



UNIVERSIDAD DE NARIÑO

PASANTÍA EMPRESARIAL

**EVALUACIÓN DE ESTRATEGIAS PARA EL MEJOR DESARROLLO DEL
SISTEMA RADICAL EN PALMA DE ACEITE (*Elaeis guineensis* Jacq)
AFECTADA POR PC EN LA EMPRESA PALPAILON S.A.**

ANNY CRISTINA PALMA CAICEDO

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS
PROGRAMA DE INGENIERIA AGROFORESTAL
SAN JUAN DE PASTO
NOVIEMBRE 2011**



PALMERAS DEL PAILON



UNIVERSIDAD DE NARIÑO

PASANTÍA EMPRESARIAL

**EVALUACIÓN DE ESTRATEGIAS PARA EL MEJOR DESARROLLO DEL
SISTEMA RADICAL EN PALMA DE ACEITE (*Elaeis guineensis* Jacq)
AFECTADA POR PC EN LA EMPRESA PALPAILON S.A.**

ANNY CRISTINA PALMA CAICEDO

**Modalidad pasantía Empresarial como requisito para optar por el titulo de
Ingeniera Agroforestal**

Presidente de tesis

JORGE FERNANDO NAVIA ESTRADA

UNIVERSIDAD DE NARIÑO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS

PROGRAMA DE INGENIERIA AGROFORESTAL

SAN JUAN DE PASTO

NOVIEMBRE 2011



PALMERAS DEL PAILON



UNIVERSIDAD DE NARIÑO

PASANTÍA EMPRESARIAL

**"Las ideas y conclusiones aportadas en la tesis de grado son
responsabilidad exclusiva de la autora"**

**Art 1. Del acuerdo 324 de Octubre 11 de 1966 emanado por el honorable
consejo directivo de la Universidad de Nariño.**



PALMERAS DEL PAILON



UNIVERSIDAD DE NARIÑO
PASANTÍA EMPRESARIAL

NOTA DE ACEPTACION

Calificación: -----

Fecha de sustentación: -----

Asesor de tesis

Jurado 1

Jurado 2

Fecha actualizada de la sustentación

17 de Noviembre 2011

PALMERAS DEL PAILON





UNIVERSIDAD DE NARIÑO

PASANTÍA EMPRESARIAL

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	10
INTRODUCCIÓN	11
DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	13
JUSTIFICACION	14
OBJETIVO GENERAL	15
OBJETIVOS ESPECIFICOS	15
MATERIALES Y MÉTODOS	16
CARACTERIZACIÓN FÍSICA DE SUELO Y DEL SISTEMA RADICAL DE PALMA DE ACEITE, AFECTADA POR PC	16
<i>Niveles de PC:</i>	16
<i>Variables evaluadas</i>	17
<i>Análisis estadístico</i>	17
<i>Penetrabilidad (Penetrómetro)</i>	17
<i>Densidad aparente (Método del terrón parafinado)</i>	17
<i>Monolito (Sagalassa válida)</i>	18
<i>Características de las raíces</i>	19
EVALUACIÓN DE LA LABRANZA A TRAVÉS DE DIFERENTES IMPLEMENTOS AGRÍCOLAS, PARA DISMINUIR EL GRADO DE COMPACTACIÓN.	19
<i>Diseño experimental</i>	20
<i>Descripción de los tratamientos</i>	20
<i>Variables evaluadas</i>	20
<i>Análisis estadístico</i>	20
COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE LA PALMA DE ACEITE DESPUÉS DE LA LABRANZA CON IMPLEMENTOS AGRÍCOLAS.	21
RESULTADOS Y DISCUSIONES	21
CARACTERIZACIÓN FÍSICA DE SUELO Y DEL SISTEMA RADICAL DE PALMA DE ACEITE, AFECTADA POR PC	21
<i>Resistencia a la Penetrabilidad</i>	22
<i>Densidad aparente</i>	22
<i>Sistema radical</i>	23
<i>Otros daños registrados:</i>	25
EVALUACIÓN DE LA LABRANZA A TRAVÉS DE DIFERENTES IMPLEMENTOS AGRÍCOLAS, PARA DISMINUIR EL GRADO DE COMPACTACIÓN.	25
<i>Evolución y desarrollo del sistema radical</i>	27



PALMERAS DEL PAILÓN



UNIVERSIDAD DE NARIÑO

PASANTÍA EMPRESARIAL

<i>Porcentaje raíces nuevas</i>	28
COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE LA PALMA DE ACEITE DESPUÉS DE LA LABRANZA CON IMPLEMENTOS AGRÍCOLAS.....	29
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	31
AGRADECIMIENTO	32
BIBLIOGRAFÍA	32





UNIVERSIDAD DE NARIÑO

PASANTÍA EMPRESARIAL

RESUMEN

Anny Palma C¹, Franz Betancourt M²

Este trabajo se llevó a cabo en la Empresa Palpailón S.A. Debido a la falta de conocimiento del estado actual del suelo y conociendo los problemas de raíces, sin conocer sus causas u orígenes, se plantea esta investigación que busca como propósito identificar estrategias para minimizar los limitantes físicos del suelo y del sistema radical. Para generar información inicial se plantea una caracterización en seis lotes con nueve repeticiones teniendo en cuenta el 10% de la muestra, en lotes afectados por PC, en tres niveles de la enfermedad y tres sitios de toma de muestra; plato, calle cosecha y calle palera. Todas las áreas evaluadas exceden el nivel ideal de compactación ($>6 \text{ Kg/cm}^2$), e indican que la plantación presenta problemas de espacio poroso del suelo, adicional no se registran problemas de *Sagalassa valida* ya que su índice no supera el 1% de daño fresco, pero se destaca que las palmas de esta zona de la plantación solo han crecido 3.75 % del óptimo para palma de 9–10 años.

