratamientos, no tiene dependencia de su ubicación en el diseño es decir es no dependiente de su “tratamiento”. Es posible expresar con certeza que la cantidad de frutos hallados en su totalidad mediante un conteo de los mismos, no es dependiente de la calidad de polinización que dichos racimos recibieron en el momento de la antesis sino, que es totalmente dependiente de la genética de cada planta en particular. No puede esperarse que exista un número homogéneo de frutos por racimo, en una misma planta mucho menos en un mismo lote.

HARTLEY (1986) menciona que: “El número de flores en una inflorescencia varía de una palma a otra, pero en todos los casos hay un número mucho mayor de flores (12 a 30) en las espiguillas centrales que en las superiores o inferiores (12 o menos); las inflorescencias femeninas tienen entonces varios miles de flores. Los racimos ya desarrollados pueden llevar de 500 hasta 4000 frutos, siendo lo común una media de 1500 aunque dicho número puede variar sin que esto afecte al promedio del peso de los racimos en un lote dado”.



HARTLEY (1986), advierte además que la palma tiende a compensar una menor cantidad de frutos por racimo con un aumento en el tamaño de los mismos, de esta manera se explica el por que aún cuando no pueda haber homogeneidad en el número total de frutos por racimo, sin embargo exista una tendencia homogénea en el peso de los racimos pertenecientes a un cultivo siempre que se comparen racimos provenientes de lotes y plantaciones de la misma edad, variedad y por supuesto localidad.

b) Porcentaje de frutos normales por racimo

Se presentó una “no significancia” entre los tratamientos para esta variable. El TRATAMIENTO 6 es el que mejor comportamiento mostró en cuanto a su porcentaje de calidad de conformación de racimos y puede mencionarse que esto se debe a que este tratamiento es el que recibió polinización asistida por medio del método de liberación entomófila.

De acuerdo con MOLINA et al (1999), el incremento violento de la población del polinizador introducido produce un fuerte descenso en la población de otras especies de insectos polinizadores existentes en la zona, pero a su vez este viene acompañado de un incremento en los niveles de polinización o fecundación de racimos, así como en el porcentaje de extracción de aceite y la producción de almendra.

GENTY et. al (1986), comprobaron ya la importancia que tiene el insecto *Elaeidobius kamerunicus* al momento de poner a prueba su efecto como vector de polinización en el cultivo de palma aceitera y en la presente investigación no hubo excepción. Una mayor cantidad de insectos polinizadores cargados de polen en su cuerpo y visitando las inflorescencias femeninas en antesis fueron los que aseguraron un aumento en la calidad de conformación presente en sus racimos la misma que demostró ser en un 6.99% mayor frente al lote en el cual no se aplica polinización por liberación entomófila y que a su vez no recibe influencia externa alguna (T5); y, en un 9.02% frente al T1 el cual presentó el más bajo comportamiento para esta variable.

No se halló ninguna tendencia entre los tratamientos T1, T2, T3 y T4 que nos indique una influencia directa en su polinización por parte del cultivo adulto adjunto. Estos tratamientos se hallaban ubicados en gradiente ascendente de distancia de separación frente a un cultivo adulto (año 77'). Los lotes de la investigación se escogieron en base a conteos de inflorescencias masculinas apenas igualando al límite mínimo (5 inflorescencias masculinas en antesis por hectárea); y, por esta razón se descarta que el comportamiento que presentaron los mencionados tratamientos, se haya debido a la presencia mayoritaria de inflorescencias masculinas en antesis para uno u otro tratamiento.

En los lotes estudiados y previamente establecidos como unidades de observación 1, 2 y 3; (tratamientos 1, 2, 3 y 4), fue recurrente hallar una disminución que podría considerarse “notable” en el tamaño y frondosidad de las plantas que se hallaban más cerca al cultivo adulto. Este comportamiento se puede encontrar hasta la 6ta línea desde el inicio del lote joven con respecto a la ubicación del lote adulto. Este comportamiento se explica tomando en cuenta fundamentalmente dos aspectos aislados pero muy importantes: luminosidad y disponibilidad de agua.

En el caso de la incidencia solar WATERSTON (1953), indica que de acuerdo con la ubicación que tienen las líneas de plantación en el sistema de siembra a tres vientos, llevada a cabo de esta manera con el fin de proporcionar mayor luminosidad a cada planta dentro de la plantación; debe considerarse de manera fundamental el hecho de que no exista vegetación de mayor altitud y frondosidad de ninguna naturaleza a menos de 75 metros de distancia de un cultivar de palma aceitera puesto que esta será la distancia de incidencia que tendrá el mismo sobre dicho lote.

Un comportamiento similar suele apreciarse en las primeras líneas de plantas de plantaciones nuevas que limitan con bosques primarios o algún tipo de vegetación espesa; y, aún cuando suele relacionárselo estrictamente a problemas fitosanitarios (plagas como *Strategus*) sin embargo, WATERSTON (1953) le añade adicionalmente el mismo enfoque a esta problemática.

El grado de incidencia negativa de los lotes adultos hacia las primeras líneas de los lotes jóvenes en estudio está basado definitivamente en su ubicación la cual es la causal principal en una incidencia de sombra la misma que limita en un amplio rango la luminosidad en las primeras líneas al menos en las 3 o 4 últimas horas de la tarde puesto que la gran altitud de los lotes adultos contiguos (13.5 metros de altitud en promedio para un cultivo año 77) no permite una absorción eficiente de luz. De ahí que WATERSTON (1953) menciona que “la sombra reduce el crecimiento y la tasa neta de asimilación de las palmas de todas las edades”. Por ende se explica su poco o menor desarrollo frente al resto.

YAMPOLSKY (1972) y RUER (1967) coinciden en mencionar que la palma puede desarrollar su sistema radicular hasta 19 metros desde su tronco en cultivo de 11 años de edad e ir creciendo hasta 2 metros anuales a partir de entonces si las condiciones son las más adecuadas. De este modo, un cultivo

de casi 30 años de edad (cultivo 77<sup>o</sup>) tiene sin duda una gran incidencia en la absorción de agua de sus jóvenes vecinos competidores; y desde luego esto al igual que ocurre con la incidencia solar, ayuda a que las primeras líneas de un cultivo joven adjunto se vean disminuidas en tamaño y frondosidad por una influencia negativa de competencia que le es causal de un déficit hídrico.

La influencia negativa del cultivo adulto sobre el joven se hallaron signos hasta en la 6ta fila desde el cultivo adulto. Es lógico pensar que es esta la razón más valedera para señalar el decaimiento de los resultados en los rendimientos del TRATAMIENTO 1 para la presente investigación, el mismo que presentó el más bajo comportamiento para esta variable a pesar de hallarse junto al tratamiento con el 2do mejor comportamiento en rendimientos y primero en rentabilidad económica (TRATAMIENTO 2).

