



**UNIVERSIDAD LAÍCA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES Y AMBIENTALES**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**  
**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERÍA EN**  
**RECURSOS NATURALES Y AMBIENTALES**

**TEMA**

**EVALUACIÓN DEL AGUA RESIDUAL TRATADA PARA  
USO EN RIEGO AGRÍCOLA DEL CULTIVO DE PALMA  
AFRICANA *Elaeis guineensis* EN LA “EXTRACTORA  
AGRÍCOLA RÍO MANSO S.A. PLANTA MONTERREY  
2018.”**

**AUTORES**

**COBEÑA CHÁVEZ MIRNA MARÍA**  
**RIOFRÍO CEDEÑO EVELYN CAROLINA**

**TUTOR**

**ING. ÁNGEL VICENTE PÉREZ BRAVO, Mg.**

**ECUADOR, MANTA 2019**

## **MIEMBROS DEL TRIBUNAL**

Los suscritos integrantes del tribunal correspondiente, declaran que han aprobado el proyecto de investigación: **“EVALUACIÓN DEL AGUA RESIDUAL TRATADA PARA USO EN RIEGO AGRÍCOLA DEL CULTIVO DE PALMA AFRICANA *Elaeis guineensis* DE LA “EXTRACTORA AGRÍCOLA RÍO MANSO S.A. PLANTA MONTERREY 2018”**. Que ha sido propuesta, desarrollada y sustentada por: Cobeña Chávez Mirna María y Riofrio Cedeño Evelyn Carolina, previa a la obtención del título de Ingeniería en Recursos Naturales y Ambientales, de acuerdo el reglamento para la elaboración de tesis de grado de Tercer Nivel de la Universidad Laíca Eloy Alfaro “ULEAM”.

---

**Decana de la Facultad**

Ing. Yessenia García Montes Mg. Sc

---

**Tutor Responsable**

Ing. Ángel Pérez Bravo Mg. G.A

## **MIEMBROS DEL TRIBUNAL**

---

Ing. Xavier Anchundia Muentes, Mg. G.A.  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

---

Ing. Celio Bravo Moreira, Mg. G.A.  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

---

Ing. Rubén Alcívar Murillo, Mg. G.A.  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

## CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Ángel Vicente Pérez Bravo, Msc. Certifica haber tutorado el proyecto de investigación: **“EVALUACIÓN DEL AGUA RESIDUAL TRATADA PARA USO EN RIEGO AGRÍCOLA DEL CULTIVO DE PALMA AFRICANA *Elaeis guineensis* DE LA “EXTRACTORA AGRÍCOLA RÍO MANSO S.A. PLANTA MONTERREY 2018”**. Que ha sido desarrollada por Cobeña Chávez Mirna María y Riofrío Cedeño Evelyn Carolina, egresadas de la carrera de Ingeniería en Recursos Naturales y Ambientales, previo a la obtención del título de Ingeniero en Recursos Naturales y Ambientales, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TESIS DE GRADO DE TERCER NIVEL**, de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.

---

Ing. Ángel Vicente Pérez Bravo Mg. G.A.

## **DECLARACIÓN DE AUTORIA**

Cobeña Chavez Mirna María y Riofrío Cedeño Evelyn Carolina declaramos bajo juramento la responsabilidad de los hechos, ideas y doctrinas expuestos en la presente investigación, corresponde exclusivamente a los autores y patrimonio intelectual de los mismos, estudiantes de la carrera de Ingeniería en Recursos Naturales y Ambientales de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, y que no ha sido presentado previamente para ningún grado o calificación personal y se han consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

-----

**Cobeña Chávez Mirna María**  
**CI 1316495561**

-----

**Riofrío Cedeño Evelyn Carolina**  
**CI 1313692806**

## **AGRADECIMIENTO**

Mi agradecimiento principal es para Dios, ser omnipotente que ha guiado mi camino, a pesar de cada adversidad, con su luz de bendición me ha encaminado por el sendero del bien.

Mi gratitud imperecedera con mis padres, mis hermanos, seres que han sido pilar fundamental en todo mi recorrido académico, gracias por el apoyo y porque su esfuerzo no ha sido en vano, ya que con el ser profesional se notara la cosecha porque sembraron su fe en tierra fértil, ah mi pareja Derian por darme sus consejos, su apoyo y por estar conmigo en este paso tan importante de mi vida.

Gracias a todo el magistrado que conforma el cuerpo de trabajo de la carrera de Ingeniera en Recursos Naturales y Ambiente por las cátedras impartidas en cada clase y por los conocimientos adquiridos. De la misma manera agradecer al Tutor. Magister. Ángel Vicente Pérez Bravo por la paciencia y por el empeño que puso en cada tutoría para poder realizar el trabajo de titulación.

*Mirna Cobeña*

## AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por protegerme durante todo mi camino y darme fuerzas para superar obstáculos y dificultades a lo largo de toda mi vida.

Agradezco también la confianza y el apoyo que me brindaron mis padres, que con su demostración ejemplar me han enseñado a no desfallecer ni rendirme ante nada y siempre perseverar a través de sus sabios consejos.

A mi hermana, por ser una gran amiga para mí, que juntas hemos pasado momentos inolvidables y uno de los seres más importantes en mi vida.

Todo esto no podría ser posible sin el amparo incondicional que me otorgaron mis tíos, Sanders y Genobeba Álvarez Cedeño quienes con su ayuda, cariño y comprensión han sido parte fundamental de mi vida.

A mi prima, Eleana quien con su afecto y guía me acompaño en todo momento.

A Ricardo, por su amor incondicional, acompañándome durante todo este arduo camino y compartir conmigo alegrías, fracasos y demostrarme que siempre podré contar con él.

A mi tutor Magister. Ángel Vicente Pérez Bravo por la ayuda y dedicación que brindo al momento de trabajar en cada tutoría para poder culminar el trabajo de titulación.

Gracias a todas las personas que ayudaron directa e indirectamente en el transcurso de este proyecto.

Las palabras nunca serán suficientes para testimoniar mi aprecio y agradecimiento.

*Evelyn Riofrío*

## DEDICATORIA

El presente trabajo de Tesis se lo dedico a Dios por iluminarme y ser guía en mi camino en todo momento.

También a mis padres, por el apoyo incondicional que me brindaron en todo el transcurso de mi carrera universitaria, a mis hermanos por ser parte del trayecto de mi carrera, brindándome su ayuda sin recibir nada a cambio.

A Derian Santana por ser mi apoyo incondicional en todo momento por todo el amor brindado, aconsejándome en este camino por verme feliz.

*Mirna Cobeña*

## DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mi madre por ser la persona que me ha acompañado durante todo mi trayecto estudiantil y de vida.

A mi padre quien con sus consejos ha sabido guiarme para culminar mi carrera profesional.

Les dedico esto, por ser el pilar más importante y por demostrarme que con esfuerzo, amor y responsabilidad se puede llegar muy lejos.

A mi hermana por su apoyo incondicional, por estar siempre dispuesta a escucharme y ayudarme en cualquier momento.

*Evelyn Riofrío*

# ÍNDICE GENERAL

MIEMBROS DEL TRIBUNAL.....	i
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR.....	ii
DECLARACIÓN DE AUTORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO .....	iv
AGRADECIMIENTO .....	v
DEDICATORIA .....	vi
DEDICATORIA .....	vii
ÍNDICE GENERAL.....	viii
RESUMEN.....	xiv
SUMMARY.....	xv
I. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1. Aguas residuales .....	1
1.1.2. Tratamiento de aguas residuales industriales por medio de lagunas de oxidación .....	2
1.1.3. Palma Africana .....	3
1.2. Planteamiento del problema .....	6
1.3. Justificación .....	7
1.4. HIPÓTESIS.....	9
1.5. VARIABLES DE INVESTIGACIÓN .....	9
1.5.1. Variable dependiente.....	9
1.5.2. Variable independiente.....	9
1.6. OBJETIVOS.....	10
1.6.1. Objetivo general .....	10
1.6.2. Objetivos específicos .....	10
II. METODOLOGÍA.....	11
2.1. Ubicación y área de estudio.....	11
2.2. Datos climatológicos .....	11
2.3. Métodos procedimientos e instrumentos de recopilación de datos..	12
2.3.1. Métodos .....	12

2.3.2.1.	Análisis del agua.....	13
2.3.2.2.	Análisis del suelo .....	13
III.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	15
3.1.	Análisis de los datos obtenidos por el laboratorio de la empresa. ...	15
3.1.1.	Descripción y análisis de los resultados.....	15
3.1.6.	Resultados de los análisis de agua de la laguna 8 .....	20
3.1.11.	Resultados del análisis de suelo.....	27
3.1.12.	Análisis del suelo inicial.....	27
3.1.13.	Análisis del suelo durante la aplicación del riego en la parcela testigo	28
3.1.13.1.	Análisis del pH en la parcela testigo .....	28
3.1.13.2.	Análisis de la conductividad en la parcela testigo .....	29
3.1.13.3.	Análisis de la humedad en la parcela testigo .....	30
3.1.13.4.	Análisis de la capacidad de campo en la parcela testigo .....	31
3.1.14.	Análisis del suelo durante la aplicación del riego en la parcela experimental.....	33
3.1.16.	Resultados de los macro y micronutrientes del suelo .....	42
3.1.16.1.	Análisis de la parcela testigo .....	42
3.1.16.2.	Análisis de la parcela experimental .....	43
3.1.17.	Características de producción de los racimos (frutos).....	44
3.1.17.1.	Resultado de la parcela testigo .....	44
3.1.18.	Resultado de la parcela experimental .....	46
3.1.19.	Resultados del requerimiento hídrico de la palma africana .....	48
3.2.	DISCUSIÓN.....	49
IV.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	51
4.1.	CONCLUSIONES.....	51
4.2.	RECOMENDACIONES.....	52
V.	BIBLIOGRAFIA.....	53
	ANEXOS .....	55

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Análisis del pH de la Laguna 7. ....	15
<b>Tabla 2:</b> Análisis de sólidos totales de la laguna 7. ....	16
<b>Tabla 3:</b> Análisis de sólidos disueltos de la laguna 7.....	17
<b>Tabla 4:</b> Análisis de sólidos suspendidos de la laguna 7.....	18
<b>Tabla 5:</b> Análisis de DQO de la laguna 7.....	19
<b>Tabla 6:</b> Análisis de pH de la laguna 8.....	20
<b>Tabla 7:</b> Análisis de los sólidos totales de la Laguna 8.....	21
<b>Tabla 8:</b> Análisis de los sólidos disueltos de la laguna 8.....	22
<b>Tabla 9:</b> Análisis de los sólidos suspendidos de la laguna 8.....	23
<b>Tabla 10:</b> Análisis de DQO de la laguna 8.....	24
<b>Tabla 11:</b> Análisis de laboratorio INIAP QUEVEDO.....	25
<b>Tabla 12:</b> Caracterización de pH, conductividad, humedad.....	27
<b>Tabla 13:</b> Resultados del pH de la parcela testigo.....	28
<b>Tabla 14:</b> Resultados de la conductividad parcela testigo.....	29
<b>Tabla 15:</b> Resultados de la humedad del suelo.....	30
<b>Tabla 16:</b> Resultados de la capacidad de campo de la parcela testigo.....	31
<b>Tabla 17:</b> Resultados del punto de marchitez de la parcela testigo.....	32
<b>Tabla 18:</b> Resultados del pH de la parcela experimental.....	33
<b>Tabla 19:</b> Resultados de la conductividad de la parcela experimental.....	34
<b>Tabla 20:</b> Resultados de la humedad en la parcela experimental.....	35
<b>Tabla 21:</b> Resultados de la capacidad de campo en la parcela experimental.....	36
<b>Tabla 22:</b> Resultados del punto de marchitez de la parcela experimental.....	37
<b>Tabla 23:</b> Resultados de la parcela testigo, toma de muestras de densidad real, densidad aparente y porosidad.....	38
<b>Tabla 24:</b> Resultados de la porosidad.....	39
<b>Tabla 25:</b> Resultados de la parcela experimental, toma de muestras de la.....	40
<b>Tabla 26:</b> Resultados de la porosidad.....	41
<b>Tabla 27:</b> Resultados de los macro y micro nutrientes en la parcela testigo.....	42
<b>Tabla 28:</b> Resultados de los macro y micro nutrientes de la parcela experimental.....	43
<b>Tabla 29:</b> Resultados de la producción de los racimos de la parcela testigo (Octubre).....	44
<b>Tabla 30:</b> Resultados de la producción de los racimos de la parcela testigo (Noviembre).....	45

<b>Tabla 31:</b> Resultados de la producción de los racimos de la parcela Experimental (Octubre) .....	46
<b>Tabla 32:</b> Resultados de la producción de los racimos de la parcela experimental (Noviembre).....	47
<b>Tabla 33:</b> Requerimiento hídrico de la Parcela Experimental. ....	48

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1:</b> pH del agua de la Laguna 7.....	15
<b>Gráfico 2:</b> Sólidos totales del Agua Laguna 7 .....	16
<b>Gráfico 3:</b> Sólidos disueltos de la laguna 7.....	17
<b>Gráfico 4:</b> Sólidos suspendidos de la laguna 7 .....	18
<b>Gráfico 5</b> DQO de la laguna 7.....	19
<b>Gráfico 6:</b> pH del agua de la laguna 8.....	20
<b>Gráfico 7:</b> Sólidos totales de la laguna 8.....	21
<b>Gráfico 8:</b> Sólidos disueltos de la laguna 8.....	22
<b>Gráfico 9:</b> Sólidos suspendidos de la laguna 8.....	23
<b>Gráfico 10:</b> DQO Laguna 8.....	24
<b>Gráfico 11:</b> Análisis del suelo inicial pH, conductividad, humedad.....	27
<b>Gráfico 12:</b> Análisis del pH .....	28
<b>Gráfico 13:</b> Análisis de la conductividad.....	29
<b>Gráfico 14:</b> Análisis de la humedad del suelo. ....	30
<b>Gráfico 15:</b> Análisis de la capacidad de campo .....	31
<b>Gráfico 16:</b> Análisis del punto de marchitez .....	32
<b>Gráfico 17:</b> Análisis del pH .....	33
<b>Gráfico 18:</b> Análisis de la Conductividad.....	34
<b>Gráfico 19:</b> Análisis de la humedad .....	35
<b>Gráfico 20:</b> Análisis de la Capacidad de campo .....	36
<b>Gráfico 21:</b> Análisis del Punto de Marchitez.....	37
<b>Gráfico 22:</b> Densidad real y aparente.....	38
<b>Gráfico 23:</b> Porosidad de la parcela testigo.....	39
<b>Gráfico 24:</b> Densidad real y aparente.....	40

<b>Gráfico 25:</b> Porosidad.....	41
<b>Gráfico 26:</b> Aceite y potencial de aceite .....	44
<b>Gráfico 27:</b> Aceite y potencial de aceite .....	45
<b>Gráfico 28:</b> Aceite y potencial de aceite .....	46
<b>Gráfico 29:</b> Aceite y potencial de aceite.....	47

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Ubicación de la Extractora Agrícola Rio Manso S.A. ....	11
--	----

## ÍNDICE DE FOTOS

<b>Foto 1:</b> Parcela Testigo Inicial - Parcela Experimental Inicial. ....	55
<b>Foto 2:</b> Delimitación de la zona de estudio previo a la aplicación del riego. ....	55
<b>Foto 3:</b> Recolección de muestras de suelo de la Parcela Testigo y Experimental a 20, 40 y 60 cm para determinar capacidad de campo, punto de marchitez, humedad, pH, conductividad. ....	56
<b>Foto 4:</b> Aplicación del riego de la Laguna N.8 a la Parcela en estudio. ....	56
<b>Foto 5:</b> Toma de muestra de suelo de la Parcela Testigo y Experimental para determinar la Densidad real y aparente. ....	57
<b>Foto 6:</b> Proceso para determinar el Potencial de aceite de la Parcela Testigo y Experimental.....	57

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1:</b> Reporte de análisis del suelo Parcela Testigo - Parcela Experimental....	58
<b>Anexo 2:</b> Reporte de análisis del suelo Parcela Testigo - Parcela Experimental....	59
<b>Anexo 3:</b> Resultados e interpretación de análisis de agua especial de la Laguna N.8. ....	60
<b>Anexo 4:</b> Seguro de accidentes personales de las señoritas tesisistas. ....	61
<b>Anexo 5:</b> Criterios para la interpretación de resultados de análisis de suelos. ....	62
<b>Anexo 6:</b> Escala de pH en el suelo. ....	63
<b>Anexo 7:</b> Textura del suelo. ....	63

<b>Anexo 8:</b> Densidad del suelo. ....	63
<b>Anexo 9:</b> Porosidad del suelo. ....	64
<b>Anexo 10:</b> Potencial de aceite.....	64
<b>Anexo 11:</b> Tabla 3 Criterios de calidad de aguas para riego agrícola.....	65
<b>Anexo 12:</b> Tabla 4 Parámetros de los niveles de la calidad de agua para riego.....	66
<b>Anexo 13:</b> Caracterización de los efluentes de palma africana. ....	67

## RESUMEN

El cultivo de la palma africana tiene un alto requerimiento del recurso hídrico, por lo que se hace necesario buscar nuevas alternativas que permitan obtener un ahorro y uso eficiente de dicho recurso. La presente investigación se realizó en la Extractora Agrícola Río Manso S.A. planta Monterrey la cual presenta problemas de eficiencias del sistema hídrico, por lo que este trabajo tuvo como objetivo evaluar el efecto del agua residual tratada (proveniente del proceso de extracción de aceite de palma), en la cantidad y peso de los racimos de la palma africana *Elaeis guineensis* de la Extractora Agrícola Río Manso S.A.

Para el desarrollo de esta investigación se utilizaron dos parcelas, una parcela testigo y una parcela experimental la misma que fue regada por un sistema de aspersión tipo cañón con agua residual tratada en la alguna de oxidación número ocho de la empresa, se realizaron los respectivos análisis de agua, suelo y potencial de aceite de las parcelas en estudio.

Los principales resultados fueron un cambio considerable en el pH del suelo, ya que en la parcela experimental el suelo se volvió alcalino; así mismo no hubo diferencia significativa en los macro y micro nutrientes, ni en la humedad, conductividad, capacidad de campo y punto de marchitez.

Con relación a las características de producción de los racimos (frutos) de las parcelas en estudio del cultivo de palma africana *Elaeis guineensis*, se determinó que no existe diferencia alguna, ya que el potencial de aceite de los frutos de la parcela testigo y experimental están dentro del rango permitido.

## SUMMARY

The cultivation of African palm has a high requirement of water resources, so it is necessary to look for new alternatives that allow to obtain a saving and efficient use of said resource. The present investigation was carried out in the Agricultural Extractor Río Manso S.A. Monterrey plant which presents problems of water system efficiencies, so this work aimed to evaluate the effect of treated wastewater (from the palm oil extraction process), on the quantity and weight of palm bunches African *Elaeis guineensis* from the Agricultural Extractor Río Manso S.A.

