



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**CARACTERÍSTICAS EDÁFICAS QUE FAVORECEN A LA  
SYNUSIA DE PLANTAS TREPADORAS DEL HUMEDAL  
RAMSAR ISLA SANTAY**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO**

Trabajo de titulación presentado como requisito para la  
obtención del título de  
**INGENIERA AMBIENTAL**

**AUTORA**  
DOMÍNGUEZ HERMENEJILDO YULY ANGÉLICA

**TUTOR**  
ING. YOANSY GARCÍA ORTEGA M.Sc.

GUAYAQUIL – ECUADOR

2018



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
CARRERA DE INGENIERIA AMBIENTAL**

**APROBACIÓN DEL TUTOR**

Yo, **ING ORTEGA GARCIA YOANSY M.Sc.**, docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de Tutor, certifico que el presente trabajo de titulación: **CARACTERISTICAS EDAFICAS QUE FAVORECEN A LA SYNUSIA DE PLANTAS TREPADORAS DEL HUMEDAL RAMSAR ISLA SANTAY**, realizado por la estudiante **DOMINGUEZ HERMENEJILDO YULY ANGELICA**; con cédula de identidad N° **0930128426**. De la carrera INGENIERIA AMBIENTAL, Unidad Académica Guayaquil, ha sido orientado y revisado durante su ejecución; y cumple con los requisitos técnicos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador; por lo tanto se aprueba la presentación del mismo.

Atentamente,

ING. ORTEGA GARCIA YOANSY M.Sc.

Guayaquil, 28 de junio del 2018



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**CARRERA DE INGENIERIA AMBIENTAL**

**APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

Los abajo firmantes, docentes designados por el H. Consejo Directivo como miembros del Tribunal de Sustentación, aprobamos la defensa del trabajo de titulación: **“CARACTERISTICAS EDAFICAS QUE FAVORECEN A LA SYNUSIA DE PLANTAS TREPADORAS DEL HUMEDAL RAMSAR ISLA SANTAY”**, realizado por la estudiante **DOMINGUEZ HERMENEJILDO YULY ANGELICA**, el mismo que cumple con los requisitos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador.

Atentamente,

---

Ict. Tamara Borodulina, M.Sc.  
**PRESIDENTA**

---

Blga. Paola Peñafiel Villarreal, M.Sc.  
**EXAMINADORA PRINCIPAL**

---

PhD. José Hernández Rosas  
**EXAMINADOR PRINCIPAL**

Guayaquil, 28 de junio del 2018

## **Dedicatoria**

La vida está llena de retos, uno de ellos es ser profesional y obtener un título universitario. Agradezco a Dios, por ser mi fortaleza y a mis queridos padres por todo su sacrificio y esfuerzo, por darme la oportunidad de graduarme como ingeniera, al Dr. José Hernández Rosas, y al Ing. Yoansy García por ser quien me ayudó con sus conocimientos y motivación e inspiración para superarme en esta etapa.

## **Agradecimiento**

Agradezco a mis padres y hermana por brindarme el apoyo incondicional durante el transcurso de mi vida estudiantil. Agradezco a la Universidad Agraria por los conocimientos impartidos, durante la carrera. Agradezco al PhD. José Hernández Rosas por su orientación científica, su paciencia, motivación y conocimientos impartidos durante el proceso de inicio y al Ing. Yoansy García MsC por culminación de la tesis.

Finalmente expresar agradecimiento Ing. Wilmer Baque, a la Ing. Karla Crespo por sus consejos, dedicación y visión crítica en cada uno de los aspectos que conllevaron el desarrollo de la tesis.

### **Autorización de autoría intelectual**

Yo DOMINGUEZ HERMENEJILDO YULY ANGELICA, en calidad de autor(a) del proyecto realizado, sobre “CARACTERISTICAS EDAFICAS QUE FAVORECEN A LA SYNUSIA DE PLANTAS TREPADORAS DEL HUMEDAL RAMSAR ISLA SANTAY” para optar el título de INGENIRIA AMBIENTAL, por la presente autorizo a la UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR, hacer uso de todos los contenidos que me pertenecen o parte de los que contienen esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación.

Los derechos que como autor(a) me correspondan, con excepción de la presente autorización, seguirán vigentes a mi favor, de conformidad con lo establecido en los artículos 5, 6, 8; 19 y demás pertinentes de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

Guayaquil, junio 28 del 2018

---

DOMINGUEZ HERMENEJILDO YULY ANGELICA  
C.I. 0930128426

## Índice general

<b>PORTADA.....</b>	<b>1</b>
<b>APROBACIÓN DEL TUTOR .....</b>	<b>2</b>
<b>APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN .....</b>	<b>3</b>
<b>Dedicatoria.....</b>	<b>4</b>
<b>Agradecimiento .....</b>	<b>5</b>
<b>Autorización de autoría intelectual.....</b>	<b>6</b>
<b>Índice general .....</b>	<b>7</b>
<b>Índice de tablas .....</b>	<b>10</b>
<b>Índice de figuras.....</b>	<b>12</b>
<b>Resumen .....</b>	<b>13</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>14</b>
<b>1. Introducción .....</b>	<b>15</b>
<b>1.1 Antecedentes del problema.....</b>	<b>15</b>
<b>1.2 Planteamiento y formulación del problema .....</b>	<b>16</b>
<b>1.2.1 Planteamiento del problema.....</b>	<b>16</b>
<b>1.2.2 Formulación del problema.....</b>	<b>16</b>
<b>1.3 Justificación de la investigación .....</b>	<b>16</b>
<b>1.4 Delimitación de la investigación .....</b>	<b>17</b>
<b>1.5 Objetivo general .....</b>	<b>18</b>
<b>1.6 Objetivos específicos.....</b>	<b>18</b>
<b>1.7 Hipótesis .....</b>	<b>18</b>

<b>2. Marco teórico .....</b>	<b>19</b>
<b>2.1 Estado del arte.....</b>	<b>19</b>
<b>2.2 Bases teóricas .....</b>	<b>23</b>
<b>2.3 Marco legal.....</b>	<b>31</b>
<b>3. Material y métodos .....</b>	<b>34</b>
<b>3.1 Enfoque de la investigación .....</b>	<b>34</b>
<b>3.1.1 Tipo de investigación.....</b>	<b>34</b>
<b>3.1.2 Diseño de investigación .....</b>	<b>34</b>
<b>3.2.1 Variables .....</b>	<b>34</b>
<b>3.2.1.1 Variable independiente .....</b>	<b>34</b>
<b>3.2.1.2 Variable dependiente .....</b>	<b>35</b>
<b>3.2.2. Tratamientos .....</b>	<b>35</b>
<b>3.2.3 Diseño Experimental .....</b>	<b>35</b>
<b>3.2.4 Recolección de datos.....</b>	<b>35</b>
<b>3.2.4.1. Recursos .....</b>	<b>35</b>
<b>3.2.4.2 Métodos y técnicas .....</b>	<b>36</b>
<b>3.2.5 Análisis estadístico .....</b>	<b>43</b>
<b>4. Resultados .....</b>	<b>47</b>
<b>4.1 Propiedades pedo-climáticas y posicionales de los suelos de isla Santay .....</b>	<b>47</b>
<b>4.2 Propiedades morfológicas del suelo de isla Santay .....</b>	<b>50</b>
<b>4.3 Propiedades composicionales del suelo de isla Santay .....</b>	<b>55</b>

<b>4.4</b>	<b>Análisis estadístico .....</b>	<b>58</b>
<b>5.</b>	<b>Discusión .....</b>	<b>61</b>
<b>6.</b>	<b>Conclusiones.....</b>	<b>65</b>
<b>7.</b>	<b>Recomendaciones.....</b>	<b>66</b>
<b>8.</b>	<b>Bibliografía.....</b>	<b>67</b>
<b>9.</b>	<b>Anexos .....</b>	<b>71</b>

## Índice de tablas

Tabla 1. Las propiedades morfológicas de suelo de isla Santay (alta perturbación) .....	53
Tabla 2. Las propiedades morfológicas de suelo de isla Santay (baja perturbación) .....	54
Tabla 3. Las propiedades físicas y químicas promedio de los suelos en la zona de alta perturbación .....	55
Tabla 4. Las propiedades físicas y químicas promedio de los suelos en la zona de baja perturbación .....	56
Tabla 5. Propiedades físicas promedio de los suelos a dos profundidades, presentes en las dos zonas experimentales .....	57
Tabla 6. Propiedades químicas promedio de los suelos a dos profundidades, presentes en las dos zonas experimentales .....	58
Tabla 7. Comparación entre parcelas de las propiedades físicas determinadas a los suelos para la zona de alta y baja perturbación a dos profundidades (horizontes) mediante Kruskal Wallis y la U de Mann Whitney .....	59
Tabla 8. Comparación entre parcelas de las propiedades químicas determinadas a los suelos para la zona de alta y baja perturbación a dos profundidades (horizontes) mediante Kruskal Wallis y U Mann Whitney .....	60
Tabla 9. Superficie de Territorio bajo conservación o manejo ambiental 2008-2012 .....	82
Tabla 10. Superficie de territorio marino - costero continental bajo la conservación o manejo ambiental 2008 - 2012.....	82
Tabla 11. Cronograma de Actividades .....	84

Tabla 12. Test de Normalidad para las propiedades físicas y químicas .....	85
Tabla 13. Test de homogeneidad de varianzas aplicada para las propiedades físicas y químicas.....	86
Tabla 14. Test de normalidad aplicada para la materia orgánica.....	87
Tabla 15. Test de homogeneidad para materia orgánica .....	87
Tabla 16. De las medias de arena en las dos áreas experimentales a dos profundidades.....	87
Tabla 17. Rangos de comparación por U Mann Whitney para arena en las dos áreas experimentales a dos profundidades.....	87
Tabla 18. De las medias de arcilla en las dos áreas experimentales a dos profundidades.....	88
Tabla 19. De las medias de limo en las dos áreas experimentales a dos profundidades.....	88
Tabla 20. De las medias de densidad aparente en las dos áreas experimentales a dos profundidades .....	88
Tabla 21. Rangos de comparación por U Mann Whitney densidad aparente en las dos áreas experimentales a dos profundidades .....	88
Tabla 22. De las medias de humedad de campo en las dos áreas experimentales a dos profundidades.....	88
Tabla 23. De las medias de pH en las dos áreas experimentales a dos profundidades.....	89
Tabla 24. Rangos de comparación por U Mann Whitney de pH en las dos áreas experimentales a dos profundidades.....	89
Tabla 25. Kruskall Wallis de Materia orgánica.....	89

## Índice de figuras

Figura 1. Clima diagrama 2007- 2017 zona 5, estación Guayaquil / Simón Bolívar .....	47
Figura 2. Dinámica de las Mareas.....	48
Figura 3. Diagrama de las texturas según el tamaño de las partículas.....	71
Figura 4. Puntos de muestra de las parcelas de alta densidad de palmas .....	72
Figura 5. Puntos de la parcela de baja densidad de palmas .....	72
Figura 6. Mapa de puntos de muestreo.....	73
Figura 7. Valores críticos del estadístico $\chi^2$ .....	74
Figura 8. Tabla de Valores críticos de Mann- Whitney.....	75
Figura 9. Tabla de Valores críticos de Mann- Whitney.....	76
Figura 10. Determinar densidad aparente .....	77
Figura 11. Determinar la textura del suelo .....	78
Figura 12. Determinar la cantidad de humedad .....	79
Figura 13. Determinar la cantidad de humedad .....	80
Figura 14. Determinar materia orgánica .....	81
Figura 15. Corrección de Temperatura en grados °C.....	83

## Resumen

El presente estudio se realizó en la isla Santay que se encuentra ubicada entre la ciudad de Guayaquil y Durán, es un humedal RAMSAR cuyo ecosistema debe ser conservado e inalterado, que contribuye a la conservación y recreación potencial del turismo, importante tanto para los comunitarios y para el país. Este estudio se realizó, dentro de la isla Santay, en el sendero Huaquillas que se encuentra a 15 minutos de caminata, con el objetivo de evaluar las características del suelo que favorecen el establecimiento y desarrollo de la *synusia* de plantas trepadoras, bajo diferentes condiciones de perturbación y densidades de la palma imperial (*Roystonea oleracea*), estableciendo las limitantes edáficas para la recuperación de la vegetación natural. Por otra parte se realizaron cinco tratamientos para T1; determinar las partículas de textura, T2; densidad aparente, T3; humedad de campo, T4; pH, T5; porcentaje de materia orgánica. En cuanto al análisis estadístico se realizó dos calicatas ubicadas aleatoriamente en cada parcela de 5000 m<sup>2</sup>, una en la zona de baja perturbación y otra en la zona de alta perturbación de palmas, en cada una de las calicatas se evaluarán las características edáficas (pedoclimáticas, morfológicas y composicionales), estas muestras fueron obtenidas con barreno, la comparación de las medias se realizó mediante el *kruskall Wallis* y *U Mann Whitney*, es así como los valores de *p* son poco significativos ósea que no hay diferencia entre las variables de las características físicas y químicas exceptuando que existe una diferencia entre la arena, densidad aparente y materia orgánica.

**Palabras claves:** composicionales, morfológicas, plantas trepadoras, propiedades pedoclimáticas, *Roystonea oleracea*.