A pesar de haberse descartado en parte la teoría de que la palma aceitera es “únicamente” polinizada por el viento; sin embargo, no podía ser descartada la toma de datos de la velocidad y dirección del viento para los tratamientos en los que podía haber servido de influencia para una mejor conformación de racimos como se esperaba que lo hiciera (tratamientos 1, 2, 3 y 4). Pero, puede explicarse que las bajas medidas de corrientes de viento las cuales no alcanzaron más allá de los 7 km h<sup>-1</sup> en velocidad y sobre todo que la dirección opuesta del viento (Este – Oeste), fue un agente más que pudo haber causado la “no influencia” del cultivo adulto al soplar aunque con poca fuerza el polen que este produjo, pero en dirección opuesta a la ubicación de los tratamientos y de igual manera al impedir el fácil vuelo de los *E. kamerunicus* hacia las inflorescencias en anthesis de las plantas del cultivo joven.

Adicionalmente GENTY et al (1986) citando a los estudios de JAGOE (1934) se comprobaron que una densa copa de hojas, típica de una palma

joven, formaría una pantalla eficaz contra el polen transportado por el viento, como resultado de lo cual sus inflorescencias femeninas solo podrían polinizarse ligeramente. GENTY sugirió que la pantalla de hojas podría actuar como una protección natural contra la polinización excesiva pero en medios en los cuales el número de inflorescencias masculinas fuera al menos dos veces el límite mínimo para una polinización aceptable (Para nuestro medio: 10 inflorescencias masculinas en antesis por hectárea en su conteo).

### c) Análisis económico

La metodología empleada para el análisis económico volvió necesario el llevar a cabo una proyección en base a los rendimientos reales de producción del cultivo estimado por la empresa Palmeras de los Andes Quinindé en 18 Toneladas de racimos de fruta fresca por hectárea/año con el fin de poder traducir los resultados obtenidos en el estudio (porcentajes de conformación de racimos) a un dato de rendimiento económico con el cual se pudiere trabajar el análisis de rendimientos y costos variables y a su vez, los análisis de dominancia y de tasa de retorno marginal tal cual desarrolla el sistema empleado (PERRIN et al 1976).

Los márgenes de rendimiento de aceite rojo por tratamiento, se vieron influenciados por los porcentajes de conformación de racimos. Los tratamientos que produjeron mayor porcentaje de calidad de conformación también fueron aquellos que produjeron los más altos rendimientos en “aceite rojo” y por ende en réditos económicos. La teoría de este punto ya ha sido mencionada en el pasado por HARTLEY (1986).

HARTLEY (1986) citando a JOHANSON y PERSMARK (1971) también menciona la lógica existente en la relación que propone que “a mayor número de frutos normales por racimo mejora inclusive la eficiencia de la planta extractora”, en vista de que el cuesco dentro de la pulpa ayuda a comprimirla de mejor manera dentro de las prensas, extrayendo así una mayor cantidad de aceite.

No se descarta la importancia de la calidad de conformación de racimos al hablar de otros dos productos que al igual que el mismo aceite rojo, representan valiosas ganancias económicas para la industria palmera: el aceite de palmiste y la pasta de palmiste. Ambos al igual que sucede con el aceite rojo, se incrementan a medida que mejora el porcentaje de conformación de los racimos. Dado que los frutos partenocárpicos y abortados no poseen cuesco ni almendra, no puede extraerse de ellos ningún rédito económico adicional como los dos mencionados (BEKNIELSON 1969).

De la relación económica dada entre los tratamientos, se ubicó al tratamiento T6 como el de mejor rendimiento sin embargo, la más alta tasa marginal de retorno fue del tratamiento 2; en el cual, aún cuando no se llevó a cabo ningún gasto adicional, la diferencia con el mejor tratamiento fue casi inexistente; lo que le valió para convertirse en el mejor tratamiento luego del análisis económico (PERRIN et al 1976).

Se aduce que el comportamiento del T2 pudo deberse a una mejor calidad de suelos en la franja justa de la ubicación del tratamiento puesto que recibe poca competencia en este aspecto por parte del T1 que ya se encontraba agobiado por la influencia del cultivo adulto.

Todos los tratamientos que no recibieron polinización por liberación de insectos excepto el T2, fueron altamente superados por el T6 que si la recibió por lo que debería considerarse como una ayuda sustancial e importante la polinización externa para homogenizar y aumentar los porcentajes de calidad de conformación de racimos con lo que se aumenta en buena proporción la producción de aceite rojo así como de otros beneficios como los que ya se mencionó anteriormente.

BEKNIELSON (1969) menciona además el hecho de que el aumento en la calidad de conformación de racimos lastimosamente no genera un aumento directo en las ganancias por venta de racimos de fruta fresca en las extractoras puesto que en ellas se paga en base a peso y no a conformación de racimos y como ya se mencionó, el tamaño y en general el peso del racimo viene principalmente influenciado por su edad y no tanto por su porcentaje de conformación; por esta razón advierte “el método de liberación entomófila para la zona de Quinindé podría presentarse como una buena alternativa pero más para productores consumidores como lo son las grandes empresas palmeras, que para los simples finqueros proveedores. Estos últimos no hallarán mayores beneficios al momento de la calificación de su fruta en los tambos de extracción.

## VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### A. CONCLUSIONES

1. Los tratamientos T1, T2, T3 y T4 ubicados a 50, 100, 150 y 200 metros de distancia respectivamente desde el límite del cultivo adulto (año 77<sup>o</sup>) no presentaron ninguna evidencia de recibir una influencia directa por parte del mismo. No se halló ninguna relación entre la distancia de separación de las unidades experimentales con su vecino adulto y su calidad de conformación de racimos, pudiéndose considerar que el grado de incidencia en la polinización del cultivo adulto sobre el cultivo joven en la presente investigación fue nulo, al menos en los primeros 200 metros de distancia.
2. El tratamiento T1 (50 metros de distancia desde el cultivo adulto) fue el que presentó el más bajo comportamiento en cuanto a la calidad de conformación de sus racimos, habiéndose presentado una baja calidad de conformación en las tres repeticiones por igual con lo que evidenció una influencia negativa del lote adulto sobre el joven hasta cerca de los 75 metros de distancia hacia el interior del mismo debido a la amplia competencia por agua y nutrientes en el suelo y por la pantalla de sombra que se proyectaba sobre él en especial en las 3 o 4 horas finales de la tarde.
3. El T6 (que recibe polinización por liberación entomófila) presentó el mejor rendimiento tanto en porcentajes de conformación de racimos como en sus rendimientos potenciales de aceite, sin embargo fue superado económicamente por el T2 (100 metros de separación del cultivo adulto de palma aceitera) cuyos rendimientos no fueron mayores a los del T6, pero cuya tasa de retorno marginal fue superior (69,04 %).