For the development of this research, two plots were used, a control plot and an experimental plot that was irrigated by a canyon sprinkler system with treated wastewater in the company's oxidation number eight, the respective analyzes were carried out of water, soil and oil potential of the plots under study.

The main results were a considerable change in the pH of the soil, since in the control plot the soil became alkaline; likewise, there was no significant difference in the macro and micro nutrients, nor in the humidity, conductivity, field capacity and wilting point.

Regarding the production characteristics of the bunches (fruits) of the plots under study of the African palm cultivar *Elaeis guineensis*, it was determined that there is no difference, since the oil potential of the fruits of the control and experimental plot are within the allowed range.

# I. INTRODUCCIÓN

## 1.1. Aguas residuales

Las aguas residuales se pueden definir como aquellas que, por uso del hombre, son consideradas como un peligro y deben de ser desechadas, ya que contienen gran cantidad de sustancias y/o microorganismos.

De acuerdo a Rivas, (1978) las aguas residuales tienen diversos orígenes, como son las aguas residuales domésticas o aguas negras, aguas blancas, aguas residuales industriales, aguas residuales agrícolas.

Las aguas residuales domésticas o aguas negras proceden de las heces y orina humanas, del aseo personal y de la cocina y de la limpieza de la casa. Suelen contener gran cantidad de materia orgánica y microorganismos, así como restos de jabones, detergentes, lejía y grasas.

Las aguas blancas pueden ser de procedencia atmosférica (lluvia, nieve o hielo) o del riego y limpieza de calles, parques y lugares públicos. En aquellos lugares en que las precipitaciones atmosféricas son muy abundantes, éstas pueden de evacuarse por separado para que no saturen los sistemas de depuración. (Rivas, 1978)

Las aguas residuales industriales son provenientes de las fábricas y sus procedimientos, por lo que su composición es variable dependiendo de las actividades industriales de la misma; y las aguas residuales agrícolas son aquellas procedentes de las labores agrícolas en las zonas rurales.

### **1.1.2. Tratamiento de aguas residuales industriales por medio de lagunas de oxidación**

Los efluentes de las plantas dedicadas a la extracción de aceite de palma, generalmente generan un alto porcentaje de contaminación debido a la gran cantidad de materia orgánica, sólidos y aceites que poseen. Debido a que la extracción del aceite se hace mediante procesos físicos y mecánicos ya que por diferencias de densidades se separan los sólidos, el agua y el aceite, no se generan elementos tóxicos ni metales pesados en sus aguas residuales, y el tratamiento se orienta principalmente a estabilizar la materia orgánica presente (Cenipalma, 1996).

El manejo de los efluentes provenientes de las plantas extractoras de aceite busca reutilizar los residuos en la misma plantación, consiguiendo así un círculo de operación en donde los subproductos desechados hacia el ambiente sean cada vez menos y evitar así un mayor foco de contaminación. Por lo que los tratamientos que mayormente se utilizan en este tipo de empresas son de tipo biológico anaerobios y aerobios.

#### **1.1.2.1. Laguna Anaerobia.**

El tratamiento se lleva a cabo por la acción de bacterias anaerobias. Como consecuencia de la elevada carga orgánica y el corto periodo de retención del agua residual, el contenido de oxígeno disuelto se mantiene muy bajo o nulo durante el proceso. El objetivo perseguido es retener la mayor parte posible de los sólidos en suspensión, que pasan a incorporarse a la capa de fangos acumulados en el fondo y eliminar parte de la carga orgánica (DÍAZ et al., 2002)

### 1.1.2.2. Laguna aeróbica

Reciben aguas residuales que han sido sometidos a un tratamiento y que contienen relativamente pocos sólidos en suspensión. En ellas se produce la degradación de la materia orgánica mediante la actividad de bacterias aerobias que consumen oxígeno producido fotosintéticamente por las algas y diseñadas para una máxima producción de algas. Son lagunas poco profundas de 1 a 1.5m de profundidad y suelen tener tiempo de residencia elevada, 20-30 días (GOMEZ, 1999).

Las lagunas aerobias se pueden clasificar, según el método de aireación sea natural o mecánico, en aerobias y aireadas. Las primeras tienen una aireación natural, siendo el oxígeno suministrado por intercambio a través de la interface aire-agua y fundamentalmente por la actividad fotosintética de las algas. Las segundas son aquellas en donde la cantidad de oxígeno suministrada por medios naturales es insuficiente para llevar a cabo la oxidación de la materia orgánica, necesitándose un suministro adicional de oxígeno por medios mecánicos.

### 1.1.3. Palma Africana

El cultivo de palma africana es considerada una planta tropical que se desarrolla en climas cálidos en altitudes que van de 0 a 500 msnm. Se la conoce científicamente con el nombre de *Elaeis guineensis*, es originaria del golfo de Guinea de donde proviene su denominación de palma africana de aceite. De acuerdo a Sula (2009) la introducción de la palma africana se la atribuye a los comerciantes de esclavos portugueses, ya que formaba parte de su alimentación diaria.

De acuerdo a IICA, (2006) el cultivo de la palma africana es uno de los cultivos oleaginosos que produce mayor cantidad de aceite vegetal perenne, su promedio de vida es entre 24 y 28 años alcanzando una producción de racimos de frutos oleaginosos que alcanzan hasta las cuatro toneladas de producción durante su vida productiva.

En el Ecuador los primeros cultivos de palma africana se dieron en el año de 1953 en las ciudades de Santo Domingo de los Tsáchilas y Quinindé, sin embargo, su expansión inicia con fuerza en los 70 y 80, momento a partir del cual no ha parado de expandirse. Actualmente, existen 319.000 hectáreas de palma aceitera a nivel nacional, se producen 577,000 toneladas, de las cuales el 39% van para el consumo nacional y el 61% se exportan (Lasso, 2018).

Los usos son en su gran mayoría culinarios, bien directamente empleados como aceite de freír o bien como producto añadido a otros alimentos como los helados, las margarinas, se pueden elaborar derivados equivalentes de aceite de cacao, jabones, etc. También se usa como materia prima en la producción de biodiesel y es usado en producción para alimentación animal, sobre todo de terneros, por su alto aporte energético por ración. (SFA, 2010).

#### **1.1.4. Proceso de extracción de la Empresa Extractora Agrícola Río Manso S.A. planta Monterrey.**

El proceso de extracción se refiere al beneficio de los frutos y comprende desde la extracción del aceite hasta la recuperación de las almendras del fruto. El proceso de extracción de aceite pasa por las siguientes etapas:

- a) Recepción de la fruta del campo: El cual consiste en la cosecha, y es transportado desde el sitio de cultivo e ingresa a la sección de recepción en las plantas de beneficio.

- b) Esterilización: Los frutos ingresan a la autoclave horizontal dentro de canastas con capacidad de 1,5 a 5 toneladas, ya dentro el fruto es sometido a cocción con vapor húmedo a alta temperatura.
  
- c) Desgrane o separación de frutos del racimo: Las canastas, al salir del esterilizador, son descargadas a la tolva con la ayuda de grúas o por volteadores mecánicos de canastas. Desde la tolva, los racimos son transportados hasta el tambor giratorio por medio de bandas de arrastre, y una vez dentro del tambor, giran y se golpean contra las paredes, con lo cual se desprende la casi totalidad de los frutos del racimo.
  
- d) Extracción de aceite de los frutos: Los frutos desgranados llegan de la unidad de separación a la de extracción, a través de una banda transportadora, y son depositados dentro de un cilindro perforado llamado digestor, instalado en la sección de digestión. Allí se les inyecta agua caliente, para formar una masa o pasta aceitosa homogénea, integrada por la piel del fruto, el mesocarpio, las fibras y las almendras.
  
- e) Clarificación del aceite: La clarificación del aceite consiste en adicionar agua caliente al aceite primario obtenido durante la extracción.
  
- f) Procesamiento de las almendras: La mezcla de fibras y nueces obtenida durante la etapa de prensado es conducida a través de un transportador secador hacia la columna de separación. En ella, son separadas las nueces y las fibras mediante ventilación y agitación. (Torres, 2017).

## **1.2. Planteamiento del problema**

El desarrollo industrial genera desechos líquidos, sólidos y gaseosos. Los desechos líquidos son principalmente aguas residuales que constituyen un foco de contaminación que podrían alterar los sistemas acuáticos.

El cultivo de palma y la extracción de aceite de palma tienen una historia de más de 3000 años de antigüedad que con el transcurso del tiempo la industria extractora de palma y los cultivos de palma han crecido debido a la gran demanda de los derivados que la misma produce; en la actualidad los derivados de la palma son muy populares ya sea para consumo humano o para otros usos (Ancupa, 2015)

En el Ecuador la industria de palma africana se empieza a promover e introducir a partir de 1962 principalmente en Santo Domingo, Quevedo, la Concordia y Quinindé. Estas dos últimas zonas son las mejores para la producción de palma en el Ecuador y consecuentemente tienen una producción del 83% de su superficie destinada para el cultivo de palma de aceite (FedapaL, 2005).

De acuerdo a (Potter, 2013) Quinindé es el centro de mayor producción de palma con 1900 productores; dado a que en el país existe un número considerable de industrias que se dedican a la extracción de aceite de palma como Danec y la Fabril. Por lo que el seguimiento ambiental a esta actividad industrial es importante ya que debe de cumplir con normas y leyes vigentes, que mencionan los límites máximos permisibles de descarga de los diferentes parámetros de contaminación a un cuerpo de agua dulce.

Con el fin de cumplir con las normas nacionales e internacionales la industria dedicada a la producción de palma africana ha implementado sistemas de

tratamiento de aguas residuales (Potter, 2011), sin embargo, para viabilizar el reciclaje del agua residual tratada para un determinado cultivo es necesario realizar estudios que den opciones de tratamiento avanzado del efluente.

Para un desarrollo agronómico óptimo para el de cultivo de la palma africana el recurso hídrico es fundamental, ya que dicho cultivo requiere una gran demanda de agua cuyo fin es garantizar que no exista un déficit de la producción de racimo y fruta fresca, por lo que se buscan diversas alternativas que permitan generar un ahorro u optimización de dicho recurso, dentro de las cuales se encuentra la reutilización de agua para riego.

El uso de las aguas residuales tratadas para el riego agrícola es un antiguo y popular procedimiento en la práctica de la agricultura. Sin embargo, en Ecuador este método está todavía en desarrollo principalmente por la falta de seguimiento por parte de las autoridades ambientales con relación a los planes destinados al uso eficiente del agua.

Con todos estos antecedentes se plantea una investigación sobre la evaluación del agua residual tratada para uso en riego agrícola del cultivo de palma africana *Elaeis guineensis* en la Extractora Agrícola Río Manso S.A. planta Monterrey de la Ciudad Santo Domingo.

### **1.3. Justificación**

El manejo de efluentes de las plantas que se dedican al procesamiento de aceite de palma africana actualmente enfrentan un desafío por parte de la gran generación de efluentes fuertes que ocasionan serios problemas ambientales y que se están desarrollando de estos desechos y por tanto ellos deben ser tratados con un sistema de alto rendimiento.

Tomando en consideración estos antecedentes fue necesario desarrollar este proyecto de investigación ya que las empresas ecuatorianas dedicadas al procesamiento de aceite proveniente de la palma África requieren implementar alternativas ambientales que contraten la contaminación y que sean reutilizables en el proceso de producción de la misma.

El desarrollo de este trabajo de investigación supone una alternativa económica viable con relación al uso de agua para el cultivo de la palma africana, la misma que puede ser reutilizada en los procesos industriales, y de este modo se eviten gastos permanentes con relación al recurso hídrico. Así mismo se toma como un referente ambiental, partiendo como una iniciativa y regulación ambiental que las entidades de control deben de empezar a priorizar para los sistemas que producen residuos que causan daño al medio ambiente.

La producción de agua limpia es una alternativa tecnológica muy importante para nuestro entorno local, y es a la vez una tendencia global de la cultura de conservación para la renovación del medio ambiente.

## **1.4. HIPÓTESIS**

Las aguas residuales tratadas de la extracción de aceite de palma africana tendrán un impacto positivo como aguas para riego agrícola del cultivo de palma africana *Elaeis guineensis* de la Extractora Agrícola Río Manso S.A.

## **1.5. VARIABLES DE INVESTIGACIÓN**

### **1.5.1. Variable dependiente**

- Cultivo de palma africana

### **1.5.2. Variable independiente**

- Aguas residuales

## 1.6. OBJETIVOS

### 1.6.1. Objetivo general

Evaluar el efecto del agua residual tratada (proveniente del proceso de extracción de aceite de palma), en el rendimiento y calidad de aceite de la palma africana *Elaeis guineensis* de la Extractora Agrícola Río Manso S.A.

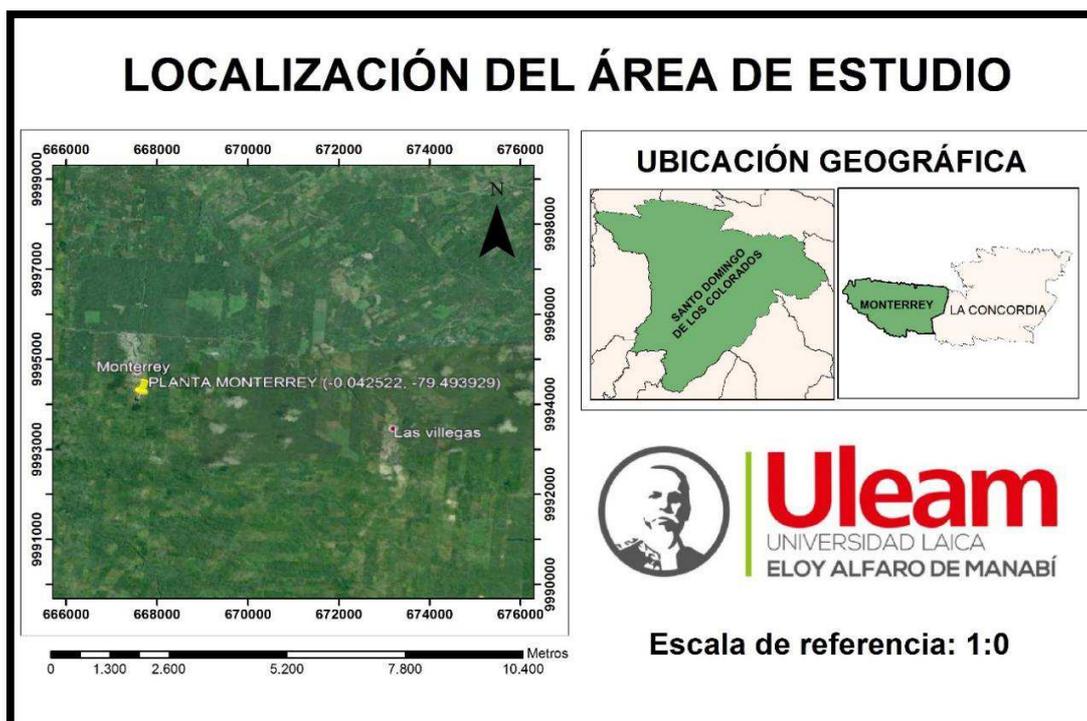
### 1.6.2. Objetivos específicos

- Determinar la calidad del efluente del sistema de tratamiento de agua residual usada en el cultivo de palma africana *Elaeis guineensis* en la Extractora Agrícola Río Manso S.A.
- Evaluar los parámetros del suelo (pH, humedad, conductividad, capacidad de campo y punto de marchitez) regado con agua residual tratada para el uso en riego agrícola del cultivo de palma africana *Elaeis guineensis* en la Extractora Agrícola Río Manso S.A.
- Determinar los macro y micronutrientes presentes en el suelo regado con agua residual tratada para el uso en riego agrícola del cultivo de palma africana *Elaeis guineensis* en la Extractora Agrícola Río Manso S.A.
- Comparar las características de producción de los racimos (frutos), de la parcela en estudio con la parcela testigo del cultivo de palma africana *Elaeis guineensis* para determinar su potencial de aceite en la Extractora Agrícola Río Manso S.A.

## II. METODOLOGÍA

### 2.1. Ubicación y área de estudio

La investigación se realizó en la Extractora Agrícola Rio Manso S.A. Planta Monterrey, la misma que se encuentra ubicada en el sector Monterrey, de la ciudad de Santo Domingo de los Tsáchilas.



Elaborado: Cobeña Chavez Mirna María, Riofrío Cedeño Evelyn Carolina, 2018

**Figura 1:** Ubicación de la Extractora Agrícola Rio Manso S.A.

### 2.2. Datos climatológicos

- **Coordenadas:** 0°04'25.22"S 79°49'39.29"O
- **Clima:** Tropical.
- **Altitud:** 100 - 1800 m.s.n.m. (208 m.s.n.m. planta Monterrey)
- **Temperatura:** 21°C - 32°C
- **Humedad:** Períodos húmedos de entre 24 a 87% y periodos menos húmedos hasta en 4%.

**Fuente:** GAD Parroquial Monterrey – Capital mundial del abacá.

### **2.3. Métodos procedimientos e instrumentos de recopilación de datos.**

Para el desarrollo de esta investigación se utilizaron diferentes procesos, metodologías y materiales que permitieron recolectar los datos necesarios cuyo fin fue alcanzar los objetivos planteados direccionados a conocer la calidad del efluente de sistema de tratamiento de agua residual, el análisis de suelo, cantidad de macro y micro nutrientes del suelo y las características en la producción de los racimos (frutos).

#### **2.3.1. Métodos**

La toma de muestra se realizó de una manera puntual en relación a los objetivos planteados, y simultáneamente en diferentes puntos en la zona de estudio.

Con relación a la calidad del efluente se realizaron 6 muestras las mismas que fueron recolectadas en envases de vidrios totalmente limpios. Los datos recolectados para los respectivos análisis de suelo se realizaron con un total de 8 muestras las cuales se recolectaron en fundas, mientras que para la densidad del suelo se utilizó en dos cilindros.

Con relación a la calidad del racimo (frutos) se tomaron 4 muestras directamente cortados de la palma africana.

## **2.3.2. Procedimiento de toma de muestras**

### **2.3.2.1. Análisis del agua**

- Los envases de vidrios fueron llenados por completo para luego ser llevados al laboratorio para los respectivos estudios.
- En el área de muestra se consideró en la laguna 7 y 8 de la empresa Extractora Agrícola Rio Manso S.A.- Planta Monterrey.

### **2.3.2.2. Análisis del suelo**

- Para la recolección de la muestra del suelo las fundas se llenaron hasta la mitad (un total de 6 fundas por muestra), luego las muestras pasaron al laboratorio de la empresa, para su respectivo análisis, se midieron datos como el pH, conductividad, humedad y densidad.
- Para medir la conductividad se utilizó 20gr de suelo y se lo disolvió con 20ml de agua destilada, logrando una homogeneidad.
- Lo que corresponde al análisis de humedad se tomaron 10gr de suelo el cual pasó al horno a secar a 120°, y se esperó un tiempo de dos horas para tener su resultado, el mismo que se presenta en el siguiente apartado de este documento.
- En lo que respeta a la densidad del suelo se utilizaron dos cilindros ya que fueron dos parcelas de estudio, la experimental y la testigo, el cilindro se colocó en el suelo hasta lograr su compactación, posteriormente fue llevada al laboratorio en donde se analizó toda la masa que contiene el cilindro.