### **Abstract**

The present study was carried out on Santay Island, located between the city of Guayaquil and Durán. It is a RAMSAR wetland whose ecosystem must be conserved and unaltered, which contributes to the conservation and potential recreation of important tourism both for the community and for the country. This study was carried out, within Santay Island, on the Huaquillas trail, which is 15 minutes away, with the objective of evaluating the soil characteristics that favor the establishment and development of synusia of climbing plants, under different conditions of disturbance and densities of the imperial palm (*Roystonea oleracea*), establishing the edaphic limitations for the recovery of natural vegetation. On the other hand, five treatments were performed for T1; determine the texture particles, T2; apparent density, T3; field humidity, T4; pH, T5; percentage of organic matter. Regarding the statistical analysis, two pitches were done and randomly located in each plot of 5000 m<sup>2</sup>, one in the low disturbance zone and the other in the zone of high disturbance of palms, in each of the pitches the edaphic characteristics (pedoclimatic, morphological and compositional), will be evaluated, these samples were obtained with a blast hole, the comparison of the means was made through the kruskall Wallis and U Mann Whitney, this is how the values of p are not significant it means that there is no difference between the variables of physical characteristics and chemical except that there is a difference between sand, apparent density and organic matter.

**Keywords:** climbing plants, compositionals, morphologicals, characteristics pedoclimatic, *Roystonea oleracea*.

## 1. Introducción

### 1.1 Antecedentes del problema

La isla Santay forma parte de un sistema estuarino completo, cuyo desarrollo geológico es escaso, debido a su formación reciente (cuaternaria). Se encuentra formando parte de la placa continental proveniente de la plataforma oceánica. En el complejo Deltaico – Estuarino del río Guayas, entre el año 1940 hasta el año 1980, la isla Santay presentó como principal actividad humana, la ganadería y el cultivo de arroz (MAE, 2011).

Durante la época de la presencia de las haciendas se introdujeron algunas especies exóticas como la palma imperial (*Roystonea oleracea*), que se usó para indicar la ubicación de hitos de importancia humana, gracias su visibilidad desde cualquier punto de la topografía plana de la isla. Debido a las frecuentes inundaciones, especialmente en época de lluvias, se cree que las plantas trepadoras influenciaron al proceso de sucesión, logrando que la isla tenga cambios relevantes en su vegetación dando un aporte para la mejora de su biodiversidad (Jaramillo et. al, 2008).

Para la actual fecha, en la revisión de la literatura se encuentran muy pocos estudios de los suelos de la isla Santay, como un plan de manejo en el que se presenta un suelo de origen cuaternario (arcillas, marianas estuarinas) con depósitos fluvio marinos. La isla Santay en una constatación in situ posee suelos mal drenados, saturados con agua, limo arcilloso profundo (Ei), terrenos halófitos.

También se realizó un estudio del muelle de servicio Isla Santay, en el que señalan que la misma está conformada por un depósito aluvial del holoceno, de arcilla, limos y arenas finas, gracias a la intervención antropogénica que ésta tuvo (Súarez , 2010).

Las características edáficas que posee la isla son de vital importancia pues determinan parcialmente el hábitat que ocupan diversos grupos de organismos (animales y plantas), entre los que encontramos a las especies de plantas trepadoras, así como otros grupos de plantas nativas o exóticas (*Roystonea oleracea*). Por tanto, identificaremos cuales de las características edáficas son las determinantes para el establecimiento y desarrollo de la synusia de plantas trepadoras.

## **1.2 Planteamiento y formulación del problema**

### **1.2.1 Planteamiento del problema**

En isla Santay, el proceso de restablecimiento de la vegetación, entre otras razones puede verse limitado por la invasión potencial de *Roystonea oleracea*, (Ayala et. al., 2016), desconociendo el papel que tienen las condiciones edáficas, al favorecer o limitar la recuperación de la vegetación natural de la isla, iniciando con el establecimiento de grupos de plantas, como son las trepadoras, en el proceso natural de la sucesión ecológica.

### **1.2.2 Formulación del problema**

Esto nos lleva a considerar la siguiente pregunta: ¿Las características edáficas presentes en los suelos de isla Santay, favorecen el establecimiento y desarrollo de la synusia de plantas trepadoras en comparación al establecimiento y desarrollo del grupo de plantas exóticas en particular *R. oleracea*?

## **1.3 Justificación de la investigación**

La isla Santay como área protegida, gracias a su alta biodiversidad y demás recursos naturales, paisajísticos, económicos, históricos y culturales, reconocida como sitio RAMSAR, de importancia internacional, es un área de interés mundial y prioritario para la conservación.

Las Características edáficas de los suelos de isla Santay, pueden influir en el desarrollo, crecimiento y restauración de la vegetación, favoreciendo posiblemente el crecimiento de la synusia de las plantas trepadoras, como grupo pionero.

En el presente estudio se intentará demostrar la relación existente entre las variables edáficas y el establecimiento de la synusia de plantas trepadoras en isla Santay, comparando entre dos niveles de intervención humana en relación con el establecimiento de la palma imperial (*Roystonea oleracea*), la primera con menor intervención (baja densidad de palmas) y la segunda con mayor intervención humana (alta densidad de palmas).

El crecimiento y desarrollo de las trepadoras, se ve favorecido por condiciones climáticas de alta intensidades lumínica y temperatura sobre el suelo. Esta relación comienza cuando la planta entra en contacto con el hospedador por medio de la ramificación. De esta forma adquieren nutrientes de suelo y la mayoría de las veces las condiciones no son totalmente favorables para la vegetación porque pueden variar dependiendo de los espacios, distribución y sus características físicas y químicas (Ulate & Cortés, 2000).

#### **1.4 Delimitación de la investigación**

Estudiar las características edáficas actuales en isla Santay, bajo dos condiciones de perturbación (intervención); alta perturbación (alta densidad de palmas) y baja perturbación (baja densidad de palmas), que pueden favorecer el establecimiento de la synusia de plantas trepadoras en este humedal Ramsar.

**Espacio:** El estudio se realizó en la Isla Santay – Guayaquil - Ecuador

**Tiempo:** ¿En qué tiempo se determinará las características composiciones, pedoclimáticas, morfológicas del suelo de isla Santay durante el mes de febrero – junio 2017.

### **1.5 Objetivo general**

Evaluar las características del suelo que favorecen el establecimiento y desarrollo de la synusia de plantas trepadoras, bajo diferentes condiciones de perturbación y densidades de la palma imperial (*Roystonea oleracea*), estableciendo las limitantes edáficas para la recuperación de la vegetación natural.

### **1.6 Objetivos específicos**

- Determinar las propiedades pedoclimáticas y posicionales del suelo de isla Santay que favorecen el establecimiento y desarrollo de la synusia de plantas trepadoras, determinadas por la presencia de alta y baja densidad de la palma imperial (*Roystonea oleracea*).
- Describir las propiedades morfológicas del suelo de isla Santay que favorecen el establecimiento y desarrollo de la synusia de plantas trepadoras, determinadas por la presencia de alta y baja densidad de la palma imperial (*Roystonea oleracea*).
- Cuantificar las propiedades composicionales del suelo de isla Santay que favorecen el establecimiento y desarrollo de la synusia de plantas trepadoras, determinadas por la presencia de alta y baja densidad de la palma imperial (*Roystonea oleracea*).

### **1.7 Hipótesis**

Las características edáficas del suelo favorecen el establecimiento y desarrollo de la synusia de plantas trepadoras en isla Santay.

## 2. Marco teórico

### 2.1 Estado del arte

En el estudio de los bosques de manglares (humedales de manglar) cubren un área de aproximadamente 160.000 km<sup>2</sup> en todo el mundo, en el que las áreas forestales más grandes se encuentran en Malasia, la India, Bangladesh, Brasil, Venezuela, Nigeria y Senegal. Los bosques de manglares juegan un papel muy importante en los ecosistemas costeros situados en la interfaz entre la tierra y el mar en las zonas tropicales y subtropicales del mundo (Chandra & Muhlhausen, 2011). Los bosques de manglar pueden desarrollarse en diferentes tipos de suelo, por lo tanto, su vegetación y composición de las especies pueden variar considerablemente a nivel mundial, regional y local (Vilarrúbia, 2010).

Estudios recientes de los suelos de los humedales de manglar realizados por el (MAE, 2011), indican su origen como aluviones marinos, que son transportados como sedimentos por los ríos y el mar en función de las mareas. Además, están compuestos por diferentes combinaciones de arena, limo y arcilla, y son ricos en materia orgánica.

Los suelos de los bosques de manglar resultan de diversas interacciones complejas entre factores abióticos (mareas y fisiografía) y bióticos (actividades de plantas e invertebrados), que en el estudio de Hossain & Nuruddin (2016) dio como resultado un suelo franco arcilloso, con una distribución de partículas de 53.17% de arena y 48% de la mezcla de limo y arcilla (franco limoso).

Otra de las variables analizadas es la densidad aparente de los suelos de los bosques de manglares, la cual varía entre 0,73 g.cm<sup>-3</sup> a 1,42 g.cm<sup>-3</sup>. Esta dependerá principalmente de las propiedades texturales de los suelos, que, al encontrarse en sistemas de manglar normalmente cerrados y protegidos, con

movimiento de agua de baja energía, se favorece la sedimentación de las partículas de arcilla, sin embargo, se han encontrado suelos que contienen mayor proporción de partículas de arena (Hossain & Nuruddin, 2016).

En otra localidad ubicada dentro del Parque Natural de los Alcornocales, declarado espacio protegido de la Comunidad Autónoma Andaluza (España), se realizó un estudio de los cambios en la densidad aparente del suelo, utilizando el método de Muller & Hamilton (2000), basado en el método de excavación (recomendado para suelos pedregosos). En este estudio también se utilizó el método de cilindro con guía y el método del cilindro con barrera con el mismo rango de profundidad (17cm) para su posterior análisis y comparación.

Por lo general, la densidad aparente disminuye con la profundidad en los suelos, contribuyendo con ello, la disminución en el contenido de materia orgánica, lo cual afecta las texturas y la compresión que provocan los horizontes supra yacentes. Por otro lado, los valores de porosidad fluctuaron entre 50 y el 75% en la superficie, llegándose a registrar valores cercanos al 40% en horizontes profundos (Rubio, 2010).

En la meseta de Santa Rosa, Guanacaste, Costa Rica, se evaluó la relación que existe entre el suelo y la vegetación y sus interrelaciones con las condiciones pedológicas, como la textura, estructura y condiciones químicas, incluyendo el régimen de lluvias que influye en el movimiento del agua en el suelo y en la evapotranspiración (Ulate & Cortés, 2000). En este estudio se recolectaron 28 muestras de suelo de la región de la meseta y el fondo de los valles de los principales ríos, estas muestras fueron previamente sometidas a análisis granulométrico, para las muestras arenosas se usó el sistema internacional ASTM, y para las muestras compuestas por fracciones más finas se utilizó el

método de Robinson basada en la ley de Stock. Otras propiedades como la densidad aparente, capacidad de saturación, la permeabilidad y pH se determinaron por el procedimiento descrito por Forsythe (1980).

Las muestras de suelo dieron como resultado un 67,2% de arenas gruesas, y un 21,5% de arenas finas y 11,3% de arenas muy finas Ulate & Cortés (2000). Thorres (1988) Demuestra que este suelo tiene muy poca capacidad de retención del agua, principal causa de la erosión edáfica. Riou (1990), por su parte indica que: “las sabanas arbustivas se encuentran sobre suelos que presentan pedofacies en vías de degradación, mientras que las zonas boscosas se asocian a suelos pedo-climáticamente más húmedos y profundos”.

Estudios recientes realizados por Ulate & Cortes (2000), en Latacunga provincia de Cotopaxi, presentan las características físico – química del suelo en plantaciones de *Pinus radiata*. Este estudio se ubicó en distintas haciendas, donde se determinó los niveles de nutrición y características de retención de los elementos en el suelo, para su posterior análisis y comparación. Utilizando muestreo al azar, se determinó que las características químicas del suelo de todas las haciendas evaluadas poseían un coeficiente de variación del 5% según la prueba de Turkey. Los valores de pH de los suelos de todas las haciendas presentan diferencias estadísticas significativas, al determinarlos en el campo (como es el caso de la hacienda Colcas, pH 6,37), en comparación a los resultados obtenidos en el laboratorio R- DEEN-HAAN (Hacienda Colcas, pH 6.77), de esta manera podemos atribuir que las condiciones climáticas del muestreo influyen en cada lugar.

Debido a su ubicación, las haciendas muestran suelo con condiciones favorables, gracias a las diversas clases texturales, tales como: arcilloso arenoso,

franco arcilloso, franco arcilloso arenoso y arenoso, todos “Andisoles”, de origen volcánico, favoreciendo el crecimiento de las plantaciones de *Pinus radiata* Vargas (2012).

De la literatura consultada en el estudio realizado por (Vargas, 2012), se puede interpretar, que el papel del suelo, y de cada una de sus propiedades, en la determinación de la vegetación que sobre él se establece, es una de los factores físicos del ambiente más importante, que puede determinar, desde cual especie se establece, hasta la estructuración física y biológica de las comunidades de plantas que sobre él se desarrollan.

Para el humedal RAMSAR de la Isla Santay, se elaboró el Plan de Manejo Area Nacional de Recreación Isla Santay y Gallo - Subsecretaria de Gestión marino Costera (MAE, 2011), donde describen la geomorfología y topografía de la isla, la cual es relativamente plana, de origen cuaternario de formación reciente.