Los resultados de la caracterización, permiten implementar cuatro tratamientos para reducir el grado de compactación, a través de implementos agrícolas. La labranza realizada con los implementos agrícolas para descompactar y mejorar el desarrollo radical, hasta el momento; seis meses después del tratamiento, son más notables los daños que los resultados de mejora que surgirían de ellos. Por tal razón habrá que esperar más tiempo hasta ver resultado de alguno de los tratamientos. El mismo comportamiento se observa en la producción de la plantación, el tiempo no es suficiente para ver alguna diferencia o resultados precisos entre los tratamientos.

Palabras claves: Sistema radical, pudrición de cogollo (PC), resistencia a la penetrabilidad, masa seca, *Sagalassa valida*, descompactar, raíces, producción, labranza.

¹ Estudiante de pasantía, Ingeniera Agroforestal, Universidad de Nariño (agropalma011@gmail.com).

² Director de pasantía, Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional de Colombia (fbetancourt@palpailon.com).



PALMERAS DEL PAILÓN



UNIVERSIDAD DE NARIÑO

PASANTÍA EMPRESARIAL

ABSTRACT

This work was carried out in the Company Palpailón SA. Due to lack of knowledge of the current state of knowledge of soil and root problems without knowing the causes or origins, are raised by this research that seeks to identify strategies intended to minimize the physical limitations of soil and root system. To generate initial characterization raises a six lots with nine repetitions taking into account the 10% of the sample, in lots affected by compaction in three levels of illness and three sampling sites, dish, street and street harvest Palera. All areas assessed exceed the ideal level of compaction ($> 6 \text{ Kg/cm}^2$), indicating that the plantation has problems of soil pore space, additional problems are not recorded and validated Sagalassa its index does not exceed 1% damage cool, but stresses that this palm plantation area grew only 3.75% of optimum palm of 9-10 years.

The results of characterization can implement four treatments to reduce the degree of compaction by farm implements. Tillage performed with agricultural implements to unpack and improve root development, so far, six months after treatment, are most noticeable damage the results of improvement that would arise from them. For this reason we have to wait longer to see results from any of the treatments. The same behavior is observed in the production of planting, time is not enough to see any difference or accurate results between treatments.

Keywords: Root system, bud rot (PC), penetration resistance, dry mass, Sagalassa valid, unpack, roots, production, cultivation.



PALMERAS DEL PAILÓN



UNIVERSIDAD DE NARIÑO

PASANTÍA EMPRESARIAL

INTRODUCCIÓN

El territorio ecuatoriano cuenta con más de 207.285 hectáreas en etapa productiva. Localizadas sobre las tres regiones Costa, Sierra y Oriente que conforman el país. Adicional hasta el 2008 se cumplía con el 1% de la demanda internacional del aceite de palma³.

La Palma de aceite (*Elaeis guineensis*, Jacq), es uno de los cultivos más importantes para la economía del Ecuador; de allí que para los agricultores se hace necesario disponer de un manejo físico de suelo y del sistema radical óptimo para obtener rendimientos altos y de calidad. Es, sin duda alguna, uno de los cultivos de mayor proyección a nivel internacional como una alternativa de excelente perspectiva para el futuro.

En el cultivo de palma la combinación de la física suelo y del sistema radical ayudan a mejorar el desarrollo del cultivo, ya que si las propiedades físicas del suelo no son óptimas favorecen el deterioro de las raíces. Adicional, la plantación Palpailón estableció el cultivo sin realizar ningún tipo de labranza o remoción al recurso suelo, posiblemente esto ocasionó después de algunos años una compactación y por ende un gran limitante físico para las raíces, razón que permite el desarrollo de esta investigación; la cual tuvo como propósito evaluar algunas estrategias de manejo para el óptimo desarrollo del sistema radical en palma de aceite, a través de caracterización de la parte física de suelo y evaluación del sistema radical, y a partir de la ejecución de labranza para eliminar los posibles limitantes físicos del suelo y por ende del sistema radical.

Resaltando que la labranza o preparación de suelos es la manipulación mecánica de éste con el fin de alterar su estructura y disminuir su resistencia a la penetración de las raíces para convertirlo en un medio con condiciones óptimas para la germinación de las semillas y el desarrollo productivo de los cultivos (Figueroa y Morales 1994)⁴.

³ ANCUPA (2008): censo nacional de plantaciones 2008. Pg. 2.

⁴ FIGUEROA, S.B.; MORALES, F.F. 1994. Escuela de Postgrado, Chapingo, México. Pg. 273.



PALMERAS DEL PAILÓN



UNIVERSIDAD DE NARIÑO

PASANTÍA EMPRESARIAL

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En la costa pacífica del Ecuador y especialmente el Cantón de San Lorenzo en la plantación Palpailón S.A. hasta la fecha no se ha realizado una caracterización física – biológica del suelo. Sumado que las siembras adultas del cultivo de palma de aceite fueron establecidas sin realizar ningún tipo de labranza o remoción al recurso suelo. Esta circunstancia ha generado un desconocimiento de la situación actual del suelo, y posiblemente esto ha ocasionado limitantes en el desarrollo del cultivo aportado por un manejo inadecuado en la parte física de suelo y en el sistema radical del cultivo de palma de aceite.

Por la problemática descrita es fundamental realizar este tipo de investigaciones, ya que brindaran conocimiento de cual es la situación o problemática exacta para realizar un plan de manejo físico – biológico correcto, productivo y que mantenga los niveles satisfactorios para cubrir las necesidades humanas sin sobreexplotar a las personas y los recursos naturales.



