



**EVALUACIÓN DE LAS VARIABLES DE RESPUESTA DE LA
DETERMINACIÓN DE UN ÍNDICE DE CONSUMO DE AGUA EN PALMA DE
ACEITE JOVEN EN FUNCIÓN DE LA EVAPORACIÓN AMBIENTAL EN LA
ZONA NORTE DE COLOMBIA**

FAVIO NELSON MARTÍNEZ BONILLA

Director

ARMANDO TORRENTE TRUJILLO Ing. Agr, M.Sc, Ph.D.

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERIA AGRICOLA
NEIVA 2010**

**EVALUACIÓN DE LAS VARIABLES DE RESPUESTA DE LA
DETERMINACIÓN DE UN ÍNDICE DE CONSUMO DE AGUA EN PALMA DE
ACEITE JOVEN EN FUNCIÓN DE LA EVAPORACIÓN AMBIENTAL EN LA
ZONA NORTE DE COLOMBIA.**

FAVIO NELSON MARTÍNEZ BONILLA

**Trabajo de grado para optar al título de
Ingeniero Agrícola**

Director

ARMANDO TORRENTE TRUJILLO Ing. Agr, M.Sc, Ph.D.

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERIA AGRICOLA
NEIVA 2010**

NOTA DE ACEPTACIÓN

DIRECTOR PROYECTO DE GRADO

ARMANDO TORRENTE TRUJILLO Ing. Agr, M.Sc, Ph.D.
Profesor Universidad Surcolombiana

JURADOS PROYECTO DE GRADO

Ing. MIGUEL GERMAN CIFUENTES PERDOMO
Especialista en Ingeniería de Riegos
Profesor Universidad Surcolombiana

Ing. JAIME IZQUIERDO
Ingeniero Agrícola, M.Sc.
Profesor Universidad Surcolombiana

NEIVA, MARZO 2011

Dedico este trabajo

A Dios quien es mi todo, a María Santísima quien ha sido mi fortaleza en los momentos difíciles.

A mi Mamá Beatriz Bonilla Bonilla, a mis hermanos Yudi Yisela Martínez Bonilla, Faiber Humberto Murcia Bonilla, Ederson Johan Murcia Bonilla y Yonier Fernando Murcia Bonilla, quienes son mi inspiración para salir adelante, a mi familia y en especial a mi abuela **Rosa María Bonilla Bonilla** que en paz descanse.

“Es bueno ir a la lucha con determinación, abrazar la vida con pasión, perder con clase y vencer con osadía. Porque el mundo pertenece a quién se atreve y la vida es mucho para ser insignificante.”

Chaplin

AGRADECIMIENTOS

La Universidad Surcolombiana Neiva - Huila, en especial al cuerpo de docentes del programa de Ingeniería Agrícola.

Armando Torrente, Ingeniero Agrícola, director del proyecto de grado, por compartir sus conocimientos, por su apoyo y dedicación.

Miguel Germán Cifuentes Perdomo, Ingeniero Agrícola, por compartir su amplia experiencia, aportar sus conocimientos durante mi formación.

Jaime Izquierdo, Ingeniero Agrícola, Por su colaboración y asesoría en la carrera.

Gladis Quino, Secretaria del Programa de Ingeniería Agrícola. Por su paciencia y carisma se ha convertido en la mamá de todos los Agrícolas.

Diego Cortés, Ingeniero Agrícola, por la oportunidad establecer mi trabajo de grado.

Leidy Constanza Montiel Ortiz, Ingeniera Agrícola, Coordinadora de la pasantía Cenipalma Zona Norte, Por su apoyo incondicional, su valiosa colaboración en la ejecución y culminación de mi trabajo de grado.

José Ernesto Granda Paz, Ingeniero Agrónomo, Director agronómico Palmeras de la Costa S.A. y Jefe inmediato pasantía, Por su valiosa colaboración, generosidad y por su excelente personalidad.

Armando León Queruz, Ingeniero Agrónomo, Director agronómico Aceites y Palmaceite S.A, Por su apoyo incondicional.

Mónica Murcia Pulido, Por su acompañamiento, comprensión y su apoyo incondicional.

TABLA DE CONTENIDO

	Pg.
RESUMEN	13
ABSTRACT	13
INTRODUCCIÓN	14
1. MARCO CONCEPTUAL	15
1.1 Cultivo de la palma de aceite	15
1.1.1 Fisiología de la palma de aceite	16
1.1.1.1 Semilla (Nuez).	16
1.1.1.2 Sistema radicular.	17
1.1.1.3 Estipe (Tallo).	17
1.1.1.4 Filotaxia.	18
1.1.1.5 Hojas	18
1.1.1.6 Inflorescencias	18
1.1.1.7 Frutos y racimo de fruta fresca.	19
1.2 Balance hídrico (BH)	19
1.3 Riego por Microaspersión	20
1.3.1 Emisores.	20
1.4.1 Uniformidad y eficiencia de aplicación	20
2. METODOLOGIA	21
2.1 Generalidades de la zona de influencia del proyecto	21
2.2 Características de la plantación	21

2.3	Características del lote experimental	22
2.4	Distribución del sistema de riego	23
2.5	Seguimiento climático	25
2.6	Balance hídrico	25
2.7	Tiempos de riego	25
2.8	Seguimiento de tensiómetros	26
2.9	Coeficiente de uniformidad	26
2.10	Seguimiento del nivel freático	28
2.11	Cosecha	29
2.12	Análisis vegetativo y productivo	30
2.13	Determinación del porcentaje de aceite	30
2.14	Seguimiento de plagas y enfermedades	31
2.15	Antecedentes de la investigación (balance hídrico, manejo agronómico y labores de mantenimiento)	31
2.15.1	Mantenimiento del lote	31
2.15.2	Mantenimiento del sistema de riego	31
2.15.3	Programación de la fertilización	32
2.15.4	Análisis de la calidad de agua para riego	32
	3. RESULTADOS Y ANALISIS	32
3.1	Seguimiento climatológico	32
3.1.1	Distribución temporal de la precipitación y evaporación	32
3.2	Freatimetría	33
3.3	Historial balance hídrico lote experimental	34
3.4	Balance hídrico	35
3.4.1	Balance hídrico por tratamientos	36

3.5	Seguimiento a tensiómetros	38
3.6	Riegos aplicados	39
3.7	Cosecha	39
3.8	Análisis vegetativo y productiva	42
3.8.1	Análisis vegetativo	42
3.8.2	Análisis de producción	44
3.9	Coefficiente de uniformidad	45
3.9.1	Coefficiente de uniformidad de presión	45
3.9.2	Coefficiente de uniformidad de caudal	46
3.10	Porcentaje de aceite	47
3.11	Plagas y enfermedades	48
	CONCLUSIONES	51
	RECOMENDACIONES	53
	BIBLIOGRAFÍA	54
	ANEXOS	

LISTADO DE FIGURAS

	Pg.
Figura 1. Parcela experimental	22
Figura 2. Localización de líneas de tratamientos	23
Figura 3. Distribución sistema de riego	24
Figura 4. Distribución de freatómetros en la parcela experimental	29
Figura 5. Isobatas mes marzo	34
Figura 6. Distribución de presión en el lote experimental	46
Figura 7. Distribución de caudal en el lote experimental	47
Figura 8. Líneas de tratamiento revisadas y palmas con PC	50

LISTA DE TABLAS

	Pg.
Tabla 1. Calificación de la presión según el coeficiente de uniformidad	27
Tabla 2. Calificación del caudal según el coeficiente de uniformidad	28
Tabla 3. Datos evaporación-precipitación mensual	33
Tabla 4. Lámina de riego aplicada.	39

LISTA DE GRÁFICAS

	Pg.
Gráfica 1. Tendencia Evaporación-precipitación en el lote experimental	33
Gráfica 2. Tendencia del nivel freático	34
Gráfica 3. Historial balance hídrico lote experimental	35
Gráfica 4. Balance hídrico al 100% de lámina evaporada para agosto	36
Gráfica 5. Balance hídrico general zona de estudio	36
Gráfica 6. Balances hídricos por tratamientos	37
Gráfica 7. Tensión de agua en el suelo en agosto	38
Gráfica 8. Promedios numero de RFF por repeticiones de tratamientos	39
Gráfica 9. Promedio del peso de RFF por repeticiones de tratamiento	40
Gráfica 10. # RFF total por tratamientos	40
Gráfica 11. Peso de RFF total por tratamientos	41
Gráfica 12. Relación peso-cantidad de RFF	41
Gráfica 13. Promedio Área foliar	42
Gráfica 14. Promedio emisión foliar	43
Gráfica 15. Promedio peso seco foliar	43
Gráfica 16. Promedio peso específico seco	44
Gráfica 17. Número de estructuras masculinas por tratamientos	44
Gráfica 18. Número de estructuras femeninas por tratamiento	45
Gráfica 19. Número de abortos por tratamiento.	45
Gráfica 20. % de extracción de aceite por tratamiento	47

LISTA DE FOTOS

	Pg.
Foto 1. Semilla palma de aceite	17
Foto 2. Estipe.	17
Foto 3. Hojas de Palma	18
Foto 4. Flores masculinas	19
Foto 5. Flores femeninas	19
Foto 6. Fruto	19
Foto 7. Racimos de fruta fresca	19
Foto 8. Localización Palmeras de la Costa S.A.	21
Foto 9. Microaspersor seleccionado	24
Foto 10.a)Tanque Evaporímetro tipo A y pluviómetro y b)mantenimiento al tanque	25
Foto 11. Aforo y medición de presión en el sistema de riego	26
Foto 12. Toma de datos del nivel freático	29
Foto 13. Procedimiento de cosecha en Palma de aceite	30
Foto 14. Localización de tensiómetros	38
Foto 15. Ataque por <i>sigmodium</i>	48
Foto 16. <i>Leptopharsa Gibbicarina</i> (ninfa)	48
Foto 17. <i>Durrantia pos Arcanella</i> (larva)	48
Foto 18. <i>Automeris Leberia</i>	48
Foto 19. <i>Marásnio</i> (hongo).	49
Foto 20. <i>Oiketicus kirbyi</i> (pupa)	49

RESUMEN

La investigación es desarrollada por Cenipalma con la participación de la Plantación Palmeras de la Costa S.A, ubicada a 12 km del casco urbano del municipio El Copey en el departamento del Cesar, dirigida a cultivares de palma joven (1 a 5 años), de los cuales han transcurrido 2.5 años. El propósito es evaluar el coeficiente de aplicación de riego en función de la evaporación ambiental, que determine el mayor beneficio económico con métodos de riego presurizados.

El experimento consiste en seis tratamientos de riego: 50%, 75%, 100%, 125%, 150% de la evaporación del tanque tipo A, y un sexto tratamiento según el criterio de lámina media de evaporación de la semana anterior. El sistema es microaspersión compuesto por emisores de 40 l/h autocompensados y control con válvulas reguladoras de flujo según los criterios de riego. Se realizan los balances hídricos que incluyen las variables edafoclimáticas de la zona. Cada tratamiento está representado por cinco palmas variedad Compacta X Ekona sembradas en el 2006, con tres repeticiones en un diseño experimental en bloques completos al azar. Las palmas cumplen condiciones de sanidad y nutrición adecuadas. Entre las variables de respuesta se tienen el nivel freático, el coeficiente de uniformidad del sistema de riego, el efecto de las diferentes laminas de riego sobre las variables vegetativas (área foliar, peso seco de la hoja y peso específico), producción de racimos de fruta fresca (numero y peso) y extracción de aceite.

Palabras Claves: Riego en Palma, eficiencia de riego, Respuesta de la Palma al riego.

ABSTRACT

Research is carried out by Cenipalma with the participation of Palm Coast Plantation S.A., located 12 km from the center of the municipality of El Copey in the department of Cesar, aimed at young palm cultivars (1 to 5 years) including 2.5 years have passed. The purpose is to assess the rate of implementation of irrigation in terms of environmental evaporation, which determines the greatest economic benefit with pressurized irrigation methods.

The experiment consists of six treatments of irrigation: 50%, 75%, 100%, 125%, 150% of pan evaporation in the tank type A, and a sixth treatment at the discretion of middle lamella of evaporation of the week immediately preceding. The irrigation system is composed of issuers microaspersión 40 l/h compensated and control of flow control valves according to the criteria for irrigation. Water balances are performed, including soil and climatic variables of the study area. Each treatment is represented by five compact variety X Ekona palms planted in 2006, with three replications in a complete block design at random. The young palms meet sanitary conditions and adequate nutrition. Among the response variables are the water table, the coefficient of uniformity of the irrigation system, the effect of irrigation on different sheets vegetative variables (leaf area, leaf dry weight and specific weight), production of fresh fruit bunches (number and weight) and oil extraction.

Keywords: Palm oil Irrigation, irrigation efficiency, Palma reply to irrigation.

INTRODUCCIÓN

El riego en palma de aceite es fundamental para lograr una buena producción de racimos de fruta fresca (RFF), ya que la falta de agua estimula la formación de inflorescencias masculinas, la formación de frutos pequeños y livianos, también se puede manifestar la reducción del contenido de aceite¹.

La mayoría de las plantaciones en Colombia se localizan en zonas con alto déficit hídrico, sumado a esto el inadecuado uso del recurso, la disminución de la disponibilidad de agua limita la sostenibilidad de las plantaciones de palma de aceite, hechos que ameritan la implementación de nuevas tecnologías. Según Cenipalma (2009), alrededor del 65% del área sembrada con palma de aceite en Colombia se localiza en zonas con algún grado de déficit hídrico, con sequías de duración variable (4 a 8 meses/año). En éstos períodos de sequía, las fuentes hídricas bajan su nivel drásticamente. Según el Programa de Asistencia Técnica y Transferencia de Tecnología en palma aceitera, el hábitat para el establecimiento del cultivo de palma aceitera debe tener ciertas condiciones agroclimáticas tropicales como: lluvia aproximada a 2000 mm/año, temperatura inferior a 22°C y sol de 5 a 7 horas/día. La zona norte de Colombia tiene estas características, cuyo clima seco tropical es la constante y la evapotranspiración es mayor que la precipitación (Revelo *et al*, 1990).

Las condiciones climatológicas de la zona norte de Colombia exige la implementación de riego, o de lo contrario se presentan algunas consecuencias en el desarrollo vegetativo y productivo de la palmas de aceite. Según Mejía 2000, el efecto del déficit hídrico hace que las palmas cierren estomas afectando la fotosíntesis y al mismo tiempo el desarrollo vegetativo; el crecimiento del estipe de la palma de aceite se retrasa, estimula la generación de inflorescencias masculinas e inhibe la formación de femeninas, se presentan abortos de las flores femeninas principalmente en palmas jóvenes, el potencial de producción de racimos de fruta fresca, su peso y el potencial de aceite se reduce.