4. El sistema de liberación entomófila se presenta como el método más adecuado de polinización ayudada o artificial para la zona de Quinindé. En esta zona es definitivo el hecho de que un método más forzado como sería “la polinización asistida manual” en el cual se visitan todas las inflorescencias femeninas en antesis cada dos días para polinizarlas manualmente sí aumentaría la eficiencia productiva de los lotes pero aumentaría aun mucho más sus costos variables a tal punto que no se podría pensar en una explotación comercial rentable.
5. La importancia de la polinización por liberación entomófila para la zona de Quinindé (T6), es significativa sobretodo para aquellas empresas que se dedican a la producción de palma aceitera para extraer su aceite en extractoras propias ya que al aumentar el porcentaje de conformación de racimos, el productor de aceite se ve directamente beneficiado. No así en el caso de los pequeños productores, finqueros proveedores, a quienes no les beneficia este sistema de polinización en gran medida dada la manera tan estricta de calificación de la fruta utilizada en los tambos de las extractoras de palma aceitera, la misma que no se basa en rangos de extracción de aceite sino primordialmente en su peso.
6. El T6 supera por mucho a todos los tratamientos en los que no se llevó a cabo polinización por liberación entomófila a excepción del T2 en el cual se aduce una posible mejor calidad de suelos y menor competencia con el medio lo cual no pudo ser controlado al momento de escoger los lotes para la investigación pero que en sí pudo haberle dado algún rango de ventaja frente al resto.

## B. RECOMENDACIONES

1. Debería continuarse con una investigación en este tema en un futuro pero alargando los intervalos en las distancias de separación desde los lotes adultos o con iguales distancias pero realizando pequeños cambios como basar los análisis “Fruit set” en racimos cosechados en estado de “madurez fisiológica” para obtener no solo un dato porcentual estadístico como fue el de la calidad de conformación; sino además, resultados exactos de las cantidades de aceite que de ellos pueda extraerse.
2. Se recomienda además para futuras investigaciones, la colocación de porta objetos con el fin de determinar de manera más precisa los distintos volúmenes de polen presentes por unidad de superficie en los tratamientos.
3. Los lotes polinizados mediante el sistema de liberación entomófila tuvieron el mejor comportamiento (T6), demostrándose de esta forma, la mejora productiva que sufre el cultivo de palma aceitera al ser expuesto a un programa de polinización asistida; sin embargo, su tasa de retorno marginal fue más baja a la del T2 (100 metros de separación del cultivo adulto de palma aceitera), por lo que su aplicación es de “recomendación” en especial para las plantaciones grandes que abastecen a sus propias extractoras ya que ellos si evidenciarán réditos económicos al contrario de lo que ocurre con los pequeños finqueros proveedores a quienes una mayor conformación no beneficia directamente.
4. La diferencia del T6 con el resto de tratamientos a parte del T2 lleva a la recomendación de que definitivamente “si” debe tomarse en cuenta la importancia en el resultado que presenta un lote que recibe

polinización por liberación entomófila frente a aquellos que no la reciben.

5. Podría plantearse un aumento en el número de colmenas de aplicación por área en los lotes en los que se realiza la liberación entomófila de la mezcla *Eleaidobius kamerunicus* – polen debido a que si bien este procedimiento aumentó los rendimientos de los lotes en estudio, sin embargo fue una diferencia poco significativa al momento de hablar de la eficiencia económica frente al T2 de esta investigación. Sería muy recomendable entonces llevar a cabo un ajuste en el sistema utilizado de manera que este gane eficiencia y su costo beneficio sea mayor a la hora de hablar de la viabilidad económica de dicha metodología en plantaciones comerciales.
6. Sería importante incrementar esfuerzos mediante la investigación científica a través no solo de la empresa privada sino también de entidades como el INIAP o ANCUPA, con el fin de afinar al máximo el sistema de liberación entomófila el cual debido al potencial genético y la climatología existentes, resulta ser el método de polinización artificial más adecuado para la zona de Quinindé.
7. Debería plantearse en el futuro además, una investigación dirigida a identificar con mayor precisión los factores que causan una disminución en la frondosidad e incluso productividad de las plantas que se ubican en las primeras filas de un cultivo joven contiguo a un lote adulto, con el fin de analizar más de cerca la influencia directa que los cultivos adultos de palma aceitera o incluso vegetación de cualquier otra naturaleza puedan tener sobre estas nuevas y jóvenes plantaciones comerciales, para así poder de alguna manera mermar estas pérdidas de eficiencia productiva a través de labores culturales que combatan estos factores de forma directa y eficaz.

## VII. SUMARIO

Se realizó una investigación en el cultivo de palma aceitera en las plantaciones de “El 200” y “Río Blanco” ubicadas en la provincia de Esmeraldas, cantón Quinindé, parroquia La Unión en el km 200 de la vía Quito - Esmeraldas pertenecientes a la empresa Palmeras de los Andes del grupo DANEC S.A.

La investigación estuvo basada en el análisis de racimos cosechados en lotes jóvenes (cultivo 2000) que podrían recibir distintos grados de influencia en su polinización tratándose de hallar una relación entre la distancia de separación de los lotes jóvenes con los lotes adultos contiguos y los porcentajes de conformación de sus racimos; y a su vez, compararlos con los porcentajes de conformación obtenidos de racimos cosechados en lotes polinizados mediante un sistema de liberación entomófila y en lotes aislados que no reciben polinización asistida ni influencia externa alguna.

Se plantearon 6 tratamientos de 11 plantas cada uno, tomados en 3 repeticiones. T1= 11 racimos tomados de la primera fila hallada luego de los 50 m a partir de la última fila de plantas de un lote adulto contiguo. T2= 11 racimos tomados de la primera fila hallada luego de los 100 m a partir de la última fila del mismo lote adulto contiguo. T3= 11 racimos tomados de la primera fila hallada luego de los 150 m a partir de la última fila del mismo lote adulto contiguo. T4= 11 racimos tomados de la primera fila hallada luego de los 200 m a partir de la última fila del lote adulto contiguo. T6= 11 racimos tomados al azar dentro de un lote que recibe un programa de aplicación de polinización asistida por el método de liberación entomófila. T5 (Tratamiento testigo)= 11 racimos tomados al azar dentro de un lote que no recibe polinización asistida ni influencia de lotes adultos. La población total ascendió a 198 unidades experimentales.

No se hallaron diferencias significativas de los factores en estudio en los tratamientos. El tratamiento 1 tuvo el comportamiento menos productivo que el resto de tratamientos de la investigación. Tampoco se encontró alguna posible tendencia en cuanto a la influencia que el cultivo adulto pudiera tener sobre el cultivo joven; es

decir, no hubo ningún comportamiento que nos indicase que a medida que las muestras se alejaban del cultivo adulto estas bajaban su calidad de conformación. Las diferencias “no significativas” que se presentaron entre todos los tratamientos nos prueban que el cultivo adulto no influyó de manera positiva como se pensaba debía ocurrir en la fecundación de racimos en el cultivo joven.

Aunque el tratamiento 2 tuvo mejor resultado económico no puede descartarse la importancia que tuvieron los lotes polinizados mediante el sistema de liberación entomófila ya que tuvieron el mejor comportamiento en rendimientos (tratamiento 6), demostrándose de esta forma, la mejora productiva que sufre el cultivo de palma aceitera al ser expuesto a un programa de polinización asistida. Sin embargo sería recomendable llevar a cabo un ajuste en el sistema utilizado de manera que este gane eficiencia y su costo beneficio sea positivo a la hora de hablar de la viabilidad económica de dicho procedimiento en plantaciones comerciales.

## SUMARY

An oil palm investigation took place in “El 200” and “Río Blanco” plantations, located in the province of Esmeraldas, canton Quinindé, La Unión in the km 200 of Quito-Esmeraldas Highway. These plantations belong to the company Palmeras de los Andes of the group DANEC S.A.