En ese mismo estudio, se indica que la isla presenta periodos de inundación correspondientes con las mareas, que se magnifican durante las temporadas de lluvias para la región de la costa del Ecuador (MAE, 2012). Debido a su ubicación, esta recibe sedimentos de origen fluvio marinos de seis subcuencas. Estas características hacen que la isla tenga un conjunto de suelos mal drenados, saturados de agua, sales, limos arcillosos profundos, conformando terrenos halófitos (MAE, 2016).

En la revisión bibliográfica realizada no se ha encontrado información de las propiedades pedoclimáticas, morfológicas, composicionales, posicionales de los suelos del humedal Ramsar de la isla Santay, lo cual en este trabajo pretendemos abordar.

## 2.2 Bases teóricas

Generalidades sobre los cuatro grupos de propiedades edáficas.

### 2.2.1 Características morfológicas

Se determinan directamente el horizonte, color, textura determinada organolépticamente, estructura, consistencia, morfones de superficie, porosidad, animales en el suelo, raíces, reacción al ácido clorhídrico, plinitita, grietas, caras de fricción.

Los estratos o capas horizontales que conforman un pedón se denominan horizontes, los cuales se clasifican como Horizontes Maestros y Horizontes Diagnóstico.

**Los Horizontes Maestros:** Son las distintas capas que contiene material genético que pueden ser estudiados a través de un pedón del suelo. Entre ellos tenemos:

**Horizontes orgánicos (H, O):** Formado en la parte superior del suelo, constituido de materia orgánica (fresca o parcialmente descompuesta).

**A: Horizontes minerales,** se encuentran en la parte superficial que entra en contacto con la atmosfera, posee materia orgánica humificada mezclada con minerales.

**Ap:** Horizonte perturbado y mezclado por arada u otras causas

**Ah:** Horizontes no intervenidos ni mezclados

**E:** Horizontes minerales iluviales: Se reconoce por la concentración residual de limo y arena, compuestos por minerales resistentes.

**B: horizontes minerales:** Se caracteriza por:

- Concentración iluvial de arcilla silicatada, hierro, aluminio y materia orgánica

- Concentración residual de sesquióxidos con relación al material parental (roca madre), que se ha formado por medios diferentes a la solución y remoción de carbonatos o sales solubles.

- Alteración de material por procesos que implican: destrucción de la estructura de roca; formación de arcillas silicatadas, liberación de óxidos, remoción de carbonatos, formación de estructura granular, blocosa o prismática.

**Bh:** Horizonte con acumulación iluvial de materia orgánica humificada.

**Bir:** Horizonte con acumulación iluvial de hierro predominante y de magnesio y de aluminio.

**Bs:** Horizonte donde se ha destruido el horizonte de roca; se han removido carbonatos; se ha desarrollado estructura granular, blocosa o prismática; no se ha formado una concentración residual de sesquióxidos; no hay una concentración iluvial de humus, hierro ni de arcilla silicatada.

**Bt:** Horizonte que tiene concentración iluvial de arcilla.

**Bu:** Horizonte B no especificado.

**C. Capas u horizontes minerales:** Descartando la roca endurecida, que no han sido afectadas por procesos de pedogenéticos; que no tienen propiedades de A, E, B. En cuanto al horizonte C posee características similares al material del cual se prevé se formó por (a) meteorización; (b) gleización; (c) acumulación de carbonatos de Ca y Mg o sales más solubles; (d) cementación por material silíceo en álcali; fragilidad y propiedades asociadas con fragipán. Se usa la nomenclatura C1, C2, C3, para secuencia vertical.

## **R. Capas de roca dura continuas**

### **Horizontes transicionales**

**AB:** Horizontes tradicionales, pero en dominancia de A, subordinada de B

**AC:** Horizontes tradicionales, las características de A son evidentes, pero no necesariamente dominantes, sobre las C.

**EB:** Horizontes tradicionales entre B y Ah, posee dominantes de B y subordinadas de Ah.

**BA:** Horizontes tradicionales entre B y Ah, con característica dominante de E

**BE:** Horizontes transicionales entre B y E, con características dominantes de E.

**BC:** Horizontes transicionales entre B y C, las características de un B.

#### **Horizontes mezclados:**

A&B: Horizontes en lo que 50% de las partes se identifican como Ah.

E &B: horizontes en los que 50% de las partes se identifican como B.

B &A: Horizontes en los que 50 % del volumen se identifica como B y están separados por límites abruptos de Ah.

B &C: Horizontes en los que 10% del volumen del horizonte se identifica como B, mezclado con materiales del horizonte C y de los cuales están separados por límites abruptos. no se usa la combinación C & B.

#### **Distinciones subordinadas de horizontes maestros**

b: Horizontes enterrados por más de 30 cm de material suprayacente.

ca: Acumulación de Carbonatos de metales alcalinos térreos, generalmente de Ca, Mg, Ca Co<sub>3</sub>

cs: Acumulación de sulfato de Calcio (yeso)

cn: Acumulación de concreciones o de nódulos.

f: Suelo congelado

g: Gley fuerte gleización

h: Humus iluvial

ir: Hierro iluvial

m: Cementación fuerte, endurecimiento

p: Labranza y otro disturbio

pn: Presencia de plintita

sa: Acumulación de sales más solubles que  $\text{CaCO}_3$

si: Cementación por sílice

t: Arcilla iluvial

x: Presencia de fragipán

### **Color**

El color del suelo es una característica que se puede observar a simple vista y que ayuda a deducir que propiedades y comportamientos tiene el suelo. Los colores se registran usando los nombres y anotaciones del Sistema de Munsell. Se denomina matriz al color dominante del espacio; está relacionada con la longitud de onda de la luz dominante. La pureza se refiere a la relativa claridad del color es una función de la cantidad total de luz. La intensidad es la pureza relativa o la fuerza del color espectral y aumenta conforme disminuye el gris. El color debe considerarse tanto en la parte interna del agregado como en su parte externa y se toma en condiciones húmedas o secas (Fuentes, 1999).

**Moteados:** Es el color no dominante presente en algunos horizontes del suelo. Se describe en términos de color, abundancia o tamaño. Se recomienda expresar la abundancia en porcentaje

### **Textura**

Apreciación entre los dedos de las diferentes clases texturales de la fracción tierra fina (partículas de diámetro inferior a 2mm). Se adopta la clasificación textural del U.S. Departamento de Agricultura.

**Fragmentos gruesos:** Hace referencia a la presencia en algún o varios horizontes de partículas mayores de 2mm denominadas esqueleto grueso (grava, piedra), se separan dos clases de tamaño, se define su abundancia (% en volumen), el diámetro medio por clase, forma, la naturaleza mineralógica y el grado de alteración.

### 2.2.2 Características composicionales

Se miden en el laboratorio ya que no pueden ser cuantificadas por estudios de campo en la descripción del suelo, Las características composicionales se dividen en:

- **Químicas**

Tenemos:

**Capacidad de Intercambio Catiónico** La capacidad de intercambio catiónico (CIC) de una muestra de suelo o algunos de sus componentes expresa: El número de moles de iones carga positiva adsorbidos que pueden ser intercambiados por unidad de masa seca, bajo unas condiciones dadas de temperatura, presión y composición de la fase líquida y una relación de masa-solución dada (Sposito, 1981).

**Cationes intercambiables:** proceden de la meteorización del material originario de la mineralización de la materia orgánica y aportes externos superficiales y subterráneos.

**Porcentaje de saturación de bases:** Es la cantidad relativa de bases intercambiables e iones intercambiables de H adsorbidas en el complejo coloidal.

**Conductividad eléctrica:** Es el flujo de electricidad a través de un conductor gracias al transporte de electrones, pueden ser de dos tipos; Metálicos o electrónicos, conductores iónicos o electrolíticos (Rebolledo, 2001).

**Carbón orgánico:** Es la cantidad de carbono que contiene los compuestos orgánicos del suelo. Es el principal elemento que forma parte de la materia orgánica del suelo, se encuentra en forma de residuos orgánicos poco alterados de vegetales, animales y microorganismos, hasta cadenas carbonadas muy transformadas y estables como los ácidos húmicos (Martínez, Fuentes & Acevedo, 2008).

- **Físicas**

Tenemos:

**Tamaño de partículas:** El suelo es una mezcla de diferentes tamaños de partículas de roca y ocasionalmente puede tener materia orgánica.

**Densidad aparente:** Se define como la masa contenida en la unidad e volumen

**Densidad real:** Densidad de partículas sólidas de un suelo

**Parámetros de humedad:** Son la temperatura de bulbo seco (T), temperatura de punto de rocío(Td), Presión de vapor (Pv), relación de mezcla (W), humedad relativa(f).

- **Biológicas:** Determinación de hongos, bacterias tipos de algas.
- **Mineralógicas:** mineralogía esquelética, arcillas minera y amorfa

### 2.2.3 Características posicionales

En la determinación de las características posicionales juega un papel muy importante la geomorfología a su vez es necesaria en la comprensión de la génesis, dinámica y representación geográfica de los paisajes. La morfogénesis se define en los paisajes con ayuda de la geomorfología.

Son las relacionadas con el exopedón o rasgos externos del suelo dentro de paisajes:

**Ambiente geomorfológico:**

**Pendiente:** Es la forma de medir el grado de inclinación del terreno

**Erosión:** Es la pérdida del mismo, principalmente por factores climáticos, en particular por terrenos secos y sin vegetación.

**Ambiente hídrico:** Se refiere a las características y propiedades que afectan las condiciones hídricas del suelo. Se evalúan las características relacionadas con la posición (drenaje o inundación); y la pedoclimática denominada régimen de humedad.

**Clases de drenaje** Es la rapidez y grado con que el agua es removida en relación con adiciones; esta remoción se produce por escurrimiento superficial t por el movimiento de las aguas a través del suelo hacia los espacios subterráneos. El evo transpiración contribuye a las pérdidas del agua. El drenaje como condición del suelo, se refiere a la frecuencia y duración de períodos durante los cuales el suelo no está saturado total o parcialmente.

**Empozado:** el Agua que llega al suelo no escurre.

**Muy lento:** El agua superficial escurre muy lentamente, hay agua empozada en la superficie por períodos largos.

**Lento:** el agua escurre con una velocidad tal que solo una proporción moderada penetra en el suelo, sobre la superficie se encuentra agua libre por períodos cortos. El peligro de erosión es de moderado a alto.

**Muy rápido:** una cantidad del agua se mueve rápidamente sobre la superficie del suelo y solamente una pequeñísima parte se infiltra a través del perfil. Se encuentra en pendientes pronunciadas.

**Drenaje interno:** Es una propiedad del suelo determinada por el movimiento del agua hacia abajo y a través de él. El drenaje interno se refleja en la frecuencia

y duración de los periodos de saturación con agua (Porta, López, & Roquero, 2000).

#### **2.2.4 Características pedoclimáticas**

Se refiere al régimen de temperatura del suelo y al régimen de humedad

##### **Régimen de humedad**

Definidos en términos del nivel de la masa de agua, como la presencia o ausencia de agua retenida a tensiones menores de 15 atmosferas las que se presentan por periodos durante el año como son:

**Acuico:** El suelo debe estar saturado de humedad, al menos durante pocos días de manera que todo el oxígeno disuelto, sea consumido por las raíces, microorganismos y fauna del suelo; produciéndose de esta manera procesos de reducción.

**Udico:** La sección control no debe estar seca en ninguna parte por 90 días acumulativos o más en la mayoría de los años.

**Ustico:** La sección control debe estar seca en alguna o todas partes por 90 días acumulativos o más en la mayoría de los años. Pero está debe estar húmeda en alguna parte por unos 180 días acumulativos, o estar continuamente húmeda apartada por 90 días consecutivos.

**Aridico:** La sección control debe estar seca en la mayoría de los años por unos 180 días y nunca debe estar húmeda en alguna parte por 90 días. Consistencia, morfones de superficie, porosidad, animales en el suelo, raíces, reacción al ácido clorhídrico, plinitita, grietas, caras de fricción (Gisbert, 2002).

## 2.3 Marco legal

### **Constitución de la República del Ecuador**

#### **Título VII**

#### **Régimen del Buen Vivir**

#### **Capítulo Segundo: Biodiversidad y recursos naturales**

#### **Sección Tercera: Patrimonio natural y ecosistemas**

**Art 405.-** El sistema nacional de áreas protegidas garantizará la conservación de la biodiversidad y el mantenimiento de las funciones ecológicas. El sistema se integrará por los subsistemas estatal, autónomo descentralizado, comunitario y privado y su rectoría y regulación será ejercida por el Estado. El estado asignará los recursos económicos necesarios para la sostenibilidad financiera del sistema, y fomentará la participación de las comunidades, pueblos y nacionalidades que han habitado ancestralmente las áreas protegidas en su administración y gestión.

Las personas naturales o jurídicas extranjeras no podrán adquirir a ningún título tierras o concesiones en las áreas de seguridad nacional ni en áreas protegidas, de acuerdo con la ley.

**Art 406.-** El estado regulará la conservación, manejo y uso sustentable, recuperación y limitaciones de dominio de los ecosistemas frágiles y amenazados; entre otros, los páramos, humedales, bosques nublados, bosques tropicales secos y húmedos y manglares, ecosistemas marinos y marinos-costeros.