-

### **2.3.2.3. Análisis del aceite**

- Para el respectivo análisis de aceite, se cortaron los racimos de la palma luego pasaron por la zona de esterilización, seguidamente se desgranaron y se separaron los frutos externos e internos, posteriormente se sacó la pulpa y la nuez de los frutos, la pulpa pasó al secado por 5 horas y luego al equipo soxhlet (material de vidrio utilizado para la extracción de compuestos ), para la extracción del aceite durante un día, para así proceder a realizarle el análisis de humedad y la acidez del aceite, luego se saca las fórmulas para obtener el potencial de aceite que determinará la calidad de éste.

### III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. Análisis de los datos obtenidos por el laboratorio de la empresa.

##### 3.1.1. Descripción y análisis de los resultados

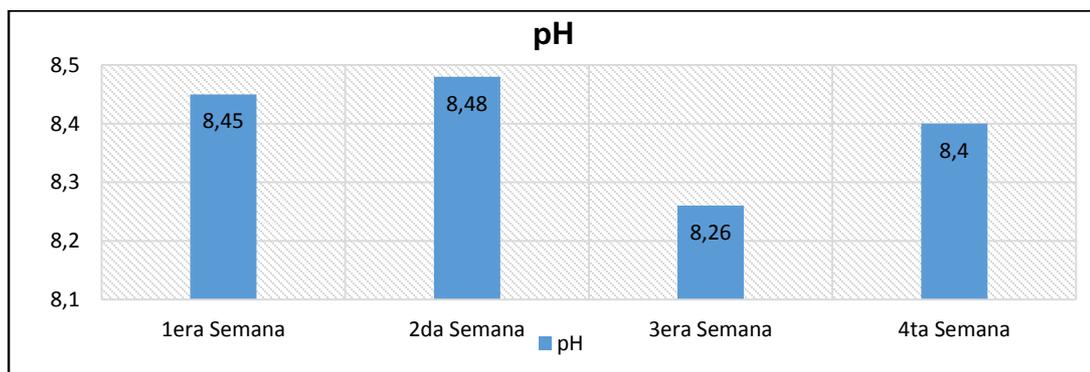
**Análisis e interpretación:** En la tabla 1 se presentan los resultados del análisis de agua de la laguna de oxidación número siete, con los valores analizados en el mes de octubre, se aprecia que el pH se encuentra entre 8,26 - 8,48 que contrastado con la teoría (anexo 15) demuestra que está dentro de los límites permisibles de la tabla 1 de FEDEPALMA, 2014.

**Tabla 1:** Análisis del pH de la Laguna 7.

OCTUBRE		
	pH	LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES (Tabla 1 FEDEPALMA 2014)
1era Semana	8,45	<b>6 a 9</b>
2da Semana	8,48	
3era Semana	8,26	
4ta Semana	8,40	

Elaborado: Mirna Cobeña y Evelyn Riofrío, 2018.

**Gráfico 1:** pH del agua de la Laguna 7



Elaborado: Mirna Cobeña y Evelyn Riofrío, 2018.

### 3.1.2. Análisis de sólidos totales de la laguna 7

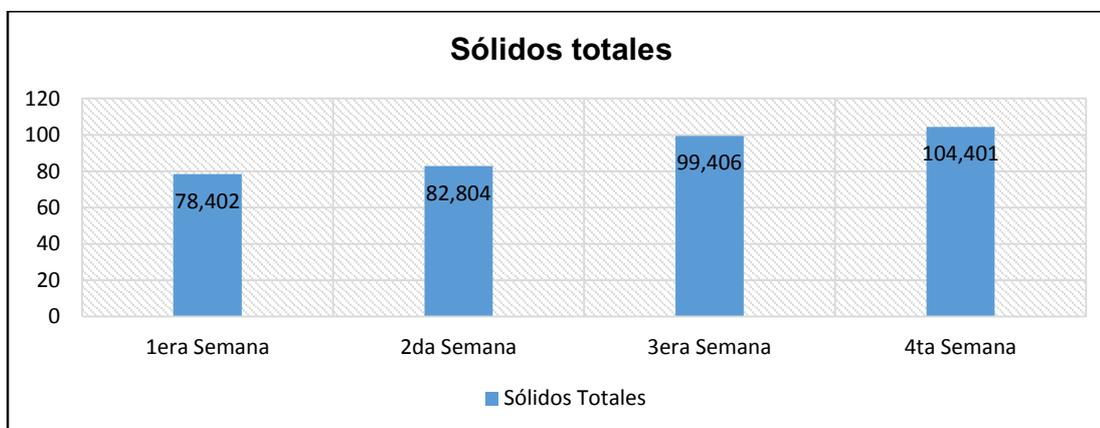
**Análisis e interpretación:** Los sólidos totales encontrados en las cuatros semanas del mes de Octubre, reflejan que estos resultados: 78,402 - 104,401 mg/l. se encuentran dentro de los límites permisibles de la tabla 1 de FEDEPALMA, 2014.

**Tabla 2:** Análisis de sólidos totales de la laguna 7.

OCTUBRE		
 EXTRACCIÓN AGRÍCOLA ECUATORIANA	SÓLIDOS TOTALES (mg/l)	LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES (Tabla 1 FEDEPALMA 2014)
1era Semana	78,402	<b><u>32,482 – 111,029</u></b>
2da Semana	82,804	
3era Semana	99,406	
4ta Semana	104,401	

Elaborado: Mirna Cobeña y Evelyn Riofrío, 2018.

**Gráfico 2:** Sólidos totales del Agua Laguna 7



Elaborado: Mirna Cobeña y Evelyn Riofrío, 2018.

### 3.1.3. Análisis de sólidos disueltos de la laguna 7

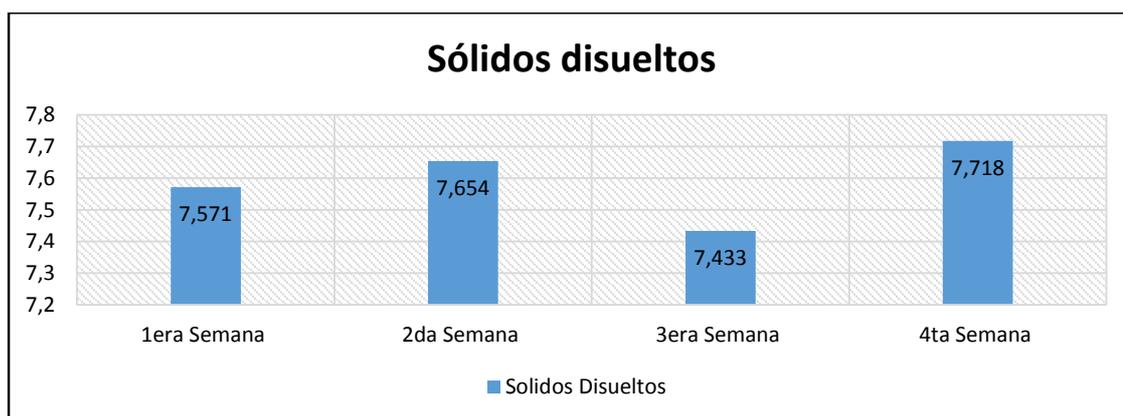
**Análisis e interpretación:** En la presente tabla de los sólidos disueltos de la laguna 7, que se realizó durante el mes de octubre, se obtuvieron los siguientes resultados: 7,433 - 7,718 mg/l, los cuales se encuentran dentro de los límites permisibles de la tabla 1 de FEDEPALMA, 2014.

**Tabla 3:** Análisis de sólidos disueltos de la laguna 7

OCTUBRE		
	SÓLIDOS DISUELTOS (mg/l)	LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES (Tabla 1 FEDEPALMA 2014)
1era Semana	7,571	<b><u>5,150 – 13.074</u></b>
2da Semana	7,654	
3era Semana	7,433	
4ta Semana	7,718	

Elaborado: Mirna Cobeña y Evelyn Riofrío, 2018.

**Gráfico 3:** Sólidos disueltos de la laguna 7



Elaborado: Mirna Cobeña y Evelyn Riofrío, 2018.

### 3.1.4. Análisis de sólidos suspendidos de la laguna 7

**Análisis e interpretación:** Los sólidos suspendidos encontrados en la laguna 7 fueron: 26,882 – 65,261 mg/l en el mes de octubre, realizando las respectivas comparaciones con tablas de rangos permitidos se determina que están dentro de los límites permisibles de la tabla 1 de FEDEPALMA, 2014.

**Tabla 4:** Análisis de sólidos suspendidos de la laguna 7

OCTUBRE		
	SÓLIDOS SUSPENDIDOS (mg/l)	LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES (Tabla 1 FEDEPALMA 2014)
1era Semana	26,882	<b><u>19,129 – 88,258</u></b>
2da Semana	62,561	
3era Semana	25,093	
4ta Semana	27,212	

Elaborado: Mirna Cobeña y Evelyn Riofrío, 2018.

**Gráfico 4:** Sólidos suspendidos de la laguna 7



Elaborado: Mirna Cobeña y Evelyn Riofrío, 2018.

### 3.1.5. Análisis de DQO de la laguna 7

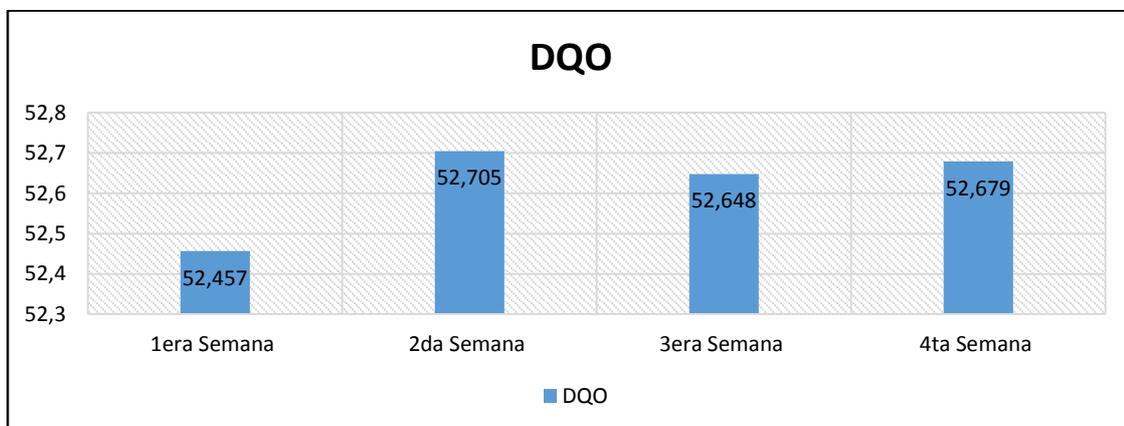
**Análisis e interpretación:** La demanda química de oxígeno (DQO) de la laguna 7, se dieron los resultados: 52,457 – 52,705 mg/l, donde se encuentran dentro de los límites permisibles de la tabla 1 de FEDEPALMA, 2014.

**Tabla 5:** Análisis de DQO de la laguna 7.

OCTUBRE		
	DQO (mg/l)	LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES (Tabla 1 FEDEPALMA 2014)
1era Semana	52,457	<b><u>45,256 – 232,000</u></b>
2da Semana	52,705	
3era Semana	52,648	
4ta Semana	52,679	

Elaborado: Mirna Cobeña y Evelyn Riofrío, 2018.

**Gráfico 5** DQO de la laguna 7



Elaborado: Mirna Cobeña y Evelyn Riofrío, 2018.

### 3.1.6. Resultados de los análisis de agua de la laguna 8

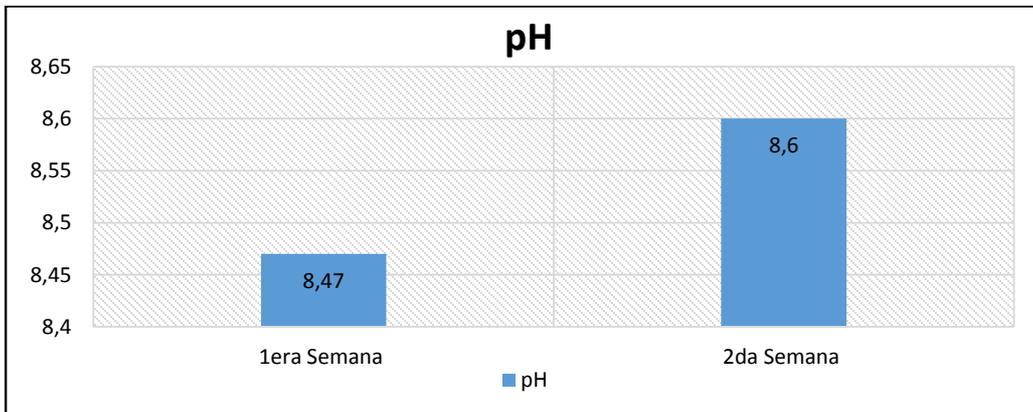
**Análisis e interpretación:** En la tabla 6 se presentan los resultados del análisis de agua de la laguna de oxidación número ocho, en el mes de noviembre, en donde se aprecia que el pH se encuentra en: 8,47 - 8,6 que contrastado con la teoría (anexo 15) demuestra que está dentro de los límites permisibles de la tabla 1 de FEDEPALMA, 2014.

**Tabla 6:** Análisis de pH de la laguna 8

NOVIEMBRE		
	pH	LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES (Tabla 1 FEDEPALMA 2014)
1era Semana	8,47	<u>6 - 9</u>
2da Semana	8,60	

Elaborado: Mirna Cobeña y Evelyn Riofrío, 2018.

**Gráfico 6:** pH del agua de la laguna 8



Elaborado: Mirna Cobeña y Evelyn Riofrío, 2018.

### 3.1.7. Análisis de los sólidos totales de la laguna 8

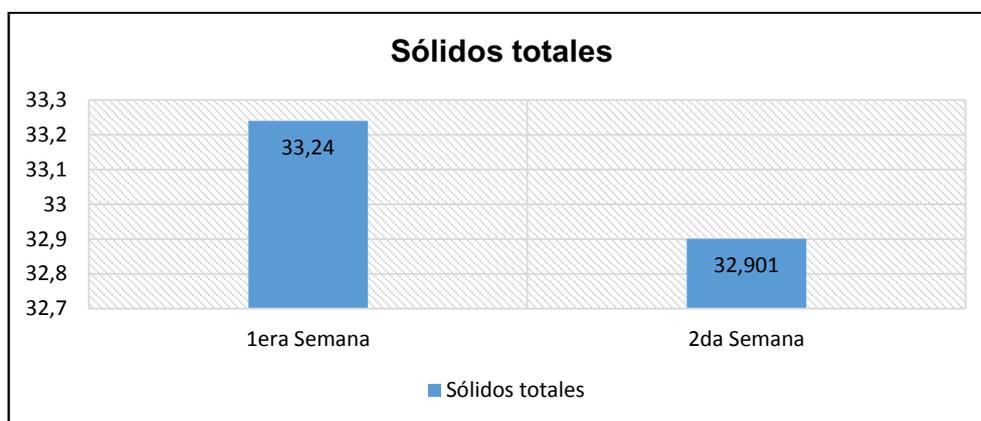
**Análisis e interpretación:** Los sólidos totales que se analizaron en la laguna 8, en el mes de noviembre fueron de 33,240 - 32,901mg/l, los cuales se encuentran dentro de los límites permisibles de la tabla 1 de FEDEPALMA, 2014.

**Tabla 7:** Análisis de los sólidos totales de la Laguna 8.

NOVIEMBRE		
 1ra Semana	SÓLIDOS TOTALES (mg/l)	LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES (Tabla 1 FEDEPALMA 2014)
1ra Semana	33,240	<b><u>32,482 – 111,029</u></b>
2da Semana	32,901	

Elaborado: Mirna Cobeña y Evelyn Riofrío, 2018.

**Gráfico 7:** Sólidos totales de la laguna 8



Elaborado: Mirna Cobeña y Evelyn Riofrío, 2018.

### 3.1.8. Análisis de los sólidos disueltos de la laguna 8

**Análisis e interpretación:** Los resultados de los sólidos disueltos de la laguna 8 se determinaron que 8,147 - 8,397 mg/l se encuentran dentro de los límites permisibles de la tabla 1 de FEDEPALMA, 2014.

**Tabla 8:** Análisis de los sólidos disueltos de la laguna 8

NOVIEMBRE		
	SÓLIDOS DISUELTOS (mg/l)	LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES (Tabla 1 FEDEPALMA 2014)
1era Semana	8,147	<b><u>5,150 – 13.074</u></b>
2da Semana	8,397	

Elaborado: Mirna Cobeña y Evelyn Riofrío, 2018.

**Gráfico 8:** Sólidos disueltos de la laguna 8



Elaborado: Mirna Cobeña y Evelyn Riofrío, 2018.

### 3.1.9. Análisis de los sólidos suspendidos de la laguna 8

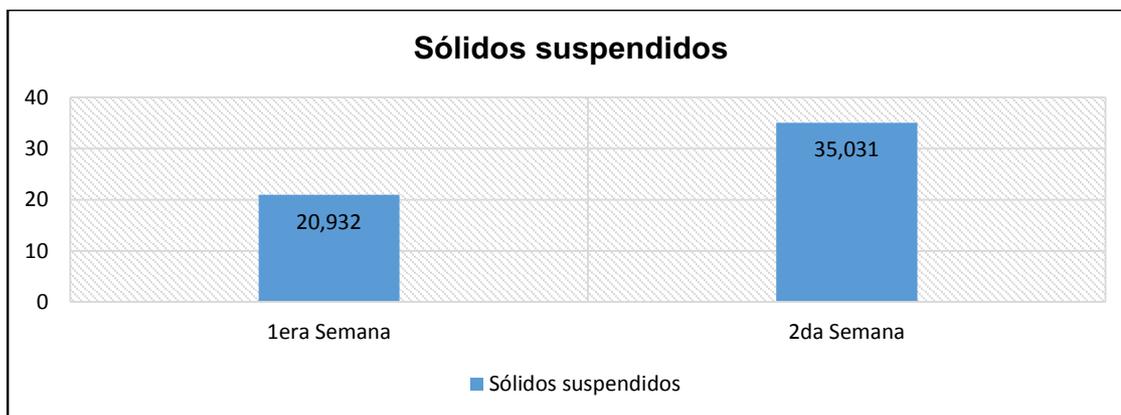
**Análisis e interpretación:** La presencia de sólidos suspendidos en la laguna 8 fueron: 20,932 - 35,031 mg/l, contrastando con la tabla 1 dentro de los límites permisibles de FEDEPALMA, 2014.