El riego localizado (goteo, microaspersión) es una de las tecnologías más importantes para un uso racional del agua en agricultura, ésta se caracteriza por llevar el agua a las plantas sin desperdicio en la descarga. En respuesta a la escases progresiva y el incremento en el costo del recurso hídrico se plantea la presente investigación, cuyo propósito es evaluar el coeficiente de riego en función de la evaporación ambiental en búsqueda del mayor beneficio económico y el uso

¹ Ochs y Liacopolus, 1983 y Udaya, 1997, Mejía, 2000, citados por Álvarez, et al, 2006.

racional del agua para el cultivo de palma de aceite joven regados con métodos de riego por microaspersión.

1. MARCO CONCEPTUAL

1.1 Cultivo de la palma de aceite

La palma de aceite es una monocotiledónea, incluida en el orden *Palmales*, familia *Palmaceae*, género *Elaeis* y especie *E. guineensis Jac.* La palma de aceite es el cultivo oleaginoso que mayor cantidad de aceite produce por unidad de superficie. Con un contenido del 50% en el fruto, puede rendir de 3.000 a 5.000 Kg de aceite de pulpa por hectárea, más 600 a 1.000 Kg de aceite de palmiste (Mite et al., 1999).

Generalmente para poder establecer un cultivo de palma africana se deben tener en cuenta varios factores hidrológico, climatológicos, geológicos, latitudinal, agronómicos, etc. Los parámetros generales deben registrar una lluvia aproximada de 2000 mm por año, las temperaturas bajas no deben ser inferiores a 22°C, las horas de sol pueden ser de 5 a 7 horas por día y el nivel freático debe estar entre 0.75 y 1 m por debajo del nivel del suelo².

Los suelos óptimos para el establecimiento de la palma africana deben ser profundos con buen drenaje, de textura ligeramente arcillosa, con buen contenido en materia orgánica, topografía de plana a ligeramente ondulada con pendientes inferiores al 2% y con un nivel de fertilidad de medio a alto. Por tanto, la palma africana se desarrolla de forma adecuada en medios porosos, con suficiente capacidad de saturación de humedad, que permitan, además de un buen desarrollo radical, soportar cortos períodos de sequía, sin disminuir su producción³.

Son muchos los factores de índole agronómica que intervienen en la producción de la palma de aceite, entre ellos tenemos, el número de palmas por hectárea quien determina el volumen foliar adecuado para que las hojas de las palmas puedan recibir la luz necesaria y así realicen el proceso de la fotosíntesis, se recomienda 143 a 180 palmas/ha. Otros factores importantes para la evaluación

² Revelo P. Miguel, et ál. Op cit., Tercer ciclo conferencias técnicas nivel profesional, distrito Prado Sevilla Magdalena, Programa de asistencia técnica y transferencia de tecnología en palma aceitera pág. 3., diciembre de 1990.

³ El cultivo de la palma africana, 2010. www.infoagro.com.

de una buena producción son: el número de racimos por palma, peso promedio del racimo y contenido porcentual de aceite y almendras por racimo⁴.

El agua aporta entre el 70 y el 90% del peso fresco de la planta y desempeña varios papeles fisiológicos. Entre las funciones del agua en la planta se encuentran la de ser solvente universal, medio de transporte generador de nutrientes⁵. Esto la convierte en uno de los factores de mayor importancia en la producción de la palma aceitera, ya que su déficit o exceso causa un pobre crecimiento y en consecuencia una baja producción. La distribución de asimilados en la palma, se caracteriza por tener prioridad para el crecimiento vegetativo (tronco, raíces y hojas), y durante períodos de estrés, se observa una reducción del 25% en la producción de materia seca, causando una disminución de aceite⁶.

El estrés hídrico de la palma se puede denotar de muchas maneras, sin embargo la más fácil y común es mantener observando las flechas cerradas. Cuando la mayoría de las palmas presenten más de tres flechas sin abrir es un indicio que la palma está llegando a niveles elevados y peligrosos de estrés hídrico, si se presentan cinco flechas es porque la palma se halla en situación muy crítica para su desarrollo vegetativo normal. En la actualidad la ejecución de un proyecto encaminado a determinar el coeficiente de la palma de aceite joven en convenio con Cenipalma y Palmeras de la Costa, hacen que el riego garantizado a las palmas de aceite se haga de forma adecuada, eficiente y con ahorros significativos de agua y con una productividad óptima.

1.1.1 Fisiología de la palma de aceite

1.1.1.1 Semilla (Nuez). Como se observa en la foto 1, la semilla está compuesta por una cobertura dura denominada cuesco (endocarpio) en cuyo interior tiene adherido una superficie fibrosa aceitosa de color blanco (almendra-endosperma). En condiciones naturales, las semillas demoran mucho en germinar, si acaso lo hacen, ya que la semilla requiere condiciones especiales de humedad, oxígeno y temperatura. Por ello, deben someterse a un tratamiento previo de calor (39 - 40⁰C durante 80 días) en germinadores de aire caliente, con adecuada provisión de

⁴ Revelo P. Miguel, et ál. Op cit., Tercer ciclo conferencias técnicas nivel profesional, distrito Prado Sevilla Magdalena, Programa de asistencia técnica y transferencia de tecnología en palma aceitera pág. 7, diciembre de 1990.

⁵ Riveros 1997; Azcón-Bieto et al.1993.

⁶ FEDEPALMA. MEJÍA Julián, CENIPALMA, Revista Palmas, Consumo de agua por la palma de aceite y efectos del riego sobre la producción de racimos, una revisión literaria. Volumen 21 N° 1, año 2000, pág. 52.

oxígeno y contenido de humedad cercano a la saturación. Con éste tratamiento especial, el 50% germina en 5-6 días y el resto en 3 semanas⁷.



Foto 1. Semilla palma de aceite

1.1.1.2 Sistema radicular. Es de forma fasciculada, con gran desarrollo de raíces primarias que parten del bulbo de la base del tallo en forma radial, profundizando hasta unos 50 cm en el suelo y variando su longitud desde 1 m hasta más de 15 m. éstas raíces son las encargadas de suministrar el anclaje a la palma. Las raíces secundarias se derivan las raíces primarias, su función principal es la de servir de base a las raíces terciarias y éstas a su vez, a las cuaternarias. Estos dos últimos tipos de raíces conforman la cabellera de absorción de agua y nutrientes para la planta.⁸

1.1.1.3 Estipe (Tallo). Las funciones del estipe además del soporte, es la de comunicar las raíces con el penacho de hojas que lo corona. La tasa de crecimiento del tronco es muy variable y depende de factores ambientales, genéticos así como de las prácticas de cultivo. Esta es baja con poca luminosidad y alta con mucha densidad de siembra. En condiciones normales, la tasa de incremento anual en altura varía entre 25 y 45 cm (foto 2).

⁷ <http://www.angelfire.com/biz2/palmaaceitera/infotecnica.html>

⁸ <http://www.angelfire.com/biz2/palmaaceitera/infotecnica.html>



Foto 2. Estipe.

1.1.1.4 Filotaxia. Si se hace un corte en la zona de las hojas, la disposición de éstas, vista desde arriba, es de forma triangular y la emergencia de las mismas es en espiral. Las palmas pueden ser derecha o izquierda de acuerdo de la secuencia de los espirales. Las hojas se enumeran en orden de producción desde la hoja 1 (hoja nueva o flecha) hasta la hoja 34 o más dependiendo de la edad de la palma (hojas que han cumplido su ciclo de producción).

1.1.1.5 Hojas. La hoja nace en la copa, en donde se puede encontrar de 45 a 50 hojas. Cada hoja permanece cubierta por dos años hasta formar una flecha central que finalmente se abre. La hoja madura es pinada. La foto 3 muestra la composición de la hoja que está compuesta básicamente por: raquis, foliolos y peciolo. En regiones con periodos de sequía marcados, la emisión foliar anual es menor que en zonas con mayor precipitación. Generalmente, una palma de seis a siete años de edad produce unas 34 hojas al año y este número disminuye gradualmente con la edad a 25 y 20 hojas.⁹

⁹ <http://www.angelfire.com/biz2/palmaaceitera/infotecnica.html>



Foto 3. Hojas de Palma

1.1.1.6 Inflorescencias. Las fotos 4 y 5 muestran las inflorescencias masculinas y femeninas que una palma de aceite genera separadamente (monoicas), sin embrago, cada inflorescencia (femenina o masculina) es potencial para cambiar de sexo dependiendo las condiciones en que se encuentre la palma de aceite. La inflorescencia demora dos años, desde su estado de yema hasta su aparición en el cogollo. De aquí hasta la abertura de las flores transcurren de 9 a 10 meses y hasta la maduración de los frutos, cinco meses más.¹⁰



Foto 4. Flores masculinas

Foto 5. Flores femeninas

1.1.1.7 Frutos y racimo de fruta fresca. El fruto de la palma de aceite es una drupa que toma diferentes formas (esférica, ovoide o alargada). Está compuesta por un exocarpio (piel), endocarpio (pulpa) y un endocarpio o cuesco. Los frutos están conectados en un vástago que forma una espiguilla, y un cúmulo de éstos conectados a un pedúnculo genera un racimo. La foto 6 muestra el corte de un fruto y sus componentes internos. La foto 7 muestra los racimos de fruta fresca en la palma de aceite.

¹⁰ [http://borrerosesar.wikispaces.com/file/view/PALMA+DE+ACEITE+\(RESUMEN\).pdf](http://borrerosesar.wikispaces.com/file/view/PALMA+DE+ACEITE+(RESUMEN).pdf)



Foto 6. Fruto



Foto 7. Racimos de fruta fresca

1.2 Balance hídrico (BH)

Consiste en un sistema permanente de entradas y de salidas de agua, éste se fundamenta en contabilizar variables climatológicas a través del tiempo, a fin de determinar de manera oportuna los posibles excesos o déficit para planear un uso racional del los recursos hídricos. La ecuación para dicha determinación es la siguiente:

$$BH = Pe - ET + Ac$$

Donde:

Pe: Precipitación efectiva.

ET: Evapotranspiración.

Ac Aportes capilares.

1.3 Riego por Microaspersión

El riego por microaspersión consiste en aplicar el agua en forma de lluvia fina, mediante un dispositivo que la distribuye en un radio no superior a los tres metros (Yagüe, 1998). Los cultivos de huertos con raíces extensas pero poco profundas como el aguacate o arboles bastantes separados, usualmente se comportan mejor con sistemas de microaspersores que con sistemas de riego por goteo debido a que la microaspersión cubre una mayor área que el goteo.

1.3.1 Emisores.

Los microaspersores operan a presión entre 10 y 20 m.c.a, con caudales que entre 16 a 200 lt/hr y pueden ser de largo conducto, de orificio, de remolino o

autocompensados. Los microaspersores presentan menos inconvenientes que los goteros, ya que en estos cuentan con un diámetro de orificio de descarga y una velocidad de salida del agua mayor, previniendo posibles taponamientos de los emisores, por otro lado con los microaspersores se pueden controlar con más facilidad problemas de sales en el bulbo húmedo, ya que son más fáciles los riegos de lavado.

1.4 Uniformidad y eficiencia de aplicación

En un sistema de riego localizado el objetivo es la aplicación del agua de forma uniforme y eficiente. Para determinar la uniformidad con la que el sistema aplica el agua se utiliza el concepto de uniformidad de distribución (UD), la cual depende del diseño del sistema de riego y del manejo que se realice. El diseño del sistema de riego debe de ir encaminado a buscar una uniformidad en las presiones de trabajo de los emisores, es decir, que exista poca variación en los caudales emitidos por ellos. La eficiencia de aplicación (EA) determina la cantidad de agua realmente utilizada por las plantas del total de agua aplicada al cultivo. La EA refleja las pérdidas de agua que hay en el sistema y que no han sido aprovechadas por el cultivo.

2. METODOLOGIA

2.1 Generalidades de la zona de influencia del proyecto

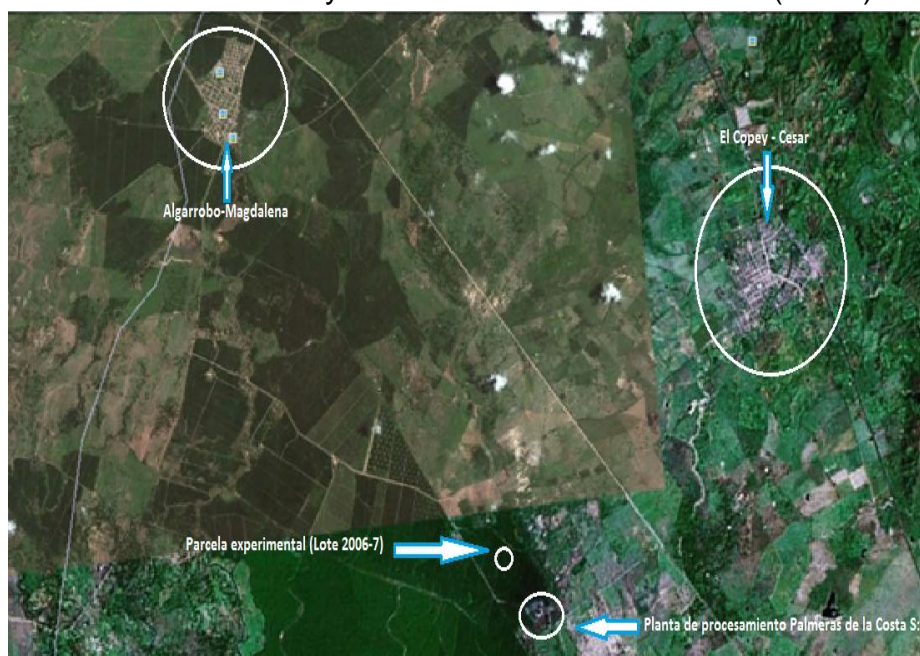
El municipio del Copey está situado en el departamento del Cesar, sus coordenadas geográficas son 10° 9' LN y 73° 28' LW y se encuentra localizada en la subregión noroccidental del departamento del Cesar. La cabecera Municipal está a 180 msnm, posee temperatura media de 32°C y dista a 105 km de Valledupar, capital del Cesar¹¹.

2.2 Características de la plantación

Palmeras de la Costa está ubicada a 10°06'02.5" LN y 74°00'39.29" LW a una elevación de 96 msnm, dista 12 km del casco urbano del municipio del Copey en el Departamento del Cesar. En la zona rural se encuentra la planta extractora y la

¹¹ <http://www.elcopey-cesar.gov.co/index.shtml>.

plantación de palma de aceite. Se caracteriza por zona de vida Bst, promedio anual de brillo solar de 4.9 hr/día, viento promedio de 0.33 km/h, evaporación promedio anual de 1150.2 mm y humedad relativa de 95.5%¹² (foto 8).



Fuente: <http://www.google.com/earth/index.html>

Foto 8. Localización Palmeras de la Costa S.A.