**Art 407.-** Se prohíbe la actividad extractiva de recursos no renovables en las áreas protegidas y en zonas declaradas como intangibles, incluida la explotación forestal. Excepcionalmente dichos recursos se podrán explotar a petición fundamentada de la Presidencia de la República y previa declaratoria de interés nacional por parte de la Asamblea Nacional, que, de estimarlo conveniente podrá convocar a consulta popular.

#### **Sección quinta: Suelo**

**Art 409.-** Es de interés público y prioridad nacional la conservación del suelo, en especial su capa fértil. Se establecerá un marco normativo para su protección y uso sustentable que prevenga su degradación, en particular la provocada por la contaminación, la desertificación y la erosión.

En áreas afectadas por procesos de degradación y desertificación, el Estado desarrollará y estimulará proyectos de forestación, reforestación y revegetación que eviten los monocultivos y utilicen, de manera preferente, especies nativas y adaptadas a la zona.

**Art 410.-** El estado brindará a los agricultores y a las comunidades rurales apoyo para la conservación y restauración de los suelos, así como para el desarrollo de prácticas agrícolas que los proteja y promuevan la soberanía alimentaria.

### **Tratados internacionales**

#### **Convenio sobre la Diversidad Biológica:**

La República del Ecuador suscribió el Convenio sobre Diversidad Biológica, instrumento internacional cuyo "Programa de Trabajo sobre Áreas Protegidas" y el Mandato de Jakarta incluyen un eje dedicado a las áreas marinas y costeras protegidas, en el cual se reconoce la importancia de estos espacios y se promueve su manejo integral y sustentable con miras a crear y fortalecer sistemas nacionales y crear redes de conservación a nivel regional y global. Su objetivo

primordial es la conservación de la diversidad biológica, la utilización sostenible de sus componentes y la participación justa y equitativa de los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos. Manda a cada país miembro a establecer un sistema de áreas protegidas, ordenación de las áreas, desarrollo de zonas adyacentes y preservación y mantenimiento de conocimientos, innovaciones y prácticas de las comunidades indígenas y locales que respeten estilos tradicionales de vida para la conservación y utilización sostenible de la biodiversidad.

### **Convenio sobre el comercio internacional de las especies amenazadas de flora y fauna (CITES): 1975**

#### **Legislación ecuatoriana**

A partir del Art. 395, proclama el derecho soberano del Estado sobre la diversidad biológica, reservas naturales, áreas protegidas y parques nacionales, y que su conservación y utilización sostenible se hará con participación de las poblaciones involucradas, según los programas, planes y políticas que los consideren como factores de desarrollo y calidad de vida y de conformidad con los instrumentos internacionales.

Conforme al artículo 406, el Estado regulará la conservación, manejo y uso sustentable, recuperación y limitaciones de dominio de los ecosistemas frágiles y amenazados, entre otros los páramos, humedales, bosques nublados, bosques tropicales secos y húmedos y manglares, ecosistemas marinos y marino costero.

#### **Ley para la Preservación de Zonas de Reserva y Parques Nacionales.**

**Art. 15.-** (Reformada por la Disposición Reformatoria vigésimo cuarta de la Ley s/n, R.O. 544-S, 9-III-2009). - Las juezas y jueces de contravenciones dentro de su respectiva jurisdicción juzgarán y sancionarán las infracciones que se establecen en esta Ley. Los Capitanes de las naves que transporten a grupos y los representantes de las empresas o agencias, en su caso, están obligados a presentar ante el Juez competente a los contraventores, quienes estando bajo su cuidado y responsabilidad hayan incurrido en cualquiera de las infracciones tipificadas en la presente Ley.

#### **Código Orgánico Ambiental**

#### **Título VI. Régimen forestal nacional**

#### **Capítulo II. Disposiciones fundamentales**

**Artículo. 93.- Gestión del patrimonio forestal nacional.** La gestión del Patrimonio Forestal Nacional se ejecutará en el marco de las siguientes disposiciones fundamentales:

**7. Regularización de la tierra.** Los procesos de saneamiento, resolución de conflictos y legalización de la tierra se realizarán de conformidad con la ley, con la finalidad de que las actividades productivas en la zona rural se realicen de forma eficiente y sostenible.

#### **Capítulo VI. Formaciones vegetales naturales, páramos, moretales, manglares y bosques**

**Artículo 103.- Disposiciones sobre el ecosistema manglar.** El ecosistema manglar es un bien del Estado, el mismo que esta fuera del comercio, no es susceptible de posesión o cualquier otro medio de apropiación, y sobre él no puede adquirirse el dominio ni ningún otro derecho real por prescripción; y solamente podrá ser aprovechado sosteniblemente mediante concesión otorgada por la Autoridad Ambiental Nacional en sujeción a las disposiciones contenidas en este código.

## **Plan Nacional del Buen Vivir (2013 – 2017)**

### **Objetivo 7. Garantizar los derechos de la naturaleza y promover la sostenibilidad ambiental territorial y global**

La responsabilidad ética con las actuales y futuras generaciones y con el resto de las especies es un principio fundamental para prefigurar el desarrollo humano. La economía depende de la naturaleza y es parte de un sistema mayor, el ecosistema, soporte de la vida como proveedor de recursos y sumidero de desechos (Falconí, 2005). Ecuador, considerado entre los diecisiete países mega diversos del mundo, tiene grandes recursos naturales, pero también ha sufrido un gran impacto de las actividades productivas sobre tales recursos, debido a urgentes necesidades de su población. La mayor ventaja comparativa con la que cuenta el país es su biodiversidad, por ello es fundamental saberla aprovechar de manera adecuada, mediante su conservación y su uso sustentable.

El Programa de Gobierno 2013-2017, en el apartado Revolución Ecológica, apuesta por la transformación productiva bajo un modelo ecoeficiente con mayor valor económico, social y ambiental. En este sentido, se plantean como prioridades la conservación y el uso sostenible del patrimonio natural y sus recursos naturales, la inserción de tecnologías ambientalmente limpias, la aplicación de la eficiencia energética y una mayor participación de energías renovables, así como la prevención, el control y la mitigación de la contaminación y la producción, el consumo y el pos consumo sustentables País (2012).

Ecuador pretende seguir manteniendo el liderazgo internacional en cuanto a la universalización de los derechos de la naturaleza y la consolidación de propuestas ambientales innovadoras para enfrentar el cambio climático, con énfasis en principios de corresponsabilidad, tales como la Iniciativa Yasuní-ITT, los mecanismos de emisiones netas evitadas y el impuesto Daly-Correa País (2012).

#### **Patrimonio natural y biodiversidad**

De acuerdo con esta categorización de protección, el Ecuador cuenta actualmente con una superficie de territorio continental bajo conservación o manejo ambiental correspondiente a 7 575 522 hectáreas, lo que refleja un incremento del 5% de las áreas señaladas. Este logro se debe principalmente a iniciativas gubernamentales de conservación como —Socio Bosquell, programa de carácter voluntario orientado a disminuir la tasa de deforestación en el país mediante incentivos económicos para la protección de bosques, páramos y vegetación natural. Bajo este esquema actualmente se encuentran protegidas 878 923 hectáreas. Ver en Anexo Tabla 1

### **3. Material y métodos**

#### **3.1 Enfoque de la investigación**

##### **3.1.1 Tipo de investigación**

**Exploratoria:** Este estudio se realizará en base a pocas evidencias de trabajos realizados y por su poca información publicada, se pretende que con esta exploración se obtengan datos que aporten a investigaciones futuras.

**Descriptiva** Consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento. Los resultados de este tipo de investigación se ubican en un nivel intermedio en cuanto a la profundidad de los conocimientos se refiere.

##### **3.1.2 Diseño de investigación**

###### **Investigación experimental**

Esta investigación es de tipo experimental de campo porque contiene variables dependientes e independientes, las que realizarán el análisis y comparación de la hipótesis propuesta en este estudio.

##### **3.2.1 Variables**

###### **3.2.1.1 Variable independiente**

Propiedades composicionales, son aquellas propiedades físico – químicas de los suelos que se determinan en el laboratorio, entre las cuales podemos mencionar: densidad aparente y real, cuyos valores estarán expresados en g/ml, pH (unidades de pH), porcentaje de materia orgánica (%), capacidad de intercambio catiónico (meg/ gr), textura (% arena, % limo, % arcilla), capacidad de retención de agua (ml/g). Propiedades morfológicas, se determinan directamente en el campo, describiendo la morfología del pedón de suelo, entre las cuales tenemos, número, grosor y profundidad de horizonte, color y textura organoléptica

de cada horizonte, reacción al HCL, distribución de raíces, presencia de mesofauna moteados, estructura. Propiedades pedoclimáticas, temperatura, humedad, nivel freático. Propiedades posicionales: Estas son las determinadas por las características geomorfológicas del suelo, entre las que se encuentran: ambiente geomorfológico, ambiente hídrico, se refiere a la estacionalidad y disponibilidad de agua.

### **3.2.1.2 Variable dependiente**

Grado de dependencia asociado con el nivel de perturbación, producto de la presencia de la palma imperial (*R. oleracea*) en dos intensidades: alta y baja densidad.

### **3.2.2. Tratamientos**

Se dará en dos áreas experimentales de estudio una de alta y baja perturbación a dos horizontes.

### **3.2.3 Diseño Experimental**

### **3.2.4 Recolección de datos**

#### **3.2.4.1. Recursos**

Para el presente estudio se ubicó tres parcelas de 5000 m<sup>2</sup> en cada área asociada a un nivel de perturbación. En estas parcelas se establecerá una calicata y se obtendrán 10 muestras con barreno a dos profundidades (0- 20cm, 20-40cm), distribuidos al azar, se obtuvo dos muestras compuestas por profundidad.

En cada una de las calicatas se evaluaron las características edáficas (morfológicas, posicionales, pedoclimáticas). Las propiedades composicionales de cada uno de los horizontes presentes en las calicatas serán evaluadas en el laboratorio, siguiendo los protocolos que para ello existen.

Las muestras obtenidas con barreno, posterior a su evaluación morfológica y pedoclimáticas y dependiendo de su homogeneidad, serán evaluadas composicionalmente en el laboratorio. (Casanelas & López, 2005)

### **3.2.4.2 Métodos y técnicas**

#### *3.2.4.2.1 Determinación de densidad Aparente*

El método se basa en medir un volumen del abono orgánico y determinar la masa (peso) correspondiente. Entonces se aplica la fórmula  $D = \frac{\text{peso seco} - \text{peso del anillo}}{100 \text{ cm}^3}$  y se obtiene la información deseada. Para que esta determinación sea confiable es necesario que el tamaño de la muestra sea de 200 gramos o más.

Los valores de la densidad aparente son imprescindibles para hacer los cálculos de las cantidades que deben aplicarse o utilizarse en la agricultura (Luthers & Lea, 2000).

#### **Materiales y equipos**

Balanza de precisión

Anillos

Cinta (para rotular muestras)

Estufa para secado, 105°C

#### **Procedimiento**

1. Pesar el anillo con tapa
2. Pesar el anillo con la muestra hasta llegar 245gr
3. Colocar en la estufa y secar a 105°C por 8 horas
4. Retirar de la estufa, tapar y enfriar en desecador por al menos 40 minutos.
5. Sacar del desecador y pesar inmediatamente
6. Calcular

## **Cálculos**

$$D.A. = \frac{\text{Peso del terrón en grs}}{(A - B)\text{ml}}$$

D.A. = Densidad Aparente

A= Volumen balón perforado

B= volumen balón con muestra

### *3.2.4.2.2 Textura del Suelo: Análisis mecánico del suelo por el método de hidrómetro*

La textura del suelo se refiere a las proporciones de partículas de distintos tamaños (arena, limo, arcilla) que determinan algunas características del suelo como lo son la capacidad de retención de agua, resistencia a la penetración de raíces, en cierto grado, la capacidad de intercambio catiónico. El método del hidrómetro (conocido también como método de Bouyoucos) se basa en la relación entre la densidad de una suspensión y la cantidad de partículas de varios tamaños en suspensión (Hernandez & Berroterán, 2010).

#### **Equipos y materiales**

Agitador mecánico

Cilindros de 1000ml

Hidrómetro de suelo en gramos

Termómetros

#### **Reactivos**

Solución de pirofosfato de sodio 0.02N

#### **Procedimiento**

1. Tome una muestra de suelo de 50 g previamente secada a 105°C y tamizada (2mm). Transfiéralos a un Matraz Erlenmeyer y agregue 50 ml de pirofosfato de sodio 0,02N y alrededor de 125ml de agua. Espere 10 -15 min y

vierta la suspensión a un mezclador eléctrico, teniendo cuidado de no dejar residuos en el matraz.

2. Ponga a funcionar el batidor y déjelo 5 min, para el suelo arenoso, 10 min para el suelo franco y 15 min para el suelo arcilloso

3. Transfiera la suspensión al cilindro de sedimentación, lavando cuidadosamente el Matraz Erlenmeyer con agua destilada para que no queden residuos (complete hasta llegar a 1000ml).

4. Calibre el hidrómetro introduciéndolo cuidadosamente y tomando su lectura en un cilindro graduado previamente se han colocado 50 ml de solución de pirofosfato de sodio 0.02N y se haya completado hasta 1000 ml con agua destilada. La lectura debe ser tomada en el sitio del borde superior del menisco bordea la escala del hidrómetro.