**Tabla 9:** Análisis de los sólidos suspendidos de la laguna 8.

NOVIEMBRE		
	SÓLIDOS SUSPENDIDOS (mg/l)	LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES (Tabla 1 FEDEPALMA 2014)
1era Semana	20,932	<b><u>19,129 – 88,258</u></b>
2da Semana	35,031	

Elaborado: Mirna Cobeña y Evelyn Riofrío, 2018.

**Gráfico 9:** Sólidos suspendidos de la laguna 8



Elaborado: Mirna Cobeña y Evelyn Riofrío, 2018.

### 3.1.10. Análisis de DQO de la laguna 8

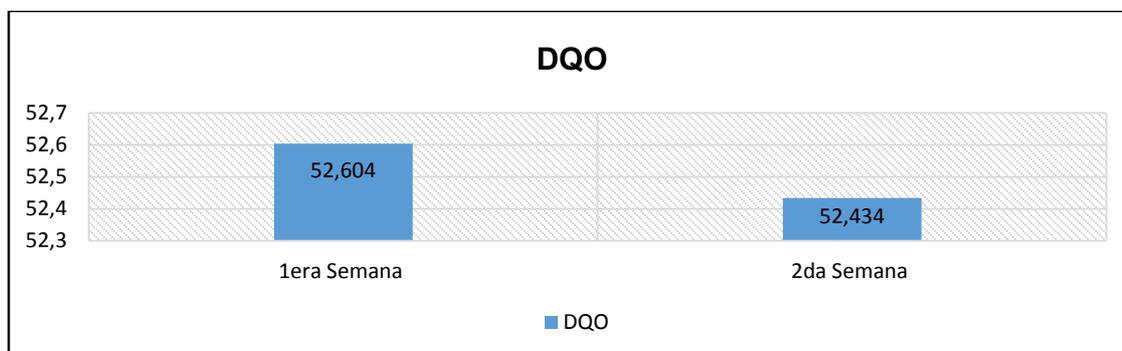
**Análisis e interpretación:** La demanda química de oxígeno (DQO) que se encontraron presentes en la laguna 8 durante el mes de noviembre con resultados de 52,604 – 52,434 mg/l, determinaron que se encuentran dentro de los límites permisibles de la tabla 1 de FEDEPALMA, 2014.

**Tabla 10:** Análisis de DQO de la laguna 8.

NOVIEMBRE		
	<b>DQO (mg/l)</b>	<b>LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES (Tabla 1 FEDEPALMA 2014)</b>
1era Semana	52,604	<b><u>45,256 – 232,000</u></b>
2da Semana	52,434	

Elaborado: Mirna Cobeña y Evelyn Riofrío, 2018.

**Gráfico 10:** DQO Laguna 8



Elaborado: Mirna Cobeña y Evelyn Riofrío, 2018.

### 3.1.11. Resultados de análisis de laboratorio de INIAP QUEVEDO

**Análisis e interpretación:** Se tomaron muestras de la laguna N.8 para ser llevadas al laboratorio de Quevedo INIAP, donde se le realizó un estudio especial de análisis químico de abonos orgánicos (abono 2: N+P+K+Ca+Mg+S+Fe+Cu+Mn+B+Zn), Potencia Hidrogeno (pH), Materia Orgánica (M.O), Conductividad Eléctrica (C.E) lo cual se comparó con el libro VI del TULSMA, tabla 2 y 3.

**Tabla 11:** Análisis de laboratorio INIAP QUEVEDO

<b>ANÁLISIS DE LABORATORIO INIAP- LAGUNA N.8</b>		
<b>PARÁMETROS</b>	<b>RESULTADOS LABORATORIO DEL INIAP DE QUEVEDO</b>	<b>LÍMITES PERMISIBLES LIBRO TULSMA TABLA 2</b>
<b>pH</b>	8.2	6-9
<b>BORO</b>	2	0.75
<b>COBRE</b>	4	0.2
<b>HIERRO</b>	14	5.0
<b>MANGANESO</b>	1	0.2

<b>ANÁLISIS DE LABORATORIO INIAP- LAGUNA N.8</b>		
<b>PARÁMETROS</b>	<b>RESULTADOS LABORATORIO DEL INIAP DE QUEVEDO</b>	<b>LÍMITES PERMISIBLES LIBRO TULSMA TABLA 3</b>
<b>Conductividad eléctrica (C.E)</b>	13.9	>3.0
<b>Nitrógeno</b>	0.20	>30

**EL RESULTADO DE LA LAGUNA N.8 DEMOSTRO QUE LOS SIGUIENTES ELEMENTOS SERAN COMPARADOS CON EL LIBRO VI DEL TULSMA TABLA 2 Y 3:**

**N** (Nitrógeno) **P** (Fósforo) **K** (Potasio) **Ca** (Calcio) **MG** (Magnesio) **S** (Azufre) **CU** (Cobre) **FE** (Hierro) **MN** (Manganeso) **B** (Boro) **Zn** (Zinc) se encuentran dentro del límite permisible.

**PH** El pH de la Laguna N.8 está dentro del límite permisible de la tabla 2.

**M.O.** La materia orgánica se encuentra un poco alto de la Laguna N.8.

**C.E.** Su conductividad eléctrica está dentro de los límites permisibles de la tabla 3.

Dando como conclusión que la laguna N.8, se encuentra estable con los macro y micro elementos que el agua debe tener, solo tiene pequeñas variaciones en uno que otro elemento según lo demuestra los límites del libro VI del TULSMA.

### 3.1.11. Resultados del análisis de suelo

#### 3.1.12. Análisis del suelo inicial

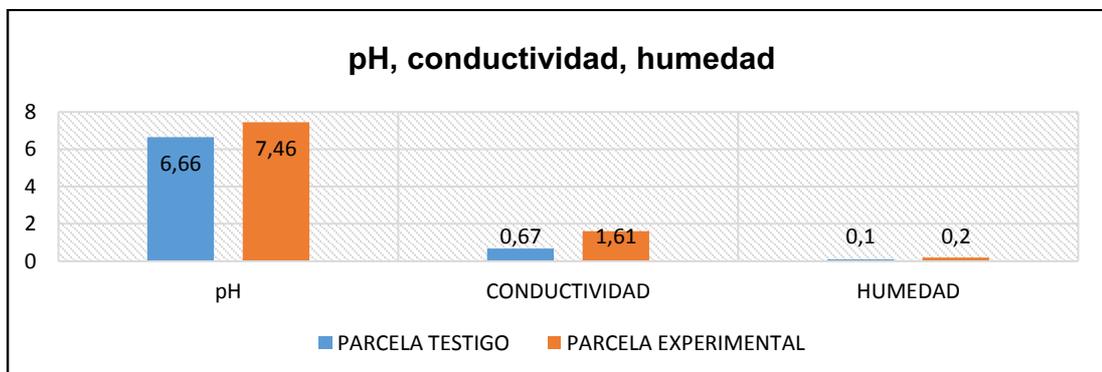
**Análisis e Interpretación:** En la tabla 12 se presentan los resultados del análisis del suelo realizado durante la primera semana de Octubre de trabajo, antes que se realizará el respectivo riego en la parcela experimental. Cuyos resultados fueron los siguientes: el pH entre las dos parcelas tanto testigo como experimental se encuentran en los límites permisibles, en la primera existió un pH de 6,66 y en la segunda de 7,42. Con relación a la conductividad del suelo en la parcela testigo fue de 0.67 y en la parcela experimental de 1,61 ds/m encontrándose estables y el parámetro de la humedad en la parcela testigo fue de 0,10 y en la experimental de 0,20%. Las dos parcelas presentan una textura franco limoso.

**Tabla 12:** Caracterización de pH, conductividad, humedad del suelo previo a la aplicación del riego.

 <b>ANÁLISIS DEL SUELO INICIAL</b>			
PARÁMETROS	PARCELA TESTIGO	PARCELA EXPERIMENTAL	LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES TABLA 7: INIAP (2013)
pH	6.66	7.46	6.6 a 7.5
CONDUCTIVIDAD	0.67	1.61	0 a 2
HUMEDAD	0.10	0.20	0.10 a 0.35
TEXTURA	FRANCO-LIMOSO	FRANCO-LIMOSO	FRANCO-LIMOSO

Elaborado: Mirna Cobeña y Evelyn Riofrío, 2018.

**Gráfico 11:** Análisis del suelo inicial pH, conductividad, humedad.



Elaborado: Mirna Cobeña y Evelyn Riofrío, 2018

### 3.1.13. Análisis del suelo durante la aplicación del riego en la parcela testigo

#### 3.1.13.1. Análisis del pH en la parcela testigo

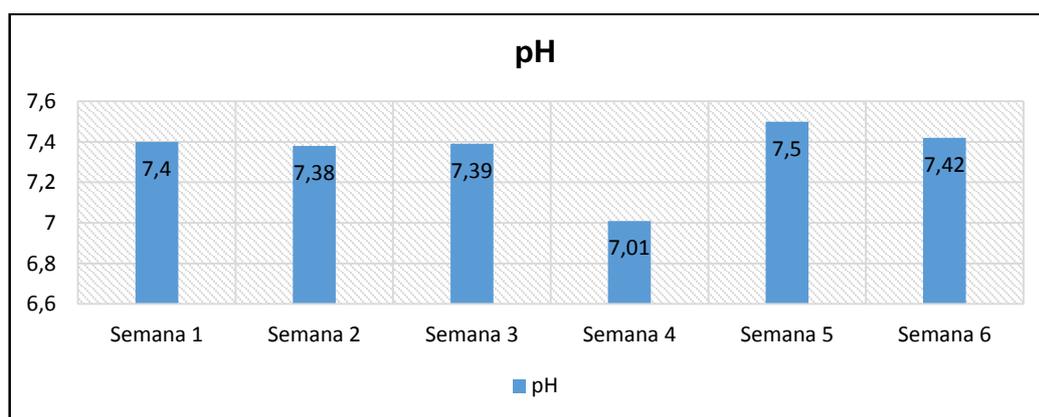
**Análisis e Interpretación:** En estos análisis realizados desde la segunda semana de octubre hasta la 3 era semana de noviembre, refiriéndose a la parcela testigo se determinó que el pH se mantuvo neutro dentro de un rango de 7,01 a 7,72.

**Tabla 13:** Resultados del pH de la parcela testigo

 <b>ANÁLISIS DEL SUELO – pH</b>		
Muestras	pH	LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES TABLA 7: INIAP (2013)
Semana 1	7.40	<b><u>6.6 a 7.5</u></b>
Semana 2	7,38	
Semana 3	7,39	
Semana 4	7,01	
Semana 5	7,50	
Semana 6	7,42	

Elaborado: Mirna Cobeña y Evelyn Riofrío, 2018.

**Gráfico 12:** Análisis del pH



Elaborado: Mirna Cobeña y Evelyn Riofrío, 2018.

### 3.1.13.2. Análisis de la conductividad en la parcela testigo

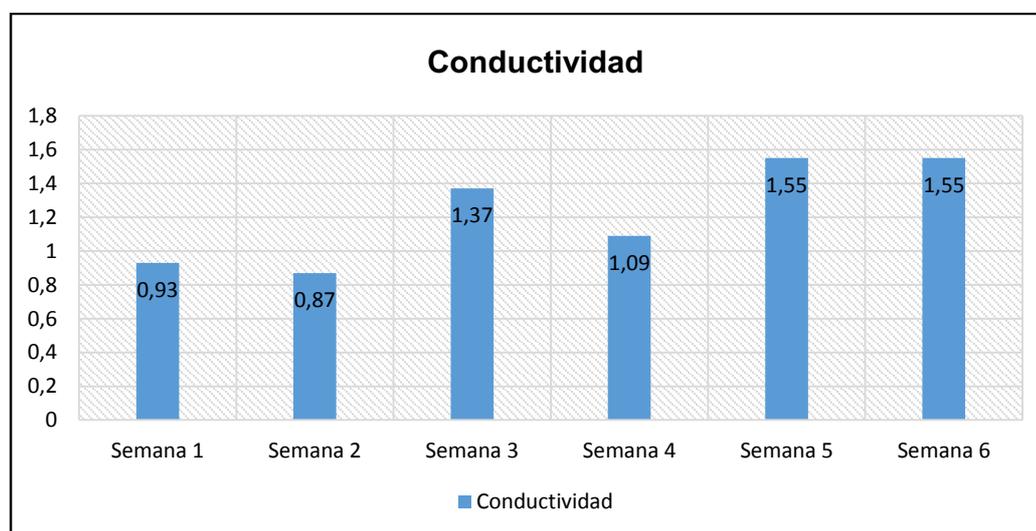
**Análisis e interpretación:** Con respecto a la conductividad eléctrica de la parcela testigo se mantuvo con 1,55 ds/m siendo la cantidad más alta en la quinta y la sexta semanas.

**Tabla 14:** Resultados de la conductividad parcela testigo

 <b>ANÁLISIS DEL SUELO – Conductividad</b>		
<b>Muestras</b>	<b>Conductividad (dS/m)</b>	<b>LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES TABLA 7: INIAP (2013)</b>
Semana 1	0,93	<b><u>0 a 2</u></b>
Semana 2	0,87	
Semana 3	1,37	
Semana 4	1,09	
Semana 5	1,55	
Semana 6	1,55	

Elaborado: Mirna Cobeña y Evelyn Riofrío, 2018.

**Gráfico 13:** Análisis de la conductividad



Elaborado: Mirna Cobeña y Evelyn Riofrío, 2018.

### 3.1.13.3. Análisis de la humedad en la parcela testigo

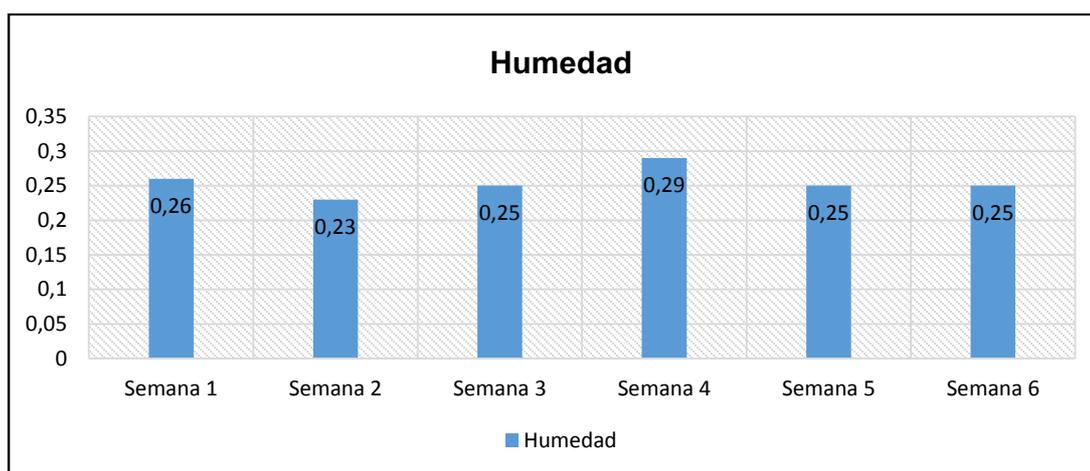
**Análisis e interpretación:** La humedad a lo largo de las 6 semanas de evaluación en la parcela testigo fue de 0,23 a 0,29% se encuentra estable según los cuadros de comparación, siendo la humedad del suelo una característica importante en el desarrollo del cultivo de la palma.

**Tabla 15:** Resultados de la humedad del suelo

 <b>ANÁLISIS DEL SUELO – Humedad</b>		
<b>Muestras</b>	<b>Humedad (%)</b>	<b>LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES TABLA 7: INIAP (2013)</b>
Semana 1	0,26	<b><u>0.10 a 0.35</u></b>
Semana 2	0,23	
Semana 3	0,25	
Semana 4	0,29	
Semana 5	0,25	
Semana 6	0,25	

Elaborado: Mirna Cobeña y Evelyn Riofrío, 2018.

**Gráfico 14:** Análisis de la humedad del suelo.



Elaborado: Mirna Cobeña y Evelyn Riofrío, 2018.

### 3.1.13.4. Análisis de la capacidad de campo en la parcela testigo

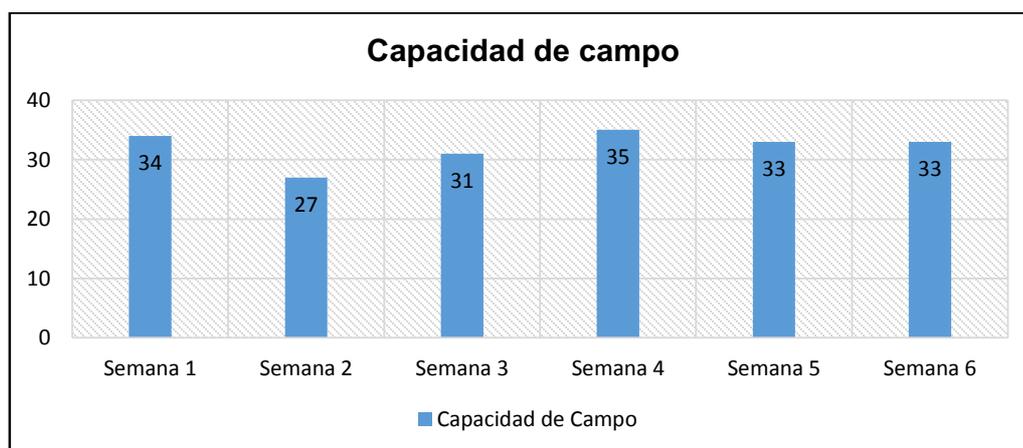
**Análisis e interpretación:** La capacidad de campo estando en un rango de (27 a 39%) de la parcela testigo a lo largo de las seis semanas de estudio, se pudo determinar gracias al cuadro de manejo del agua para riego.

**Tabla 16:** Resultados de la capacidad de campo de la parcela testigo

 <b>ANÁLISIS DEL SUELO – Capacidad de campo</b>		
Muestras	Capacidad de campo (C.C %)	LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES, Tabla 1: MANEJO DE AGUA DE RIEGO
Semana 1	34	<b><u>24 a 36</u></b>
Semana 2	27	
Semana 3	31	
Semana 4	35	
Semana 5	33	
Semana 6	33	

Elaborado: Mirna Cobeña y Evelyn Riofrío, 2018.

**Gráfico 15:** Análisis de la capacidad de campo



Elaborado: Mirna Cobeña y Evelyn Riofrío, 2018.