Palmeras de la Costa S.A. está constituida desde 1971 como empresa agroindustrial de oleaginosas, cuya función primordial es la producción y comercialización de los derivados del fruto de la palma africana como lo son el aceite crudo de palma, palmiste y torta de palmiste. Su oficina principal se encuentra ubicada en la ciudad de Barranquilla¹³.

2.5 Características del lote experimental

El lote seleccionado posee un sistema de riego por microaspersión. Tiene extensión de 3.0 ha, con una densidad de siembra de 8.5 x 8.5 m. en tres bolillos para un total de 480 palmas en un estado sanitario y nutricional adecuado, tamaño y vigor acorde a la edad de la palma (3 años). (Figura 1).

¹² Ibid. Pag. 3.

¹³ Manual de calidad de Palmeras de la Costa S.A. Diciembre 19 de 2009.

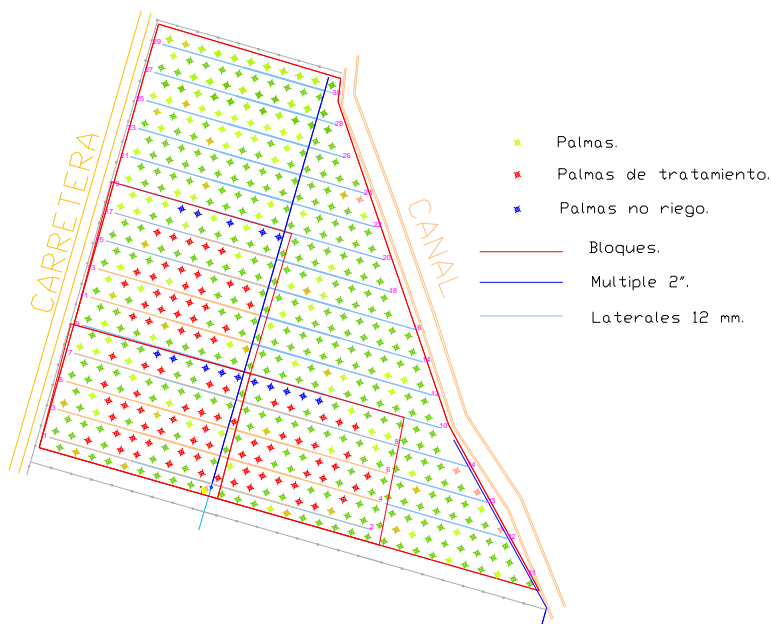


Figura 1. Parcela experimental

Las características físicas del suelo de la parcela experimental son:

- Textura arcillosa.
- Densidad aparente 1.45 gr/cm³
- Profundidad radicular (60 cm).
- Agua aprovechable (48 mm).
- CC (34.86%) y PMP (23.5%).

El experimento consiste en seis tratamientos de riego, que corresponden a aplicar el 50%, 75%, 100%, 125% y 150% de la evaporación ambiental y un sexto que corresponde a la lámina aplicada según el criterio de la plantación (testigo) con riego cada 3 días. El tratamiento comprende cinco palmas con tres repeticiones, en un diseño experimental en bloques completamente al azar con adecuado manejo nutricional, para que los resultados sean por efecto del riego y no por factores ajenos. La aplicación de las láminas de riego se corrige por la respectiva eficiencia para el método de riego por microaspersión.

Se tiene un tratamiento sin aplicación de riego (figura 2). Esta línea de palmas se ubica como borde a continuación de los tratamientos 105, 205 y 305 (150% del tiempo de riego). Primero se escogen las palmas con características especiales como robustez, tamaño, etc, posteriormente se colocan marquillas para distinguirlas de las demás palmas que no están incluidas en el tratamiento, luego se suspenden los suministros de agua a las palmas. Cada tratamiento sin riego tiene tres repeticiones y se les identifica con un código según ubicación en cada bloque y se les asigna un número de tratamiento. Cada línea de los bloques se

marca con los números 107, 207 y 307. En los bloques A, B y C se localizan las repeticiones por tratamiento.

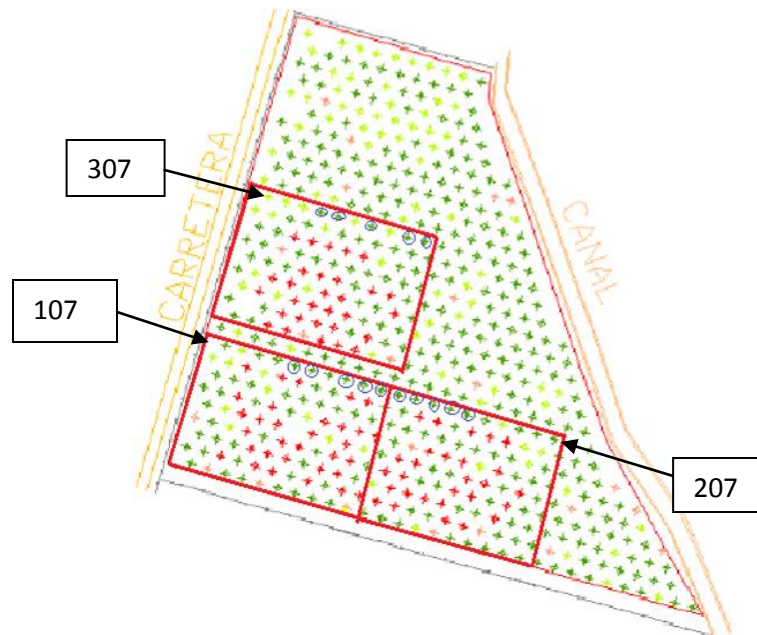


Figura 2. Localización de líneas de tratamientos

Se evalúan y se analizan las variables de respuesta de cada uno de los tratamientos con el fin de determinar, cuál es el más eficiente en ahorro del recurso agua, producción y mayor rentabilidad.

2.6 Distribución del sistema de riego

El sistema de riego es microaspersión multifuncional autocompensado con caudal disponible de 30 a 40 lph y se distribuye en forma de espina de pescado, la tubería principal es PVC de 2" de diámetro y los laterales son de polietileno de 16 mm de diámetro. Los laterales riegan cinco palmas por línea, como las líneas son de 10 palmas, entonces se colocaron líneas de manguera largas para regar las palmas más distantes, esto con el fin de evitar pérdidas por las diferentes salidas (microaspersores). (Figura 3).

El microaspersor seleccionado tiene un regulador beige cuyo diámetro de boquilla es de 1.1 mm, caudal de 40 lph y rotor color verde de 6.1 m de diámetro húmedo (foto 9).

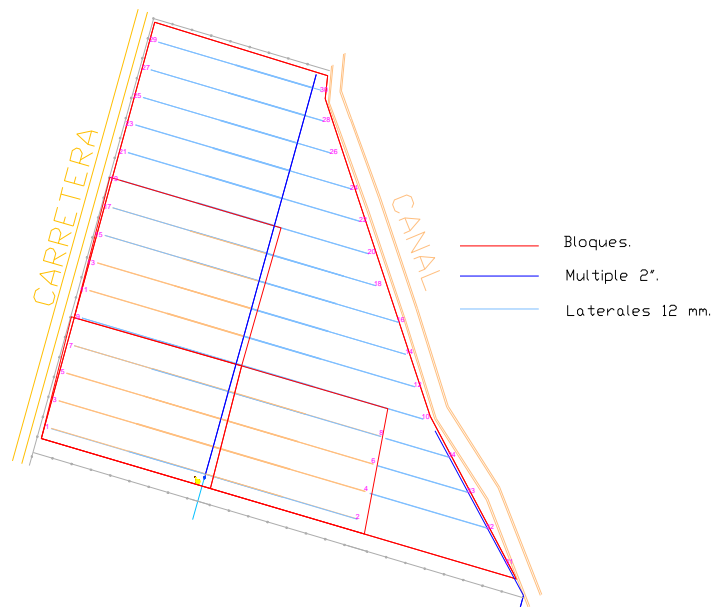


Figura 3. Distribución sistema de riego



Foto 9. Microaspersor seleccionado

2.5 Seguimiento climático

Se toman registros de precipitación y evaporación diaria mediante el pluviómetro y el tanque evaporímetro tipo A respectivamente instalados en la parcela experimental (foto 10). Los datos se registran debidamente en el libro de campo de Cenipalma. Igualmente en la estación ordinaria se registran diariamente la temperatura del aire, humedad relativa, radiación solar, luz par, precipitación, brillo solar y velocidad del viento.



Foto 10. a) Tanque Evaporímetro tipo A y pluviómetro y b) mantenimiento al tanque.

La foto 10 muestra el mantenimiento que se hace al Tanque evaporímetro tipo A, con el fin de mantener datos precisos de evaporación ambiental.

2.6 Balance hídrico

El balance hídrico se realizó con base en los datos del seguimiento climatológico (evaporación y precipitación), con el fin de conocer el momento adecuado de la aplicación del riego y hacer el monitoreo de los excesos, déficit, lámina de agua disponible y las aplicaciones debidas de las fracciones de cada tratamiento.

2.7 Tiempos de riego

Con base al balance hídrico se identifica el momento de riego y se calculan los tiempos de riego correspondientes al 50%, 75%, 100%, 125%, 150% y 80% de la evaporación ambiental. La foto 11 muestra las labores de campo de las variables a tener en cuenta para en el cálculo del tiempo de riego: el aforo de los microaspersores, la medición de presión y la eficiencia del sistema.



Foto 11. Aforo y medición de presión en el sistema de riego

2.8 Seguimiento de tensiómetros

Se hace el seguimiento del balance hídrico mediante la instalación de tensiómetros, los cuales se colocan a tres profundidades (20, 35, 50 cm) con los cuales se hacen lecturas diarias con el fin de verificar las condiciones de humedad del suelo. Se instalan tensiómetros en el tratamiento del 100% del tiempo de riego, debido a que en estas condiciones suplen las necesidades hídricas del suelo en un 100% de la evaporación ambiental. Las lecturas se interpretan así:

0-10 cb corresponde a un agua de exceso que es drenada en pocos días.

10-20 cb indica que hay suficiente agua en el suelo para el desarrollo vegetativo de las palmas, en este punto se dice que el agua a llegado a capacidad de campo. Los suelos con textura media como en la parcela experimental, no requieren de riego en este punto.

20-40 cb Dispone de humedad y aireación para el crecimiento de las palmas, sin embargo inicia el déficit de agua aprovechable.

40-60 cb La irrigación se debe realizar en éste rango. Para efectos de los tratamientos de la parcela experimental, los riegos se efectuarán con un valor de 50 cb con relación a una profundidad de 35 cm. El tensiómetro ubicado a 20 cm se toma en cuenta para verificar el contenido de agua superficial y comparar entre los valores de los dos tensiómetros.

2.9 Coeficiente de uniformidad

Se estudia el coeficiente de uniformidad de caudal y de presión para la eficiencia del sistema de riego. El proceso consiste en medir presiones y caudal de cada una de las unidades de riego, mediante manómetro y probeta. Se elige un número determinado de microaspersores distribuidos uniformemente dentro del sector de riego. En general, se eligen los laterales más cercanos a la entrada del sistema, unidades intermedias y los más lejanos. Se tomó un manómetro de 30 PSI para medir las presiones en cada una de las líneas de riego seleccionadas, los pasos para la determinación del coeficiente de uniformidad son:

- Número de aspersores, cálculo del número de aspersores promedio con más baja presión.

$$\# \text{Aspersores}_{P25\%} = 58 \times 0.25 = 14.5 \text{ aspersores}_{P25\%}$$

- Cálculo de la media de la cuarta parte de los emisores con una presión baja (P25%).

$$P25\% = \frac{\Sigma \text{ presiones menores}}{\# \text{ emisores}}$$

- Cálculo coeficiente de uniformidad.

$$CUP = \left(\frac{P25\%}{Pm} \right)^x \times 100$$

P25% = Media de la cuarta parte con menor presión.

Pm = Presión media de la totalidad de emisores.

X = con un coeficiente de descarga = 0.51 del fabricante del microaspersor.

Tabla 1. Calificación de la presión según el coeficiente de uniformidad

CUP	Calificación
> de 94%	Excelente
86 - 94%	Buena
80 - 86%	Aceptable
70 - 80%	Pobre
< 70%	Inaceptable

Se tomó una probeta de 1000 ml, se introduce el microaspersor en la probeta recolectando el agua en un minuto, se mide la cantidad de agua contenida en la probeta en ml. Ese dato se divide en el tiempo de recolección del agua para obtener el caudal en LPM. Los pasos para la determinación del coeficiente de uniformidad fueron:

- Número de aspersores, cálculo del número de aspersores promedio con más bajo caudal.

$$\# \text{ Aspersores } C25\% = 58 \times 0.25 = 14.5 \text{ aspersores } C25\%$$

- Cálculo de la media de la cuarta parte de los emisores con un caudal bajo (P25%).

$$C25\% = \frac{\Sigma \text{ caudales menores}}{\# \text{ emisores}}$$

- Cálculo coeficiente de uniformidad.

$$CUC = \frac{C25\%}{Pm} \times 100$$

C25% = Media de la cuarta parte con menor caudal.

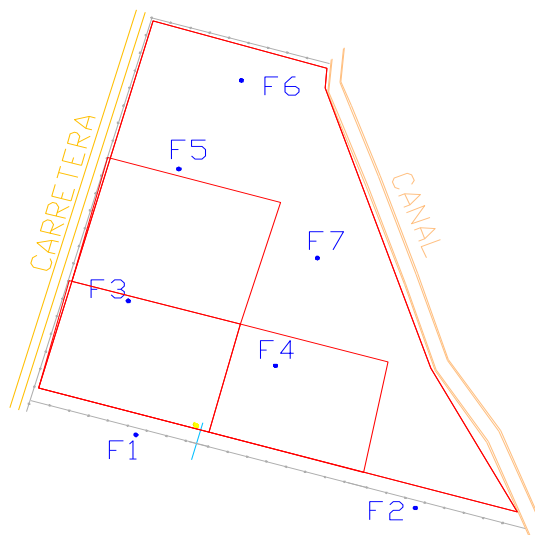
Cm = Caudal medio de la totalidad de emisores.

Tabla 2. Calificación del caudal según el coeficiente de uniformidad

CUC	Calificación
> de 94%	Excelente
86 - 94%	Buena
80 - 86%	Aceptable
70 - 80%	Pobre
< 70%	Inaceptable

2.10 Seguimiento del nivel freático

La fluctuación de los niveles freáticos no debe alcanzar la zona radicular de las palmas, ya que interferiría en el normal desarrollo de la plantación. La observación busca también mantener control sobre posibles problemas de salinización en los suelos, esto debido al posible afloramiento de sales por elevación del nivel freático.¹⁴ Se colocan siete pozos de observación cuya distribución cubre el total de la parcela experimental (Figura 4).



¹⁴ JARAMILLO, B. Javier. Curso de riego y drenaje, notas de clase, capítulo 9. Universidad Nacional sede Palmira, 2008.