PALMERAS DEL PAILON



UNIVERSIDAD DE NARIÑO

PASANTÍA EMPRESARIAL

JUSTIFICACION

Se trata de alcanzar el uso del suelo de manera sostenible, asegurando a través del conocimiento y entendimiento de las propiedades físicas del suelo y del sistema radical de la palma de aceite, para que su calidad y productividad se mantengan en el tiempo. Se considera la sostenibilidad del recurso suelo en términos de producción agrícola. Resulta de la aplicación de nuestro conocimiento fundamental para solucionar los retos de alta prioridad científica, social económica y ambiental.

Se refiere al papel de los suelos sustentando nuestras sociedades y nuestro ambiente. Tiene como objetivos tener en cuenta el conocimiento generado en todas las áreas de la Ciencia del Suelo y los nuevos desarrollos científicos para producir información que sea útil a aquellos sectores de la sociedad que, a menudo, no entienden el suelos en todas sus dimensiones y que por lo mismo subestiman su importancia en el ambiente y a quienes están involucrados en el diseño de políticas y en la toma de decisiones para el desarrollo del sector palmero del Ecuador y del mundo.



PALMERAS DEL PAILON



UNIVERSIDAD DE NARIÑO

PASANTÍA EMPRESARIAL

OBJETIVO GENERAL

Evaluar estrategias para el mejor desarrollo del sistema radical y aumento de la producción de palma de aceite en la Empresa Palmeras del Pailón S.A.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- ✚ Caracterizar para contribuir al conocimiento físico de suelo y del sistema radical de palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq), afectada por PC.
- ✚ Evaluar la labranza a través de diferentes implementos agrícolas, para disminuir el grado de compactación del suelo.
- ✚ Identificar el comportamiento productivo de la Palma de aceite en siembras adultas después de la labranza con implementos agrícolas.

PALMERAS DEL PAILON





UNIVERSIDAD DE NARIÑO

PASANTÍA EMPRESARIAL

MATERIALES Y MÉTODOS

Este trabajo se llevó a cabo en la Empresa del Palpailón S.A, la plantación está ubicada en el Cantón de San Lorenzo en el kilometro 9 vía Ibarra, Esmeralda, Ecuador, (78°53'20'' oeste y 1°10'30'' norte), sobre 27 m.s.n.m, con temperatura promedio anual de 25– 35°C, precipitación promedio anual de 2.434 mm y una humedad relativa de 81%. (Palpailón, 2009)⁵.

La Empresa Palpailón S.A. comprende un área neta de 2.863 hectáreas productivas de Palma de aceite y 240 hectáreas en proceso de renovación, es decir no inicia la etapa productiva. La fisiografía de la plantación presenta relieves ondulados y muy ondulados con pendientes entre (10–25%).

Caracterización física de suelo y del sistema radical de palma de aceite, afectada por PC.

Para este objetivo se realizó un muestreo de seis lotes con nueve repeticiones teniendo en cuenta el 10% de la muestra, en lotes afectados por PC, los muestreos fueron realizados en tres niveles de la enfermedad y tres sitios de toma de muestra; plato, calle cosecha y calle palera, en el periodo de seis meses.

Niveles de PC:

1. **Nivel 1:** Donde hay más de tres palmas consecutivas afectadas por la enfermedad (foco).
2. **Nivel 2:** Solo hay dos o tres casos pero estos son dispersos el uno del otro (área alejada del foco).
3. **Nivel 3:** No se registran casos de PC (sano).

⁵ Palpailón, (2009) Plantación Palpailón S.A. Lugar de la investigación.





UNIVERSIDAD DE NARIÑO

PASANTÍA EMPRESARIAL

Variables evaluadas

- ◆ Resistencia a la penetrabilidad (compactación).
- ◆ Densidad aparente.
- ◆ Monolitos (sistema radical)

Análisis estadístico

Los resultados fueron procesados a través de estadística descriptiva.

Penetrabilidad (Penetrómetro)

Para esta medición se utilizó un penetrómetro de mano marca **Eijkelkamp** de tipo analógico. Las lecturas se realizaron cada cinco centímetros hasta una profundidad de 45 centímetros, en los tres sitios de evaluación (**Figura. 1**).

La penetrometría o uso de penetrómetro es uno de los métodos más utilizados para evaluar la presencia de capas compactadas en suelos agrícolas (De León et al. 1998, Rooney y Lowe 2000, Duiker 2002). Esta característica permite diagnosticar situaciones de compactación y la posterior utilización de métodos adecuados (profundidad de trabajo y tipo de equipo a usar) para solucionar el problema.

Densidad aparente (Método del terrón parafinado)

Este método consiste en separar cuidadosamente del suelo " In situ " terrones de 50 a 100 gramos y luego pesarlos; recubrirlos con parafina, volverlos a pesar y determinar el volumen por el desplazamiento que produce el terrón parafinado en el agua.

La densidad aparente del suelo puede ser determinada mediante el recubrimiento del terrón, de peso conocido, con una sustancia repelente al



PALMERAS DEL PAILÓN



UNIVERSIDAD DE NARIÑO

PASANTÍA EMPRESARIAL

agua (por ejemplo, parafina de densidad conocida), pesándolo de nuevo para luego ser sumergido en un envase de volumen conocido conteniendo un líquido de densidad conocida (**Figura 2**).

Monolito (Sagalassa valida)

Los monolitos se realizaron en las palmas identificadas al azar en los lotes seleccionados de las siembras (2001-2002-2003), con una medición de 35 cm de largo, 35 cm de ancho y 40 cm de profundidad, para un volumen de suelo (0,049m³) en los materiales IRHO Y ASD.