### 3.1.13.5. Análisis del punto de marchitez de la parcela testigo

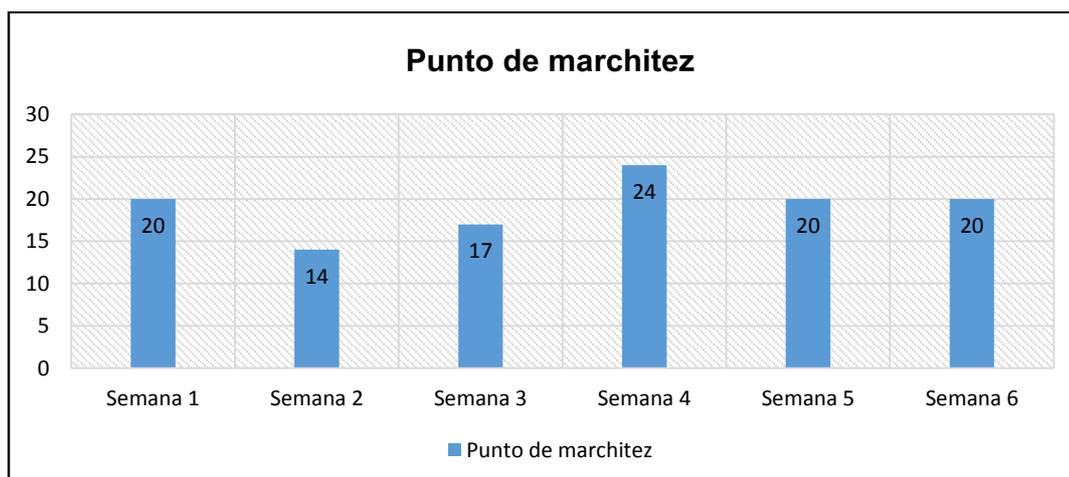
**Análisis e interpretación:** Las seis semanas donde se llevó a cabo el punto de marchitez en la parcela testigo se encuentra dentro del cuadro de comparación con un rango de (14 a 24%) como lo determina el Libro de Manejo del agua para riego.

**Tabla 17:** Resultados del punto de marchitez de la parcela testigo

 <b>ANÁLISIS DEL SUELO – Punto de marchitez</b>		
Muestras	Punto de marchitez (P.M%)	LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES, Tabla 1: MANEJO DE AGUA DE RIEGO
Semana 1	20	<b><u>11 a 20</u></b>
Semana 2	14	
Semana 3	17	
Semana 4	24	
Semana 5	20	
Semana 6	20	

Elaborado: Mirna Cobeña y Evelyn Riofrío, 2018.

**Gráfico 16:** Análisis del punto de marchitez



Elaborado: Mirna Cobeña y Evelyn Riofrío, 2018.

### 3.1.14. Análisis del suelo durante la aplicación del riego en la parcela experimental.

#### 3.1.14.1. Análisis del pH en la parcela experimental

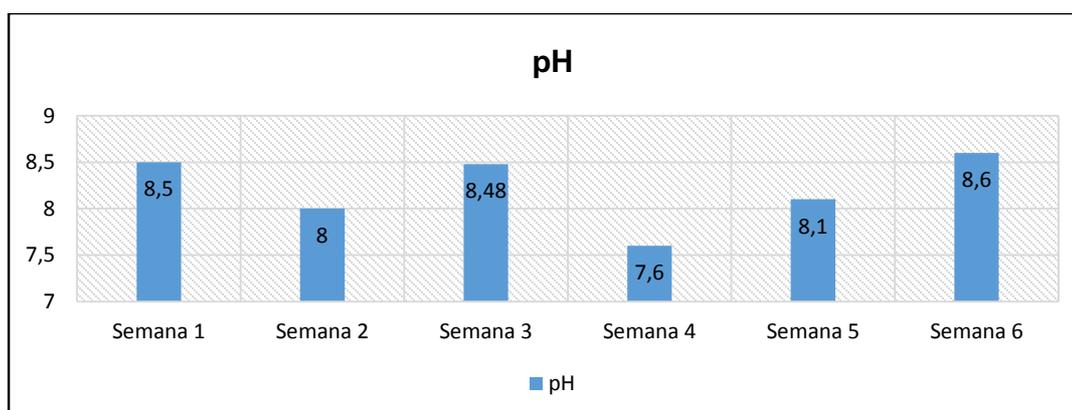
**Análisis e interpretación:** Los resultados de los análisis de la parcela experimental desde la segunda semana de octubre hasta la tercera semana de noviembre, donde ya se regaba la palma con aspersores tipo cañón, se determinó un pH entre 7,6 y 8,6.

**Tabla 18:** Resultados del pH de la parcela experimental

 <b>ANÁLISIS DEL SUELO – PH</b>			
Muestras	pH	LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES TABLA 7: INIAP (2013)	
		Neutro	Ligeramente alcalino
Semana 1	8,5	<u>6.6 a 7.5</u>	<u>7.5 a &lt;8</u>
Semana 2	8		
Semana 3	8,48		
Semana 4	7,6		
Semana 5	8,1		
Semana 6	8,6		

Elaborado: Mirna Cobeña y Evelyn Riofrío, 2018.

**Gráfico 17:** Análisis del pH



Elaborado: Mirna Cobeña y Evelyn Riofrío, 2018.

### 3.1.14.2. Análisis de la conductividad en la parcela experimental

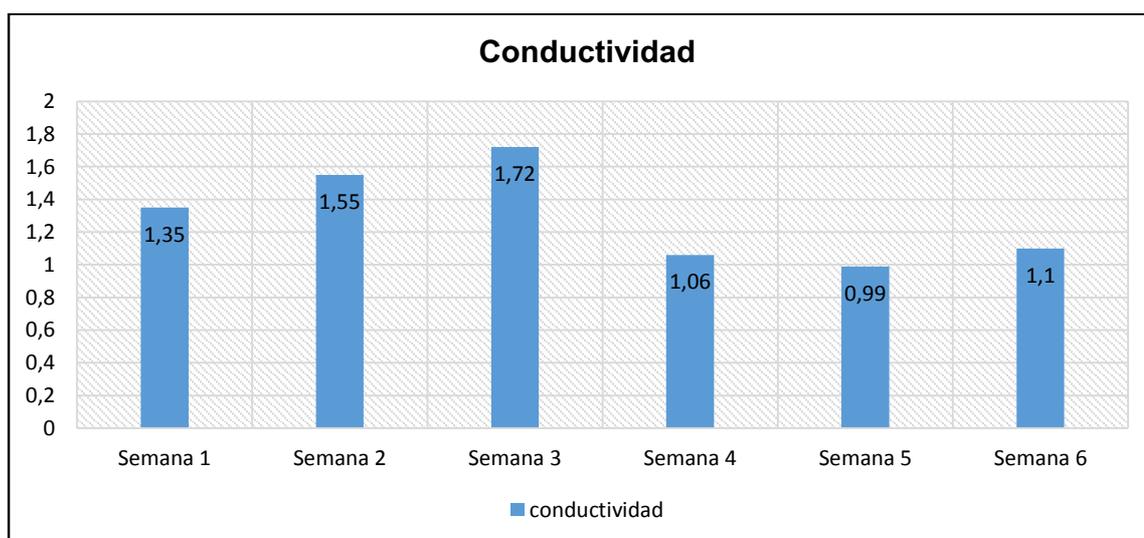
**Análisis e interpretación:** La conductividad eléctrica en la parcela experimental tuvo una cantidad alta en la tercera semana con 1,72 ds/m evidenciando una diferencia con la parcela testigo, pero aun manteniéndose en los límites permisibles (0 -2 ds/m) de acuerdo a la teoría que fundamenta esta investigación.

**Tabla 19:** Resultados de la conductividad de la parcela experimental

 <b>ANÁLISIS DEL SUELO – Conductividad</b>		
Muestras	Conductividad (dS/m)	LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES TABLA 7: INIAP (2013)
Semana 1	1,35	<b><u>0 a 2</u></b>
Semana 2	1,55	
Semana 3	1,72	
Semana 4	1,06	
Semana 5	0,99	
Semana 6	1,1	

Elaborado: Mirna Cobeña y Evelyn Riofrío, 2018.

**Gráfico 18:** Análisis de la Conductividad



Elaborado: Mirna Cobeña y Evelyn Riofrío, 2018.

### 3.1.14.3. Análisis de la humedad en la parcela experimental

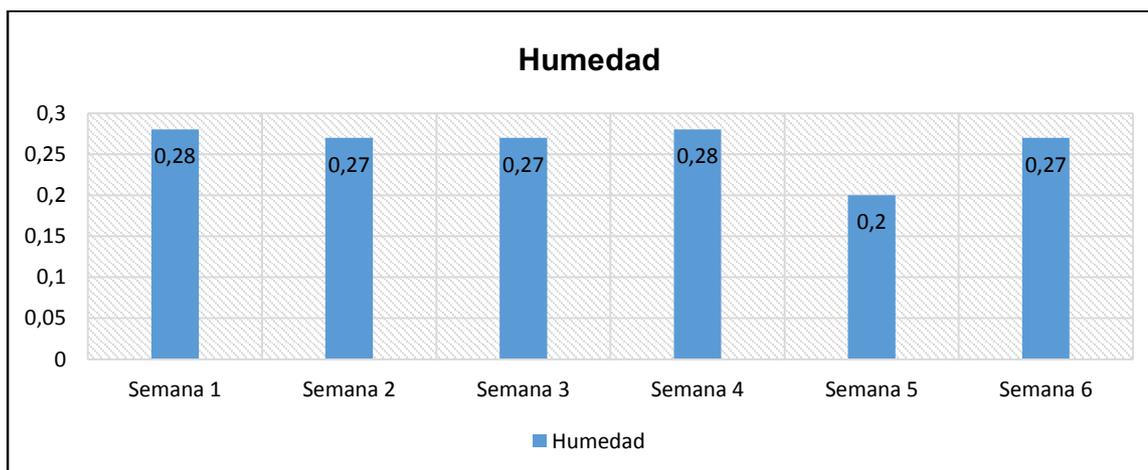
**Análisis e interpretación:** En la parcela experimental en las 6 semanas la humedad se mantuvo en rangos de 0,22 - 0,28 % considerados para la teoría como rangos normales.

**Tabla 20:** Resultados de la humedad en la parcela experimental

 <b>ANÁLISIS DEL SUELO – Humedad</b>		
Muestras	Humedad (%)	LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES TABLA 7: INIAP (2013)
Semana 1	0,28	<b><u>0.10 a 0.35</u></b>
Semana 2	0,27	
Semana 3	0,27	
Semana 4	0,28	
Semana 5	0,2	
Semana 6	0,27	

Elaborado: Mirna Cobeña y Evelyn Riofrío, 2018.

**Gráfico 19:** Análisis de la humedad



Elaborado: Mirna Cobeña y Evelyn Riofrío, 2018.

### 3.1.14.4. Análisis de la capacidad de campo en la parcela experimental

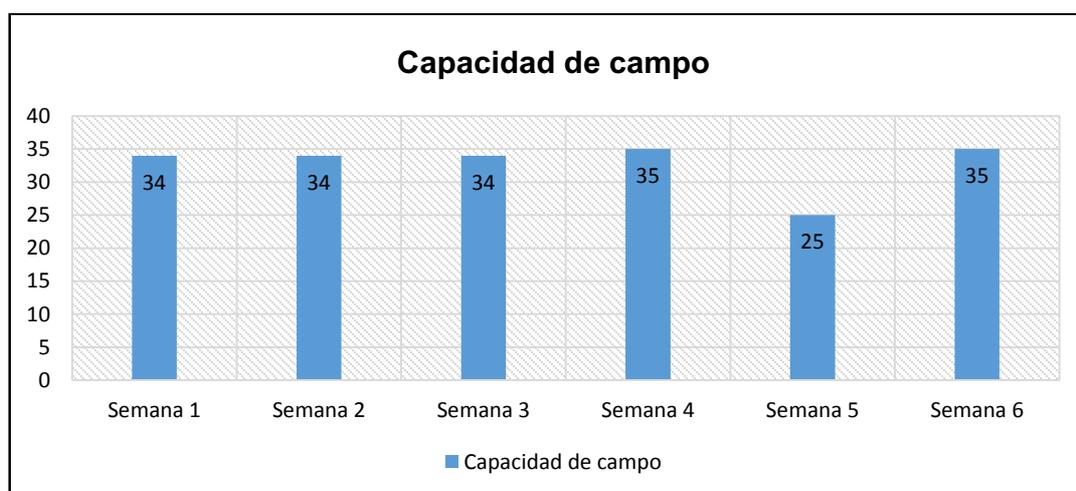
**Análisis e interpretación:** En la tabla 12 donde se presentan los resultados de la capacidad de campo de la parcela experimental se observan que se encuentran en un rango de entre 25 - 35 a lo largo de las seis semanas de estudio, lo que contrastando con la teoría de CDA (Centro de Desarrollo Agro) se mantienen en un rango considerado normal.

**Tabla 21:** Resultados de la capacidad de campo en la parcela experimental

 <b>ANÁLISIS DEL SUELO – Capacidad de campo</b>		
Muestras	Capacidad de campo (C.C %)	LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES, Tabla 1: MANEJO DE AGUA DE RIEGO
Semana 1	34	<b><u>24 a 36</u></b>
Semana 2	34	
Semana 3	34	
Semana 4	35	
Semana 5	25	
Semana 6	35	

Elaborado: Mirna Cobeña y Evelyn Riofrío, 2018.

**Gráfico 20:** Análisis de la Capacidad de campo



Elaborado: Mirna Cobeña y Evelyn Riofrío, 2018.

### 3.1.14.5. Análisis del punto de marchitez en la parcela experimental

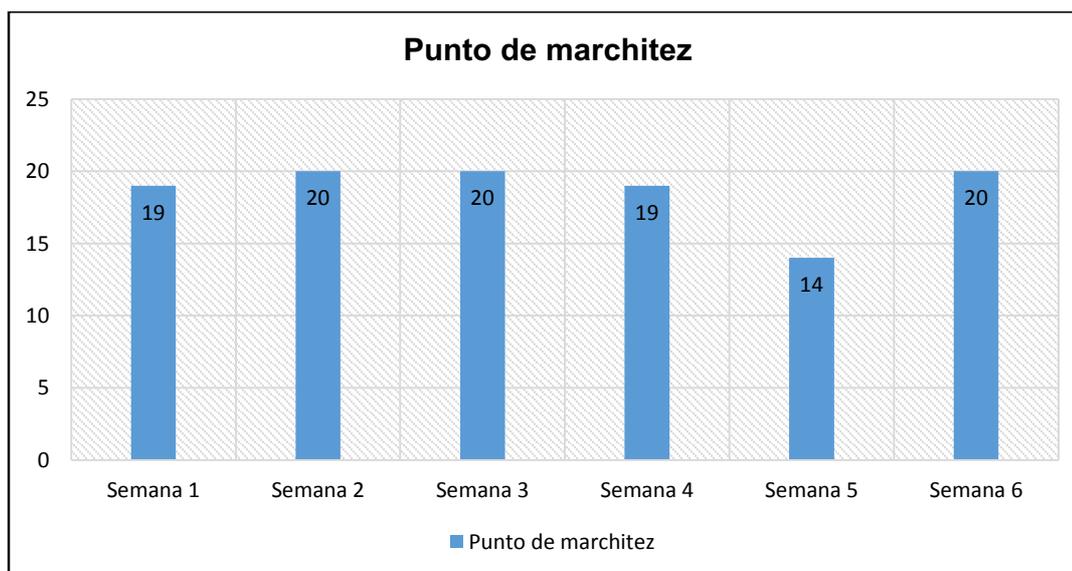
**Análisis e interpretación:** En la tabla 22 donde se presentan los resultados del punto de marchitez de la parcela experimental en donde se observan que se encuentran en un rango de entre 14 a 23 a lo largo de las seis semanas de estudio, lo que contrastando con la teoría de CDA (Centro de Desarrollo Agro) se mantienen en un rango considerado normal.

**Tabla 22:** Resultados del punto de marchitez de la parcela experimental

 <b>ANÁLISIS DEL SUELO – Punto de marchitez</b>		
Muestras	Punto de marchitez (P.M %)	LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES, Tabla 1: MANEJO DE AGUA DE RIEGO
Semana 1	19	<b><u>11 a 20</u></b>
Semana 2	20	
Semana 3	20	
Semana 4	19	
Semana 5	14	
Semana 6	20	

Elaborado: Mirna Cobeña y Evelyn Riofrío, 2018.

**Gráfico 21:** Análisis del Punto de Marchitez



Elaborado: Mirna Cobeña y Evelyn Riofrío, 2018.

### 3.1.15. Análisis de densidad real, densidad aparente y porosidad de las parcela testigo y experimental (octubre y noviembre)

#### 3.1.15.1. Resultados de la parcela testigo, densidad real, densidad aparente y porosidad

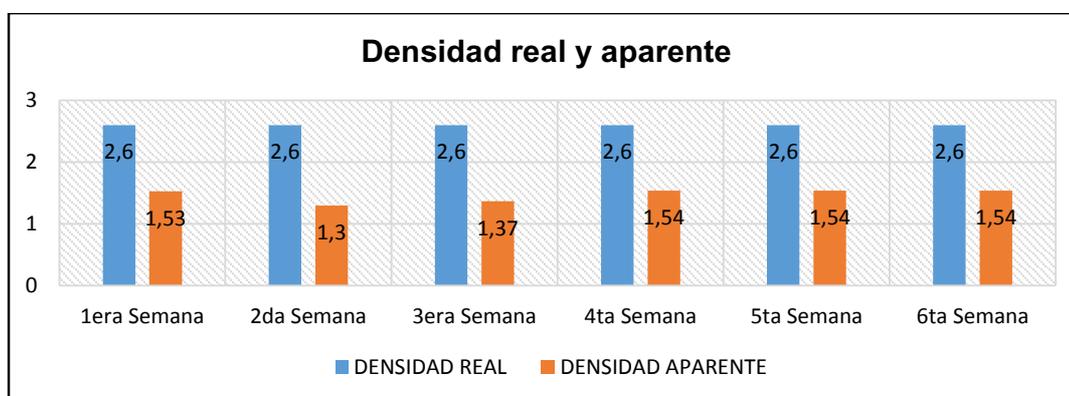
**Análisis e interpretación:** En lo que respecta a los análisis de suelo realizadas en la parcela testigo las densidades, a lo largo de estas seis semanas se determinó que tanto la densidad aparente encontrándose en un promedio de 1,54 gr /cm<sup>3</sup> y la densidad real con un promedio de 2,60 gr /cm<sup>3</sup> dieron como resultado una textura de suelo franco limoso como se comparó en el libro de densidad del suelo por el autor de Kelvin Gutiérrez.

**Tabla 23:** Densidad real y densidad aparente.

 <b>PARCELA TESTIGO</b>				
	<b>DENSIDAD REAL (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE (D.A)</b>	<b>DENSIDAD APARENTE (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE (D.R)</b>
1era Semana	2,60	<b><u>2.45 – 2.65</u></b>	1,53	<b><u>1.24 – 1.54</u></b>
2da Semana	2,60		1,30	
3era Semana	2,60		1,37	
4ta Semana	2,60		1,54	
5ta Semana	2,60		1,54	
6ta Semana	2,60		1,54	

Elaborado: Mirna Cobeña y Evelyn Riofrío, 2018.

**Gráfico 22:** Densidad real y aparente



Elaborado: Mirna Cobeña y Evelyn Riofrío, 2018.