Figura 4. Distribución de freatímetros en la parcela experimental

Los niveles freáticos se miden con flexómetro en el pozo de observación, revestido en tubo PVC ½" con perforaciones laterales y filtro de cuesco alrededor y enterrado en el suelo a 2 m (Foto 12).



Foto 12. Toma de datos del nivel freático

Se traza el mapa de isóbatas para determinar los puntos críticos de elevación del nivel freático. Las isóbatas se denotan en rangos de profundidades de nivel freático, los cuales clasifican por colores: de 0 - 0.5 m rojo, de 0.5 - 1.0 m anaranjado, de 1.0 - 1.5 m amarillo, de 1.5 - 2.0 m verde y de 2.0 - 2.5 m azul.

2.11 Cosecha

Se registra la producción cada 10 días en cada una de las palmas de tratamiento, tomando el peso y número de racimos. Paralelo a esto, se hace análisis del contenido de aceite en los racimos de fruta fresca (RFF) para cada uno de los tratamientos mediante el método establecido por Cenipalma. La metodología de la cosecha consiste en cortar el racimo de la palma, cortar el pedúnculo, pesar, transportar al acopio y transporte a la planta de procesamiento (foto 13).





Foto 13. Procedimiento de cosecha en Palma de aceite.

2.12 Análisis vegetativo y productivo

El muestreo vegetativo y de producción se hace cada seis meses hasta los tres años de crecimiento en la hoja 9 y luego en la hoja 17; para efectos de éste año se realiza en la última hoja en mención. Las variables que se toman son: peso seco de la hoja, peso específico y el área foliar. Además, se determina la emisión foliar y se hace un análisis de producción.

2.13 Determinación del porcentaje de aceite

Se determina el porcentaje de aceite en cada uno de los tratamientos, se observa cuál de ellos es el que mejor respuesta presenta a las condiciones del ensayo.

2.14 Seguimiento de plagas y enfermedades

Con el fin de mantener una uniformidad de las variables, se observan las plagas y enfermedades que puedan incidir negativamente en el normal desarrollo vegetativo de las palmas. La metodología consiste en observar la hoja 17 en cada una de las líneas de tratamiento, se observan tres palmas: al inicio, la intermedia y al final. Se contó con el apoyo del personal de sanidad de Palmeras de la Costa, los cuales hicieron un análisis minucioso de las palmas para descartar posibles problemas que puedan afectar el normal desarrollo vegetativo de las mismas.

2.15 Antecedentes de la investigación (balance hídrico, manejo agronómico y labores de mantenimiento)

Se tienen antecedentes desde el inicio de la investigación (2008) relacionados con el balance hídrico, manejo agronómico y labores de mantenimiento de la plantación. Se obtiene información comprendida al período 2008 a 2010, para la cual se presentará adicionalmente a la base de datos colectada en el tiempo de seis meses (marzo-agosto de 2010) de permanencia del autor de este escrito en la plantación de Palmeras de la Costa S.A. El análisis y discusión de resultados se hace con base a la información disponible en el rango historial de 2008 a 2010.

2.15.2 Mantenimiento del lote

Limpieza y recaba de canales drenaje: Estas dos labores se realiza cada cuatro meses, la limpieza se realiza con la aplicación de un herbicida por parte de la plantación.

Plateo: este se realiza cada dos meses, con la aplicación de un herbicida, ya que la maleza evita que el emisor gire, además, si se hace limpieza de forma manual, con machete o guadañadora, pueden presentarse rotura de mangueras, estacas, y daño en los microaspersores.

Esto ya está contemplado como practica cultural de la plantación por el tiempo que llevan manejando este tipo de sistemas de riego.

2.15.2 Mantenimiento del sistema de riego

Diariamente se realiza una revisión al sistema al momento de abrir las válvulas, haciendo toma de presiones y caudales a la entrada del lote y en los laterales, lo que permite determinar si existen pérdidas de caudal y presión, por roturas de manguera, taponamiento de emisores, etc., si se encuentran variaciones de caudal y presión a lo largo del lateral.

Además, se hace la revisión diaria de los emisores, es decir, si están taponados, si están caídos, etc., esto para garantizar que se esté aplicando el caudal a cada palma.

El lavado de la tubería se realiza de forma mensual, indicando al personal encargado para que realice esta labor.

3.11.1 Programación de la fertilización

Para esto se tomaron muestras de suelo y foliares en el mes de diciembre de 2009, determinando la siguiente formulación por palma, teniendo como producción proyectada para el 2009, 5 t/ha/año de racimos de fruta, en el año.

2.15. 4 Análisis de la calidad de agua para riego:

Esta se determina en dos épocas del año en la época seca y húmeda, siendo estudiada el agua del nivel freático y de riego (Rio Ariguaní).

3. RESULTADOS Y ANALISIS

3.1 Seguimiento climatológico

Las lluvias afectaron significativamente el área experimental por el fenómeno de "La Niña", con decrementos de temperaturas entre -1.3 °C y -1.8 por debajo del promedio en el Océano Pacífico Tropical (Fuente IDEAM).

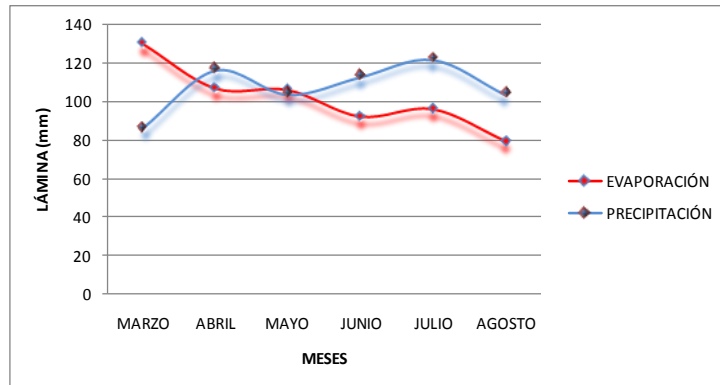
3.1.1 Distribución temporal de la precipitación y evaporación. Durante los meses de marzo y abril del 2010, en la zona de la plantación de Palmeras de la Costa, la precipitación fue aproximadamente las $\frac{3}{4}$ partes en comparación con el año 2009 (975.3 mm) según reporte de la estación climatológica de la Plantación. En el rango de los 6 meses en mención (marzo a agosto) la precipitación total fue de 692.05 mm, siendo el año de mayor precipitación 2006 con 1342.5 mm, seguido del 2008 (1159.2 mm), y los siguientes no superaron los 1200 mm (Tabla 1, figura 6).

Tabla 3. Datos evaporación-precipitación mensual

LOTE EXPERIMENTAL	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO
EVAPORACIÓN (mm)	129.84	106.76	105.96	92.17	96.07	79.61
PRECIPITACIÓN (mm)	86.45	116.5	104	113	122	104

La precipitación en el mes de marzo fue inferior a la evaporación, en el resto de los meses la precipitación supero la evaporación (inicio época de lluvias en la zona

norte), siendo julio el mes de mayor precipitación. Las precipitaciones se han presentado con intervalos de 3 a cada 5 días en promedio.



Gráfica 1. Tendencia Evaporación-precipitación en el lote experimental

3.2 Freatimetría

Como se observa, el nivel freático no ascendió al metro de profundidad. El mes de mayor elevación del nivel freático fue marzo, debido a la aplicación de riego por superficie en lotes cercanos a la parcela experimental (figura 5).

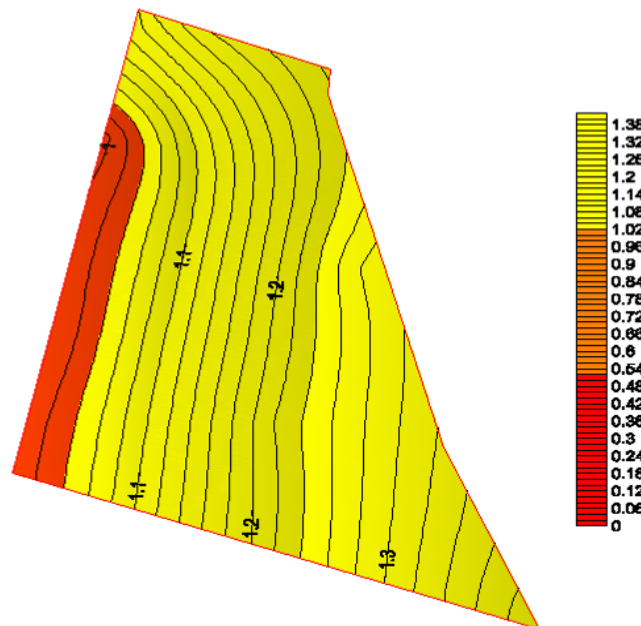
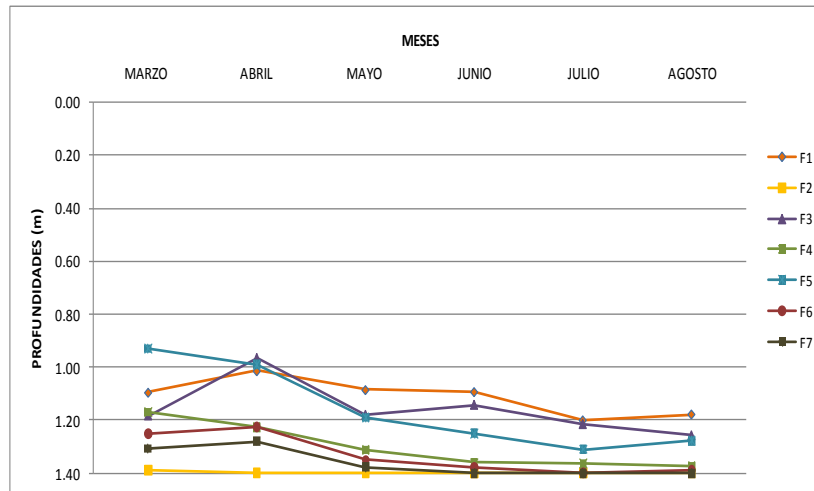


Figura 5. Isobatas mes marzo

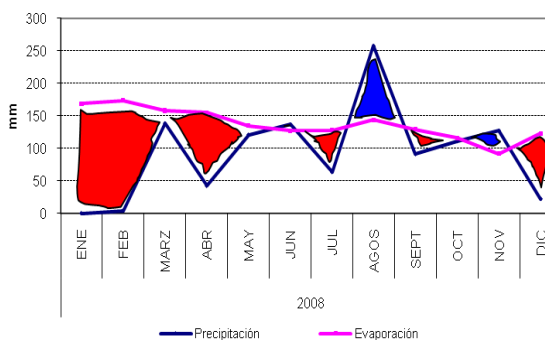
Los meses de marzo y abril presentaron mayor elevación del nivel freático, pero sin consideración para el normal desarrollo de las plantas. En épocas de lluvias los niveles freáticos no alcanzaron niveles críticos (Gráfica 2).



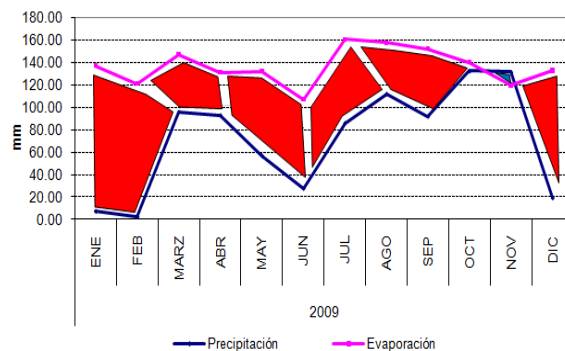
Gráfica 2. Tendencia del nivel freático

3.3 Historial balance hídrico lote experimental

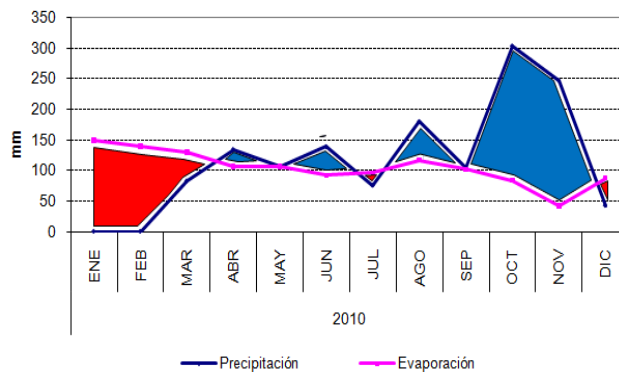
La gráfica 3 muestra el historial del balance hídrico en el lote experimental (2008-2010). En los años 2008 y 2009, la evaporación fue superior a la precipitación lo que implicó la aplicación de los tratamientos de riego. En el año 2010 se presentó el fenómeno del niño, siendo este un año atípico a partir del mes de abril (presencia del fenómeno de la niña), ya que la precipitación fue superior a la evaporación (exceso), siendo los meses septiembre a noviembre los de mayor precipitación.



A.



B.

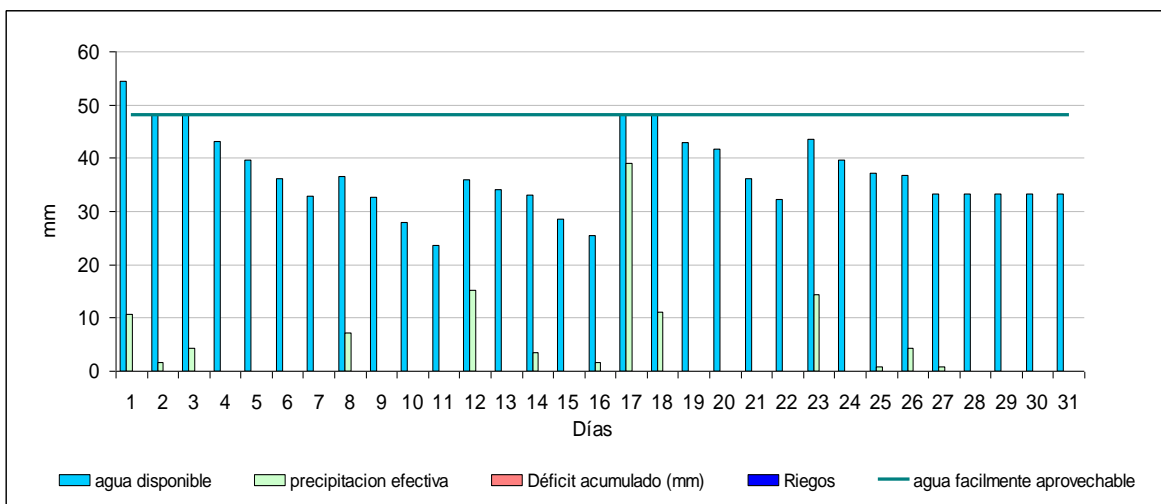


C.