5. Luego introduzca el hidrómetro y realice la primera lectura (40 segundos), la segunda (2 horas). A cada lectura realizada debe corregírsele con la lectura de calibración, se debe realizar una corrección con respecto a la temperatura. Ver en Anexo Figura 14.

6. Calcule

7. Con estos valores y utilizando el triángulo textural de la Figura, caracterice la textura del suelo.

### **Cálculos**

$$\% \text{ arena} = 100 - \left( \frac{\text{lectura corregida de los 40 s}}{\text{peso seco de la muestra}} \right) * 100$$

$$\% \text{ arcilla} = \left( \frac{\text{lectura corregida de las 2 h}}{\text{peso seco de la muestra}} \right) * 100$$

$$\% \text{ limo} = 100 - (\% \text{ de arena} + \% \text{ de arcilla})$$

#### 3.2.4.2.3 Método por pérdida de Masa a 105°C

La muestra de suelo se seca a una temperatura de 105°C hasta masa constante. La diferencia en la masa de suelo antes y después del secado se usa para conocer la humedad de la densidad real, de los límites de plasticidad, así como en los de otras propiedades físicas de los suelos (Sadzawka et al, 2006).

#### **Equipos y materiales**

Estufa para secado

Recipiente de metal o vidrio capacidad de 100ml

Desecador

Balanza de precisión

#### **Procedimiento**

1. Pesar 30 g de la muestra
2. Colocar en la estufa y secar a 105 °C
3. Durante 24 horas
4. Retirar de la estufa, tapar en desecador por al menos 30 minutos.
5. Sacar del desecador y pesar inmediatamente con la balanza

#### **Cálculos**

$$\text{agua \%} = \frac{(a) - (b)}{(b) - c} * 100$$

a= masa g del recipiente + suelo húmedo

b= masa g del recipiente + suelo seco

c= masa g del recipiente

#### **3.2.4.2.3 Propiedades químicas: pH**

El pH de una solución es medida de su acidez o alcalinidad y es definido como:  
-  $\log (H^+)$

Los suelos no se comportan simplemente como soluciones por lo tanto no es posible obtener una definición justa del pH del suelo, para muchos propósitos puede ser considerado de forma similar a lo descrito anteriormente.

El intervalo del pH de los suelos se encuentra aproximadamente entre 3 – 9 unidades de pH, sin embargo, algunos que contienen pirita o azufre elemental pueden presentar valores bastantes bajos y, por otro lado, suelos que contienen carbonato de sodio, tendrán altos valores de pH. (Hernández & Berroterán, 2010)

Dentro del intervalo normal de pH los factores principales que lo controlan son:

- Contenido de materia orgánica
- Tipo y cantidad de cationes

### **Equipos y materiales**

Muestra de suelo

Beaker o vaso de precipitación de 50ml

Agitador de vidrio o magnético

Agua destilada

PH metro

Cilindro aforado de 100ml

Balanza

Pipeta manual

### **Procedimiento**

1. Pesar 20g de muestra secadas al aire, pasados previamente por un tamiz de 2 mm

2. Agregar 50 ml de agua destilada

3. Agitar vigorosamente la suspensión durante 5 min usando el agitador y dejar reposar al menos 30min -2 h

4. Calibrar el medidor de pH siguiendo las instrucciones del fabricante y usando dos soluciones tampones, la de pH 7 y una de 4 – 9 dependiendo del rango de pH de las muestras

5. Agitar la suspensión e inmediatamente introducir los electrodos

6. Leer el pH una vez estabilizada la lectura y anotar el valor con dos decimales

#### *3.2.4.2.3 Materia Orgánica: Método de oxidación con dicromato en medio ácido y determinación colorimétrica del cromato reducido.*

La materia orgánica del suelo representa una acumulación de los residuos de plantas y animales parcialmente deteriorados. Este material es continuamente degradado por los microorganismos del suelo; consecuentemente, este es un constituyente transitorio y puede ser renovado constantemente por la adición de los residuos de plantas

El método consiste en una oxidación de la materia orgánica con una mezcla de dicromato de potasio y ácido sulfúrico. Después de la reacción se mide colorimétricamente el cromato reducido (Sadzawka et al, 2006).

#### **Equipos y Materiales**

Espectrofotómetro

Balanza de precisión

Muestra

Embudo

Matraz Erlenmeyer 125ml

Vaso de precipitación de 80ml

Celdas o cubetas para espectrofotómetro

Campana de laboratorio de aspiración química de pie

Agua destilada

Guantes aislantes

Papel filtro

### **Reactivos**

Dicromato de potasio

Ácido Sulfúrico

### **Procedimiento**

1. Pesar 2 g de muestra seca al aire, previamente tamizada, en un matraz Erlenmeyer de 125ml.
2. Agregar 5 ml de solución de dicromato de potasio
3. Agregar cuidadosa y rápidamente 10 ml de ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ), mientras se agita la suspensión para evitar puntos localizados de ebullición
4. Agitar y dejar reposar sobre sobre la plancha aislante bajo la campana durante 30 minutos
5. Agregar 35ml de agua destilada
6. Mezclar y dejar reposar a plancha aislante bajo la campana durante 1 hora
7. Sacar el matraz Erlenmeyer de la campana y transportar la muestra en un embudo de vidrio con papel filtro a un vaso de precipitación de 80 ml se obtendrá la muestra filtrada
8. Llevamos la muestra filtrada a las celdas para espectrofotómetro y enrasamos hasta 10ml
9. Calibramos el espectrofotómetro, y procedemos a llevar las celdas para su lectura

10. Anotamos y calculamos

### **Cálculos**

Para suelos de pH >6.5

$$\text{Carbono orgánico}\% = \frac{a}{10 * s}$$

Donde:

*a*= mg de C en la muestra

*s*= masa en g de la muestra

Para suelos de pH < 6.5

$$\text{Carbono orgánico}\% = \frac{a}{10 * s} * 1,16$$

Donde:

*a*= mg de C en la muestra

*s*= masa en g de la muestra

### **3.2.5 Análisis estadístico**

#### **3.2.5.1 Muestreo**

Se realizará dos calicatas ubicadas aleatoriamente en cada parcela de 5000 m<sup>2</sup>, una en la zona de baja densidad y otra en la zona de alta densidad de palmas. En cada una de las calicatas se evaluarán las características edáficas (morfológicas, posicionales, pedoclimáticas). Las muestras obtenidas con barreno, la que serán evaluadas en el laboratorio (Carter, Gerard, & Greogrich, 2008).

En ambas parcelas de 5000m<sup>2</sup>, se ubicarán 10 sub-parcelas de 50m<sup>2</sup>, en las cuales se tomarán 10 muestras de suelo con barreno a dos profundidades (0-20 cm, 20-40 cm). Anexo Figura 4

De estas 10 muestras se conformarán 5 muestras compuestas, debido a la alta variabilidad del suelo, en las que determinaremos por cada profundidad, la textura, pH, salinidad, capacidad de intercambio catiónico, materia orgánica, saturación de base, retención de humedad, humedad (ver Anexo Figura 5).

### 3.2.5.2 Comparaciones estadísticas

Con la finalidad de encontrar las diferencias entre las medias de las variables entre las parcelas de las dos áreas experimentales evaluadas, utilizaremos un análisis de varianza no paramétrica Kruskal – Wallis (Walpole, Myres, Myres & Ye, 2012).

$H_{ecol}$ : No todas las medias son iguales

$H_0$ :  $M1 = M2$  (hipótesis nula)

Para determinar las variables de estas dos zonas de palmas se usará la siguiente fórmula.

$$H = \frac{12}{N(N + 1)} \sum_{i=1}^k \frac{R_i^2}{n_i} - 3(N + 1)$$

$k$ = Número de grupos

$N$ = Número total de datos

$n_i$ = Número de datos en el grupo  $i$

Cuando existen rangos ligados (dos o más número con el mismo rango) se aplica un factor de corrección, siendo  $H_c$  el estadístico que se utiliza en lugar de  $H$ , calculado según la siguiente expresión:

$$H_c = \frac{H}{C} \quad C = 1 - \frac{\sum_{i=1}^m (t_i^3 - t_i)}{N^3 - N}$$

$t_i$  = Número de rangos ligados en cada grupo

$m$  = Número de grupos de rangos ligados

El valor crítico del estadístico calculado ( $H$  o  $H_c$ ) se consulta en la tabla de la  $\chi^2$  ver en Anexo Figura 7, si  $N \geq 15$ , o si  $k > 5$ , para  $(k - 1)$  grados de libertad. Si  $N < 15$  y  $k < 5$  se consulta en la tabla específica para  $H$ .

Si  $H_{\text{cal}} \geq H_{\text{crit}} (X^2_{\text{crit}})$  ----> se rechaza  $H_0$  y se acepta  $H_{\text{ecol}}$  (alguna de las medianas es diferentes)

Si  $H_{\text{cal}} < H_{\text{crit}} (X^2_{\text{crit}})$  ----> se acepta  $H_0$  y se rechaza  $H_{\text{ecol}}$  (Las medianas son iguales).

### **3.2.5.3 Hipótesis de dos colas**

La hipótesis ecológica establece que existen diferencias entre las medias ( $M$ ) de los dos grupos considerados, para saber cuál de las dos medias es mayor que la otra. La hipótesis nula establece que no existen diferencias entre dichas medianas.

$H_{\text{ecol}}$ : No todas las medias son iguales

$H_0$ :  $M_1 = M_2$  (hipótesis nula)

Para determinar las variables de estas dos zonas de palmas se usar la siguiente formula.

Se suman los rangos de cada uno de los inventarios (grupos) y se calcula la suma de los rangos de los datos de cada uno de los grupos ( $R_1$  y  $R_2$ )

Se calculan los estadísticos  $U_1$  y  $U_2$  a partir de las siguientes formulas:

$$U1 = n1 * n2 + \frac{n2(n2 + 1)}{2} - R2 \qquad U2 = n1 * n2 - \frac{n1(n1 + 1)}{2} - R1$$

Se obtiene el estadístico  $U_{cal}$  escogiendo el valor más grande entre  $U_1$  y  $U_2$  comparando este valor con el valor de un estadístico  $U_{crit}$  obtenido a partir de las tablas correspondientes. Ver en Anexo figura 8 - 9

Si  $U_{cal} \geq U_{crit}$ , ( $\alpha = 0,05$  o inferior) se rechaza  $H_0$  y se acepta  $H_{ecol}$  (las medianas son diferente)

Si  $U_{cal} < U_{crit}$  ( $\alpha = 0,05$ ) se acepta  $H_0$  y se rechaza  $H_{ecol}$  (las medianas son diferente).

### **3.2.6 Cronograma de actividades**

Ver en Anexo Tabla 18.

## 4. Resultados

### 4.1 Propiedades pedo-climáticas y posicionales de los suelos de isla Santay

La isla Santay se encuentra ubicada en el delta del Guayas, localizada en la porción noroccidental de América del sur. Una porción de la Cordillera Andina y la Cordillera Occidental forman el sistema Hidrológico del Guayas, alcanza los 31,000 km<sup>2</sup> (Orozco, 1978).

Climatológicamente, la Región occidental del Ecuador está definida por dos estaciones: seca y lluviosa.

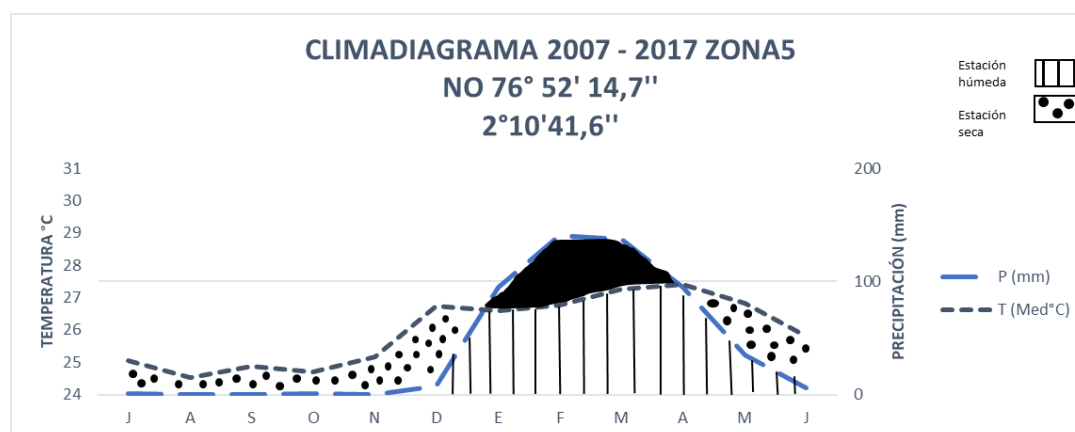


Figura 1. Clima diagrama 2007- 2017 zona 5, estación Guayaquil / Simón Bolívar Dominguez, 2018

En la Figura 1 se presenta el climadiagrama para la zona, elaborado con la información climática entre los años 2007 y 2017, de la estación meteorológica del (ICAO: SEGU, 2017) denominada "Guayaquil / Simón Bolívar". La estación húmeda, inicia a mediados del mes diciembre hasta mediados del mes de junio y la época seca corresponde desde mediados de junio y se extiende hasta comienzo de diciembre. Entre los meses de enero y abril, se produce una época de máxima precipitación con precipitaciones mensuales que superan los 75 mm. Durante el periodo lluvioso, se registró una precipitación media anual máxima en el mes de febrero (140,46 mm), mientras que la temperatura mínima promedio fue

de 24,53°C, registrada en el mes de agosto, incrementando a un máximo de 27,41 °C, en el mes de abril.