### Análisis e interpretación:

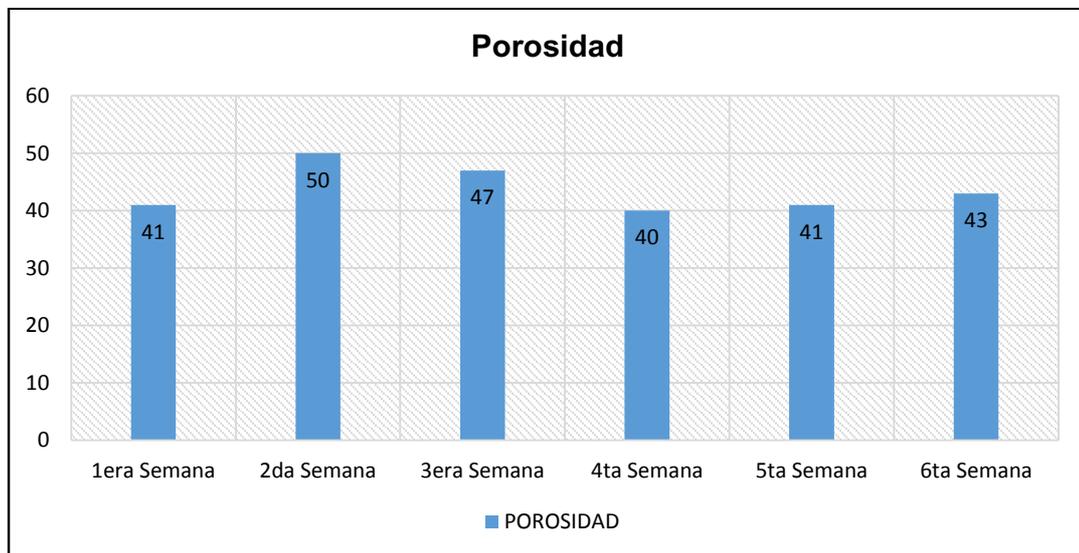
La porosidad de la parcela testigo se encuentra en un promedio del 50%, que demostrada con el libro de la porosidad según David Ramírez se denomina que está un poco baja.

**Tabla 24:** Porosidad

 PARCELA TESTIGO		
	<b>POROSIDAD (%)</b>	<b>LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE DE LA POROSIDAD</b>
1era Semana	41	<b><u>40 - 50</u></b>
2da Semana	50	
3era Semana	47	
4ta Semana	40	
5ta Semana	41	
6ta Semana	43	

Elaborado: Mirna Cobeña y Evelyn Riofrío, 2018.

**Gráfico 23:** Porosidad de la parcela testigo



Elaborado: Mirna Cobeña y Evelyn Riofrío, 2018.

### 3.1.15.2. Resultados de la parcela experimental, toma de muestras de densidad real, densidad aparente y porosidad

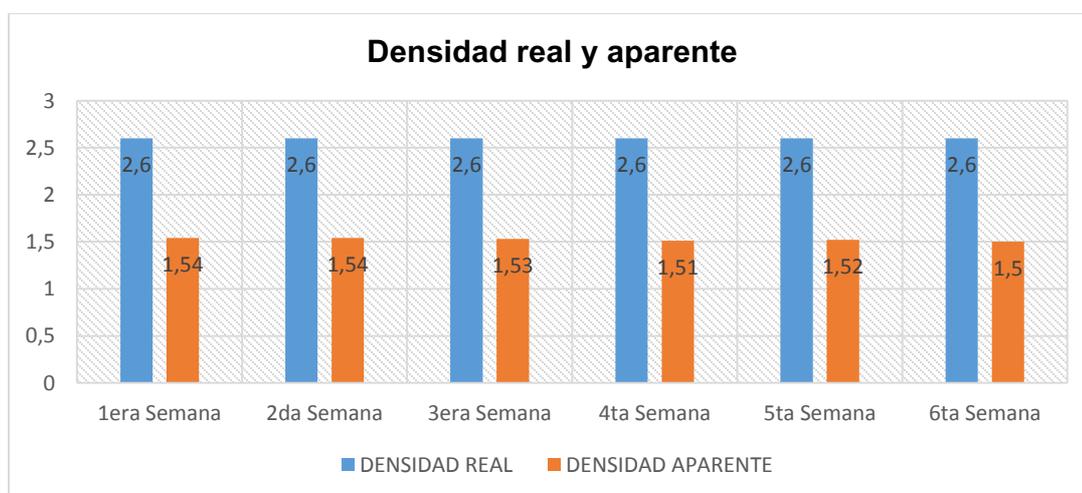
**Análisis e Interpretación:** Los análisis de densidades, realizados en la parcela experimental, elaborados en seis semanas, la densidad aparente se encontraba con  $1,54 \text{ gr/cm}^3$  y la densidad real con  $2,60 \text{ gr/cm}^3$  y para poder determinar la textura del suelo se comparó con el Libro de Densidad aparente y real el cual estipula que es un suelo franco limoso el área de estudio donde se llevaron a cabo los análisis.

**Tabla 25:** Densidad real y aparente

 <b>PARCELA EXPERIMENTAL</b>				
	<b>DENSIDAD REAL</b> ( $\text{gr/cm}^3$ )	<b>LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE</b> (D.A)	<b>DENSIDAD APARENTE</b> ( $\text{gr/cm}^3$ )	<b>LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE</b> (D.R)
1era Semana	2,60	<u>2.45 – 2.65</u>	1,54	<u>1.24 – 1.54</u>
2da Semana	2,60		1,54	
3era Semana	2,60		1,53	
4ta Semana	2,60		1,51	
5ta Semana	2,60		1,52	
6ta Semana	2,60		1,50	

Elaborado: Mirna Cobeña y Evelyn Riofrío, 2018.

**Gráfico 24:** Densidad real y aparente



Elaborado: Mirna Cobeña y Evelyn Riofrío, 2018.

### Análisis e interpretación:

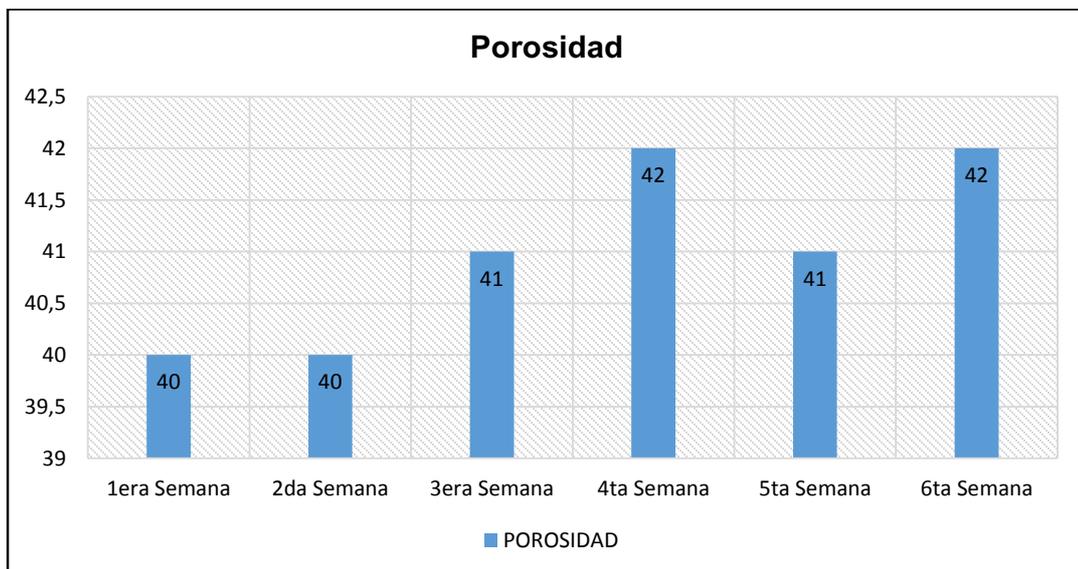
La porosidad de la parcela experimental se encuentra en un promedio del 50%, que demostrada con el libro de la porosidad según David Ramírez se denomina que está un poco baja.

**Tabla 26:** Porosidad

 <b>PARCELA EXPERIMENTAL</b>		
	<b>POROSIDAD (%)</b>	<b>LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE DE LA POROSIDAD</b>
1era Semana	40	<b><u>40 - 50</u></b>
2da Semana	40	
3era Semana	41	
4ta Semana	42	
5ta Semana	41	
6ta Semana	42	

Elaborado: Mirna Cobeña y Evelyn Riofrío, 2018.

**Gráfico 25:** Porosidad



Elaborado: Mirna Cobeña y Evelyn Riofrío, 2018.

### 3.1.16. Resultados de los macro y micronutrientes del suelo

Se tomaron muestras del suelo de las parcelas testigo y experimental para ser llevadas al laboratorio en Quevedo INIAP, en donde se le realizó un estudio completo de macro y micro elementos presentando los respectivos resultados a continuación.

#### 3.1.16.1. Análisis de la parcela testigo

**Tabla 27:** Resultados de los macro y micro nutrientes en la parcela testigo

 ANÁLISIS DE LABORATORIO INIAP- PARCELA TESTIGO		
PARÁMETROS	RESULTADOS LABORATORIO DEL INIAP DE QUEVEDO	LÍMITES PERMISIBLES ANEXO 17
MATERIA ORGANICA (M.O.)	5,4	2 a 5
pH	6,6	6,6 a 7,5
NITROGENO (N)	17	30 a 60
FOSFORO (P)	16	10 a 20
POTASIO (K)	2,52	0,2 a 0,4
CALCIO (Ca)	8	3,0 a 7,0
MAGNESIO (Mg)	2,8	1,0 a 2,5
AZUFRE (S)	24	10 a 20
ZINC (Zn)	5,0	2 a 6
COBRE (Cu)	11,0	2 a 4
HIERRO (Fe)	210	25 a 50
MANGANESO (Mn)	20,0	5 a 10
BORO (B)	0,50	1,4 a 0,9

Elaborado: Mirna Cobeña y Evelyn Riofrio, 2018.

**Análisis e interpretación:** En la tabla 27 se presentan los resultados del análisis del suelo realizado en la parcela testigo, el valor de la materia orgánica presenta un valor de 5,4 considerado un poco elevado de acuerdo a los límites permisibles; presenta un pH DE 6,6 considerado dentro del rango permisible; con relación al N(nitrógeno) se presenta un valor por debajo de lo normal, el P(fosforo) presenta un valor considerado normal dentro de los límites permisibles como es 16; el K (Potasio) Ca(calcio) Mg (Magnesio) S (Azufre) Cu (Cobre) Fe (Hierro) Mn (Manganeso) presentan valores por encima de los permisibles; mientras que el Zn (Zinc) se encuentra dentro de los rangos permisibles y B(boro) por debajo de los límites permisibles.

### 3.1.16.2. Análisis de la parcela experimental

**Tabla 28:** Resultados de los macro y micro nutrientes de la parcela experimental

 ANÁLISIS DE LABORATORIO INIAP- PARCELA EXPERIMENTAL		
PARÁMETROS	RESULTADOS LABORATORIO DEL INIAP DE QUEVEDO	LÍMITES PERMISIBLES ANEXO 17
MATERIA ORGANICA (M.O.)	4,8	2 a 5
pH	8,2	6,6 a 7,3
NITROGENO (N)	17	30 a 60
FOSFORO (P)	20	10 a 20
POTASIO (K)	5,80	0,2 a 0,4
CALCIO (Ca)	7	3,0 a 7,0
MAGNESIO (Mg)	3,6	1,0 a 2,5
AZUFRE (S)	31	10 a 20
ZINC (Zn)	6,8	2 a 6
COBRE (Cu)	14,6	2 a 4
HIERRO (Fe)	215	25 a 50
MANGANESO (Mn)	7,8	5 a 10
BORO (B)	0,42	1,4 a 0,9

Elaborado: Mirna Cobeña y Evelyn Riofrio, 2018.

**Análisis e interpretación:** En la tabla 28 se presentan los resultados del análisis del suelo realizado en la parcela experimental, el valor de la materia orgánica presenta un valor de 4,8 considerado dentro de los límites permisibles; presenta un pH de 8,2 considerado dentro de la escala de pH como un suelo alcalino; con relación al N(nitrógeno) se presenta un valor por debajo de lo normal, el P(fosforo) presenta un valor considerado normal dentro de los límites permisibles como es 20; el K (Potasio), Mg (Magnesio), S (Azufre), Zn(Zinc), Cu (Cobre), Fe (Hierro), Mn (Manganeso), presentan valores por encima de los permisibles; mientras que el Ca (Calcio), se encuentra dentro de los rangos permisibles y B(boro) por debajo de los límites permisibles.

### 3.1.17. Características de producción de los racimos (frutos)

#### 3.1.17.1. Resultado de la parcela testigo

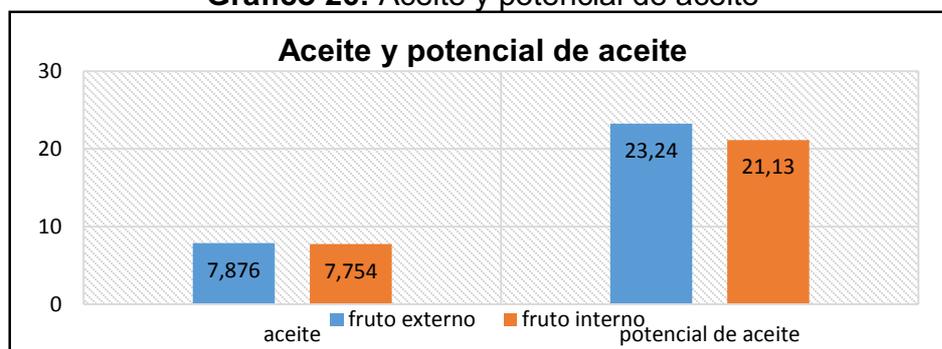
**Análisis e interpretación:** En la tabla 29 se presentan los resultados obtenidos en la parcela testigo en el mes de octubre, datos con relación a la extracción de aceite y potencial de aceite de los frutos internos y externos. La extracción de aceite del fruto externo está en 6.451gr mientras que del fruto interno fue de 6.175gr; datos que fueron obtenidos mediante el proceso de extracción del fruto. El potencial de aceite de la parcela testigo fue de 23,24 % en el fruto externo y en el fruto interno de 21,13% encontrándose el aceite en un estado positivo como lo demuestra FEDEPALMA en la teoría y experiencia con el proceso de extracción de aceite y los frutos de la palma africana.

**Tabla 29:** Resultados de la producción de los racimos de la parcela testigo (Octubre)

 <b>EXTRACTORA AGRICOLA RIO MANSO S.A. – PLANTA MONTERREY</b>		
<b>PARCELA TESTIGO</b>		
<b>FECHA:</b> 18-October-2018		
RACIMO FRESCO (Kg)	15.82	
	FRUTO EXTERNO	FRUTO INTERNO
ACEITE (gr)	6.451	6.175
POTENCIAL DE ACEITE (%)	23.24	21.13

Elaborado: Mirna Cobeña y Evelyn Riofrío, 2018.

**Gráfico 26:** Aceite y potencial de aceite



Elaborado: Mirna Cobeña y Evelyn Riofrío, 2018.

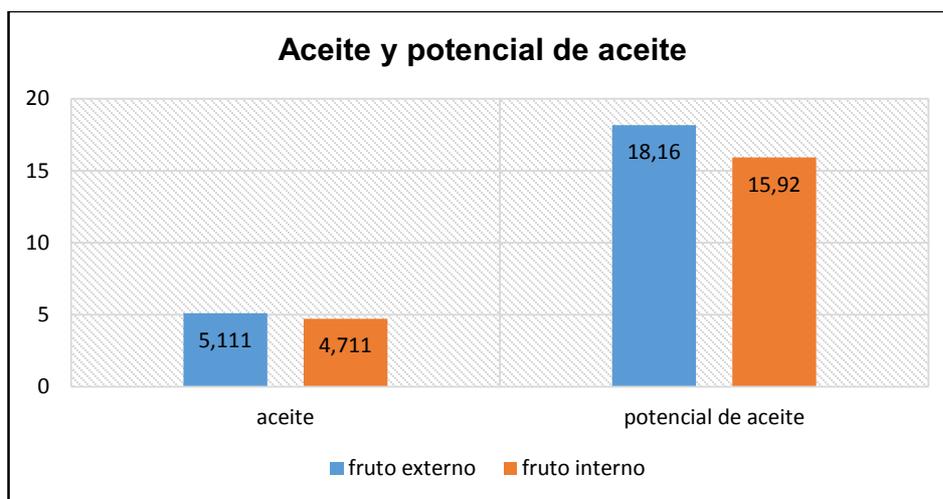
**Análisis e interpretación:** En la tabla 30 se presentan los resultados obtenidos en la parcela testigo en el mes de noviembre, datos con relación a la extracción de aceite y potencial de aceite de los frutos internos y externos. La extracción de aceite del fruto externo está en 5,111gr mientras que del fruto interno fue de 4,711gr; datos que fueron obtenidos mediante el proceso de extracción del fruto. El potencial de aceite de la parcela testigo fue de 18,16% en el fruto externo y en el fruto interno de 15,92% encontrándose el aceite en un estado positivo como lo demuestra FEDEPALMA en la teoría y experiencia con el proceso de extracción de aceite y los frutos de la palma africana.

**Tabla 30:** Resultados de la producción de los racimos de la parcela testigo (Noviembre)

 <b>EXTRACTORA AGRICOLA RIO MANSO S.A. – PLANTA MONTERREY</b>		
<b>PARCELA TESTIGO</b>		
<b>FECHA:</b> 22-Noviembre-2018		
RACIMO FRESCO (Kg)	14.10	
	<b>FRUTO EXTERNO</b>	<b>FRUTO INTERNO</b>
ACEITE (gr)	5.111	4.711
POTENCIAL DE ACEITE (%)	18.16	15.92

Elaborado: Mirna Cobeña y Evelyn Riofrio, 2018.

**Gráfico 27:** Aceite y potencial de aceite



Elaborado: Mirna Cobeña y Evelyn Riofrio, 2018.