Gráfica 3. Historial balance hídrico lote experimental

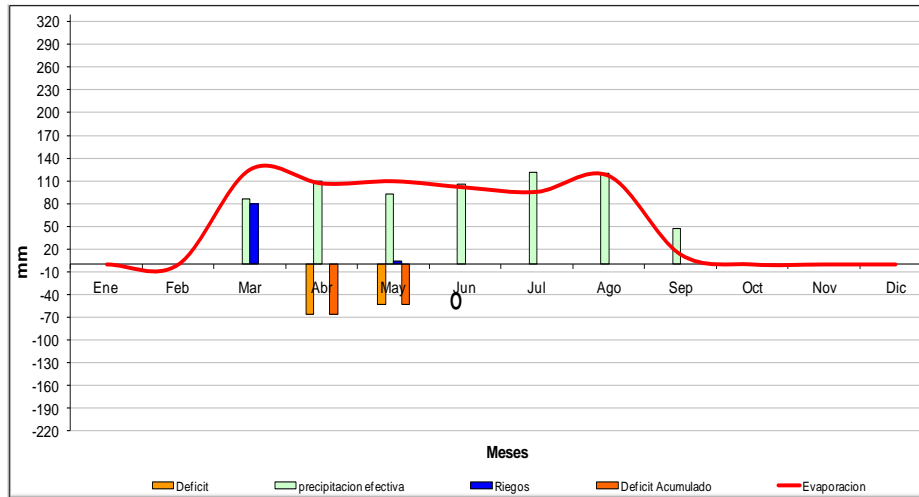
3.4 Balance hídrico

El balance hídrico se realizó como apoyo para la determinación del inicio del riego en épocas secas, teniendo como base el 100 % de la evaporación (salida del sistema), y como entrada la precipitación efectiva diaria. Se relaciona la lámina aprovechable de 48 mm para suelo de textura arcillosa, que se distribuye de forma homogénea en el lote (Gráfica 4).



Gráfica 4. Balance hídrico al 100% de lámina evaporada para agosto

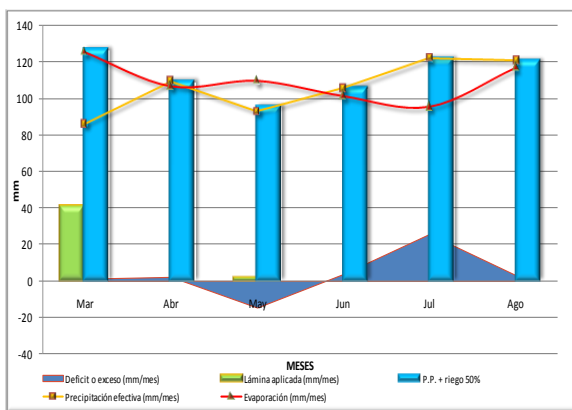
Para el periodo de estudio (marzo a agosto) ocurrió una precipitación de 610.4 mm, que representa la mitad de la precipitación de un año normal. El déficit acumulado en el mismo periodo fue de 110 mm, siendo los meses críticos abril y mayo (Gráfica 5).



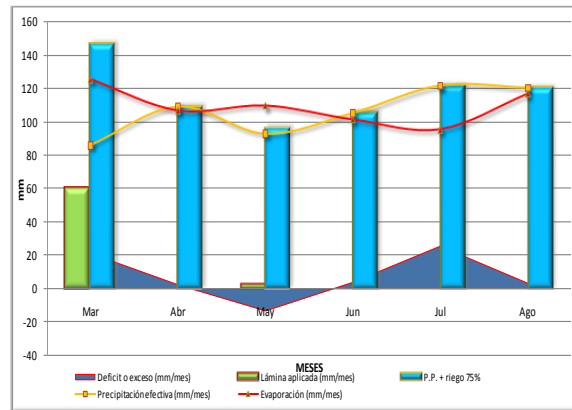
Gráfica 5. Balance hídrico general zona de estudio

3.4.1 Balance hídrico por tratamientos.

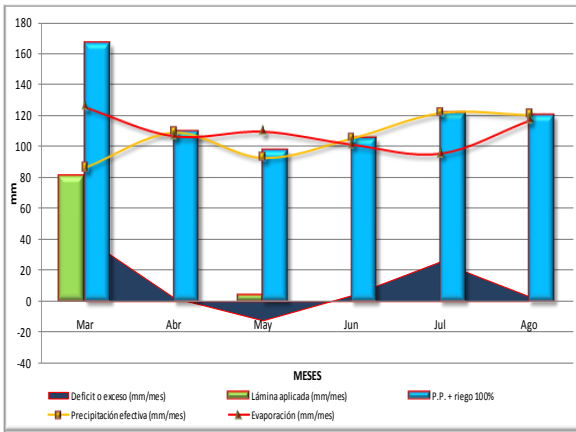
Se estiman los balances hídricos por tratamiento con base en la evaporación ambiental. A es el tratamiento del 50%, B el 75%, C el 100%, D el 125%, E el 150% y D el testigo. La tendencia fue similar para cada uno de los tratamientos. La evaporación en el periodo estudiado fue inferior a la precipitación presentándose excesos, sin embargo en el mes de mayo se presentó un déficit debido al daño en el suministro eléctrico (transformador), limitando la aplicación solo a un riego (Gráfica 6).



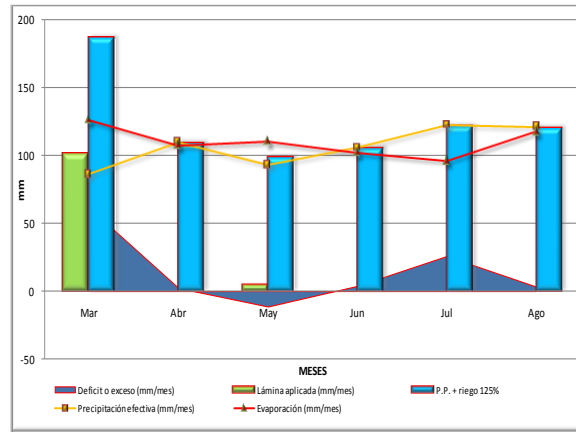
A.



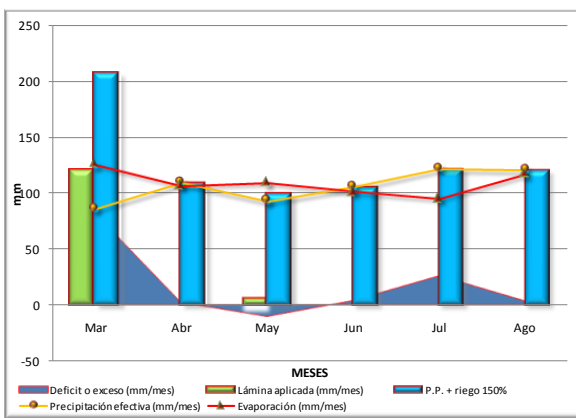
B.



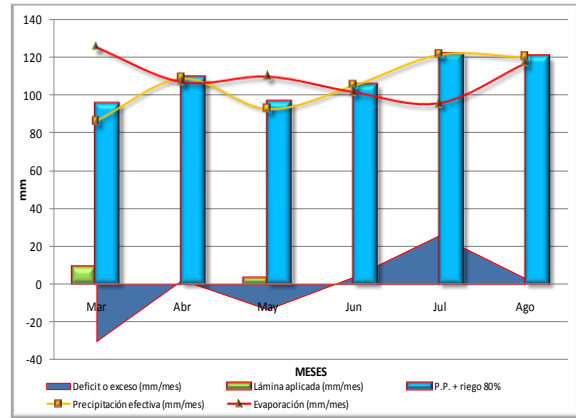
C.



D.



E.



F.

Gráfica 6. Balances hídricos por tratamientos

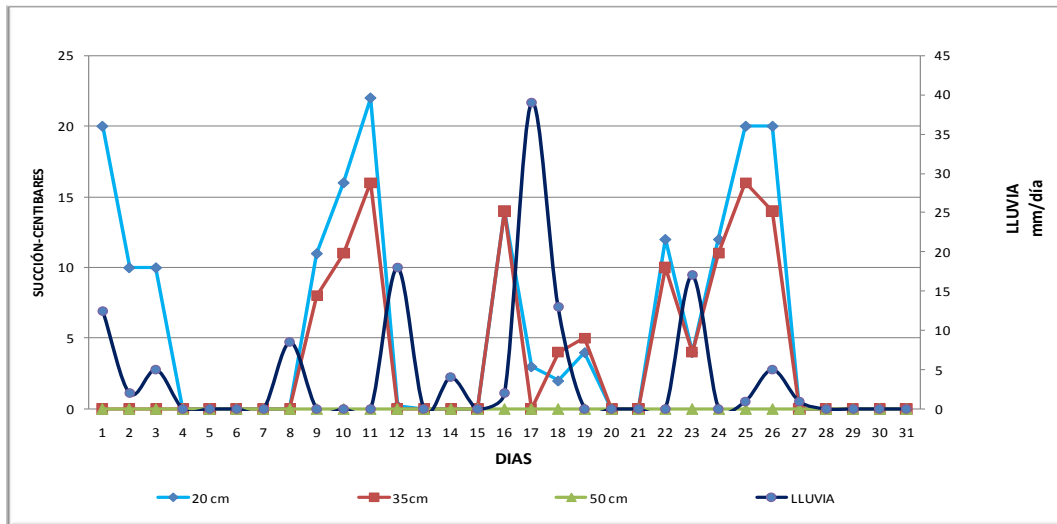
3.5 Seguimiento a tensiómetros

Los tensiómetros se ubicaron en el bloque B en el tratamiento 203 P2, correspondiente al tratamiento del 100% del tiempo de riego con base en la evaporación ambiental, con el fin de detectar la presencia de agua en el suelo y validar el balance hídrico. Se observan coincidencias con los datos del balance hídrico a partir de las lluvias (foto 14).



Foto 14. Localización de tensiómetros.

Se muestra la tensión del suelo a 20, 35 y 50 cm de profundidad en el mes de agosto. En la ordenada izquierda se encuentran los valores de succión en cb y en la ordenada derecha la precipitación (mm). Debido a la frecuencia de lluvias, la tensión del suelo no supero los 25 cb (Gráfica 7).



Gráfica 7. Tensión de agua en el suelo en agosto

3.6 Riegos aplicados

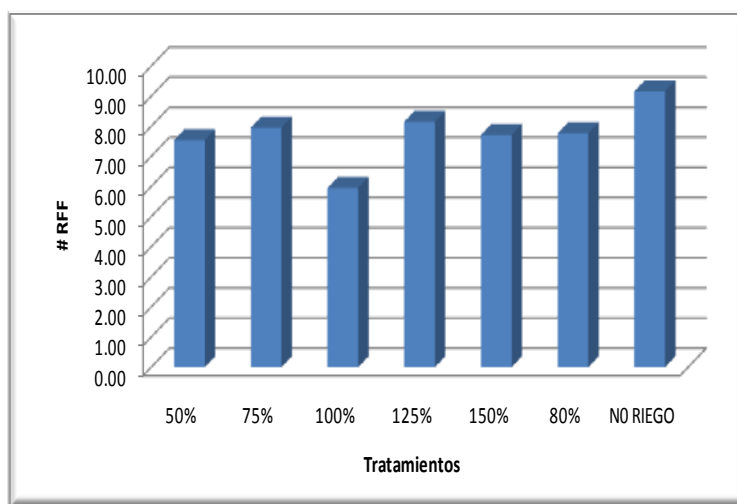
La tabla 4 muestra las variables de riego aplicadas durante los 6 meses de estudio. Se hizo la aplicación de un total de 8 riegos en los meses de marzo y mayo, siendo las lluvias continuas e intensas durante el periodo.

Tabla 4. Lámina de riego aplicada.

TRATAMIENTOS	Deficit (mm/mes)	Precipitación efectiva (mm/mes)	Evaporación (mm/mes)	# Riegos aplicados.	Lámina aplicada (mm/mes)	Tiempo de riego (h)
50%	21.8	635.7	656.0	8.0	42.2	18.8
75%	42.9	635.7	656.0	8.0	63.3	29.3
100%	63.9	635.7	656.0	8.0	84.3	39.1
125%	85.0	635.7	656.0	8.0	105.4	47.3
150%	106.1	635.7	656.0	8.0	126.5	59.9
80%	47.1	635.7	656.0	8.0	67.5	31.4

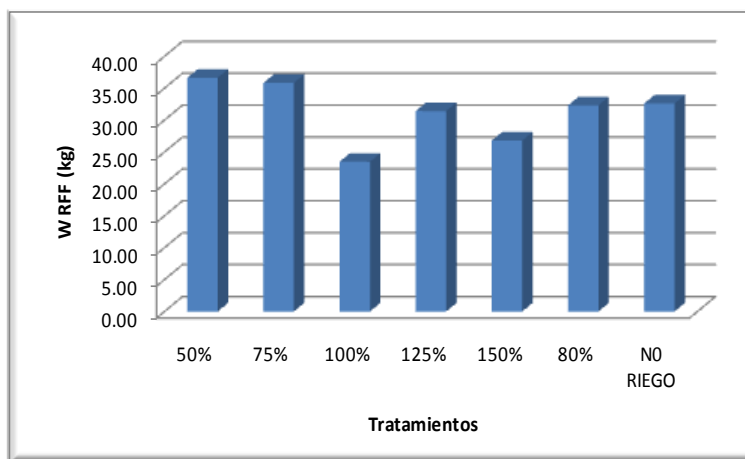
3.7 Cosecha

La gráfica 8 muestra la producción promedio en los diferentes tratamientos. El tratamiento de no riego presenta en promedio el mayor números de RFF, sin embargo no tiene el tiempo suficiente para evaluarlo. El tratamiento del 125% de la evaporación ambiental es el que mayor número de racimos de fruta fresca presenta (RFF), seguidos del tratamiento del 75%, 80%, 150% y 50% del tiempo de riego. El tratamiento del 100% es el de menor número de RFF en promedio de producción y es el que más se aleja de la media. El promedio general del número de RFF para todas las palmas es de 7.75 racimos por palma en el proceso de producción.