The investigation was based on the analysis of bunches harvested in young cultivate areas which may receive different grades of pollination. All these was done, with the purpose of trying to find a relation between the separation distance of the harvested bunches areas and an old oil palm cultivate area next to them, and its fruit conformation average. At the same time, this average was compared with the conformation average in an isolated young oil palm cultivate area and also with the conformation average on a young oil palm cultivate area which receives assisted pollination using the insects liberation method.

Six different treatments were planted with 11 individuals each, and on 3 repetitions. These treatments were: T1= 11 bunches harvested from the first line of plants located 50 meters away from the limits of an old oil palm cultivate in an young oil palm cultivate. T2= 11 bunches harvested from the first line of plants located 100 meters away from the limits of an old oil palm cultivate in an young oil palm cultivate. T3= 11 bunches harvested from the first line of plants located 150 meters away from the limits of an old oil palm cultivate in an young oil palm cultivate. T4= 11 bunches harvested from the first line of plants located 200 meters away from the limits of an old oil palm cultivate in an young oil palm cultivate. T5 (witness treatment)= 11 bunches harvested at random from a young oil palm cultivate which is isolated and doesn't receive any external pollination influence. T6= 11 bunches harvested at random from a young oil palm cultivate which receives assisted pollination using the insects liberation method. The total population of individuals in this investigation was 198 experimental units.

No significant differences were found between studied factors in treatments of this investigation. Treatment 1 presented the worst results of all treatments. No

relation was found about a possible influence from the old oil palm cultivate to the young oil palm cultivate so there is no scientific evidence which may indicates a relation between the distance of separation from the harvested bunches to the limits of the adult cultivate and the fruit conformation average obtained from them. These no significant differenced results are the prove that old oil palm cultivates cause no influence on pollination efficiency in young oil palm cultivates near them

Even when treatment 2 obtained the best economic results, however experimental units pollinated by using the “insects liberation method” (treatment 6) cannot be putted away because they presented the highest productivity results of all treatments proving by this way that oil palm plantations increase their productivity when are exposed to assisted pollination systems. It would be recommendable due, to develop an adjustment for this method in which way it increases its efficiency and its economic viability so it can be better and proved used formally in commercial plantations.

## IX. BIBLIOGRAFÍA

1. ANCUPA – SIGAGRO; (2005); “Estudio macroeconómico de la situación del cultivo de palma africana en el Ecuador”; Revista el Palmicultor (Fedapal) 464; Quito, Ecuador. P 12-14.
2. BEKNIELSON, B.; 1969; “Quality aspects of oil palm kernel production and quality of marketing of oil palm products”; Inc. Soc. Planters; Kuala Lumpur, Malaysia. P 161.
3. CHAN, K.; LEE, K.; 1993, “A concern facing the oil palm industry”; Edit. PORIM, Kuala Lumpur, Malaysia. P1-16.
4. CHAVEZ, F.; RIVADENEIRA, J.; 2003; “Manual del cultivo de Palma aceitera (*Elaeis guinensis*) para la zona Noroccidental de Pichincha”; Publicaciones ANCUPA-INIAP; Quito, Ecuador. P44.
5. CHEE, K.; CHIU, S.; 1999; “The oil palm Weevil, *Elaeidobius kamerunicus* in Malaysia – A review”; The planter 75; Kuala Lumpur, Malaysia. P187-198.
6. CORLEY, R.H.B.; 1976; “Growth and morphology” Oil Palm Research; Elsevier Scientific Publishing Co.; Netherlands. P3-23.
7. DHILEEPAN, K.; 1992; “Pollen carrying capacity, pollen load and pollen transferring ability of the oil palm pollinating weevil *Elaeidobius kamerunicus* Faust in India”; Publicación Oléagineux CIRAD no 47; Paris, Francia. P55-61.
8. DOW, K.; 1975; “Estudio de la situación de los derivados de aceites de oleaginosas y el incremento necesario en el cultivo con miras al autoabastecimiento”; Publicaciones I.N.I.A.P. Boletín Técnico; Quito, Ecuador. P4.



9. GARCIA, K.; 2005; “Aplicación de cuatro dosis de polen en Palma Africana (*Oleífera x Guineensis*) en cultivo de renovación código 1327”; Tesis de Grado ESPEA; Shushufindi, Ecuador. p8-13.
10. GENTY, P.; GARZON, A.; LUCHINI, F.; DELVARE, G.; 1986; “Polinización entomófila de la palma aceitera en América Tropical. Publicación Oléagineux CIRAD, no 41. Paris, Francia. P99-112.
11. GRAY, B. S.; 1969; “The requirement for assisted pollination in oil palms in developments in Malaysia”; Publicaciones Progress in Oil palms; Kuala Lumpur, Malaysia. P49
12. HARDON, J.; TURNER, P.; 1967; “Observations on natural pollination in commercial plantings of oil palm *Elaeis guineensis* . Expt. Agric. P3, 105.
13. HARTLEY, C.W.S.; 1968; “The oil palm in Ecuador”; Oil Palm News. P5-9.
14. HARTLEY, C.W.S.; 1986; “La Palma de Aceite”; Edit. Continental; Segunda Edición; México D.F. P53-232.
15. HUSSEIN, M.; RAHMAN, W.; 1991; “Life tables for *Elaeidobius kamerunicus* in oil palm”; The planter, 67 (778). P3-8.
16. JAGOE, R.B.; 1934; “Observations and experiments in connection with pollination of oil palm”; Malasia. Agric. P598.
17. JOHANSSON, G.; and PERSMARK, U.; 1971; “Evaluation and prediction of oil palm quality.”; Oil palm News; Kuala Lumpur, Malaysia. P10-12
18. MOLINA D.; DÍAZ, A.; BARRIOS, R.; 1999; “Introducción del Gorgojo Polinizador Sobre Cultivos de Palma Aceitera”; Boletín divulgativo FONAIAP; Maracaibo, Venezuela. P63.