### 3.1.18. Resultado de la parcela experimental

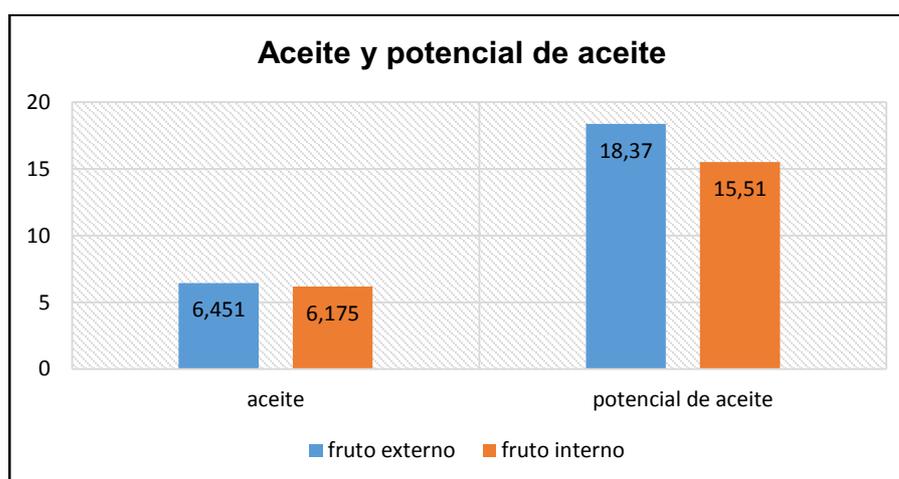
**Análisis e interpretación:** En la tabla 31 se presentan los resultados obtenidos en la parcela experimental en el mes de octubre, datos con relación a la extracción de aceite y potencial de aceite de los frutos internos y externos. La extracción de aceite del fruto externo está en 7.876gr mientras que del fruto interno fue de 7.754gr; datos que fueron obtenidos mediante el proceso de extracción del fruto. El potencial de aceite de la parcela experimental fue de 18,37% en el fruto externo y en el fruto interno de 15,51% encontrándose el aceite en un estado positivo como lo demuestra FEDEPALMA en la teoría y experiencia con el proceso de extracción de aceite y los frutos de la palma africana.

**Tabla 31:** Resultados de la producción de los racimos de la parcela Experimental (Octubre)

 <b>EXTRACTORA AGRICOLA RIO MANSO S.A. – PLANTA MONTERREY</b>		
<b>PARCELA EXPERIMENTAL</b>		
<b>FECHA:</b> 18-October-2018		
<b>RACIMO FRESCO (Kg)</b>	26.06	
	<b>FRUTO EXTERNO</b>	<b>FRUTO INTERNO</b>
<b>ACEITE (gr)</b>	7.876	7.754
<b>POTENCIAL DE ACEITE (%)</b>	18.37	15.51

Elaborado: Mirna Cobeña y Evelyn Riofrío, 2018.

**Gráfico 28:** Aceite y potencial de aceite



Elaborado: Mirna Cobeña y Evelyn Riofrío, 2018.

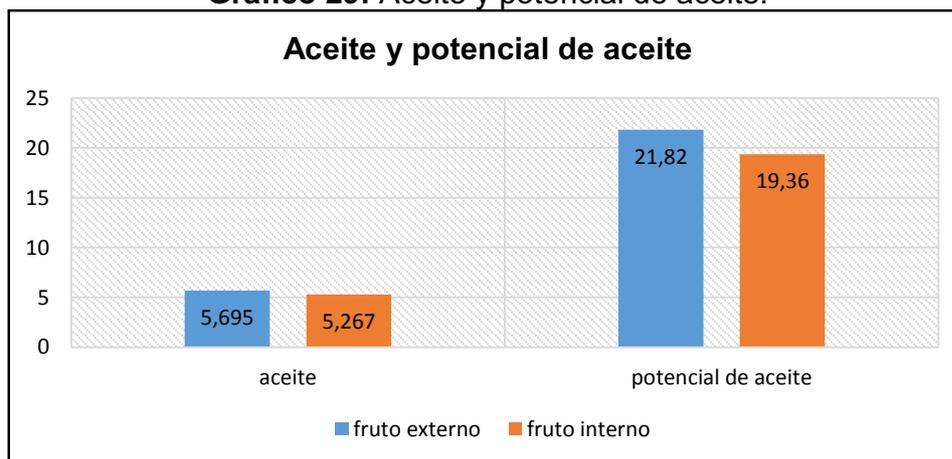
**Análisis e interpretación:** En la tabla 32 se presentan los resultados obtenidos en la parcela experimental en el mes de noviembre, datos con relación a la extracción de aceite y potencial de aceite de los frutos internos y externos. La extracción de aceite del fruto externo está en 5,695gr mientras que del fruto interno fue de 5,267gr; datos que fueron obtenidos mediante el proceso de extracción del fruto. El potencial de aceite de la parcela experimental fue de 21,82% en el fruto externo y en el fruto interno de 19,36% encontrándose el aceite en un estado positivo como lo demuestra FEDEPALMA en la teoría y experiencia con el proceso de extracción de aceite y los frutos de la palma africana.

**Tabla 32:** Resultados de la producción de los racimos de la parcela experimental (Noviembre)

 <b>EXTRACTORA AGRÍCOLA RÍO MANSO S.A. – PLANTA MONTERREY</b>		
<b>PARCELA EXPERIMENTAL</b>		
<b>FECHA:</b> 22-Noviembre-2018		
<b>RACIMO FRESCO (Kg)</b>	11.94	
	<b>FRUTO EXTERNO</b>	<b>FRUTO INTERNO</b>
<b>ACEITE (gr)</b>	5.695	5.267
<b>POTENCIAL DE ACEITE (%)</b>	21.82	19.36

Elaborado: Mirna Cobeña y Evelyn Riofrío, 2018.

**Gráfico 29:** Aceite y potencial de aceite.



Elaborado: Mirna Cobeña y Evelyn Riofrío, 2018.

### 3.1.19. Resultados del requerimiento hídrico de la palma africana

**Tabla 33:** Requerimiento hídrico de la parcela experimental.

 <b>CAUDAL PARCELA EXPERIMENTAL</b>						
Hora	Q1	Q2	Q3	QDíatotal	Qsemanal	Fecha
8:00/16:00pm	19,45 m <sup>3</sup> /h	19,21 m <sup>3</sup> /h	18,94 m <sup>3</sup> /h	57,60 m <sup>3</sup> /h	327,58 m <sup>3</sup> /h	25/10/2018
8:00/16:00pm	19,27 m <sup>3</sup> /h	19,10 m <sup>3</sup> /h	18,28 m <sup>3</sup> /h	56,65 m <sup>3</sup> /h	327,36 m <sup>3</sup> /h	26/10/2018
8:00/16:00pm	19,10 m <sup>3</sup> /h	18,28 m <sup>3</sup> /h	18,15 m <sup>3</sup> /h	55,53 m <sup>3</sup> /h	327,18 m <sup>3</sup> /h	30/10/2018
8:00/16:00pm	18,44 m <sup>3</sup> /h	17,60 m <sup>3</sup> /h	18,26 m <sup>3</sup> /h	54,30 m <sup>3</sup> /h	326,98 m <sup>3</sup> /h	07/11/2018
8:00/16:00pm	17,95 m <sup>3</sup> /h	18,04 m <sup>3</sup> /h	18,00 m <sup>3</sup> /h	53,99 m <sup>3</sup> /h	326,87 m <sup>3</sup> /h	15/11/2018
8:00/16:00pm	18,40 m <sup>3</sup> /h	18,02 m <sup>3</sup> /h	18,00 m <sup>3</sup> /h	54,42 m <sup>3</sup> /h	327,18 m <sup>3</sup> /h	22/11/2018
8:00/16:00pm	18,55 m <sup>3</sup> /h	18,25 m <sup>3</sup> /h	18,00 m <sup>3</sup> /h	54,80 m <sup>3</sup> /h	326,75 m <sup>3</sup> /h	29/11/2018

Elaborado: Mirna Cobeña y Evelyn Riofrio, 2018.

**Análisis e interpretación:** En la tabla 33 se presentan los resultados del diagnóstico hídrico realizado en la parcela experimental con relación al requerimiento hídrico del cultivo de palma africana que de acuerdo a López (1991), señala que el cultivo de palma aceitera requiere de cantidades considerables de agua, que difícilmente son satisfechos con las precipitaciones de la zona de implantación. De acuerdo a lo señalado por López en la parcela experimental se suplió el requerimiento hídrico mediante el riego artificial con el reutilizamiento del agua del proceso de extracción de palma de la laguna de oxidación número ocho de la empresa en donde se realizó el estudio.

## 3.2. DISCUSIÓN

El uso de las aguas residuales tratadas para el riego agrícola es una alternativa Utilizada en la práctica de producción más limpia, mitiga y evita posibles impactos ambientales, para esto se recomienda la estricta realización de actividades preventivas de los impactos ambientales, acompañados de un preciso monitoreo de las mismas, basadas en planes de manejo de residuos, mantenimiento, planes de emergencia, registros.

La ventaja de aplicar prácticas de producción más limpia reduce los residuos no deseados que se genera durante los procesos de producción. Así mismo se reducen los costos unitarios de producción por medio de la reutilización del recurso hídrico.

La calidad del agua de las lagunas de oxidación 7 y 8 de la Extractora Agrícola Río Manso S.A. presenta un pH ente los límites de 8,20 - 8,6 considerado como un pH alcalino. Las temperaturas del agua de las dos lagunas se mantienen en 27°C, con relación a la presencia de aceites grasas y lodos en las muestras tratadas en la laguna 7 existió presencia de aceites y de lodos mientras que en la laguna ocho no existió presencia de ninguno de estos dos componentes.

Dentro de todos los análisis realizados se planteó un estudio de suelo inicial en las dos parcelas en estudio con el fin de conocer el nivel en el que se encuentra el suelo antes de iniciar el estudio, cuyos resultados nos demostraron que el pH en la parcela testigo es un poco acida que en la parcela experimental, la conductividad presenta valores más elevados en la parcela experimental mientras que la humedad es similar en las dos parcelas y la textura franco limoso.

Los resultados de suelo que se realizaron durante la aplicación del riego en la parcela testigo demostraron que el pH se mantuvo entre neutro y alcalino, la

conductividad eléctrica se presentó desde 0,87dS/m hasta un máximo de 1,55ds/m; la humedad del suelo de entre 0,23 - 0,29% manteniéndose dentro de los rangos permisibles; la capacidad de campo presento un rango de entre 27 a 39%; y el punto de marchitez entre valores de 14 a 24%.

Así mismo la parcela experimental tuvo resultados relevantes como fueron: un pH alcalino siendo considerable la diferencia con la parcela testigo, cabe recalcar que esta parcela fue regada con aspersores tipo cañón; la conductividad eléctrica, la humedad, la capacidad e campo, y punto de marchitez se mantuvieron dentro de los límites permisibles.

Con relación al análisis de los nutrientes esenciales para el desarrollo adecuado de la palma africana se realizaron estudios en la parcela testigo y experimental; existiendo diferencias considerables en cuanto al Zinc y al calcio. Ya que en la parcela testigo el zinc se encuentra dentro de los límites permisibles, pero en la parcela experimental presenta valores por encima de los permisibles; y con relación al calcio en la parcela testigo se presenta valores elevados mientras que en la parcela experimental presenta valores dentro de los límites permisibles.

Con relación a la calidad del fruto de la palma africana los resultados de la parcela testigo el potencial de aceite fue entre 23,24 a 18,16% en el fruto externo; y de 21,13 a 15,92 en el fruto interno. Mientras que en la parcela experimental el potencial de aceite fue de entre 18,37 a 21,82% en el fruto externo y de 15,51 a 19,36% en el fruto interno.

## IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1. CONCLUSIONES

El agua del efluente del sistema de tratamiento de agua residual de la laguna de oxidación número ocho reutilizable en la Extractora Agrícola Río Manso S.A., Planta Monterrey, los estudios demuestran el pH del suelo alcalino es decir óptimo para que el cultivo de la palma africana se desarrolle de manera adecuada y que el fruto y el aceite sean óptimos para el proceso de extracción.

Con relación al estudio de los parámetros del suelo, es decir pH, humedad, conductividad, capacidad de campo y punto de marchitez en las parcelas en estudio no hubo mayor diferencia, es decir que los rangos de humedad, conductividad, capacidad de campo y punto de marchitez fueron similares; existiendo una diferencia considerable solo en el pH del suelo de la parcela experimental en donde se alcanzaron valores sobre los 8,20 es decir un pH alcalino.

Los nutrientes presentes en el suelo regado con agua residual tratada, que presentaron mayor variedad fueron el Zinc que presenta valores por encima de los permisibles y el Calcio que se presenta dentro de los valores permisibles; mientras que no existe diferencia en cuanto a los demás nutrientes como son el N (Nitrógeno), P (Fosforo), K (Potasio), Mg (Magnesio), S (Azufre), Zn (Zinc), Cu (Cobre), Fe (Hierro), Mn (Manganeso) y B (Boro).

Con relación a las características de producción de los racimos (frutos) de las parcelas en estudio del cultivo de palma africana *Elaeis guineensis*, se determinó que no existe diferencia alguna, ya que el potencial de aceite de los frutos de la parcela testigo y experimental están dentro del rango permitido.

## 4.2. RECOMENDACIONES

El uso de efluentes del sistema de tratamiento de agua residual de la laguna de oxidación como parte del riego en el cultivo de palma africana genera un gran aporte en el cultivo; sobre todo mantiene los niveles de calidad de aceite y productividad de los racimos de fruta.

Se recomienda utilizar nutrientes como el azufre, sulfato de hierro, y materia orgánica en la palma africana *Elaeis guineensis* en forma de corona con el fin de recuperar el pH del suelo alcalino.

Para cuantificar y relacionar los valores máximos permisibles necesarios y beneficios para el cultivo se deberán hacer investigaciones y análisis estadísticos que permitan establecer algunos valores estandarizados en cuanto a riego con efluentes tratados.

Se recomienda de una manera general normativas para el uso de efluentes tratados para el riego de cultivos que aquellas plantaciones de palma africana deseen implementar el riego con efluentes tratados y a su vez garantice los requerimientos necesarios para el desarrollo del cultivo.

## V. BIBLIOGRAFIA

- Agricola, R. (12 de Marzo de 2017). *RED AGRICOLA*. Obtenido de <http://www.redagricola.com/cl/conductividad-electrica-salinidad/>
- Aguilar, D. (4 de Diciembre de 2017). *LA HISTORIA*. Obtenido de <http://lahistoria.ec/2017/10/04/la-palma-africana-se-apodera-silenciosamente-de-ecuador/>
- ANCUPA. (27 de OCTUBRE de 2015). *PALMA LA VOZ DEL PALMICULTOR*. Obtenido de <http://ancupa.com/wp-content/uploads/2018/02/PALMA-ANCUPA-Febrero-web.pdf>
- Bruges, C. (1 de ENERO de 2000). *CID PALMERO*. Obtenido de <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/793>
- BUCARAMANGA, U. T. (14 de Septiembre de 2014). *SCRIBD*. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/239735463/Suelos-Palma-Africana>
- CENIPALMA. (11 de MARZO de 1996). *MANEJO DE EFLUENTES DE PLANTAS EXTRACTORAS*. Obtenido de <file:///C:/Users/USER/Downloads/10522-Texto%20del%20art%C3%ADculo-10684-1-10-20130127.pdf>
- Eddy, M. (14 de MAYO de 1972). *INGENIERIA DE AGUAS RESIDUALES*. Obtenido de <https://translate.google.com.ec/translate?hl=es-419&sl=en&u=https://www.amazon.com/Wastewater-Engineering-Collection-Treatment-Disposal/dp/0070416753&prev=search>
- FAO. (SEPTIEMBRE de 2012). Obtenido de [http://www.scirp.org/\(S\(351jmbntvnsjt1aadkposzje\)\)/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=552874](http://www.scirp.org/(S(351jmbntvnsjt1aadkposzje))/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=552874)
- FAO. (JUNIO de 2017). *AGRICULTURA DE CONSERVACION*. Obtenido de [http://www.fao.org/ag/ca/training\\_materials/cd27-spanish/sm/soil\\_moisture.pdf](http://www.fao.org/ag/ca/training_materials/cd27-spanish/sm/soil_moisture.pdf)
- FEDAPAL. (AGOSTO de 2005). *ACEITE DE PALMA DEL ECUADOR*. Obtenido de <http://www.fedapal.org/web2017/index.php/bondades-de-la-palma/publicaciones/book/8/1?page=2>
- IICA. (Octubre de 2006). *CULTIVO DE LA PALMA AFRICANA GUIA TECNICA*. Obtenido de <http://www.galeon.com/subproductospalma/guiapalma.pdf>

- KALI, K. (6 de Junio de 2017). *Palma Africana*. Obtenido de [https://www.kaligmbh.com/eses/fertiliser/advisory\\_service/crops/oilpalm.html](https://www.kaligmbh.com/eses/fertiliser/advisory_service/crops/oilpalm.html)
- NSW. (12 de MAYO de 2017). Obtenido de <https://www.environment.nsw.gov.au/water/waterqual.htm>
- Orozco, A. (9 de FEBRERO de 2014). *BIOINGENIERIA DE AGUAS RESIDUALES TEORIA Y DISEÑO*. Obtenido de <https://www.librosyeditores.com/tiendalemoine/ingenieria/4764-bioingenieria-de-aguas-residuales-teoria-y-diseno-978958965482.html>
- Ortiz, J. (4 de MAYO de 2015). *T-UCE*. Obtenido de <file:///C:/Users/user/Downloads/T-UCE-0012-363.pdf>
- Potter, L. (28 de OCTUBRE de 2013). *EUTOPIA*. Obtenido de <http://revistas.flacsoandes.edu.ec/eutopia/article/view/1028>
- Regalado, F. (Abril de 2009). *MANEJO DE PALMA AFRICANA*. Obtenido de <http://www.coapalmaecara.com/files/03%20Manejo%20de%20la%20palma%20africana.pdf>
- Regalado, F. (2010). *Manejo de la palma africana*. Colombia: coapalmaecara.
- Rodriguez Zambrano Paola Daniela. (2011). <dspace.espace.edu.ec/bitstream>. Obtenido de [dspace.espace.edu.ec/bitstream: http://dspace.espace.edu.ec/bitstream/123456789/1653/1/236T0055.pdf](http://dspace.espace.edu.ec/bitstream/123456789/1653/1/236T0055.pdf)
- Rothschuh, J. (7 de ENERO de 1983). *LA PALMA AFRICANA*. Obtenido de [https://books.google.com.ec/books?id=E4AOAQAIAAJ&pg=PP4&lpg=PP4&dq=Rothschuh,+J.+\(1983\).+La+palma+africana+.+Managua:+Midinra&source=bl&ots=tNch0Xk5Pd&sig=Bq7S2vK4Pq7yplrclldkG2KJwyQ&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEWjp06iq9\\_LcAhUDy1kKHfFsC\\_4Q6AEwAHoECAEQAQ#v=onepag](https://books.google.com.ec/books?id=E4AOAQAIAAJ&pg=PP4&lpg=PP4&dq=Rothschuh,+J.+(1983).+La+palma+africana+.+Managua:+Midinra&source=bl&ots=tNch0Xk5Pd&sig=Bq7S2vK4Pq7yplrclldkG2KJwyQ&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEWjp06iq9_LcAhUDy1kKHfFsC_4Q6AEwAHoECAEQAQ#v=onepag)
- Sabaté, J. (28 de Noviembre de 2016). *eldiario.es*. Obtenido de [https://www.eldiario.es/consumoclaro/por\\_derecho/aceite-palma-perjudicial-enfermedades-coronarias-medio-ambiente\\_0\\_580942112.html](https://www.eldiario.es/consumoclaro/por_derecho/aceite-palma-perjudicial-enfermedades-coronarias-medio-ambiente_0_580942112.html)
- Sula, S. P. (6 de ABRIL de 2009). *MANUAL PALMA*. Obtenido de <https://palma.webcindario.com/manualpalma.pdf>
- Torres, N. S. (3 de Junio de 2017). *UNIVERSIDAD DE LA SALLE*. Obtenido de [http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/21527/41102133\\_2017.pdf?sequence=1](http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/21527/41102133_2017.pdf?sequence=1)

## ANEXOS



**Foto 1:** Parcela Testigo Inicial - Parcela Experimental Inicial.



**Foto 2:** Delimitación de la zona de estudio previo a la aplicación del riego.



**Foto 3:** Recolección de muestras de suelo de la Parcela Testigo y Experimental a 20, 40 y 60 cm para determinar capacidad de campo, punto de marchitez, humedad, pH, conductividad.