Tomadas las muestras se les realizara el respectivo lavado, conteo y clasificación de los diferentes tipos de raíz, pesado y secado a (105°C por 24 horas) hasta peso constante.

Para el análisis y observaciones de daños se hará uso de las variables: número total de raíces (primarias, secundarias, terciarias y cuaternarias), raíces nuevas, peso de las raíces y número de raíces con daño fresco y viejo. Adicional para la identificación del tipo de raíz en palma de aceite se tuvo en cuenta lo descrito por Tinker (1976)⁶: raíz primaria: 6 – 10 mm, raíz secundaria: 2 – 4 mm, raíz terciaria: 0,7 – 1,2 mm, raíz cuaternaria: 0,1 – 0 (**Figura 3**).

Figura. 1



Figura. 2



Figura. 3



⁶ Tinker (1976). Clasificación anatómica del sistema radical en palma de aceite.





UNIVERSIDAD DE NARIÑO

PASANTÍA EMPRESARIAL

Características de las raíces

Raíces primarias o antiguas: Son aquellas que ya tienen formada su corteza, son de color negro y le sirven a la palma de anclaje y para absorber nutrientes del suelo.

Raíces tiernas o nuevas: Son aquellas de color blanco o rojo, no tienen corteza formada. Son más blandas que las primarias.

Raíces con daño fresco: Son aquellas raíces que han sido atacadas pero que pueden tener o no presencia de la larva al momento del conteo. El daño fresco se caracteriza por una coloración rosada o rojiza, roja —salmón, rojo— anaranjado que cubre totalmente las raíces. Este daño fresco puede presentarse tanto en raíces primarias como en raíces tiernas.

Raíces con daño viejo: Se caracteriza por una coloración marrón – oscuro.

Tomadas las muestras se les realizó el respectivo lavado, conteo y clasificación de los diferentes tipos de raíz, pesado y secado a 105°C por 24 horas, hasta peso constante. Adicional se tuvo en cuenta otros daños, anomalías o deformación en el sistema radical.

Evaluación de la labranza a través de diferentes implementos agrícolas, para disminuir el grado de compactación.

Para este segundo objetivo la Empresa Palpailón S.A. después de realizado el objetivo uno y observado el gran limitante físico de suelo a través de la compactación, establece unos tratamientos para disminuir el grado de compactación presente en los suelos.

Los materiales utilizados fueron los diferentes tipos de maquinaria agrícola, penetrómetro de mano, marca **Eijkelkamp** de tipo analógico, y herramientas necesarias para el muestreo del sistema radical (calicatas). El arado solo se efectuó en las calles de palera o muro del cultivo.



PALMERAS DEL PAILÓN



UNIVERSIDAD DE NARIÑO

PASANTÍA EMPRESARIAL

Trat.	Época de aplicación	Implemento agrícola
T1	Post - siembra	Azadón mecánico
T2	Post - siembra	Retroexcavadora
T3	Post - siembra	Bulldozer
T4	Post - siembra	Sin labranza

Diseño experimental

Se trabajaron cuatro tratamientos (implementos agrícolas), con un número de tres repeticiones por tratamiento, en un diseño de bloques completamente al azar, el muestreo se realizó a los tres y seis meses después de haber ejecutado los tratamientos.

Descripción de los tratamientos

Los tratamientos se realizaron en siembras adultas (10 – 9 años de edad), con una dimensión de calicata después de 50 cm alejada del estípote; dimensiones 2 metro de largo, 40 cm de ancho y 40 de profundidad.

Variables evaluadas

Para estos objetivos las variables son: penetrabilidad, emisión y evolución de raíces a través de: total de raíces gruesas y porcentaje raíces gruesas nuevas.

Análisis estadístico

Se realizó un análisis de varianza (ANDEVA), los tratamientos que presentaron diferencia altamente significativa ($p < 0.05$), fueron sometidas a una prueba de Tukey.



PALMERAS DEL PAILON



UNIVERSIDAD DE NARIÑO

PASANTÍA EMPRESARIAL

Comportamiento productivo de la palma de aceite después de la labranza con implementos agrícolas.

Para el análisis del impacto del uso de los implementos agrícolas en la producción, se tomó la producción histórica de la plantación en la variable Kilos de RFF últimos 12 meses y se generó un índice de comparación de producción de kilos que se define así:

(Kilos de RFF/Palma últimos 12 meses actual)/ (Kilos de RFF/palma últimos 12 meses año anterior)

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Caracterización física de suelo y del sistema radical de palma de aceite, afectada por PC.

Tabla #1. Resultados de las propiedades físicas de suelo en los niveles y sitios de muestreo.

Propiedades físicas		Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Ideal ⁷
Sitios					
Penetrabilidad (kg/cm ²)	Plato	18.25	18.23	16.96	6 kg/cm ²
	Cil. Cosecha	14.60	13.79	12.55	
	Cil. Palera	11.94	14.39	14.32	

⁷ Dr. William Fino (2000): Estudio detallado de suelo y aptitud de uso para palma de aceite en la hacienda palmeras del pailón. Pg. 2-15.