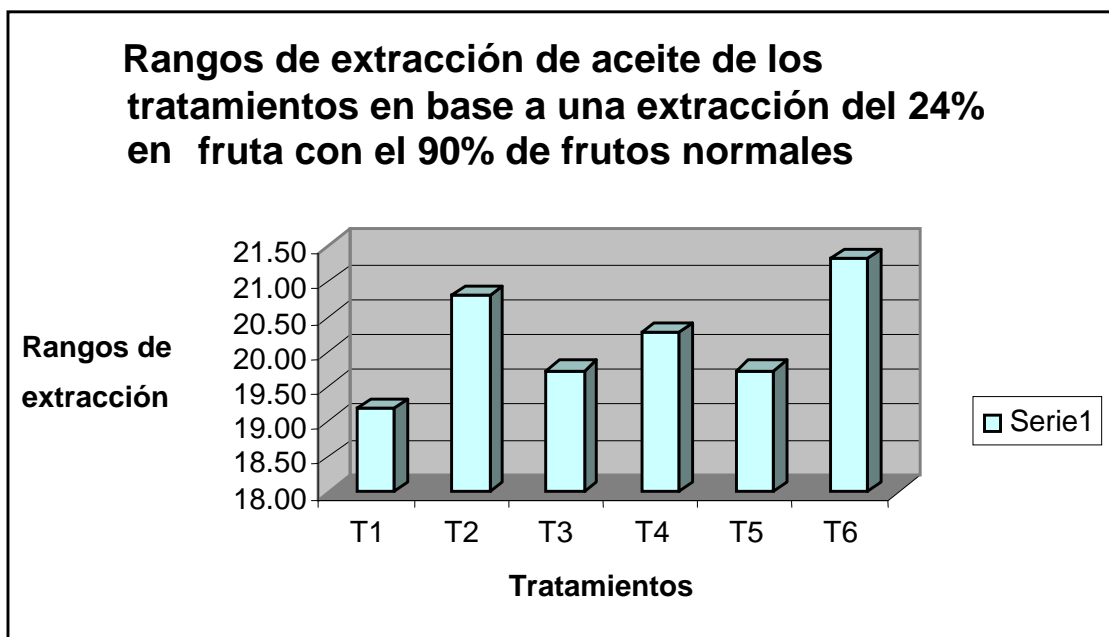
19. LAW, I.; CORLEY, R.; 1982; "Insect pollination of oil palm: introduction, establishment and pollinating efficiency of *Elaeidobius kamerunicus* in Malaysia"; The planter 58; Kuala Lumpur, Malaysia. P547-561.
20. LEON, J.; 1987; "Botánica de los cultivos tropicales"; Publicaciones IICA; San José, Costa Rica. P50-56
21. LIAU, S.; 1984; "Predators of the pollinating weevil *Elaeidobius kamerunicus* in Malaysian oil palm estates; Palm oil research institute of Malaysia; Kuala Lumpur, Malaysia. P41-49.
22. OBANDO, R.; ESCOBAR, R.; PERALTA, F.; 1993; "Consideraciones sobre el manejo de la Palma Aceitera en el pacífico ecuatoriano"; ASD Informe Especial; San José, Costa Rica. P1-2.
23. ORTIZ, R.; FERNANDEZ, O.; 1994; "El cultivo de la Palma aceitera"; Edit. Universidad Estatal a Distancia; San José, Costa Rica. P15-24.
24. PDAQ; (1998); Historial de rendimientos productivos en plantación "El 200"; Consulta personal. Gabriel Torres; Quinindé, Ecuador.
25. PERRIN, R. Otros autores; 1976; "Formulación de recomendaciones de datos agronómicos: Un manual metodológico de educación económica" 3era imp; México DF; México. CYMMIT. P 54-55.
26. PUSHPARAJAH, E.; CHEW, P.; 1981; "The oil palm in agricultura in the eighties"; Palm oil research Institute of Malaysia and The incorporated society of planters; Kuala Lumpur, Malaysia. P275.
27. RECALDE, O.; 2000; "Análisis de los resultados del III censo agropecuario"; Proyecto SICA – MAG; Agroindustrial de Oleaginosas y Aceites; Quito, Ecuador. P10.

28. RUER, P.; 1967; Morfhologie et anatomie du systeme radicaire du palmier a huile”; Oleagineux 22. P-595.
29. SANCHEZ, S.; ORTIZ, C.; 1998; “Oil palm pests and pollinators in Tabasco, Mexico”; Nota técnica; ASD Oil palm papers; San José, Costa Rica. P25-28.
30. SICA – MAG; 2000; III CENSO AGROPECUARIO NACIONAL; Proyecto del Ministerio de Agricultura y Ganadería; Quito, Ecuador; (En línea), consultado 2 de mayo/2005, disponible en: [www.sica.gov.ec](http://www.sica.gov.ec)
31. TAILLIEZ, B.; VALVERDE, G.; 1971; “La pollinasation assistée dans les plantations de palmier á huile”; Publicación Oléagineux. CIRAD No 683. P26.
32. TURNER, P.D.; GILLBANKS, R. A.; 1974; “Oil palm cultivation and management”; Incorp. Soc. Of planters Kuala Lumpur, Malaysia. P255-270.
33. VELDHUIS, J.; 1967; “Methods of assisted pollination for oil palms”. En Oil palms developments in Malaysia. Kuala Lumpur, Malaysia. P72.
34. WATERSTON, J. M.; 1953; “Observations of the influence of some ecological factors on the incidence of oil palm diseases in Nigeria”; African Institute of Oil Palm Research. P – 24.
35. YAMPOLSKY, C.; 1972; “A contribution to the study of the oil palm (*Elaeis guineensis*); Bull Jard botanic edit. P-107.

## ANEXOS

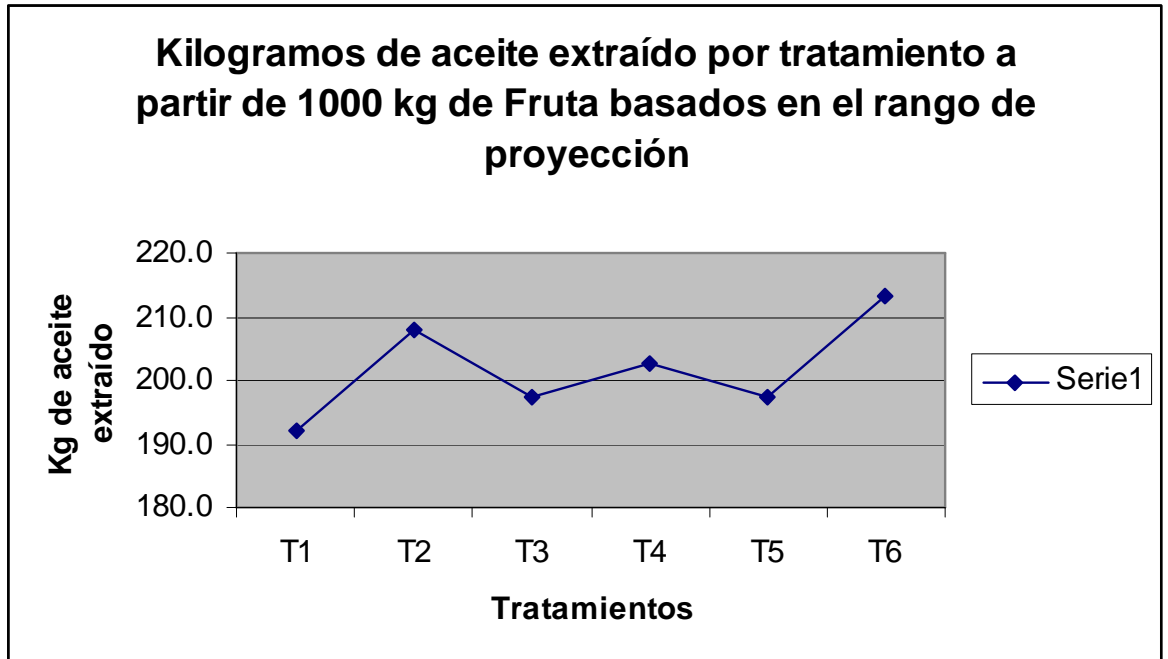
**GRAFICA11.** Rangos de extracción de aceite de los tratamientos, en base a una extracción del 24% en fruta con el 90% de conformación.