Figura 2. Dinámica de las Mareas  
Murray, 1972

La influencia de las mareas sobre el humedal está determinada por las fases de la misma, cuya fase de creciente dura aproximadamente 5 horas y 15 minutos y la vaciante 7 horas 10 minutos. Durante la estación lluviosa, esta variación de la creciente se reduce a 4 horas, mientras que en los meses secos esta creciente es de 5 horas 45 minutos (CEDEGE, 1993).

Naranjo et al (2002), presentan un diagrama de los dos ciclos de marea, pleamar y bajamar, elaborado por Murray (1972) (Figura 2). Cuando la marea se

encuentra en bajamar, las corrientes son débiles en el Golfo de Guayaquil, excepto en el río Guayas, mientras al subir la marea se presentan corrientes fuertes. Cuando la corriente se empieza a invertir en el Río Guayas, la marea alta cesa en el Golfo de Guayaquil llegando a  $< 0,3$  m/s y la marea baja, tiene fuertes corrientes haciendo que el reflujó vacié el canal de Jambelí.

Los suelos que se encuentra bajo niveles de inundaciones cíclicas cuentan con un perfil de suelo, desarrollado bajo un régimen hídrico Acuico en las regiones de la isla en donde se presentan periodos de inundaciones, debido a la saturación de humedad, ya que el agua superficial escurre lentamente, en los días posteriores el suelo puede absorber todo el oxígeno disuelto, que es consumido por las raíces, microorganismos y fauna del suelo, lo que da lugar al proceso de reducción.

En el estudio realizado por INAMHI (2017), en base a fotografías aéreas del año 1961 hasta 1977, se notó variaciones en la morfología de la isla con un aumento aproximado de 3,5 ha. Durante 1977 y 1984 hubo evidencia de un incremento en el noreste de 14 Ha, mientras el sudoeste hubo un incremento de 7 Ha. Lo que ha llevado al proceso de sedimentación ocasionando la modificación de la isla (Naranjo et al., 2002).

Para el Ambiente Geomorfológico tenemos que la región natural se encuentra en Región del pacífico del Delta del Río Guayas, en cuanto al paisaje tenemos que es delta plana, cuyo relieve es Vega, y su forma de terreno; planicie. En cuanto a su ambiente hídrico; es Acuico en su mayoría su drenaje es lento describiendo como inundable por los 365 días del año.

#### 4.2 Propiedades morfológicas del suelo de isla Santay

La obtención de las propiedades morfológicas del suelo ubicado en las zonas de estudio, se realizó mediante la descripción de una calicata por cada zona, la cual nos permitió observar varios elementos, tales como: horizontes, elementos gruesos, grietas, raíces, reacción al ácido clorhídrico, estructura, color, moteados, su color y proporción, color de matriz, consistencia, materia orgánica y morfofones. En la Tabla 1, se presentan las características morfológicas obtenidas en la calicata ubicada en el área de Alta Perturbación (definida por la presencia de alta densidad de la palma *R. oleracea*), en la cual se observaron tres horizontes, cuyas profundidades son: 0 – 35 cm, 35 – 72 cm y +72 cm.

En el horizonte de 0 - 35 cm de profundidad, no se encontró elementos gruesos, ni grietas, con presencia de fauna (principalmente lombrices de tierra), tiene el 90 % de las raíces del pedón con un diámetro de 0,5 – 2 mm, no presento reacción al ácido clorhídrico al 3 %. Su estructura es blocosa angular, prevaleciendo un color de la matriz, marrón oscuro (2.5 YR 3/3), con un 15 % de moteado, cuyo color es gris oscuro (5 Y 4/1), así mismo, se determinó que su consistencia es plástica y su textura organoléptica es arcillosa por lo que el suelo constantemente cambia de forma, pero no de volumen, se encontró materia orgánica y morfofones.

Para el segundo horizonte de 35 -72 cm de profundidad, no se encontró elementos gruesos, ni grietas, con presencia de fauna, tienen un 10% de raíces del pedón con un diámetro de 0.7 -2 mm, no presento reacción al ácido clorhídrico al 3%, su estructura es blocosa angular, prevaleciendo un color de la matriz, marrón oscuro (2.5 YR 3/3), con un 30% de mateado, cuyo color es gris claro (5 Y

5/1), así mismo, se determinó que su consistencia es plástica y su textura organoléptica es arcillosa, se encontró materia orgánica y morfones.

Para el tercer horizonte de +72cm de profundidad, no se encontró elementos gruesos, ni grietas, no hubo presencia de fauna, no presento reacción al ácido clorhídrico al 3%, su estructura es blocosa, prevaleciendo un color de la matriz, marrón oscuro (2.5 YR 3/3), con poco moteado, así mismo, se determinó que su consistencia es plástica y su textura organoléptica es arcillosa, se encontró materia orgánica y morfones. En la Tabla 2, se presentan las características morfológicas obtenidas en la calicata ubicada en el área de baja Perturbación (definida por la presencia de alta densidad de la palma *R. oleracea*), en la cual se observaron tres horizontes, cuyas profundidades son: 0 – 50 cm, 50 – 85 cm y +85 cm.

En el horizonte de 0 - 50 cm de profundidad, no se encontró elementos gruesos, ni grietas, con presencia de fauna (principalmente lombrices de tierra), tiene el 35 % de las raíces del pedón con un diámetro de 0,8 – 0.5 mm, no presento reacción al ácido clorhídrico al 3 %. Su estructura es blocosa angular, prevaleciendo un color de la matriz, marrón oscuro (2.5 YR 3/3), con un 10 % de moteado, cuyo color es gris oscuro (5 Y 4/1), así mismo, se determinó que su consistencia es plástica y su textura es arcillosa por lo que el suelo constantemente cambia de forma, pero no de volumen, se encontró materia orgánica, se encontró morfones.

Para el segundo horizonte de 50 -85 cm de profundidad, no se encontró elementos gruesos, ni grietas, con presencia de fauna, tienen un 15% de raíces del pedón con un diámetro de 0.8 – 0.3 mm, no presento reacción al ácido clorhídrico al 3%, su estructura es blocosa angular, prevaleciendo un color de la

matriz, marrón oscuro (2.5 YR 3/3), con un 30% de mateado, cuyo color es gris claro (5 Y 5/1), así mismo, se determinó que su consistencia es plástica y su textura organoléptica es arcillosa, se encontró materia orgánica, se encontró morfones.

**Tabla 1. Las propiedades morfológicas de suelo de isla Santay (alta perturbación)**

FICHA DE MUESTREO SUELO																	
Perturbación:		BAJA		ALTA x													
Ambiente Hídrico		Acuico, Mal drenado															
Ambiente Geomorfológico		Región Costa, Delta del Guayas															
Horizontes	Profundidad	Elemento Grueso	Grietas			Raíces			Reacción al HCL (3%)	Estructura subestructura	Color Moteado color característico	Proporción % clase	Color de Matriz En seco / Húmedo	Consistencia	Textura organoléptica	Materia Orgánica	Morfofones
			Anchura	Longitud	Fauna	Cantidad	Tamaño										
A	0-35	No	No	No	Si	90	0,5 - 2	No	Blocosa Angular	5 Y 4/1	15	2,5 YR 3/3	Plástico	Arcilloso	si	si	
B	35-72	No	No	No	Si	10	0,7-2	No	Blocosa Angular	5 Y 5/1	30	2,5 YR 3/3	Plástico	Arcilloso	si	si	
C	72+	No	No	No	No	No	No	No	Blocosa	0	0	2,5 YR 3/3	Plástico	Arcilloso	si	si	

Las propiedades morfológicas de suelo de isla Santay alta perturbación  
Domínguez, 2018

**Tabla 2. Las propiedades morfológicas de suelo de isla Santay (baja perturbación)**

FICHA DE MUESTREO SUELO																
Perturbación:		ALTA	BAJA	x												
Ambiente Hídrico		Acuico, Mal drenado														
Ambiente Geomorfológico		Región Costa, Delta del Guayas														
Horizontes	Profundidad	Elemento Grueso	Grietas			Raíces		Reacción al HCL (3%)	Estructura subestructura	Color Moteado color característico	Proporción % clase	Color de Matriz En seco / Húmedo	Consistencia	Textura organoléptica	Materia Orgánica	Morfofones
			Anchura	Longitud	Fauna	Cantidad	Tamaño									
A	0-50	No	No	No	si	35	0,8 - 0,5	No	Blocosa Angular	5 Y 4/1	10	2,5 YR 3/3	Plástico	Arcilloso	si	si
B	50 - 85	No	No	No	si	15	0,8 - 0,3	No	Blocosa Angular	5 Y 5/1	40	2,5 YR 3/3	Plástico	Arcilloso	si	si
C	85+	No	No	No	No	No	No	No	Blocosa	0	0	5Y 5/1	Plástico	Arcilloso	si	si

Las propiedades morfológicas de suelo de isla Santay baja perturbación Domínguez,

Para el tercer horizonte de +85 cm de profundidad, no se encontraron elementos gruesos, ni grietas, no hubo presencia de fauna, no presentó reacción al ácido clorhídrico al 3%, su estructura es blocosa, prevaleciendo un color de la matriz, gris claro (5Y 5/1), con poco mateado, así mismo, se determinó que su consistencia es plástica y su textura organoléptica es arcillosa, se encontró materia orgánica y morfones

#### 4.3 Propiedades composicionales del suelo de isla Santay

Las propiedades composicionales del suelo evaluadas en las diferentes parcelas de las dos zonas estudiadas, a dos profundidades son: la textura, densidad aparente, capacidad de almacenamiento de agua, % de materia orgánica y pH.

Las propiedades composicionales determinadas en laboratorio, se dividieron en propiedades físicas y químicas, siguiendo los métodos correspondientes para cada propiedad, y analizando las muestras obtenidas en las dos áreas experimentales definidas como de alta y baja perturbación.

**Tabla 3. Las propiedades físicas y químicas promedio de los suelos en la zona de alta perturbación**

Parcelas	Distribución de Partículas						Clase textural	DENSIDAD APARENTE g/ml		Humedad de campo %		pH	
	% Arena		% Arcilla		% Limo			0 - 20	20 - 40	0 - 20	20 - 40	0 - 20	20 - 40
	0 - 20	20 - 40	0 - 20	20 - 40	0 - 20	20 - 40							
1	3,68	3,62	67,12	68,48	29,20	25,20	Arcilloso	1,33	1,31	38,80	44,70	6,65	6,58
2	4,00	5,60	64,40	64,40	32,00	30,00	Arcilloso	1,36	1,38	61,14	59,78	6,92	7,10
3	5,60	6,00	62,80	63,20	31,20	30,80	Arcilloso	1,32	1,23	61,80	59,40	6,75	6,96
4	3,28	5,84	63,12	65,80	33,60	28,00	Arcilloso	1,35	1,42	62,90	58,26	7,40	7,06
5	6,16	2,80	63,44	64,80	30,40	32,40	Arcilloso	1,32	0,14	53,77	51,71	6,47	6,70
6	5,20	7,20	62,40	64,00	32,40	28,80	Arcilloso	1,11	1,10	77,20	60,20	6,85	7,90
7	6,80	6,40	61,20	62,00	32,00	32,00	Arcilloso	1,19	1,14	66,00	48,60	6,66	6,93
8	4,96	3,52	64,24	64,48	30,80	32,20	Arcilloso	1,19	1,09	67,20	49,74	6,90	6,64
9	6,84	6,40	61,16	62,00	30,80	31,60	Arcilloso	1,13	1,19	65,60	62,20	6,55	6,72
10	4,00	6,80	70,40	70,80	25,60	18,40	Arcilloso	1,41	1,43	59,60	43,40	6,72	6,88
X	5,05	5,42	64,03	65,00	30,80	28,94		1,27	1,14	61,40	53,80	6,79	6,95

Promedio de las 10 parcelas en zona de alta perturbación  
Domínguez, 2018

En la tabla 3, se identifica los valores obtenidos de las muestras colectadas en el área de alta perturbación para cada una de las parcelas muestreadas. Entre las variables físicas y químicas determinadas para los suelos de las parcelas en el área de alta perturbación, tenemos la distribución de partículas, la cual indica un mayor porcentaje de arcilla para ambos horizontes, caracterizándolos texturalmente como horizontes arcillosos, los valores de densidad aparente se encuentran entre 1,14 y 1,27 g/ml, mientras que la acumulación de agua es menor a 45 g y el pH es ligeramente ácido para ambos horizontes.

En la tabla 4, se identifica los valores obtenidos de las muestras colectadas en el área de baja perturbación para cada una de las parcelas muestreadas. Las variables físicas y químicas determinadas para los suelos de las parcelas en el área de baja perturbación, indican un mayor porcentaje de arcilla para ambos horizontes, caracterizándolos como horizontes arcillosos texturalmente, con valores de densidad aparente 1,28 g/ml para ambos horizontes, una acumulación de agua mayor 60,76 g y pH ligeramente ácido para ambos horizontes.