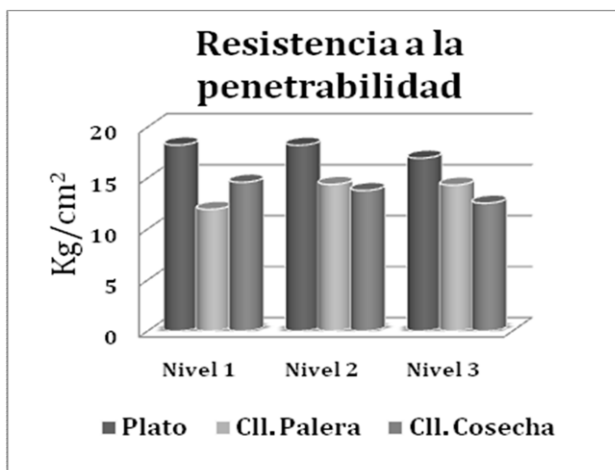
PALMERAS DEL PAILON



Da (g/cm ³)	Plato	1.4	1.4	1.3	1,2 g/cm ³
	Cll. Cosecha	1.4	1.4	1.3	
	Cll. Palera	1.4	1.4	1.3	

Resistencia a la Penetrabilidad

Las áreas que presentan la enfermedad (Nivel 1-2), revelan los mayores valores de resistencia a la penetrabilidad, en los sitios; el área más compacta son los platos seguidos de la calle cosecha y calle palera respectivamente. Todas las áreas exceden el nivel ideal de compactación (>6 Kg/cm²), e indican que la plantación presenta problemas de espacio poroso del suelo (Gráfica # 1).

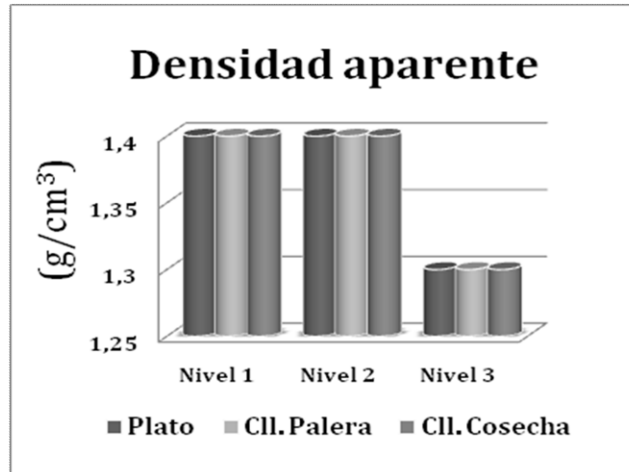


Gráfica # 1

Densidad aparente

Las áreas que manifiestan la enfermedad, presentan los mayores valores de densidad aparente, en los sitios; los platos predominan, seguidos de la calle de cosecha y calle de palera respectivamente. Las áreas de muestreo sobrepasan el ideal, y confirman los valores altos de compactación en el suelo (Gráfica # 2).





Gráfica # 2

Sistema radical

Con relación a *Sagalassa valida* ésta presenta niveles inferiores al nivel crítico (5%), por lo anterior no requiere ningún control para el manejo de la plaga, sin embargo se debe planificar un control preventivo con el ánimo de mantener la población y no dejar que ésta aumente.

Enfatizando en PC las áreas caracterizadas muestran, que en las zonas donde está presente la enfermedad, los rangos de compactación son altos y el crecimiento del cultivo en masa seca es más lento que en las áreas aparentemente sanas.

Por la importancia que merece las raíces se exponen los resultados del muestreo, para observar daños y masa seca del sistema radical del cultivo.

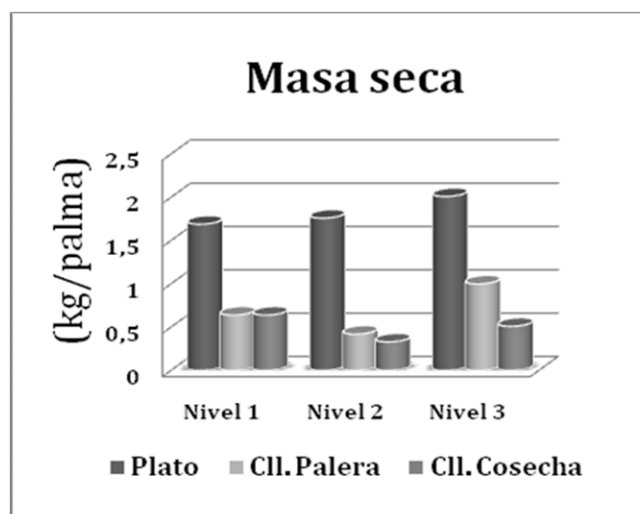




Tabla #2. Masa seca del sistema radical en los niveles y sitios de muestreo

Masa seca		Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Ideal
Sitios					
Masa seca (kg/palma)	Plato	1.69	1.76	2.01	80.41 kl/palma/año
	Cil. Cosecha	0.64	0.42	1.00	
	Cil. Palera	0.64	0.33	0.51	
	Total kg/palma	2.97	2.51	3.52	

Observación: El volumen de suelo por palma 69.93 m², para calcular la masa seca del cultivo, se dividió por el área correspondiente a cada sitio de evaluación.



Gráfica # 3





UNIVERSIDAD DE NARIÑO

PASANTÍA EMPRESARIAL

En investigaciones de palma de aceite, realizadas por Dufrene⁸; estimó un índice de masa seca de 11.5 ton/has/año. Esto indica 80.41 kg/palma/año. Al comparar este dato con el encontrado en el lugar de la investigación 3 kg/palma, las palmas de esta zona de la plantación solo han crecido 3.75 % del óptimo para palma de 9–10 años (Gráfica # 3).

Otros daños registrados:

- ❖ Daños por física de suelo (compactación).
- ❖ Daños por humedad y sequedad.
- ❖ Daños por *Neolecanium silverai* (ninfa).

El estado actual de las raíces es preocupante sumado al lento crecimiento que registra el cultivo. Las raíces muestran un aspecto reseco (fisuras), con deformaciones, con daños viejos de *Sagalassa*, con aspecto no funcional, sumado a la baja densidad de raíces por palma.

Evaluación de la labranza a través de diferentes implementos agrícolas, para disminuir el grado de compactación.