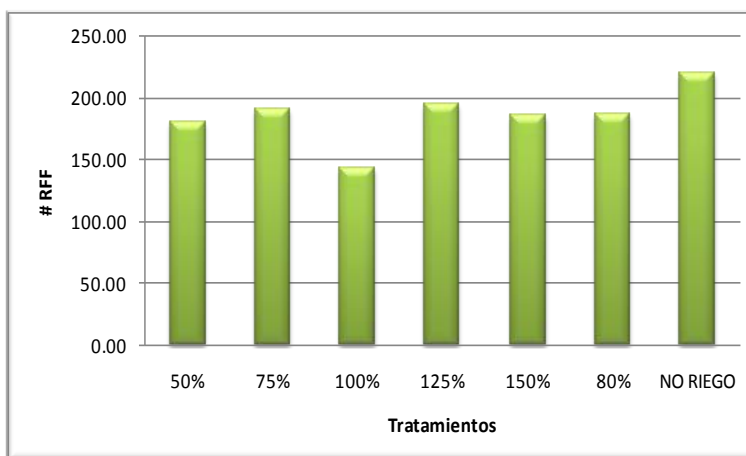
Gráfica 8. Promedios numero de RFF por repeticiones de tratamientos

La gráfica 9 muestra el promedio del peso de los RFF en los diferentes tratamientos del tiempo de riego: Los tratamientos con menor tiempo de riego son lo que poseen un mayor peso promedio con un menor número de racimos. El tratamiento con mayor promedio de peso es el 50%, seguido del 75%, y el tratamiento del 80% de la evaporación ambiental. Los tratamientos de menor promedio de peso fueron el 100%, 150% y 125% del tiempo de riego.



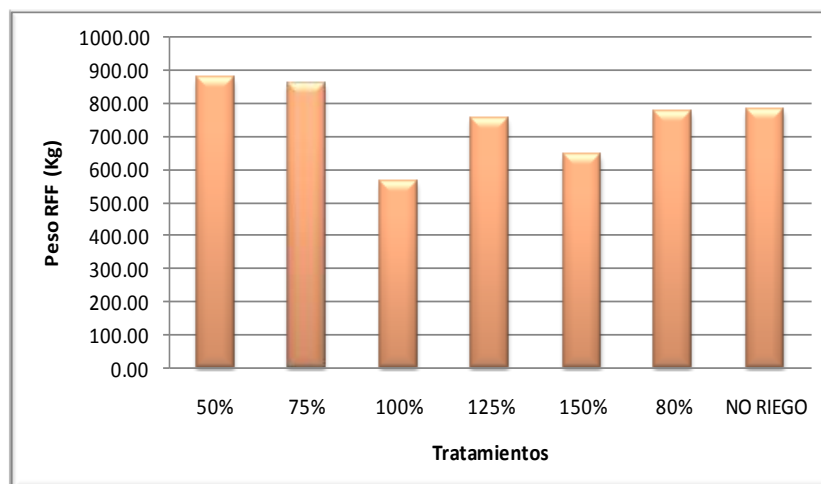
Gráfica 9. Promedio del peso de RFF por repeticiones de tratamiento.

La gráfica 10 muestra la producción total en cada uno de los tratamientos. El tratamiento con mayor número de RFF es el 125%, seguido del 75%, 80%, 150%, 50% y 100% del tiempo de riego.



Gráfica 10. # RFF total por tratamientos

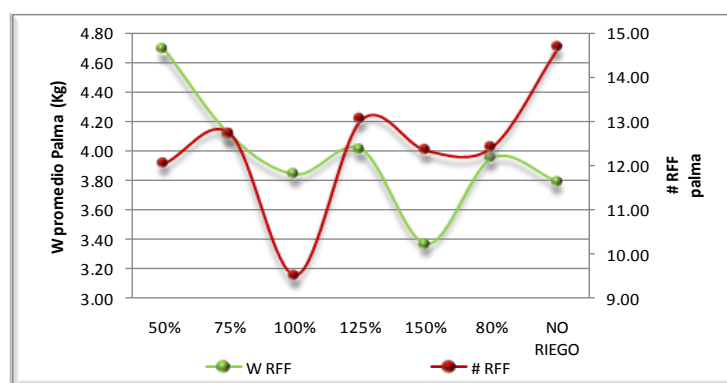
La gráfica 11 muestra la tendencia del peso total de RFF en cada uno de los tratamientos. Los tratamientos de menor riego presentaron mayor peso que los tratamientos de mayor porcentaje de riego con base en la evaporación ambiental. El mayor peso de producción de RFF lo presentó el tratamiento del 50% de la evaporación ambiental, seguida del 75%, no riego, 80%, 125%, 150% y 100%.



Gráfica 11. Peso de RFF total por tratamientos

El tratamiento del 50% es el de mayor producción promedio palma, ya que con un menor número de racimos produce mayor cantidad de biomasa en comparación con los otros tratamientos. Las líneas de tendencia en éste tratamiento de distancian significativamente una de la otra. El tratamiento del 75% produce en promedio palma una igual cantidad de RFF con un peso semejante (Gráfica 12).

El tratamiento del 100% del tiempo de riego, produce una cantidad mínima de racimos con un peso promedio por palma adecuado, pero en comparación con el tratamiento del 50% produce menor peso, sin embargo el ahorro de agua de riego no es significativo.



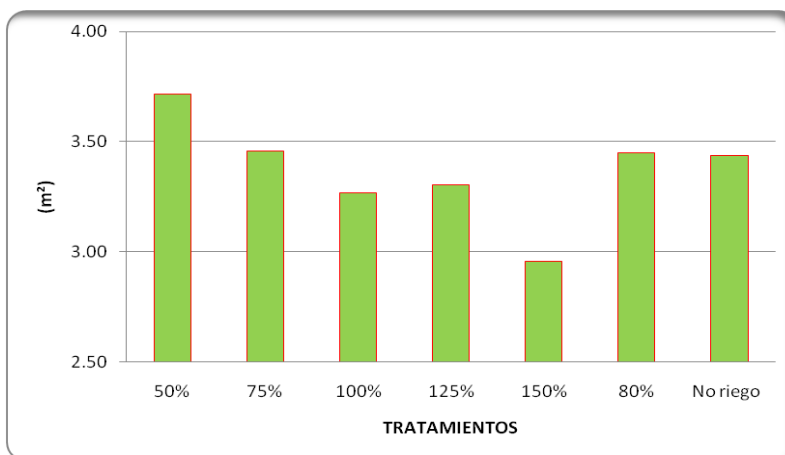
Gráfica 12. Relación peso-cantidad de RFF

3.8 Análisis vegetativo y productiva

3.8.1 Análisis vegetativo

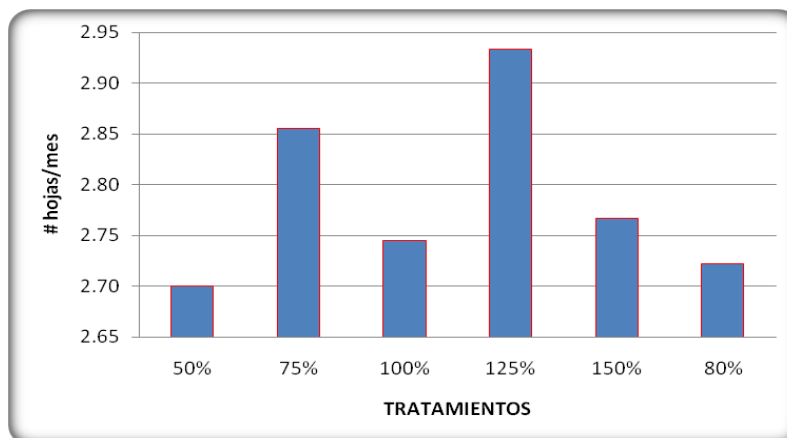
Según Corley y Breure (1981) citado por Bastidas, Silvio, *et al.* 2007, “El índice de área foliar es la relación existente entre el área foliar de las plantas de una hectárea con respecto a una hectárea de terreno, además constituye un parámetro determinativo del nivel de competencia de las plantas”. Por consiguiente esto se traduce en una producción de racimos por hectárea de acuerdo a su grado de exposición al sol para generar el proceso de fotosíntesis por unidad de área foliar.

La Gráfica 13 muestra la determinación del área foliar de las palmas de tratamiento siguiendo el método evaluativo de Corley y Breure. Como se observa, el promedio general del área foliar correspondiente al 50% del tiempo de riego, es la que produce mayor superficie fotosintética, seguido del tratamiento 75%, 80% (manejo plantación), 125%, 100% y 150% del tiempo de riego con base en la evaporación.



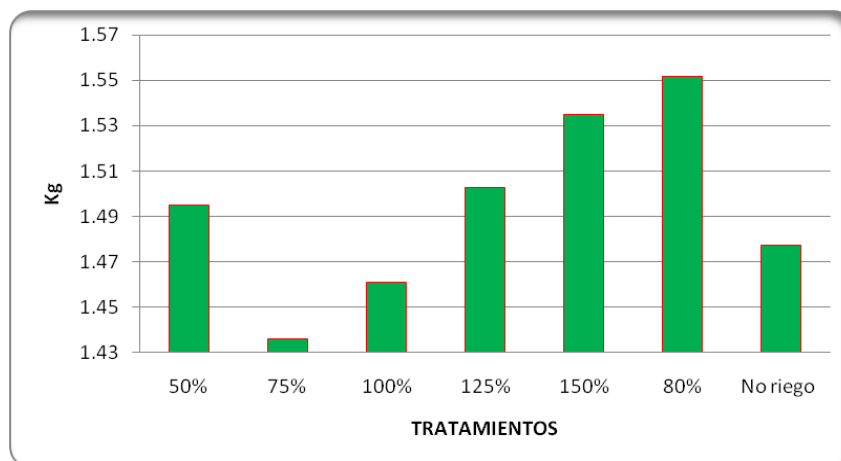
Gráfica 13. Promedio Área foliar

La Gráfica 14 muestra la tendencia del número promedio de hojas emitidas. El tratamiento del 125% de la evaporación ambiental manifestó mayor número promedio de hojas que los demás tratamientos, seguido del 75%, 150%, 100%, 80% y 50%, éste último produce un área foliar mayor con un menor número de hojas, lo que transfiere un ahorro de energía en generación de hojas y un aumento en el área receptora de intensidad lumínica, esto puede ser un mecanismo de defensa de la palma sometida a una dosis de riego moderado y reducida a la mitad de la pérdida total del agua de suministro.



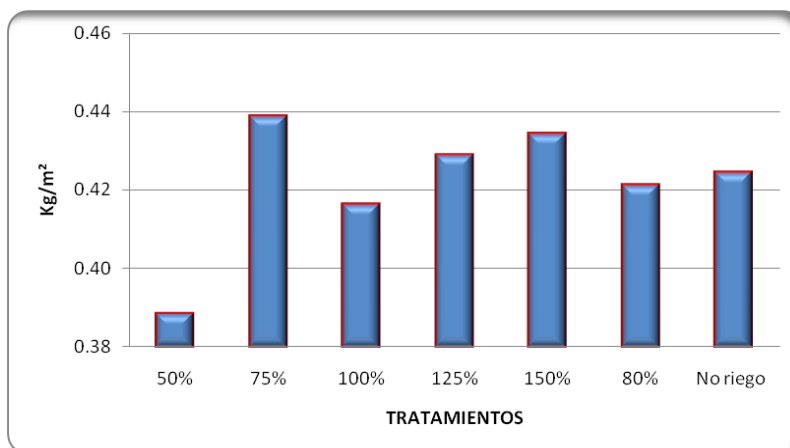
Gráfica 14. Promedio emisión foliar

El Gráfica 15 muestra el promedio del peso seco foliar por tratamiento, este se refiere al espesor y ancho del raquis de las palmas. Las palmas sometidas a un tratamiento de riego al 80%, manifestaron mayor robustez en peso seco foliar. Los tratamientos con mayor período de riego, manifiestan mayor peso seco foliar comparadas con las de menor riego, ya que el tratamiento del 80% (riego de plantación) se hace cada tres días, el tratamiento del 100% y del 50% reportan una baja significativa. A mayor cantidad de agua suministrada a la palma, la respuesta es a incrementar la robustez de sus hojas (peso seco foliar).



Gráfica 15. Promedio peso seco foliar.

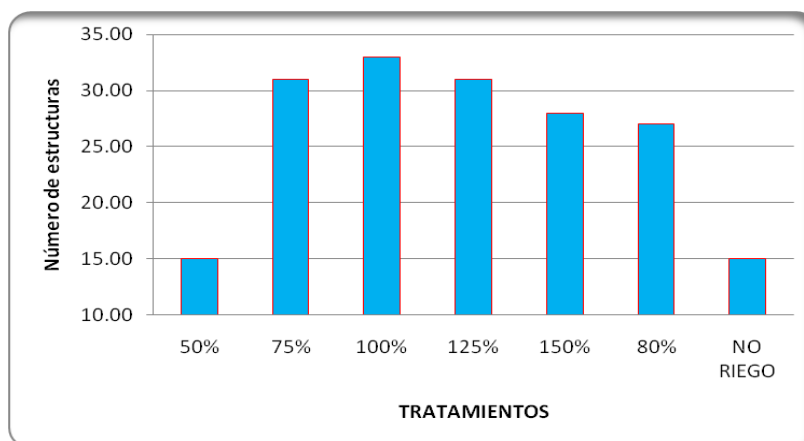
El tratamiento del 50% es el que menos energía consume en producir materia seca por unidad de área; el de mayor peso específico seco es el tratamiento 75% del tiempo de riego, seguido del 150%, 125%, no riego, 80% y 100% (Gráfica 16).



Gráfica 16. Promedio peso específico seco.

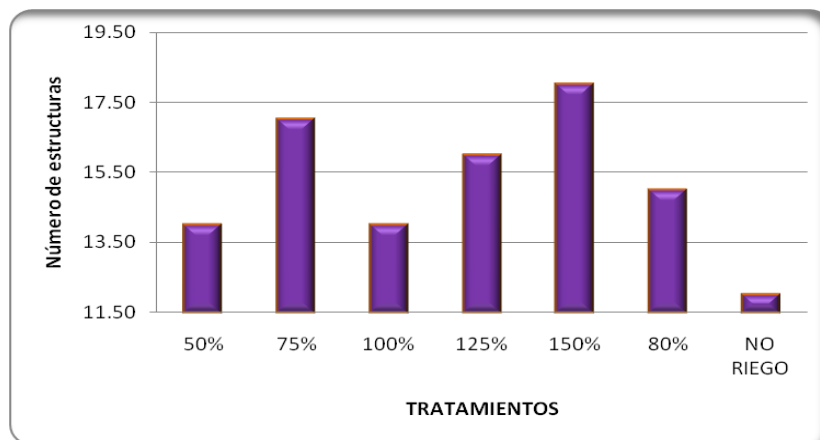
3.8.2 Análisis de producción

Se afirma que la ausencia de agua en las palmas de aceite estimula la formación de flores masculinas e inhibe la formación de flores femeninas (Rev. Palmas vol. 21 No. 1, 2000). El tratamiento con menor número de inflorescencias masculinas corresponde al 50% del tiempo de riego, seguido del tratamiento no riego, 80%, 150%, 125% y 75% por igual y 100% (Gráfica 17).