**Tabla 4. Las propiedades físicas y químicas promedio de los suelos en la zona de baja perturbación**

Parcelas	Distribución de Partícula						Clase textural	Densidad aparente g/ml		Humedad de campo		pH	
	% Arena		% Arcilla		% Limo			0 - 20	20- 40	0 - 20	20- 40	0 - 20	20- 40
	0 - 20	20- 40	0 - 20	20- 40	0 - 20	20- 40							
1	3,68	3,62	67,12	68,48	29,2	25,2	Arcilloso	1,21	1,21	76,3	67,32	6,44	7,35
2	7,2	7,2	61,6	60,8	31,2	32	Arcilloso	1,32	1,29	64,02	62,46	6,55	6,81
3	7,2	7,2	58,8	64,4	34	33,2	Arcilloso	1,32	1,32	53,46	47,06	6,51	6,71
4	6,8	8,4	58,8	57,6	35,2	35,2	Arcilloso	1,2	1,22	51,46	56,38	6,6	6,8
5	6,8	6,4	62,4	63,44	31,2	30,4	Arcilloso	1,35	1,37	58,54	54,06	6,73	6,76
□	<b>6,34</b>	<b>6,56</b>	<b>61,74</b>	<b>62,94</b>	<b>32,1</b>	<b>31,20</b>		<b>1,28</b>	<b>1,28</b>	<b>60,76</b>	<b>57,46</b>	<b>6,57</b>	<b>6,89</b>

Propiedades físicas y químicas promedio de las 5 parcelas en baja perturbación  
Domínguez, 2018

En la tabla 5, se identifica los valores promedios de las variables físicas obtenidas para los dos horizontes de los suelos en ambas áreas experimentales, definidas como de alta y baja perturbación. En el área de alta perturbación, el

porcentaje de arena en inferior al obtenido en el área de baja perturbación, al igual que el porcentaje de limo, mientras que el porcentaje de arcilla es, al contrario. Sin embargo, en ambas áreas experimentales la clase textural indica que se trata de suelos arcillosos.

En cuanto a la densidad aparente, los suelos del área de alta perturbación, muestran una densidad aparente ligeramente inferior a la obtenida para los suelos del área de baja perturbación, mientras que la capacidad de almacenamiento de agua promedio por horizonte, para ambas áreas experimentales, muestran valores similares con una ligera disminución con la profundidad.

**Tabla 5. Propiedades físicas promedio de los suelos a dos profundidades, presentes en las dos zonas experimentales**

Zona	Profundidad cm	Distribución de Partícula			Densidad Aparente g/ml	Humedad de Campo %
		% Arena	% Arcilla	% Limo		
AP	0-20	5,05	64,03	30,80	1,27	61,40
	20-40	5,42	65,00	28,94	1,14	53,80
BP	0-20	6,34	61,74	31,16	1,28	60,76
	20-40	6,56	62,94	31,2	1,28	57,46

Las propiedades composicionales de suelo de isla Santay (alta y baja densidad)  
Domínguez, 2018

En la tabla 6, se identifica los valores promedios de las variables químicas obtenidas para los suelos en ambas áreas experimentales, definidas como de alta y baja perturbación pH ligeramente ácido para ambos horizontes.

**Tabla 6. Propiedades químicas promedio de los suelos a dos profundidades, presentes en las dos zonas experimentales**

Zona	Profundidad cm	pH	Materia Orgánica %
AP	0-20	6,79	1,12
	20-40	6,95	1,13
BP	0-20	6,57	1,03
	20-40	6,89	1,24

Las propiedades composicionales de suelo de isla Santay (alta y baja densidad) Domínguez, 2018

En el área de alta perturbación, el valor de pH es mayor en el área de alta perturbación. Sin embargo, en el porcentaje de materia orgánica presenta un mayor valor en el área de baja perturbación de las dos áreas experimentales.

#### 4.4 Análisis estadístico

Para la comparación de los datos obtenidos de las dos áreas de perturbación a dos horizontes, se realizó el análisis de varianza y de homogeneidad, para las propiedades físicas y químicas, y se comprobó, que para los apartados de arena, densidad aparente y materia orgánica se debían realizar los análisis no paramétricos de Kruskal Wallis y U Mann Whitney (Ver Anexo Tabla 12).

En la tabla 7 se observa los valores de las propiedades físicas de la zona de alta y baja perturbación, a dos profundidades (horizontes, 0 – 20, 20 – 40 cm). Al comparar las muestras de suelo colectadas en las diez parcelas. Ver Anexos tabla 12; tenemos que, para la distribución del tamaño de partículas, en el caso del porcentaje de arena (% a) del primer horizonte presenta un valor p de 0.001 ( $p_{cri}=0.05$ ), por lo que se acepta la hipótesis nula, y se rechaza la Hecol, mientras en la zona de baja perturbación al encontrar diferencias estadísticamente diferentes, para la arcilla, en ambos casos se rechaza Ho y se acepta Hecol, para el porcentaje de limo, que los valores en ambas zonas en

ambos horizontes el valor de p es 0.24 ( $>p_{\text{cri}}=0.05$ ), en ambos casos se rechaza  $H_0$  y se acepta Hecol.

Para densidad aparente el valor del primer horizonte en la zona de alta perturbación es 0,01 ( $<p_{\text{cri}}=0.05$ ), se acepta  $H_0$  y se rechaza Hecol, en ambos casos. Para la humedad de campo los valores presenta un valor de 0,75 ( $>p_{\text{cri}}=0.05$ ) en ambos casos se rechaza  $H_0$  y se acepta Hecol.

**Tabla 7. Comparación entre parcelas de las propiedades físicas determinadas a los suelos para la zona de alta y baja perturbación a dos profundidades (horizontes) mediante Kruskal Wallis y la U de Mann Whitney**

Zona	Horizont	Arena			Arcilla			Limo			Densidad Aparente		Humedad de Campo			
		Medi a	H	P	Medi a	H	P	Medi a	H	P	Medi a	H	P	Medi a	H	P
A	1	4,54	15,2	0,0	64,18	3,7	0,2	31,28	4,0	0,2		60,2	0,00	55,70	1,2	0,7
	P	a	9	1	a	8	8	a	9	4	1,34a	7	1	a	1	5
B	2	5,31			65,41			29,28						56,20		
	P	a			a			a			1,22a			a		
A	1	6,34						32,16						56,20		
	P	b			62,7a			a			1,28b			a		
B	2	7,1c			62,94			30,96			30,96			53,80		
	P	a			a			a			c			a		

La medias con una letra común no son significativamente diferentes p (0,05) Dominguez, 2018

En la tabla 8 se observa los valores de las propiedades químicas de la zona de alta y baja perturbación, a dos profundidades (horizontes, 0 – 20, 20 – 40 cm). Al comparar las muestras de suelo colectadas en las diez parcelas; tenemos que, para pH, presenta un valor p de 0.005 ( $<p_{\text{cri}}=0.05$ ), por lo que se acepta la hipótesis nula, observamos que las medias son iguales a excepción de la zona de alta perturbación en el primer horizonte.

Para la materia orgánica, presenta un valor p de 0.01 ( $<p_{\text{cri}}=0.05$ ), por lo que se acepta la hipótesis nula se rechaza la Hecol teniendo en cuenta que no todas sus medias son iguales

**Tabla 8. Comparación entre parcelas de las propiedades químicas determinadas a los suelos para la zona de alta y baja perturbación a dos profundidades (horizontes) mediante Kruskal Wallis y U Mann Whitney**

Zona	Horizonte	pH			Materia orgánica	
		Media	H	P	Media	EE
AP	1	6,08a	12,68	0,005	1,03a	SS
	2	6,88b			1,12a	
BP	1	6,56b			1,12a	
	2	6,89b			1,34b	

La medias con una letra común no son significativamente diferentes p (0,05), donde EE, es índice de error  
Dominguez, 2018

## 5. Discusión

Los suelos en isla Santay, se encuentran bajo una condición climática bi-estacional, como se observa en el climatograma 2007 – 2017, (Figura 1). Esta condición climática presente en el área de estudio, representa uno de los elementos del pedo-clima de los suelos, quedando otro elemento por considerar como es el efecto de las mareas en el ambiente hídrico y pedo-climático de los mismos, por tratarse de un área que se encuentra bajo condiciones estuarinas (Weil & Brandy, 2016).

La isla Santay como forma parte de un humedal RAMSAR se ve influenciada por el efecto de las mareas, que contribuye con el ambiente hídrico Ácuico, mal drenado en que se encuentra, favoreciendo la presencia de zonas inundadas casi permanentemente (MAE, 2017).

La Región costa del Ecuador geomorfológicamente es una fosa de hundimiento, relleno fluvio - marino, que rodea al abanico aluvial al este, y se encuentra cubierta por cenizas volcánicas en la zona norte. Esta planicie se delimita de la siguiente manera: zona norte por relieves sedimentarios levantados, que atraviesa el río Esmeralda, Zona sur, tenemos la llanura aluvial que en épocas de lluvia se encuentra anegada, y el delta del río Guayas, ambos evidencian el proceso de hundimiento activo de la superficie Winckell et al. (1997).

La llanura aluvial de la región natural Costa, se caracteriza por no ser afectadas por la erosión, sin embargo, está determinada por las constantes inundaciones de la estación lluviosa, desde diciembre a marzo – abril. Mientras que, en el delta del Río Guayas, donde se encuentra la isla Santay, se producen

depósitos limosos y arcillosos, producto del desbordamiento del río, lo cual compensa el hundimiento provocado por la subsidencia.

Los suelos estudiados en las dos áreas experimentales, presentan características geomorfológicas similares, determinadas por su ubicación en la Región Natural de La Costa de Ecuador y por encontrarse sometidos a las condiciones que se generan en el Delta del Río Guayas.

Para el humedal La Tembladera, ubicado en la provincia de El Oro –Ecuador, Baldock (1982) señala que: “la zona se caracteriza por estar influenciada por un proceso de formación geológica aluvial, donde su morfología se distingue conforme a su posición en el paisaje y a la presencia de agua en reposo”.

En el estudio de las calicatas de los suelos en las áreas experimentales, dentro de la isla Santay, en zonas de alta y baja perturbación, asociada a la presencia de alta y baja densidad de palma imperial, no se observaron diferencias significativas entre sus propiedades morfológicas.

Dengiz, Gol, Karaca, & Yuksel (2006), afirman que “Las propiedades físicas y químicas muestran variabilidad, como resultado de la dinámica de interacciones de factores ambientales como clima, material parental, topográfica y uso del terreno”. Estos mismos autores señalan, que la textura se encuentra relacionada con el proceso de deposición de material aluvial, donde los suelos se encuentran cerca de los cauces de ríos, su textura será gruesa y si los suelos se encuentran más alejados del cauce del río, su textura será más fina.

En el análisis de las propiedades composicionales de los suelos en las áreas experimentales en isla Santay, destaca que la clase textural de los suelos analizados en todos sus horizontes, indican que se trata de un suelo arcilloso, bastante homogéneo, determinado posiblemente por un proceso de lenta

sedimentación (Porta, López & Roquero, 2000). Entre ambos suelos no se encontraron diferencias significativas en los contenidos de los diferentes tamaños de partículas (Tabla 3).

Este resultado es contrastante al obtenido por Villaseñor, Luna - Romero, & Jaramillo (2017), quienes señalan, que los perfiles de suelo del humedal La Tembladera, ubicado en la provincia de El Oro- Ecuador, mostraron una heterogeneidad en su clase textural, predominando las clases Franco Arcillo Arenosas y Arenosas. Para este estudio se analizaron perfiles de suelos que se encontraban dentro del orden de los Entisoles, estos poseen poco desarrollo en cuanto sus horizontes, el color, la estructura, como consecuencia de los depósitos recientemente de material fluvial, se identificó que posee partículas finas. De acuerdo a este estudio, los suelos pocos desarrollados fueron formados bajo un régimen de sedimentación acelerado.

Pereyra et al. (2004), en su estudio de genesis de suelos y evolucion del paisaje en el delta del río Paraná, que se encuentra ubicado en el territorio de la provincia entre Ríos departamentos Gualeguay, Gualeguaychú e Islas – Republica Argentina, comenta sobre las fajas aluviales de los rios y arroyos, debido a la inestabilidad geomorfológica y al predominio del regimen ácuico, los suelos tienen un escaso desarrollo edáfico y están representados por fluvacuentes y endoacuentes.

Otro aspecto importante dentro de las propiedades composicionales tenemos, que, en cuanto a pH, textura, densidad aparente y humedad de campo, no se encontraron diferencias significativas entre los horizontes de los suelos de ambas áreas experimentales, mientras que para materia orgánica si se encontró una mínima diferenciación significativa entre las dos zonas de alta y baja perturbación.

Por lo que se rechaza la hipótesis ecológica y se acepta la hipótesis nula, determinando que estas propiedades tienen poca o ninguna diferencia, pudiendo ser considerados como suelos similares, pertenecientes al mismo orden "Entisol" (UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORESTE, 2003)

## **6. Conclusiones**

Las condiciones climáticas presentes en el área de estudio, determinan que los suelos posean un pedo – clima, con un régimen hídrico Acuico, tomando en cuenta el efecto que ejercen las mareas. En cuanto a su ambiente hídrico se describe como suelos mal drenados cuyo drenaje es lento.

Los suelos de las áreas definidas como con alta y baja perturbación, no mostraron diferencias en sus propiedades posicionales, morfológicas ni composicionales, por lo que al menos con las variables determinadas, aparentemente no existe una relación entre el establecimiento de las plantas trepadoras y las características de los suelos.