Teniendo en cuenta los resultados hallados en la caracterización, estos fueron comparados y obtenidos promedios entre antes y después del establecimiento de los tratamientos.

Antes de los tratamientos los suelos registraban un promedio de resistencia a la penetrabilidad en las calles de palera de 15,45 Kg/cm², después de tres meses de los tratamientos con los diferentes implementos agrícolas, de forma

⁸ Dufrene: Producción de masa seca. Libro de palma de aceite 2009.





UNIVERSIDAD DE NARIÑO

PASANTÍA EMPRESARIAL

general se observa un promedio de resistencia a la penetrabilidad de 10,53 Kg/cm², dejando ver una disminución de 4.92 Kg/cm².

De los implementos agrícolas; al comparar los resultados obtenidos entre antes y después, la retroexcavadora redujo la resistencia a la penetrabilidad en un 45.21%, seguido del bulldozer y azadón mecánico en un 11.02% y 20.56% respectivamente.

La tabla # 3: Registra el comportamiento del efecto de la labranza en diferentes épocas o lapsos de tiempo, como se puede observar en ella; el azadón y el bulldozer tienden a recompactarse, a diferencia de la retroexcavadora que a medida que pasa el tiempo mantiene los niveles bajos de compactación sin tender a elevarse. El testigo a medida que pasa el tiempo aumenta su grado de compactación.

Tabla # 3: Historial de la resistencia a la penetrabilidad en siembras adultas de palma de aceite después de los tratamientos.

Sitios	Implementos		Azadón	Retroexcavadora	Bulldozer	Sin labranza
	Antes	Cil. Palera				
Penetrabilidad Kg/cm ²	Antes	Cil. Palera	13,25	22,34	12,49	13,73
	3 Ms.d	Cil. Palera	8,73	10,01	8,43	13,00
	6 Ms.d	Cil. Palera	11,25	8,75	11,54	15,41





UNIVERSIDAD DE NARIÑO

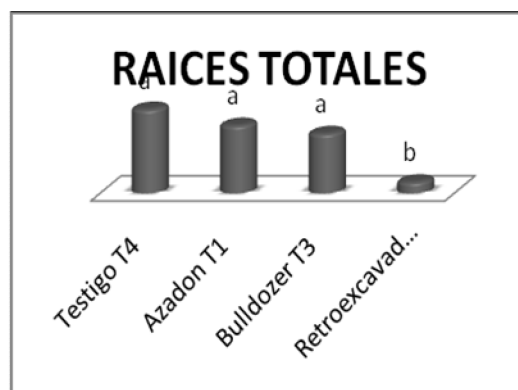
PASANTÍA EMPRESARIAL

Evolución y desarrollo del sistema radical

Para la evolución del sistema radical, se tuvieron en cuenta los datos obtenidos a través de las calicatas, después de los tratamientos se procedió a realizar muestreos, para observar; la evolución, emisión, rebrotes y/o cicatrización de las raíces después del arado con los implementos agrícolas.

El análisis de varianza del número total raíces gruesas en siembra adultas señalando un grado de significancia entre los tratamientos, con un promedio entre ellos de 15.4 y un coeficiente de variación de 23%.

Gráfica # 4. Prueba de significancia de Tukey al 5%.



La gráfica # 4. Con la prueba de Tukey los tratamientos (T1 – T3 – T4) dejan ver una diferencia altamente significativa del 100% con relación al tratamiento (T2). Se destaca el T4 con una diferencia del 19% de los demás tratamientos.

Con relación al número de raíces totales no hay una diferencia significativa entre los (T1 – T3 – T4*), aunque el T4 es significativo en comparación con los demás. Adicional el tratamiento T2 es diferente, ya que su aporte en número de raíces totales es cero.

Lo anterior está sustentado por lo descrito por Corley et al. (1971) y Ruer (1968); dice:

PALMERAS DEL PAILON





UNIVERSIDAD DE NARIÑO

PASANTÍA EMPRESARIAL

En los primeros años, la biomasa radical aumenta con la edad de las palmas, pero no está claro si esto continúa más allá de alrededor de 8 a 10 años, o si, como con la biomasa foliar, se mantiene a un nivel más o menos constante. Los datos de Corley et al. (1971); no mostraron ninguna tendencia entre los 10 y 17 años, sino una biomasa mucho mayor en palmas de 27 años de edad. Sea que la biomasa es constante o no, todavía habrá carbono asignado a la restitución de raíces en las palmas más viejas.

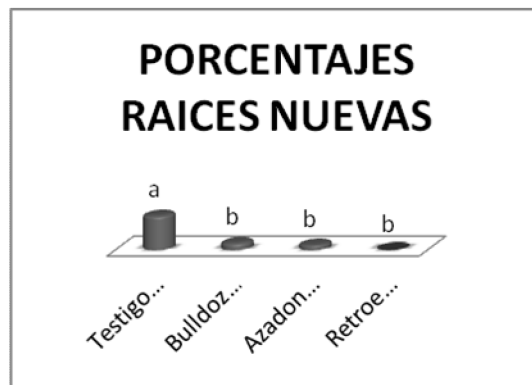
Según estudios de Ruer (1968) se deduce que la restitución de nuevas raíces presenta los siguientes porcentajes anuales:

- ❖ El 15% de las raíces primarias
 - ❖ El 31% de las raíces secundarias
 - ❖ El 53% de raíces finas
- } Son reemplazadas cada año.

Porcentaje raíces nuevas

El análisis de varianza del porcentaje raíces gruesas nuevas. Muestra el grado de significancia entre los tratamientos, con un promedio entre ellos de 0.21 y un coeficiente de variación de 38%.