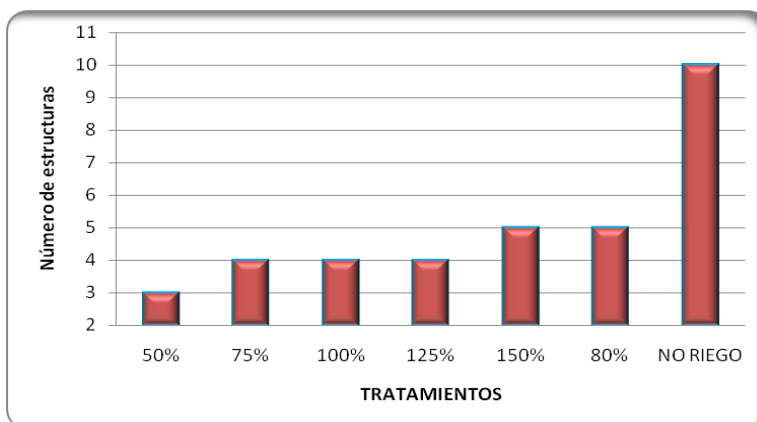
Gráfica 17. Número de estructuras masculinas por tratamientos

El tratamiento con mayor número de estructuras femeninas es el del 150% del tiempo de riego, seguido de los tratamientos del 75%, 125%, 80%, 100% y 50% con igual número (Gráfica 18).



Gráfica 18. Número de estructuras femeninas por tratamiento

El número de abortos es menos acentuado en los tratamientos de menor riego, caso contrario ocurre en los tratamientos de mayor tiempo de riego (Gráfica 19).



Gráfica 19. Número de abortos por tratamiento.

3.9 Coeficiente de uniformidad

3.9.1 Coeficiente de uniformidad de presión

La distribución de las presiones en la parcela experimental se indica según el color, el color rojo demarca zona con baja presión (15.5 y 19.5 psi), el color verde zona con presiones intermedias (19.5 y 22 psi) y el color amarillo las presiones más altas (22 a 26.5 psi). El color amarillo se encuentra en la zona de entrada de la tubería principal, entre mayor longitud menor es la presión debido a las pérdidas. Como se observa en la figura 6, los bloques A y C se encuentran en la zona de presión baja. La zona de presiones intermedias corresponde al bloque C. El boque B es el que más homogéneo ya que presenta presiones intermedias en

gran parte del bloque, exceptuando la parte más lejana de la tubería principal. El coeficiente de uniformidad de presión (CUP) resulto igual a 90.93 %.

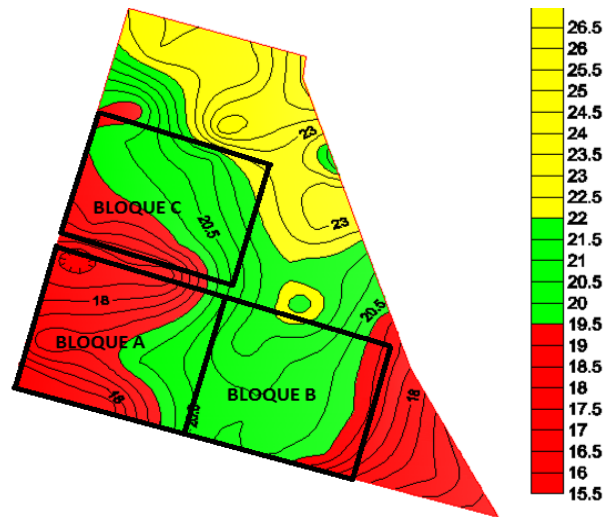


Figura 6. Distribución de presión en el lote experimental

3.9.2 Coeficiente de uniformidad de caudal

Se hizo la distribución de caudal por colores así: el amarillo representa caudal bajo (30-36 lph), el azul representa caudal medio (36-40 lph) y el rojo caudal elevado (40-46 lph). En los bloque A y C se dan caudales bajos y medios, y en el bloque B los caudales son medios de forma uniforme. En general, el sistema de riego presenta calificación buena, lo que indica que el sistema de riego es eficiente y uniforme para la mayoría de las dosis aplicadas, sin embargo no deja de preocupar ciertas zonas, las cuales deben analizarse con detenimiento para procurar la uniformidad del sistema de riego (figura 7). El coeficiente de uniformidad de caudal (CUC) resulto igual a 88.55 %

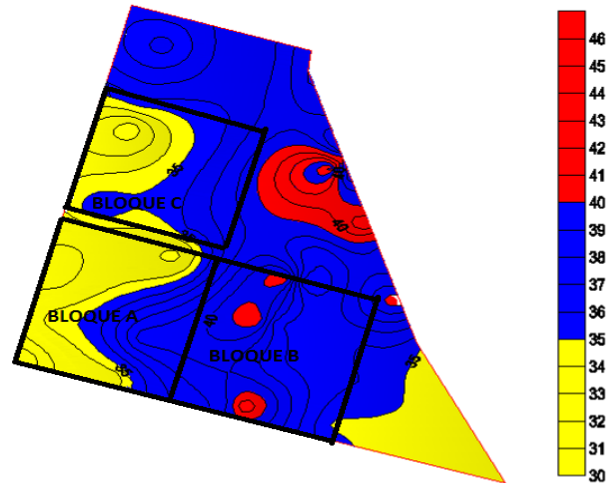
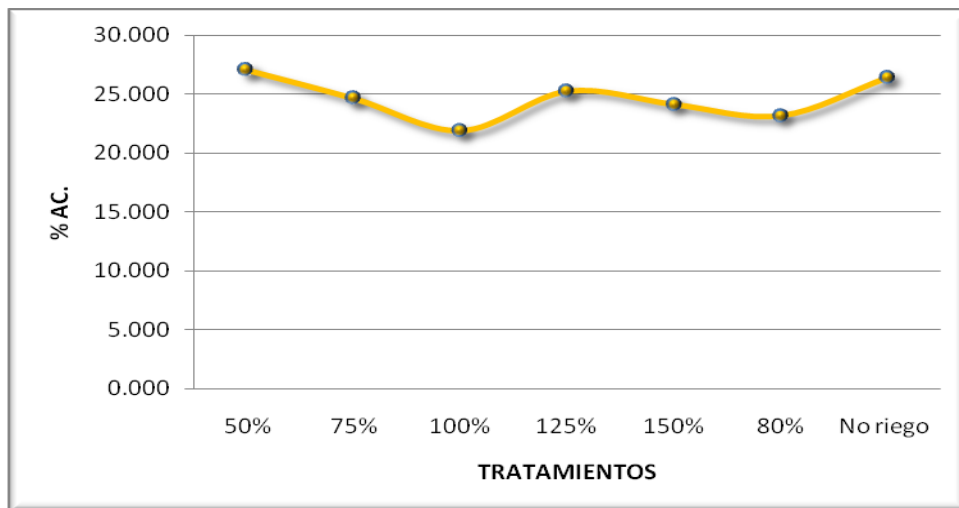


Figura 7. Distribución de caudales lote experimental

3.10 Porcentaje de aceite

El tratamiento 50% del tiempo de riego es el de mayor % de aceite (gráfica 20), teniendo el tratamiento de no riego resultado similar, esto debido a que no ha manifestado respuesta alguna a la dosis nula implementada. El tratamiento de más bajo contenido porcentual de aceite es del 100% del tiempo de riego. El fin de la producción de una plantación es la máxima extracción de aceite por unidad de RFF con una mínima inversión. Como se observa, las dosis de menor período de riego producen los mejores resultados. Sin embargo no existen diferencias significativas entre tratamientos.



Gráfica 20. % de extracción de aceite por tratamiento

3.11 Plagas y enfermedades

Entre las enfermedades se observó de manera localizada la pudrición del cogollo (PC) en palmas del bloque A y B. Las plagas incidieron en poca cantidad y con ligeros efectos. A continuación se muestran las plagas y enfermedades más representativas en el área experimental. El ataque por *Sigmodium* se evaluó en un 70% de las palmas con daños leves (foto 15).

El área tiene presencia de algunas plagas pero no existen focos que afecten el normal desarrollo de las palmas. Así mismo se observaron folíolos atacados por insectos de hábitos nocturnos, pero no fueron identificados por su difícil detección. Se encontraron algunas flechas afectadas por hongos, a los cuales se debe hacer un seguimiento continuo para descartar problemas posteriores (fotos 16 a 20).



Foto 15. Ataque por *sigmodium*



Foto 16. *Leptopharsa Gibbicarina* (ninfa)



Foto 17. *Durrantia pos Arcanella* (larva)

Foto 18. *Automeris Leberia*



Foto 19. *Marásnio* (hongo).



Foto 20. *Oiketicus kirbyi* (pupa).



Foto 21. *Pestalotiosis* en porcentajes bajos

Se identificaron 3 palmas con PC. Ellas se trataron debidamente para su recuperación (figura 8). Se detectaron deficiencias de magnesio y potasio en pocas palmas (5) del ensayo, a las que se aplicó fertilizante foliar (Nutripak) para corregir estas deficiencias.

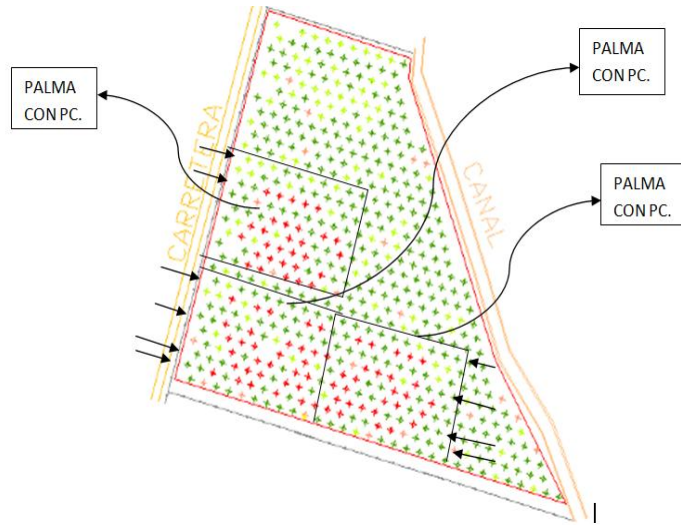


Figura 8. Líneas de tratamiento revisadas y palmas con PC

CONCLUSIONES

- Las palmas con dosis de riego parcial (50 y 75%) producen menor número de hojas al mes (menor potencial de RFF). Sin embargo, el tratamiento del 75% alcanzó un elevado número de hojas, siendo superada por el tratamiento del 125%.
- Tratamientos superiores al 100% de la evaporación ambiental en palma de aceite joven, inhibe la formación de inflorescencias femeninas y estimula la formación de inflorescencias masculinas, afectando la producción de RFF y los contenidos de aceites en los frutos.
- En los tratamientos de riego 50 y 75% de la evaporación, se disminuye el número de abortos y estimulan la formación de racimos de mayor peso y contenidos de aceite en palma joven. Por el contrario, en los tratamientos de riego del 125 y 150% de la evaporación, el aborto fue mayor con disminución en la producción.
- El potencial de producción de racimo de fruta fresca (RFF) es superior en los tratamientos de mayor dosis de riego por la mayor emisión foliar.
- El número y peso promedio de RFF es de 14.67 y 3.8 kg por palma respectivamente, siendo los mejores resultados, los tratamientos de 50% y 75% de la evaporación.
- Los coeficientes de uniformidad del sistema de riego son: presión 90.9% y caudal 88.5%, lo que se califica como buena.
- El nivel freático no alcanzó niveles críticos, no existiendo aportes por capilaridad en la zona de raíces de la plantación.

RECOMENDACIONES

- En la cabecera del lote 2006-7, al lado de la carretera, hacer un canal de drenajes más profundo y con pendiente para lograr sacar el agua de exceso del riego por superficie hecho en el lote 78-17 que queda ubicado al otro lado de la carretera.
- Ubicar una cobertura plástica alrededor de las palmas de tratamientos para que no se vea afectada la zona radicular de las mismas a agentes externos a los tratamientos, tales como las lluvias de las zonas. Esto con el fin de que no se disturbe las variables de respuestas de cada una de las palmas de tratamiento.
- Es conveniente independizar el riego de los tratamientos colocando una bomba y un motor con capacidad adecuada para disminuir inconvenientes en la aplicación de tratamientos.
- Es de gran importancia hacer un seguimiento periódico de las plagas y enfermedades para descartar agentes patógenos que interfieran en el normal desarrollo de las palmas de tratamiento.
- Se recomienda hacer un nuevo análisis foliar y de suelos para determinar las necesidades nutricionales de las palmas de tratamiento.
- Se recomienda hacer un estudio radicular para observar su distribución en las zonas húmedas de aplicación de tratamientos y su respectivo desarrollo.
- Se recomienda hacer un análisis de uniformidad en los microaspersores periódicamente para determinar su comportamiento de aplicación en cada una de las palmas de tratamiento.
- Determinar el contenido de humedad en los estratos del suelo en donde se ubican los freáticos para observar el comportamiento capilar del suelo con el agua subterránea.
- Cambiar el peso con el que se mide el W de RFF pues está en un estado medio corriendo el riesgo de descalibración del mismo.