**Foto 4:** Aplicación del riego de la Laguna N.8 a la Parcela en estudio.



**Foto 5:** Toma de muestra de suelo de la Parcela Testigo y Experimental para determinar la Densidad real y aparente.



**Foto 6:** Proceso para determinar el Potencial de aceite de la Parcela Testigo y Experimental.



**ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"**  
**LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS**  
 Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme; Apartado 24  
 Quevedo - Ecuador Teléf. 052 783044 suelos.eetp@iniap.gob.ec

**REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS**

DATOS DEL PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD		PARA USO DEL LABORATORIO	
Nombre	: Evelin Riofrio y Myrna Cobeña	Nombre	: Ext Agrícola Planta Monterrey	Cultivo Actual	:
Dirección	:	Provincia	: Santo Domingo de los Tsáchilas	Nº Reporte	: 0092
Ciudad	: La Concordia	Cantón	: La Concordia	Fecha de Muestreo	: 16/11/2018
Teléfono	:	Parroquia	: Monterrey	Fecha de Ingreso	: 16/11/2018
Fax	:	Ubicación	: Sitio Planta Extractora	Fecha de Salida	: 04/12/2018

Nº Muest. Laborat.	Datos del Lote		pH	ppm		meq/100ml			ppm						
	Identificación	Area		NH <sub>4</sub>	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B	
82352	Parcela Testigo		6,6	PN	17	16	2,52	8	2,8	24	5,0	11,0	210	20,0	0,50
82353	Parcela Expimental		8,2	MeAl	17	20	5,80	7	3,6	31	6,8	14,6	215	7,8	0,42



La muestra será guardada en el laboratorio  
 por tres meses. Después de esa aceptación  
 no se volverán los resultados

INTERPRETACION				METODOLOGIA USADA		EXTRACTANTES	
pH				pH = Suelo: agua (1:2,5)		Olsen Modificado	
MAc = Muy Acido	LAc = Liger. Acido	LAl = Lige. Alcalino	RC = Requiere Cal	B = Bajo	N,P,B = Colorimetria	N,P,K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn	
Ac = Acido	PN = Prac. Neutro	MeAl = Media. Alcalino		M = Medio	S = Turbidimetria	Fosfato de Calcio Monobásico	
MeAc = Media. Acido	N = Neutro	Al = Alcalino		A = Alto	K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn = Absorción atómica	B,S	

*[Signature]*  
 RESPONSABLE DPTO. SUELOS Y AGUAS

*[Signature]*  
 RESPONSABLE LABORATORIO

**Anexo 1: Reporte de análisis del suelo Parcela Testigo - Parcela Experimental.**



**ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"**  
**LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS**  
 Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme, Apartado 24  
 Quevedo - Ecuador Teléf: 052 783044 suelos.eetp@iniap.gob.ec

**REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS**

DATOS DEL PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD		PARA USO DEL LABORATORIO	
Nombre	: Evelin Ríoifroy y Myrna Cobeña	Nombre	: Ext Agrícola Planta Monterrey	Cultivo Actual	:
Dirección	:	Provincia	: Santo Domingo de los Tsáchilas	N° de Reporte	: 0092
Ciudad	: La Concordia	Cantón	: La Concordia	Fecha de Muestreo	: 16/11/2018
Teléfono	:	Parroquia	: Monterrey	Fecha de Ingreso	: 16/11/2018
Fax	:	Ubicación	: Sitio Planta Extractora	Fecha de Salida	: 04/12/2018

N° Muest.	meq/100ml			dS/m	(%)	Ca	Mg	Ca+Mg	meq/100ml	(meq/l)½	ppm	Textura (%)			Clase Textural			
	Al+H	Al	Na	C.E.	M.O.							Mg	K	K		Σ Bases	RAS	Cl
82352					5,4 A	2,8	1,11	4,29	13,32									
82353					4,8 M	1,9	0,62	1,83	16,40									



La muestra será guardada en el laboratorio por tres meses. Transcurrido este periodo, el laboratorio no se responsabiliza de los resultados.

INTERPRETACION				ABREVIATURAS		METODOLOGIA USADA	
Al+H, Al y Na		C.E.		M.O. y Cl			
B = Bajo	NS = No Salino	S = Salino	B = Bajo			C.E. = Conductímetro	
M = Medio	LS = Lig. Salino	MS = Muy Salino	M = Medio			M.O. = Titulación de Welkley Black	
T = Tóxico			A = Alto			Al+H = Titulación con NaOH	

*[Signature]*  
 RESPONSABLE DPTO. SUELOS Y AGUA

*[Signature]*  
 RESPONSABLE LABORATORIO

**Anexo 2: Reporte de análisis del suelo Parcela Testigo - Parcela Experimental.**



**ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"**  
**LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS**

Km 5 Carretera Quevedo - El Empalme; Apartado 12-02-24  
Quevedo - Ecuador Teléfono : 2783044 Ext.201

Nombre del Propietario :	Evelin Riofrio Cedeño y Myrna Cobeña Chávez	Telef :		Reporte N° :	4936
Nombre de la Propiedad :	Extractora Agrícola Planta Monterrey	Cultivo :	Abono orgánico	Fecha de muestreo :	16/11/2018
Localización :	Monterrey	La Concordia	Santo Domingo de los Tsáchilas	Fecha de ingreso:	16/11/2018
	Parroquia	Cantón	Provincia	Fecha salida resultados:	29/11/2018

**RESULTADOS E INTERPRETACION DE ANÁLISIS ESPECIAL**

Número de Laboratorio	Identificación de las Muestras	C.E dS/cm	pH	M.O %	Concentración %						ppm				
					Nitrógeno	Fósforo	Potasio	Calcio	Magnesio	Azufre	Boro	Zinc	Cobre	Hierro	Manganeso
68086	Muestra Laguna 8	13.9	8.2	0.58	0.20	0.14	0.39	0.21	0.08	0.18	2	20	4	14	1

Observaciones:

  
Dr. Manuel Carrillo Z  
RESP. DEPARTAMENTO

  
LABORATORISTA



**Anexo 3:** Resultados e interpretación de análisis de agua especial de la Laguna N.8.


 Aseguradora del Sur  
 Página: 1

**CONDICIONES DE LA POLIZA No AE-0450285**

**RAMO :** AE ACCIDENTES PERSONALES AE  
**MONEDA :** 2 DOLARES  
**LUGAR Y FECHA :** STO. DOMINGO , Octubre 9 de 2018  
**ANEXO No** 0  
**AGENTE** C5

**VIGENCIA DE LA POLIZA DESDE :** 09/10/2018  
**VIGENCIA DEL ANEXO DESDE :** 09/10/2018  
**LAS 12:00 HORAS**  
**HASTA :** 09/10/2019  
**HASTA :** 09/10/2019  
**LAS 12:00 HORAS**

**ASEGURADO:** COBEÑA CHAVEZ MIRNA MARIA  
**DIRECCIÓN:** RCTO BELLAVISTA VIA AL PENAL 4TO MURO A 100 PORTON AZUL  
**TLF:** 3766122  
**Cel:** 968104562

<b>ITEM :</b>	COBEÑA CHAVEZ MIRNA MARIA	15,000.00
<b>ITEM :</b>	RIOFRIO CEDEÑO EVELYN CAROLINA	15,000.00

**POLIZA DE ACCIDENTES PERSONALES:**  
=====

Todos los términos y condiciones están sujetos de acuerdo a las Condiciones Generales de la Póliza de Accidentes Personales aprobadas por la Superintendencia de Bancos y Seguros de Ecuador.

Se deja aclarado y convenido que el o los asegurados gozan de buena salud y que no sufren de ningún impedimento físico y/o mental al momento de emisión del presente documento.

Accidentes Personales \$ 30000.00

**COBERTURAS:**  
=====

**PLAN PREMIUM**  
=====

**PARA MENORES DE 18 AÑOS 11 MESES**  
**EN CASO DE FATALIDADES:**  
 - Por muerte o incapacidad temporal o permanente del \$ 4.000  
 del asegurado.

**PARA MAYORES DE 18 AÑOS 11 MESES**  
**EN CASO DE FATALIDADES:**  
 - Por muerte o incapacidad temporal o permanente del \$15.000  
 del asegurado.

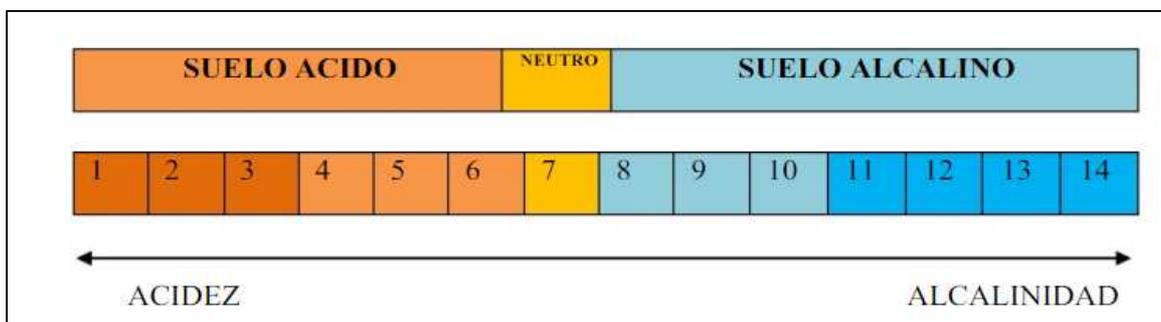
**PARA TODOS**

**Anexo 4:** Seguro de accidentes personales de las señoritas tesistas.

TABLA 7: CRITERIOS PARA LA INTERPRETACION DE RESULTADOS DEL ANALISIS DE SUELOS							
		CONCENTRACION					
PARÁMETRO	UNIDAD	ALTO		MEDIO		BAJO	
Materia Orgánica	%	>5		2 a 5		<2	
Humedad	%	>0.20		0.10 a 0.35		<0.10	
Capacidad de intercambio catiónico	meq/100g.	>25		12 a 25		<12	
Azufre	ppm	>20		10 a 20		<10	
Calcio	meq/100g.	>7		3.0 a 7.0		<3	
Magnesio	meq/100g.	>2.5		1.0 a 2.5		<1.5	
Hierro	ppm	>50		25 a 50		<25	
Cobre	ppm	>4		2 a 4		<2	
Zinc	ppm	>6		2 a 6		<2	
Manganeso	ppm	>10		5 a 10		<5	
Boro	ppm	>1.4		1.4 a 0.9		<0.9	
Nitrógeno (NH <sub>4</sub> )	ppm	>60		30 a 60		<30	
Fósforo	ppm	>20		10 a 20		<10	
Potasio	meq/100g.	>0.4		0.2 a 0.4		<0.2	
Bases	meq/100g.	>12		5 a 12		<5	
		<b>ACIDO</b>	<b>LIGERAMENTE ACIDO</b>	<b>NEUTRO</b>	<b>LIGERAMENTE ALCALINO</b>	<b>ALCALINO</b>	
pH	-	<6.0	6.0 a 6.5	6.6 a 7.5	7.5a 8.0	>8.0	
		<b>NO SALINO</b>	<b>LIGERAMENTE SALINO</b>	<b>SALINO</b>	<b>MUY SALINO</b>		
Conductividad eléctrica	dS/m	0 a 2	3 a 4	4 a 8	>8		
		<b>ARENA</b>	<b>LIMO</b>	<b>ARCILLA</b>			
Textura	% Arena limo arcilla	40	40	20			
		<b>MUY RAPIDO</b>	<b>RAPIDO</b>	<b>MODERADO</b>	<b>MODERADAMENTE LENTO</b>	<b>LENTO</b>	<b>MUY LENTO</b>
Velocidad de Infiltración	cm/h	>50.80	50.80 a 15.24	15.24 a 5.08	5.08 a 1.52	1.52 a 0.51	<0.51

Fuente: INIAP, 2013.

### Anexo 5: Criterios para la interpretación de resultados de análisis de suelos.



Fuente: Irbin Barrientos Andía.

### Anexo 6: Escala de pH en el suelo.

TEXTURA	CAP. DE CAMPO (% vol)	P. DE MARCHITEZ PERMANENTE (% vol)	AGUA DISPONIBLE (%vol)
ARENOSO	17	9	8
LIMO	24	11	13
LIMO ARCILLOSO	36	20	16
ARCILLOSO	57	28	29

Fuente: Centro de desarrollo de agro-negocios (CDA) Tabla 1: Manejo de agua de riego.

### Anexo 7: Textura del suelo.

(BOUYOUCUS)	DENSIDAD APARENTE (gr/cm <sup>3</sup> )	DENSIDAD REAL (gr/cm <sup>3</sup> )
Franco Arenoso	1.35-1.44	2.53-2.63
Franco	1.34-1.50	2.56-2.66
Franco Arcilloso Limoso	1.35-1.49	2.45-2.65
Franco Limoso	1.24-1.54	2.49-2.58
Franco Arcilloso	1.35-1.49	1.74-2.78
Franco Arcilloso Arenoso	1.34-1.49	2.58-2.66
Arcilla Limoso	1.24-1.46	2.49-2.59
Arcilla	1.18-1.34	2.54-2.64

Fuente: Kelvin Gutiérrez

### Anexo 8: Densidad del suelo.

<b>POROSIDAD TOTAL (%)</b>	<b>CLASIFICACIÓN</b>	<b>VALOR COMO VULNERABILIDAD</b>
<b>&gt;70</b>	<b>Excesiva</b>	<b>2</b>
<b>55 – 70</b>	<b>Excelente</b>	<b>4</b>
<b>50 - 55</b>	<b>Satisfactoria</b>	<b>6</b>
<b>40 - 50</b>	<b>Baja</b>	<b>8</b>
<b>&lt;40</b>	<b>Muy baja</b>	<b>10</b>

Fuente: (PS) Tabla 11. Elaborado por David Horacio Ramírez.

### **Anexo 9: Porosidad del suelo.**

<b>POTENCIAL DEL ACEITE</b>	<b>RANGOS PERMITIDOS (%)</b>	<b>RANGOS BAJOS (%)</b>
	15 – 26	10 - 14

Fuente: FEDEPALMA, 2014.

### **Anexo 10: Potencial de aceite.**

TABLA 3: CRITERIOS DE CALIDAD DE AGUAS PARA RIEGO AGRICOLA			
PARAMETROS	EXPRESADO COMO	UNIDAD	CRITERIO DE CALIDAD
Aceites y grasas	PelículaVisible		Ausencia
Aluminio	Al	mg/l	5 , 0
Arsénico	As	mg/l	0 , 1
Berilio	Be	mg/l	0 , 1
Boro	B	mg/l	0 , 75
Cadmio	Cd	mg/l	0 , 05
Cinc	Zn	mg/l	2 , 0
Cobalto	Co	mg/l	0 , 01
Cobre	Cu	mg/l	0 , 2
Coliformes fecales	NMP	NMP/100ml	1000
Cromo	Cr +6	mg/l	0 , 1
Flúor	F	mg/l	1 , 0
Hierro	Fe	mg/l	5 , 0
Huevos de parásitos			Ausencia
Litio	Li	mg/l	2 , 5
Materia flotante	Visible		Ausencia
Mercurio	Hg	mg/l	0,001
Manganeso	Mn	mg/l	0 , 2
Molibdeno	Mo	mg/l	0 , 01
Níquel	Ni	mg/l	0 , 2
Nitritos	NO <sub>2</sub>	mg/l	0 , 5
Oxígeno Disuelto	OD	mg/l	3
pH	pH		6-9
Plomo	Pb	mg/l	5 , 0
Selenio	Se	mg/l	0 , 02
Sulfatos	SO <sub>4</sub> -2	mg/l	250
Vanadio	V	mg/l	0,1

Fuente: Libro VI Tulsma.

**Anexo 11:** Tabla 3 Criterios de calidad de aguas para riego agrícola.

**TABLA 4: PARÁMETROS DE LOS NIVELES DE LA CALIDAD DE AGUA PARA RIEGO**

PROBLEMA POTENCIAL	UNIDADES	GRADO DE RESTRICCIÓN *		
		Ninguno	Ligero-Moderado	Severo
<b>Salinidad: (1)</b>				
CE (2)	milimhos/cm	0,7	0,7-3,0	>3,0
SDT (3)	mg/l	450	450-2000	>2000
<b>Infiltración: (4)</b>				
RAS=0-3yCE=		0,7	0,7-0,2	<0 , 2
RAS=3-6yCE=		1,2	1,2-0,3	<0 , 3
RAS=6-12yCE=		1,9	1,9-0,5	<0 , 5
RAS=12-20yCE=		2,9	2,9-1,3	<1 , 3
RAS=20-40yCE=		5,0	5,0-2,9	<2 , 9
<b>Toxicidad por iones específicos (5)</b>				
<b>Sodio:</b>				
Irrigación superficial RAS (6)	meq/l	3,0	3,0-9,0	>9
Aspersión	meq/l	3,0	3 , 0	
<b>Cloruros:</b>				
Irrigación superficial	meq/l	4,0	4,0-10,0	>10
Aspersión	meq/l	3,0	3 , 0	
<b>Boro:</b>	mg/l	0,7	0,7-3,0	>3
<b>Efectos misceláneos (7)</b>				
Nitrógeno (N-NO3-)	mg/l	5,0	5,0-30,0	>30
Bicarbonato (HCO3-) Solo aspersión	meq/l	1,5	1,5-8,5	>8 , 5
pH	Rango normal		6,5-8 , 4	

Fuente: Libro VI Tulsma.

**Anexo 12:** Tabla 4 Parámetros de los niveles de la calidad de agua para riego.

<b>TABLA 1: Caracterización de los efluentes de plantas extractoras de aceite de palma africana</b>		
<b>PARÁMETRO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>RANGO</b>
<b>pH</b>	Unidad	6-9
<b>DQO</b>	mg/l	45,256-232,000
<b>SÓLIDOS TOTALES</b>	mg/l	32,482-111,029
<b>SÓLIDOS SUSPENDIDOS</b>	mg/l	19,129-88,258
<b>SÓLIDOS DISUELTOS</b>	mg/l	5,150-13,074

Fuente: FEDEPALMA, 2014.

**Anexo 13:** Caracterización de los efluentes de palma africana.