Grafica # 5. Prueba de significancia de Tukey al 5%





UNIVERSIDAD DE NARIÑO

PASANTÍA EMPRESARIAL

La gráfica # 5. En la prueba de Tukey muestra que el porcentaje de raíces nuevas del tratamiento T4 (testigo) es significativo con una diferencia del 71% con relación a los demás tratamientos; dichos tratamientos que entre si no presentan ninguna diferencia porque su aporte en raíces nuevas no es significativo en proporción con el testigo.

Los tratamientos (T3-T1-T2), después de la preparación con los implementos agrícolas, no revelan ninguna emisión de raíces nuevas. Hasta el momento las raíces no expresan signo de cicatrización y/o recuperación de los cortes o daños generados.

Después de evaluaciones a los tres y seis meses de realizado los tratamientos, el comportamiento del sistema radical para recuperarse y generar nuevas raíces aun no es visible, son más notables los daños que los resultados de mejora que surgirían de ellos. Por tal razón habrá que esperar más tiempo hasta ver resultado de alguno de los tratamientos.

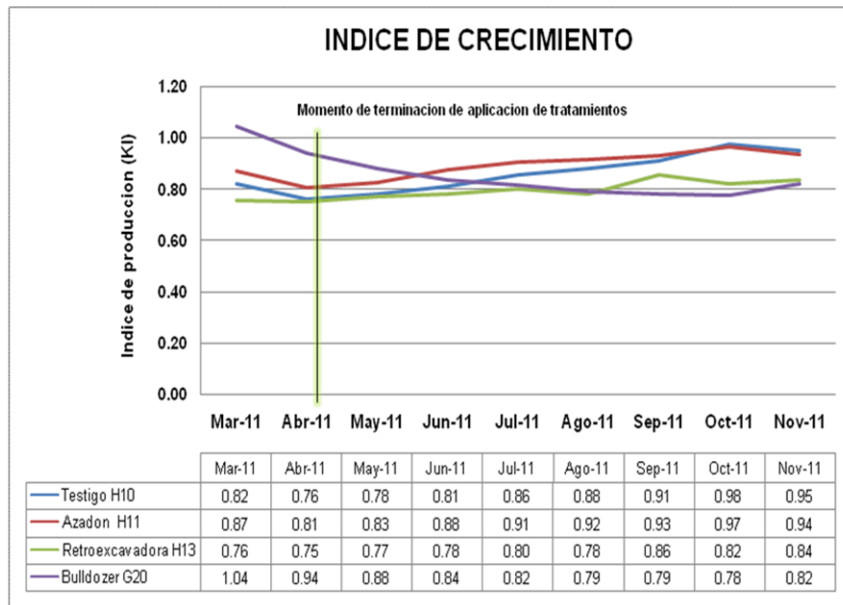
Aunque se debe destacar, que si, se han generado nuevas raíces, pero el origen de estas, no son de las raíces que fueron cortados por los implementos ni de las áreas por donde se realizo el arado; sino más bien del bulbo de la palma. De lo anterior, no estamos seguros, si estas raíces pueden ser por estimulación del arado o simplemente son nuevas raíces que la palma está generando desde su base.

Comportamiento productivo de la palma de aceite después de la labranza con implementos agrícolas.

Gráfica # 6. Índice de crecimiento en la producción del cultivo después de los tratamientos.

PALMERAS DEL PAILON





Fuente: Registros mensuales de producción Palpailón S.A.

El índice de crecimiento expresa un comportamiento fluctuante entre los tratamientos, pero se puede resaltar que aunque los lotes presentan una curva de descenso antes del tratamiento, después de él; los tratamientos (T1-T4) tienden a incrementar el índice de crecimiento manteniéndose hasta originarse un descenso pasado los seis meses. Los tratamientos (T2-T3) muestran una caída permanente algo constante hasta el séptimo mes; con un pequeño incremento del T2 en el mes cinco y nuevamente decrece manteniendo el comportamiento inicial, con una pequeña iniciativa de aumentar.

En relación a los implementos el lote arado con azadón mecánico indica un aumento en el índice de crecimiento de la producción a diferencia de los más implementos.

En el lote sin labranza o testigo registra un descenso en la misma época que se aplicó el tratamiento en las demás áreas, pero luego tiende a aumentar, finalizando la evaluación con registros muy semejantes al lote manejado con azadón.

Con lo anterior se concluye que la producción hasta el momento no se ha visto afectada en ninguna forma directamente por el arado, su comportamiento se ha



UNIVERSIDAD DE NARIÑO

PASANTÍA EMPRESARIAL

mantenido fluctuante desde inicio de este año. Sumando a ello hoy en día, las áreas evaluadas expresan los mayores casos de pudrición de cogollo, situación que ha generado una disminución en el área productiva por la erradicación, reduciendo la producción en tonelada de fruta fresca de la empresa y de las áreas evaluadas.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las áreas evaluadas en la caracterización exponen registros alarmantes de compactación o falta de espacio poroso del suelo aun después del arado, resultado que deja ver el gran limitante físico para el desarrollo del sistema radical del cultivo.

Sagalassa valida no registra problemas. La masa seca del sistema radical presenta valores bajos para la edad del cultivo, el rango óptimo de masa seca para palmas de esta edad (10-9 años), es de 80.41 kg/palma/año⁹, la plantación solo registra 3kg/palma/año; resultado que confirma el lento crecimiento del cultivo en la plantación.

En relación a PC; los limitantes físicos del suelo y la baja densidad, deterioro y lento crecimiento del sistema radical, son más evidentes en las áreas que manifiestan la enfermedad, aun, no está claro si, los limitantes físicos del suelo como compactación, sumado a la escases de raíces afecta directamente a la presencia de PC. Solo se puede decir que las áreas caracterizadas muestran, que en las zonas donde está la enfermedad, los rangos de compactación son altos y crecimiento radical es más lento.