Fuente: El autor

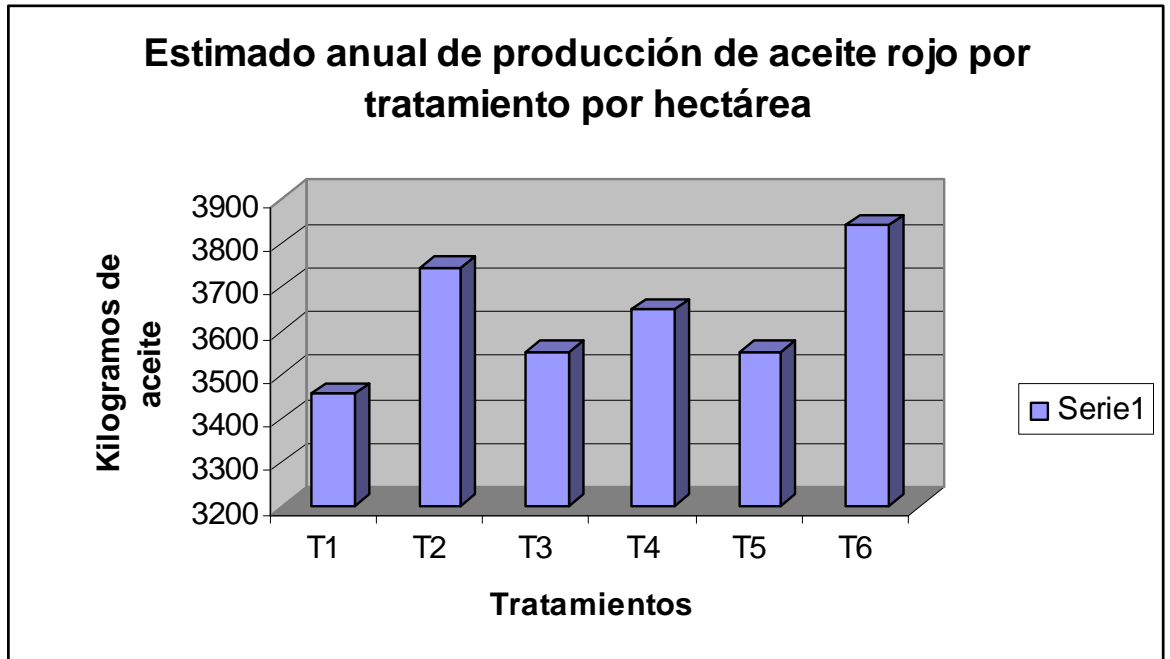


**GRAFICA 12.** Kilogramos de aceite extraído por tratamiento, a partir de 1000 kg de fruta fresca cosechada, basados en el rango de proyección de extracción específico.

Fuente: El autor

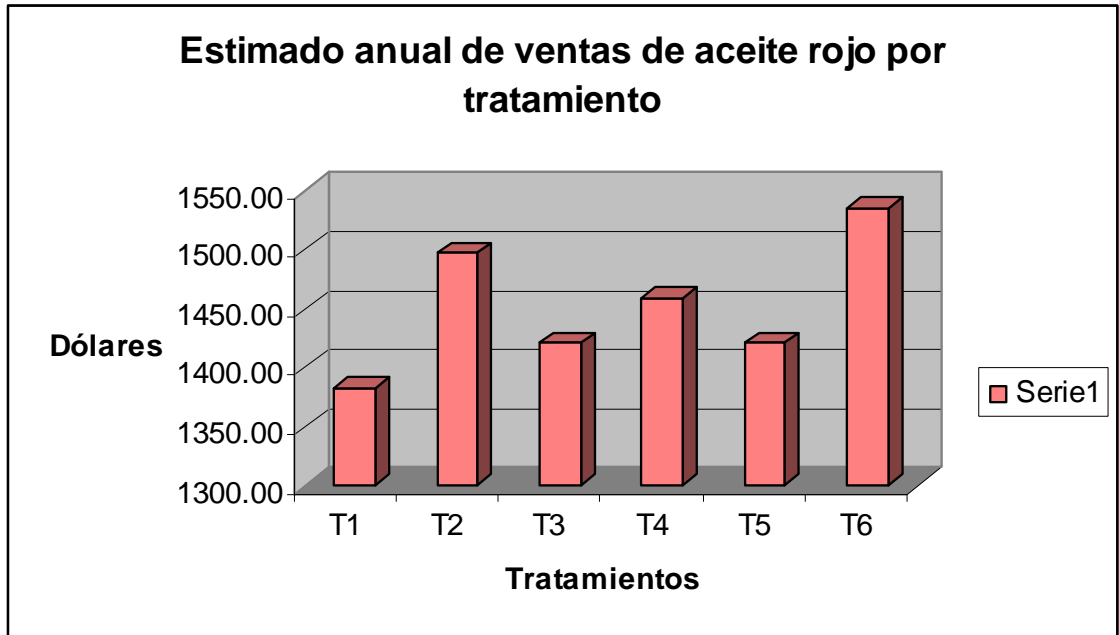


**GRÁFICA 13.** Estimado anual de producción real de aceite de los tratamientos por hectárea cuantificado en kilogramos, basado en una producción anual de 18 TM de fruta fresca por hectárea.  
Fuente :El autor

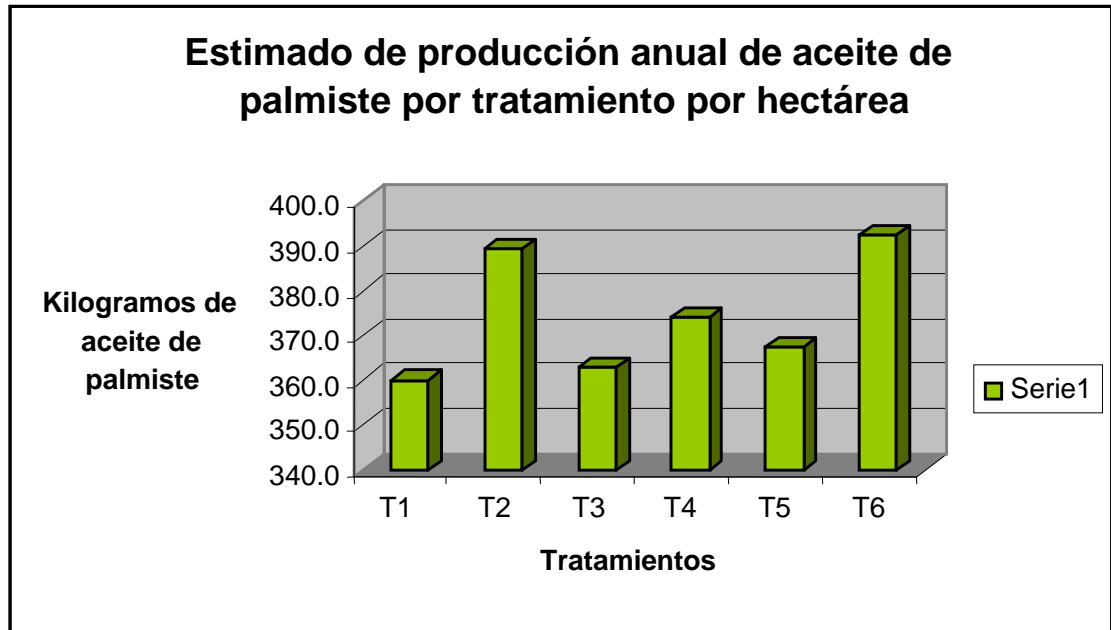


**GRÁFICA 14.** Estimado anual de ventas de aceite rojo por tratamiento por hectárea basado en un precio en el mercado de 400 dólares por TM.