BIBLIOGRAFIA

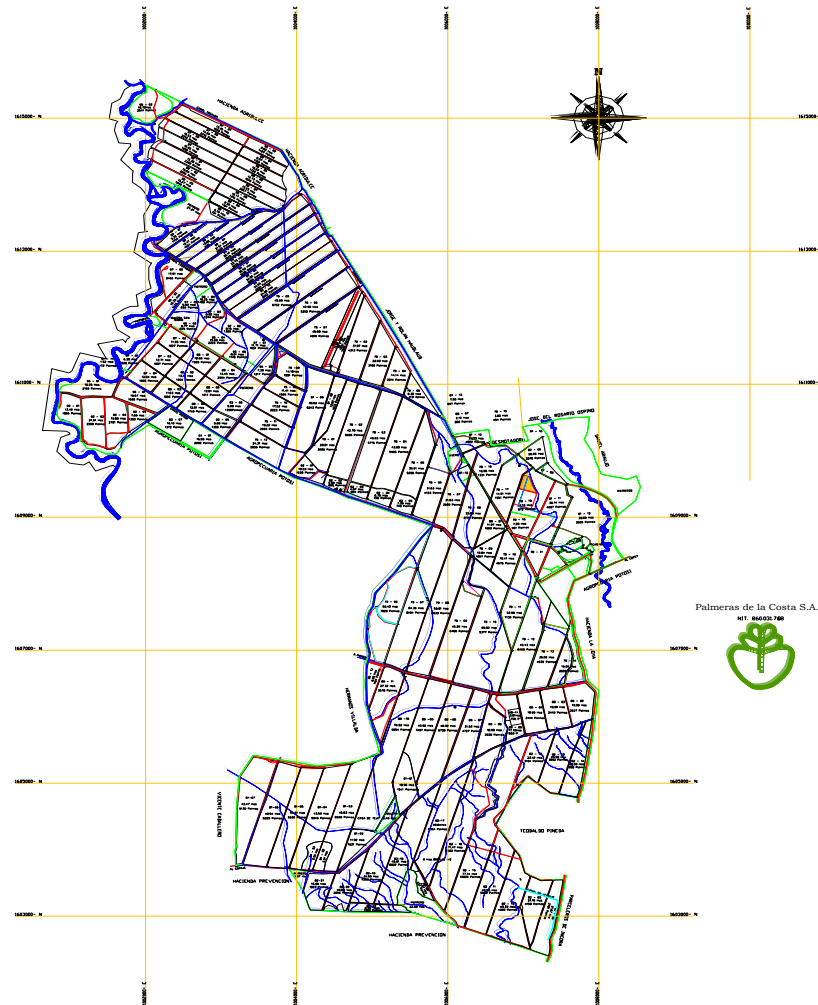
- CORLEY, R.H.V. Irrigation of oil palms – A Riview. Journal of plantations Crops. 24 (Supplement). P 45 – 52.
- FEDEPALMA. MEJÍA Julián, CENIPALMA, Revista Palmas, Consumo de agua por la palma de aceite y efectos del riego sobre la producción de racimos, una revisión literaria. Volumen 21 N° 1, año 2000, pág. 51 - 58.
- BASTIDAS, Silvio, et ál. Op cit., Comportamiento agronómico del cultivo híbrido RC1 de palma de aceite (*Elaeis oleifera* x *Elaeis guineensis*) x *Elaeis guineensis*. P 1 – 11, año 2007.
- REVELO P. Miguel, et ál. Op cit., Tercer ciclo conferencias técnicas nivel profesional, distrito Prado Sevilla Magdalena, Programa de asistencia técnica y transferencia de tecnología en palma aceitera, diciembre de 1990.
- FUENTES, Yague José Luis, Técnicas de riego. 3ª Edición. Programación de riego, P 101 – 122. Año 1998.
- JARAMILLO, B. Javier. Curso de riego y drenaje, notas de clase, capítulo 9. Universidad Nacional sede Palmira, P 160 – 184. Año 2008.
- <http://www.google.com/earth/index.html>
- www.pronosticosyalertas.gov.co
- http://www.infoagro.com/herbaceos/oleaginosas/palma_aceite.htm

ANEXOS

1. TABLA DE RIEGOS APLICADOS:

MARZO	DATOS CARACTERISTICOS								LÁMINA DE RIEGO A APLICAR POR TRATAMIENTO					TIEMPO DE RIEGO POR TRATAMIENTO					HORA DE APLICACIÓN			RIEGO	OBSERVACIONES			
	Día	Evaporación (mm/día)	ACUMULADO EVAPORACION	RIEGO APLICADO	Caudal (L/h)	Presión (PSI)	Lámina aplicada al 100%	Presipitación (mm/día)	Presipitación efectiva (mm/día)	Lámina aplicada al 50%	Lámina aplicada al 75%	Lámina aplicada al 80%	Lámina aplicada al 125%	Lámina aplicada al 150%	Tiempo de riego 100% (h)	Tiempo de riego al 50% (h)	Tiempo de riego al 75% (h)	Tiempo de riego al 80%	Tiempo de riego al 125% (h)	Tiempo de riego al 150%	INICIO 50%			125%	FINAL 150%	
1	5.26	5.26	5.26	0.0000	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				NO	0	
2	4.92	10.18	4.92	0.0000	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				NO	0	
3	1.18	11.36	1.18	0.0000	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				NO	0	
4	5.54	16.9	5.54	0.0000	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				NO	0	
5	3.08	19.98	3.08	0.0000	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				SI	0	
6	1.78	21.76	1.78	0.0000	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				NO	0	
7	5.46	27.22	5.46	0.0000	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				NO	0	
8	2.18	29.4	2.18	37.8000	21	3.08	0	0	1.54	2.31	2.46	3.85	4.62	2.53	1.26	2.10	2.18	3.36	4.13	07:00	08:26	10:36	11:13	NO	0	
9	2.26	31.66	2.26	0.0000	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				NO	0	
10	6.06	37.72	6.06	36.0000	22	6.06	0	0	3.03	4.55	4.85	7.58	9.09	5.57	2.58	4.28	4.46	7.26	8.55	08:30	11:28	03:56	05:25	SI		
11	4.24	41.96	4.24	35.5000	20	4.24	0	0	2.12	3.18	3.39	5.30	6.36	4.13	2.07	3.10	3.23	5.17	6.20	10:45	12:52	04:02	07:43	SI	MANTENIMIENTO DE REDES ELECTRICAS	
12	4.5	46.46	0	0.0000	0	0	72	72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00					NO	LLUVIA	
13	0	46.46	0	0.0000	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00					NO	0
14	0.24	46.7	0	0.0000	0	0	11	9.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00					NO	LLUVIA
15	4.9	51.6	0	0.0000	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00					NO	0
16	4.86	56.46	0	0.0000	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00					NO	0
17	5.04	61.5	0	0.0000	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00					NO	0
18	3.12	64.62	0	0.0000	0	0	2	1.7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00					NO	LLUVIA
19	1.7	66.32	0	0.0000	0	0	2	1.7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00					NO	LLUVIA
20	3.86	70.18	0	0.0000	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00					NO	0
21	5.4	75.58	0	0.0000	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00					NO	0
22	5.71	81.29	0	0.0000	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00					NO	0
23	4.73	86.02	0	0.0000	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00					NO	0
24	5.62	91.64	0	0.0000	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00					NO	0
25	5.22	96.86	5.22	0.0000	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00					NO	0
26	5.8	102.66	5.8	35.4000	23	5.8	0	0	2.90	4.35	4.64	7.25	8.70	5.47	2.54	4.21	4.38	7.14	8.41	07:30	10:24	02:44	03:11	SI	0	
27	6.26	108.92	6.26	37.5000	25	6.26	0	0	3.13	4.70	5.01	7.63	9.39	5.54	2.57	4.25	4.43	7.22	8.51	07:20	10:17	02:42	04:11	SI	0	
28	4.38	113.3	4.38	0.0000	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00					NO	DOMINGO
29	6.6	119.9	6.6	37.2000	22.5	6.6	0	0	3.30	4.95	5.28	8.25	9.90	6.16	3.08	4.42	5.01	7.50	9.24	12:00	03:08	07:58		SI	NO HUBO ENERGIA EN HORAS DE LAS	
30	5.21	125.11	5.21	34.8000	20.25	5.21	2	1.7	2.61	3.91	4.17	6.51	7.82	5.17	2.33	3.58	4.14	3.58	7.56	07:30	10:03	11:28	03:26	SI	LLUVIA	
31	4.62	129.73	4.62	0.0000	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00					NO	0

2. PLANO GENERAL PALMERAS DE LA COSTA S.A.



3. TABLA DE CALCULO BALANCE HÍDRICO

BALANCE HÍDRICO DIARIO



Valores promedio de agua aprovechable (%) para diferentes clases texturales.

DATOS GENERALES	
Textura	ar
Densidad aparente (gr/cm ³)	1.45
Profundidad radicular (cm)	60
Agua aprovechable (mm)	48
Lámina disponible mes anterior (mm)	32.26
Mes	Julio

TEXTURA	capacidad de campo (%)	Punto crítico (%)	aprovechable (%)
(A) Arenosa	9	7	2
(F-A) Franca Arenosa	14	10.8	3.2
(F) Franca	22	17.2	4.8
(F-Ar) Franca-Arcillara	27	22.1	4.9
(Ar-A) Arcillara-Arenosa	31	25.4	5.6
(Ar) Arcillara	34.86	23.5	11.36

Día	Precipitación (mm/día)	Precipitación efectiva (mm/día)	Riego Aplicador (mm)	Evaporación (mm/día)	Lámina de agua disponible (mm)	Exceso (mm)	Déficit (mm)	Déficit acumulada (mm)	Agua aprovechable (mm) - grafica	APLICACIÓN	OBSERVACIONES
1	30	30	0	0	62.26	14.26	0	0	48	NO	
2	0	0	0	1.34	48	12.92	0	0	48	NO	
3	0	0	0	5.58	42.42	0	0	0	48		
4	1	0.85	0	3.03	40.24	0	0	0	48		
5	0	0	0	5.14	35.1	0	0	0	48	NO	
6	1	0.85	0	3.98	31.97	0	0	0	48	NO	
7	4	3.4	0	3.23	32.14	0	0	0	48	NO	
8	0	0	0	2.79	29.35	0	0	0	48	NO	
9	21	21	0	1.06	48	1.29	0	0	48	NO	
10	0	0	0	3.18	44.82	0	0	0	48		
11	3	2.55	0	1.82	45.55	0	0	0	48		
12	0	0	0	3.08	42.47	0	0	0	48	NO	
13	0	0	0	3.8	38.67	0	0	0	48	NO	
14	0	0	0	2.95	35.72	0	0	0	48	NO	
15	7	5.95	0	4.14	37.53	0	0	0	48	NO	
16	7	5.95	0	2.03	41.45	0	0	0	48	NO	
17	3.5	2.975	0	4.73	39.695	0	0	0	48		
18	0	0	0	4.08	35.615	0	0	0	48		
19	0	0	0	4.82	30.795	0	0	0	48	NO	
20	0	0	0	3.1	27.695	0	0	0	48	NO	
21	0	0	0	4.4	23.295	0	0	0	48	NO	
22	0	0	0	3.42	19.875	0	0	0	48	NO	
23	2.5	2.125	0	1.7	20.3	0	0	0	48	NO	
24	0	0	0	4.98	15.32	0	0	0	48		
25	4	3.4	0	3.86	14.86	0	0	0	48		
26	8	6.8	0	4.2	17.46	0	0	0	48	NO	
27	0	0	0	2.09	15.37	0	0	0	48	NO	
28	0	0	0	2.94	12.43	0	0	0	48	NO	
29	0	0	0	2.89	9.54	0	0	0	48	NO	
30	2	1.7	0	1.44	9.8	0	0	0	48	NO	
31	34	34	0	0	43.8	0	0	0	48		



FORMATOS MEDIDAS VEGETATIVAS

BLOQUE	Linea-Palma	PALMA	Nº Total de Foliolos	Ancho Promedio de Foliolos (cm)	Largo Promedio de Foliolos (cm)	Area Foliar (m2)	Peso seco foliar (cm)		Peso Seco Foliar (Kg)	long. Raquis (cm)	No hojas	No flechas	Altura (cm)
							A	E					
A101	2--3	1	172	2.67	74.67	1.88	4.2	2.29	1.19	283.5	29	3	85
	2--5	2	168	2.67	65.67	1.62	4.03	2.14	1.09	202	25	3	72
	2--6	3	210	2.50	68.93	1.99	3.27	1.93	0.85	251	26	3	68
	2--8	4	204	3.07	71.83	2.47	3.44	2.07	0.93	260	30	4	88
	2--10	5	206	2.67	64.00	1.93	3.39	2.41	1.04	234	26	3	75
A102	4--4	1	214	2.68	74.23	2.34	3.68	2.3	1.07	271	32	3	98
	4--6	2	198	2.62	75.83	2.16	3.17	1.85	0.81	273	29	4	89
	4--7	3	192	3.43	71.83	2.60	3.94	2.38	1.17	259	25	3	84
	4--9	4	168	3.03	67.60	1.89	3.33	2.18	0.95	227	29	2	96
	4--10	5	198	2.25	66.70	1.63	3.32	2.09	0.92	212	27	3	80
A103	6--3	1	182	2.80	52.33	1.47	3.08	1.7	0.74	218	25	3	65
	6--5	2	182	2.67	62.67	1.67	3.16	1.68	0.75	211	24	3	70
	6--8	3	198	2.32	62.83	1.59	3.68	1.72	0.85	212	27	3	67
	6--9	4	202	2.40	70.00	1.87	3.23	2.3	0.97	262	27	2	81
	6--10	5	190	2.87	73.37	2.20	3.8	2.41	1.14	256	29	3	82
A104	5--3	1	168	2.70	64.67	1.61	3.6	2.21	1.02	214	26	3	75
	5--4	2	194	2.38	56.00	1.42	3.01	1.92	0.80	212	22	3	53
	5--5	3	174	2.80	57.57	1.54	3.33	1.81	0.82	196	32	3	62
	5--7	4	172	2.08	58.27	1.15	3.07	1.68	0.73	220	28	2	64
	5--9	5	208	2.83	72.00	2.33	3.34	2.02	0.90	262	29	3	83
A105	8--3	1	188	2.65	62.87	1.72	3.08	1.98	0.83	241	20	3	56
	8--5	2	146	2.20	61.07	1.08	2.75	1.57	0.65	183	29	2	58
	8--6	3	152	2.47	63.70	1.31	2.95	1.72	0.73	216	30	3	61
	8--9	4	170	2.47	64.00	1.48	2.56	1.63	0.63	232	28	4	77
	8--10	5	172	2.53	68.43	1.64	3.21	2.11	0.90	244	29	3	84
A106	3--4	1	222	3.20	72.07	2.82	3.58	2.31	1.05	250	29	4	75
	3--5	2	210	2.83	53.83	1.76	3.1	1.78	0.77	208	25	3	70
	3--6	3	208	2.57	72.83	2.14	3.18	2.06	0.88	242	28	3	67
	3--8	4	186	2.47	66.83	1.69	3.4	1.89	0.86	244	26	4	72
	3--9	5	210	2.60	67.40	2.02	3.38	2.08	0.93	221	26	3	89

FORMATO ESTIMATIVO DE PRODUCCIÓN

Lectura		Estructuras Productivas				Calculo de Abortos		
Repeticion Tratamiento	Palma	Estructuras Femeninas	Número Racimos	Total de Estructuras	Estructuras masculinas	No. De la hoja con infloresc.o racimos mas maduros	No. De la hoja con infloresc.ia mas joven	Total abortos
101	1	1	13	14	0	34	21	0
	2	0	5	5	0	36	32	0
	3	0	13	13	0	36	24	0
	4	2	17	19	1	44	25	0
	5	2	10	12	0	31	20	0
102	1	1	15	16	0	38	23	0
	2	0	11	11	0	39	29	0
	3	1	13	14	0	34	20	1
	4	2	12	14	0	30	17	0
	5	1	14	15	1	35	20	0
103	1	1	3	4	1	20	16	0
	2	2	7	9	7	40	25	0
	3	2	5	7	14	45	25	0
	4	0	14	14	3	37	21	0
	5	0	3	3	0	36	34	0
104	1	2	14	16	1	35	19	0
	2	0	12	12	2	34	21	0
	3	0	13	13	2	33	19	0
	4	0	9	9	0	37	29	0
	5	2	15	17	2	39	21	0
105	1	1	11	12	0	28	17	0
	2	2	16	18	1	41	23	0
	3	1	13	14	0	33	20	0
	4	0	14	14	3	34	18	0
	5	1	16	17	1	43	26	0
106	1	1	14	15	0	36	21	1
	2	1	9	10	3	31	19	0
	3	0	13	13	0	39	27	0
	4	0	11	11	3	32	16	3
	5	2	13	15	2	36	20	0