De los implementos agrícolas utilizados en los diferentes tratamientos, ninguno de ellos ha generado nuevas raíces por las áreas trabajadas, de lo cual se concluye que hasta el momento no es evidente una diferencia en emisión de raíces entre los implementos, solo se puede destacar que el azadón mecánico causa menos daños a las raíces.

Adicional no está claro, si con el uso de los implementos agrícolas realmente se descompacto el suelo, y si las condiciones actuales son las mejores para el

⁹ Dufrene: Producción de masa seca. Libro de palma de aceite 2009.





UNIVERSIDAD DE NARIÑO

PASANTÍA EMPRESARIAL

desarrollo de las raíces. Razones que no permite identificar cual es el tratamiento ideal para mejorar condiciones de suelo y por ende aumentar raíces.

Con relación a la producción, no se logró identificar un comportamiento claro sobre el impacto positivo de los implementos agrícolas en el área estudiada. Porque el tiempo de evaluación después de los tratamientos no es significativo (corto) para observar cambios en la producción.

Se recomienda continuar con los muestreos de evolución; tanto en la parte física de suelo como en las raíces, por más tiempo para observar diferencias entre los tratamientos y poder identificar cual sería la mejor estrategia de manejo para el cultivo.

Adicional se recomienda realizar y establecer un plan de manejo para descompactar el recurso suelo y poder disminuir la resistencia a la penetrabilidad de forma permanente, adicional ver la posibilidad de reproducir y hacer aplicaciones de *Pseudomonas fluorescens* por ser una bacteria solubilizadora de fosforo (BSP), asociada con roca fosfórica; por fijar fosforo, nitrógeno y promover el crecimiento vegetal del cultivo.

AGRADECIMIENTO

Los autores expresan sus agradecimientos a Dios, a la Empresa Palpailón S.A. y Universidad de Nariño ya que sin su apoyo no hubieran podido realizar la investigación que aquí se comenta y no hubiera podido darse claridad a los nuevos conceptos que de ellas han emanado. Así mismo se agradece la colaboración brindada a todo el resto del personal de la empresa.

BIBLIOGRAFÍA

ADEOYE, 1982; LINDSTROM Y ONSTAD, (1984): efecto de las gotas de lluvia en la compactación de los suelos después de la labranza. Tomado de internet [Online].<http://www.monografias.com> 2010.

PALMERAS DEL PAILON





UNIVERSIDAD DE NARIÑO

PASANTÍA EMPRESARIAL

ANCUPA (2008): Censo nacional de plantaciones 2008. Pg. 2

ARKING, G.F.; TAYLOR.H.M. 1981. Modifying the root environment to reduce crop Stress. American Society of Agricultural Engineers. St. Joseph, MI. (ASAE Monograph No.4). Tomado de la revista de palma vol. 20, numero 1 .1999.

CORLEY ET AL. (1971): Producción de masa seca. Tomado del libro “la palma de aceite” cuarta edición, pg. 99 – 108. Fedepalma.

CORLEY ET AL. (1971); RUER (1968); biomasa de las raíces; crecimiento y restitución de raíces. Tomado del libro “la palma de aceite” cuarta edición, pg. 99 – 108. Fedepalma.

CORLEY, R.H.V; TINKER, P.B (2003). “The Oil Palm”. World Agriculture series. Ed. Blackwell Science. 4a Edicion. Reino Unido. Extraído del trabajo de grado denominado “MODELO DE CULTIVO DE PALMA ACEITERA (*Elaeis guineensis* Jack.) EN HONDURAS” Autor (a) Ángela Herreros (2008). Universidad Politécnica De Madrid.

CASTRO, H.; AMEZQUITA, E. 1991. Sistemas de labranza y producción de cultivos en suelos con limitantes físicos. Revista Suelos Ecuatoriales (Colombia) v.21 no.1, p. 21-28. Tomado de la revista de palma vol. 20, numero 1 .1999.

DUFRENE; Producción de masa seca. Tomado del libro “la palma de aceite” cuarta edición, pg. 99 – 108. Fedepalma. FIGUEROA, S.B.; MORALES, F.F. 1994. Manual de producción de cultivos con labranza de conservación. SARH y Escuela de Postgrado, Chapingo, México. 273p. Tomado de la revista de palma vol. 20, numero 1 .1999.

FIGUEROA, S.B.; MORALES, F.F. 1994. Manual de producción de cultivos con La branza de conservación. SARH y Escuela de Postgrado, Chapingo, México. 273p. Tomado de la revista de palma vol. 20, numero 1 .1999.

Rooney, D.J. ;; Lowe, B. 2000. A profile cone penetrometer for mapping soil horizons. Soil Science Society of America Journal 64 : 2136-2139. Extraído de “Características del suelo y desarrollo radical en palma aceitera joven (*Elaeis*



PALMERAS DEL PAILON



UNIVERSIDAD DE NARIÑO

PASANTÍA EMPRESARIAL

guineensis Jacq.) en sitios afectados por pudriciones del cogollo . **[Online]**
<http://www.asd-cr.com/paginas/espanol/articulos/bol3301esp.html> tomado de internet a los 14 del mes de febrero.

PALPAILON (2009)· Plantación Palpailón S.A. Tomado de la base de datos de la empresa Marzo del 2011.

WILLIAM FINO (2000): Estudio detallado de suelo y aptitud de uso para palma de aceite en la hacienda palmeras del pailón. Pg. 2-15.

PALMERAS DEL PAILON