Fuente :El autor



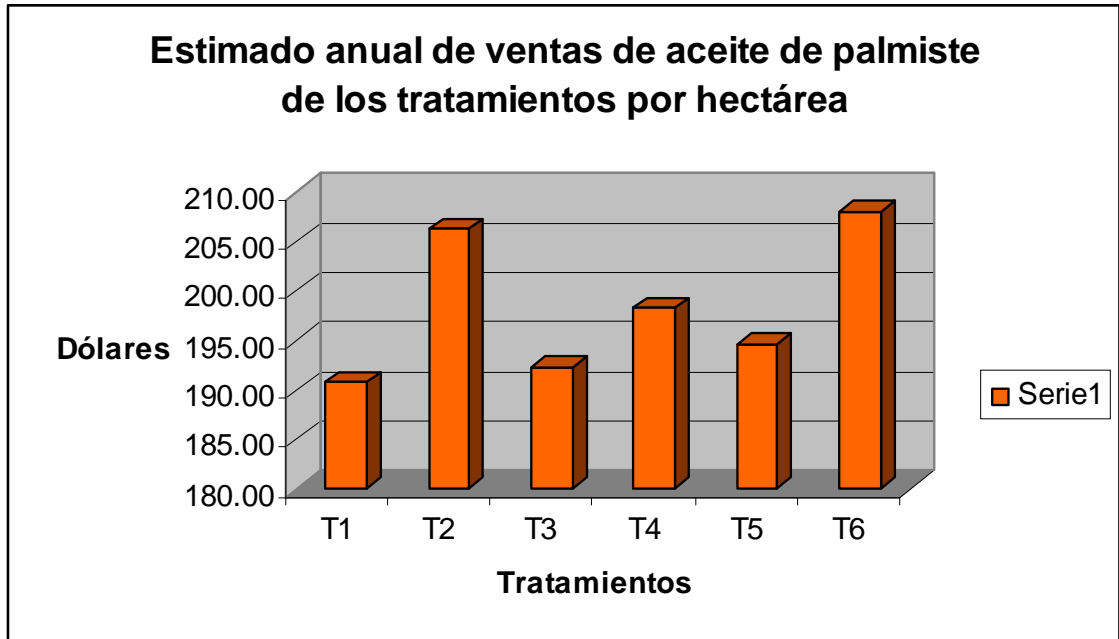
**GRAFICA 15.** Estimado anual de producción (kilogramos) de “aceite de palmiste” de los tratamientos por hectárea.  
Fuente: El autor



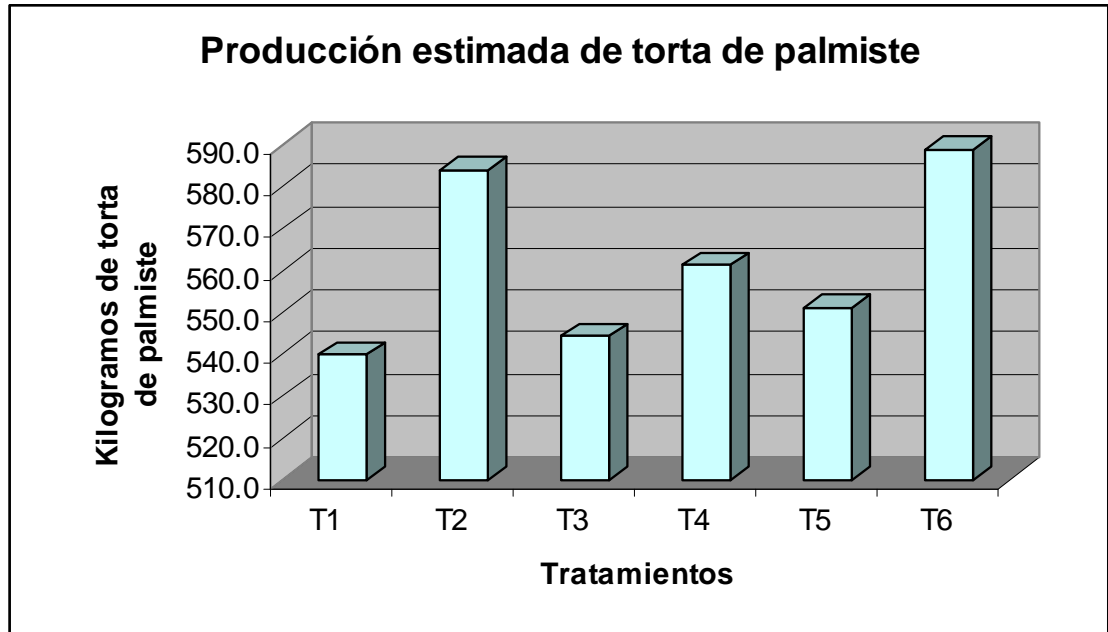


**GRAFICA 16.** Estimado anual de ventas de aceite de palmiste de los tratamientos por hectárea, basado en un precio de 530 dólares por TM de aceite de palmiste.

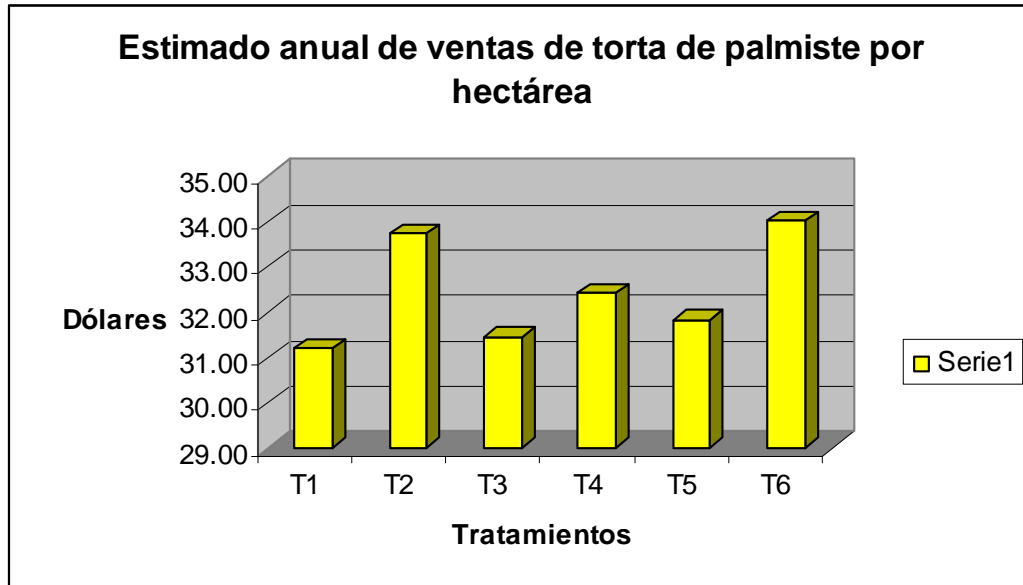
Fuente: El autor



**GRAFICA 17.** Producción anual estimada de torta de palmiste de los tratamientos por hectárea, basada en una producción de 18 TM por hectárea.  
Fuente: El autor

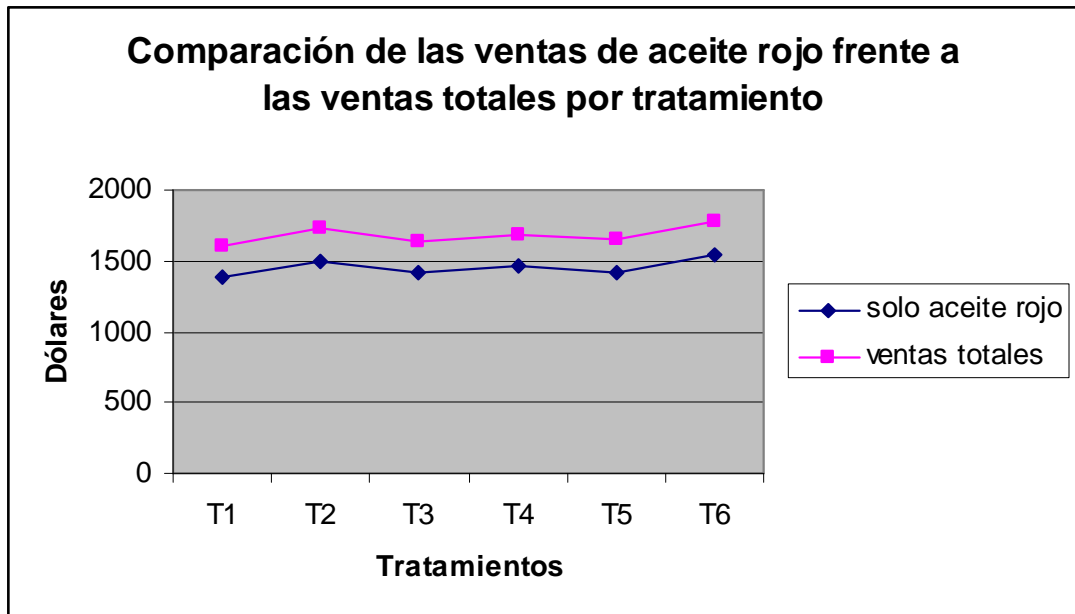


**GRAFICA 18.** Estimado anual de ventas de la torta de palmiste producida a partir de 18 TM por hectárea, basado en un precio de 2.60 dólares el saco de 45 kilogramos.  
Fuente: El autor

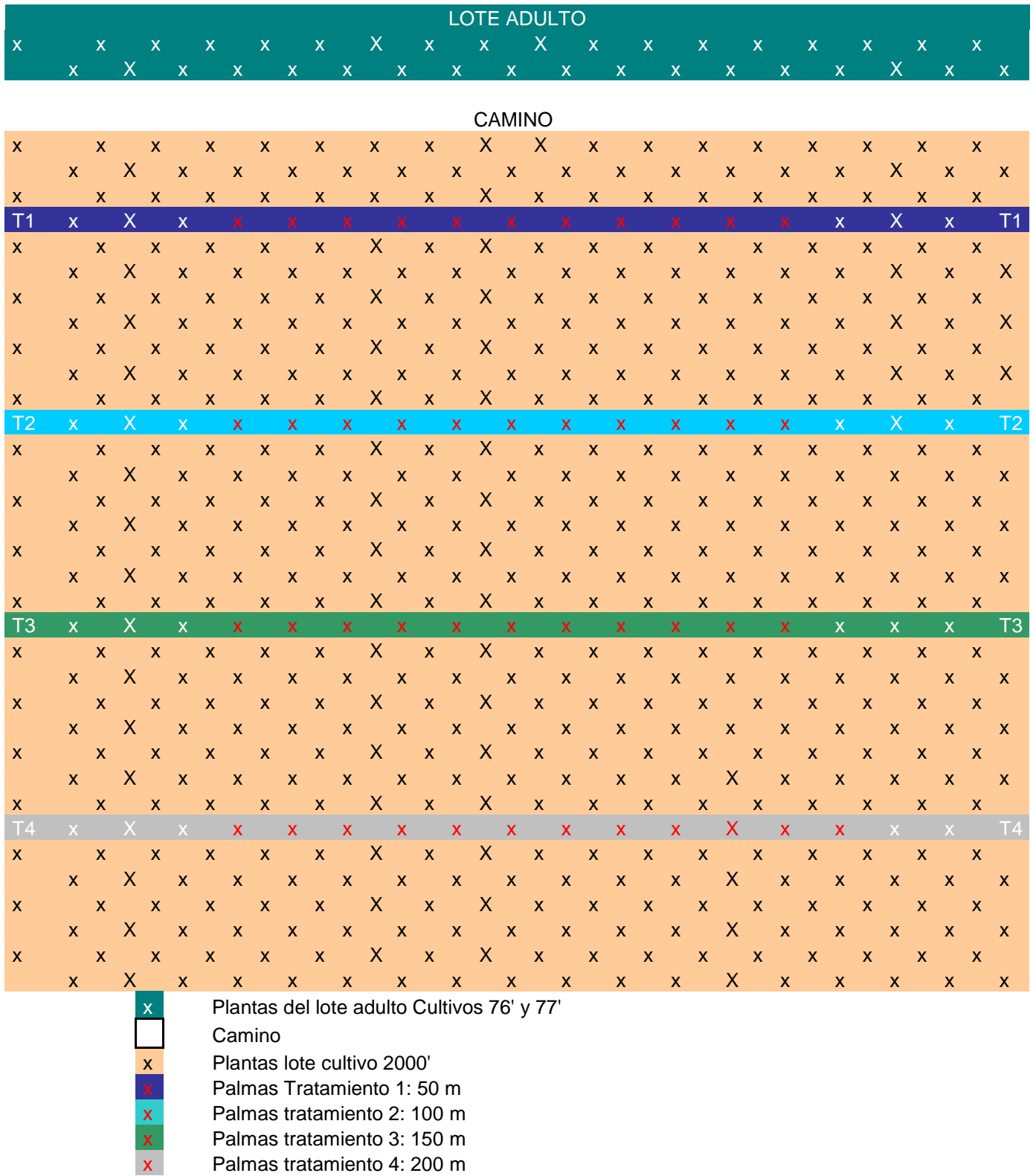


**GRAFICA 19.** Comparación de las ventas de aceite rojo frente a las ventas totales obtenidas por tratamiento.

Fuente: El autor.



**GRÁFICA 20.** Croquis de campo tratamientos 1, 2, 3 y 4.  
Fuente: El autor



**GRÁFICA 21.** Croquis de campo tratamientos 5 y 6. (Al azar).  
Fuente: El autor.