## **7. Recomendaciones**

Evaluar desde el punto de vista biológico la zona de baja densidad de palmas, para potenciar la reforestación de los manglares de la isla, recuperando la dinámica natural de la synusia de plantas trepadoras.

Profundizar los estudios de los suelos y del componente vegetal en toda la geografía de la isla, con la finalidad de detectar posibles patrones de colonización y establecimientos de grupos de plantas que si guarden relación con las características edáficas de las áreas donde se establecen.

## 8. Bibliografía

- Ayala, C., Barona, M., Bermeo, F., Dorregaray, F., Guiracocha, G., Pardón, F., & Hernández Rosas, J. (2016). Proyecto: Potencial de Invasión e Impactos de la Palma Imperial (*Roystonea oleracea*) en los Humedales Ramsar de la Isla Santay. *El Misionero del Agro*, 54-69. Obtenido de [http://www.uagraria.edu.ec/publicaciones/revistas\\_cientificas/12/041-2016.pdf](http://www.uagraria.edu.ec/publicaciones/revistas_cientificas/12/041-2016.pdf)
- Baldock, J. (1982). *Geología del Ecuador: Boletín de la explicación del mapa geológico de la República del Ecuador, escala 1:1,000,000*. Ecuador: Instituto de Ciencias Geológicas.
- Carter, M. & Gerard, E. G. (2008). *Soil Sampling and Methods of Analysis (Segunda ed.)*. Canada: Canadian Society of Soil Science.
- Casanellas, J. & López, M. (2005). *Agenda de Campo de Suelos*. España: Mundi - prensa.
- CEDEGE (1993). *Estudio de la influencia de las ondas de marea en el estuario del río Guayas*. Departamento técnico. Unidad de Hidrología y Recursos Hidráulicos.
- Chandra, G. & Muhlhausen, J. (2011). *Mangrove Forest Distributions and Dynamics in Madagascar (1975-2005)*. *sensors*, 4.
- Dengiz, O., Gol, S., Karaca, S. & Yuksel, M. (2006). Effects of Different Landscape Position and Parent Material on Soil Variability and Land Use in both Sides of Acicay River Cankiri,. *International Soil Meeting on Soil Sustaining Life on Earth*, 2, 745 -751.
- Falconí, F. (2005). La construcción de una macroeconomía concimientos ecologicos. En A. Acosta, & F. Falconí (Ed.), *Propuestas económicas en construcción* (págs. 179-198). Quito: FLASCO E ILDIS.
- Forsythe, W. (1980). *Física de Suelos (Vol. 25)*. San José, Costa Rica.
- Fuentes, J. (1999). *El suelo y los fertilizantes*. Madrid: Mundi -Prensa.
- Gisbert, J. (2002). *Taxonomía de Suelos Soil Taxonomy- 99*. Valencia: UPV.
- Hernández, J. & Berroterán, J. (2010). *Laboratorio de Ecología de Plantas Terrestres; Practica de Suelo*. 53-57.
- Hossain, M.& Nuruddin, A. (2016). Soil and Mangrove. *Journal of Environmental Science and TechnolJARAMlogy*. Proquest, 9(2), 198 - 207.

- ICAO: SEGU. (2017). Datos climáticos 1977 -2017. Obtenido de Tu tiempo: Registro de históricos METAR en la estación meteorológica: Guayaquil / SimonBolivar: <https://www.tutiempo.net/clima/ws-842030.html>
- INAMHI (2017). Clima Promedio Provincial, Boletín de Precipitación y temperatura Zona 5. Coordinación General del Sistema de Información Nacional CSGIN, 1 -13.
- Jaramillo, A., Navarrete, R., Carcelen, F., Massay, J. & Mora, S. (2008). Ficha Informativa del Humedal Ramsar No. 1041 Isla Santay. Obtenido de Fundación Malecón 2000: [http://www.eco-index.org/search/pdfs/1260report\\_1.pdf](http://www.eco-index.org/search/pdfs/1260report_1.pdf)
- Luthers, A., Lea, J. C. (2000). Guía para la Evaluación de la Calidad y Salud del Suelo. USDA, 1-88.
- MAE (2011). Plan de Manejo Área Nacional de Recreación Isla Santay y Gallo - Subsecretaría de Gestión marino Costera. Obtenido de Ministerio del Ambiente: <http://www.ambiente.gob.ec/isla-santay-celebra-un-ano-mas-como-area-nacional-de-recreacion/>
- MAE (2012). Programa Nacional para la Gestión Integral de Desechos Sólidos. Quito: Ministerio del Ambiente.
- MAE (2013). Patrimonio de Áreas Naturales del Estado . Quito: Ministerio del Ambiente.
- MAE (2016). Estrategia Nacional de Biodiversidad 2015-2030. Quito: Primera. Obtenido de Ministerio del Ambiente.
- MAGAP (2017). Boletín Precipitación y Temperatura Zona 5 Septiembre 2017. Obtenido de Sinagap: <http://fliphtml5.com/ijia/wieh/basic>
- Martínez, E., Fuentes, J. P. & Acevedo, E. (2008). Carbono Orgánico y propiedades del Suelo. Revista de ciencia del suelo y nutricio vegetal, 8(1), 68 - 96.
- MCPGAD (2011). Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización. Obtenido de Ministerio de Finanzas del Ecuador: [http://www.finanzas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/09/CODIGO\\_ORGANIZACION\\_TERRITORIAL.pdf](http://www.finanzas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/09/CODIGO_ORGANIZACION_TERRITORIAL.pdf)
- Muller, R., Hamilton, M. (2000). A simple, Effective method for determining the Bulk density of stony soil. *Geoderma*, 23(3-4), 313 - 319.

- Naranjo, Molina, J., Porozo, R., Pacalla & Jaramillo, A. (2002). Plan de Manejo del Humedal Isla Santay. Comité Ecológico del Litoral con colaboración del Ministerio del Ambiente, 91.
- Orozco, R. (1978). Arcillas y Minerales del Delta del Rio Guayas y Areas Adyacentes del Golfo de Guayaquil - Ecuador. Mexico: Universidad Nacional Autónoma de Mexico.
- Pais, M. a. (2012). Programa de Gobierno 2013 - 2017. Obtenido de Propuestas para el Socialismo del buen Vivir: <https://carlosviterigualinga.files.wordpress.com/2012/12/programa-de-gobierno-2013-20171.pdf>
- Pereyra, f., Baumann, V., Altinier, V., Ferrer, J. & Tchilinguirian, P. (2004). Génesis de suelos y evolución del paisaje en el delta del río Paraná. Asociación Geológica Argentina, 2, 59.
- Porta, J., López, M., Roquero, C. (2000). Edafología para la agricultura y el medio ambiente. Madrid: Mundi- prensa .
- Rebolledo, S. (2001). Conductividad Electrica y Salinidad. Proquest The Worldwide Business Formula, 1 -18. Obtenido de [http://www.redagricola.com/sites/default/files/conductividad\\_electrica\\_y\\_salinidad.pdf](http://www.redagricola.com/sites/default/files/conductividad_electrica_y_salinidad.pdf)
- Riou, G. (1990). L'eau et les sols dans les géosystemes tropicaux. Masson Collections Géographie, 30(2), 198 -224.
- Rubio, A. (2010). La densidad aparente en suelo forestales del Parque Natural Los Alcornocales. Obtenido de Tesis. Universida de Sevilla, España.
- Sadzawka, A., Carrasco, M. A., Grez, R., Mora, M. D., Flores, H. Neaman, A. (2006). Método de Análisis Recomendados para los Suelos de Chile. Serie Actas INIA - N° 34 (págs. 71 - 81). Chile: Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA.
- Sposito, G. (1981). Cation Exchange in Soil: An Historial and Theorical and Perspective. 40, 13 - 30.
- Súarez, P. (2010). Muelle de Servicio Isla Santay. Ministerio del Ambiente, Guayaquil.
- Thorres, J. (1988). Notes de Cours de Pédologie. Proquest, Laboratoire de Géologie de Argiles, 5(2), 26 -29.
- UADE (2005). Métodos de Análisis de Datos en Ecología. Prácticas de Ecología Licenciaturas de Biología y Ciencias Ambientales Universidad de Alcalá Departamento de Ecología, 16-31.

- Ulate, G., Cortés, V. (2000). La Relación Suelo - Vegetación en la meseta de Santa Rosa, Guanacaste, Costa Rica. *Proquest*, 128, 51 - 78. Obtenido de *Revista Geografica*.
- UNIFEC (2013). Plan Nacional del Buen Vivir. Consejo Nacional de Planificación.
- Vargas, C. (2012). Caracterización físico - química de suelos en plantaciones de *Pinus radiata* en Acosa, parroquia Lasso, Cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi. Obtenido de Tesis de Ingeniería Forestal, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Vilarrúbia. (2010). Zonation Pattern of an isolated mangrove community at Playa Medina, Venezuela. *Wetlands Ecology and Management*, 9 - 17.
- Villaseñor, D., Luna- Romero, E. & Jaramillo, E. (2017). Caracterización de las propiedades morfológicas, Físicas y químicas de los suelos del humedal "La Tembladera", provincia del El Oro, Ecuador. *Revista la Tecnica*, 84-95.
- Walpole, R., Myres, R., Myres, S. & Ye, K. (2012). *Probabilidad y Estadística para Ingeniería y Ciencias*. Texas: Pearson.
- Weil, R., Brandy, N. (2016). *The nature and properties of soils*. Boston: Person.

## 9. Anexos

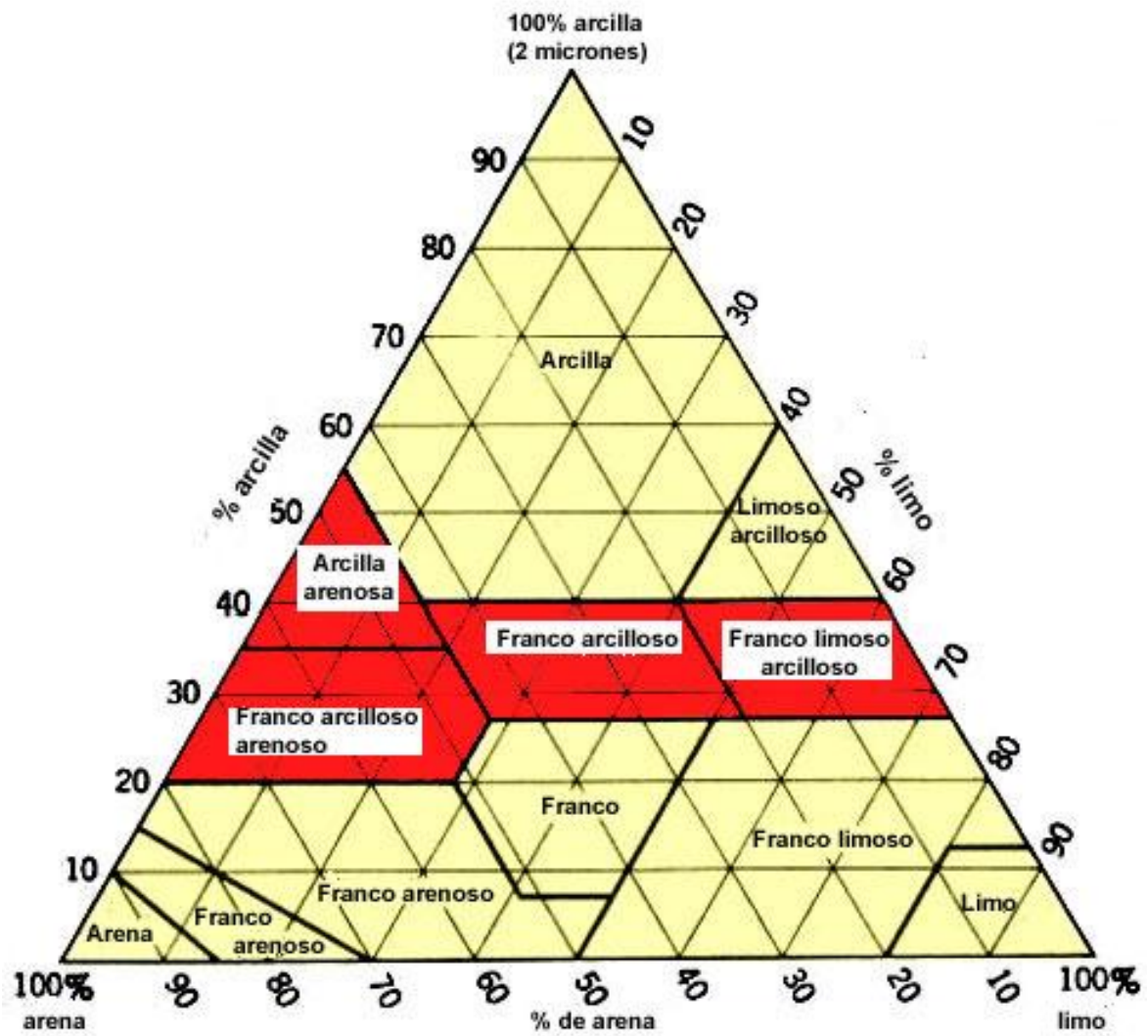


Figura 3. Diagrama de las texturas según el tamaño de las partículas USDA, 2010

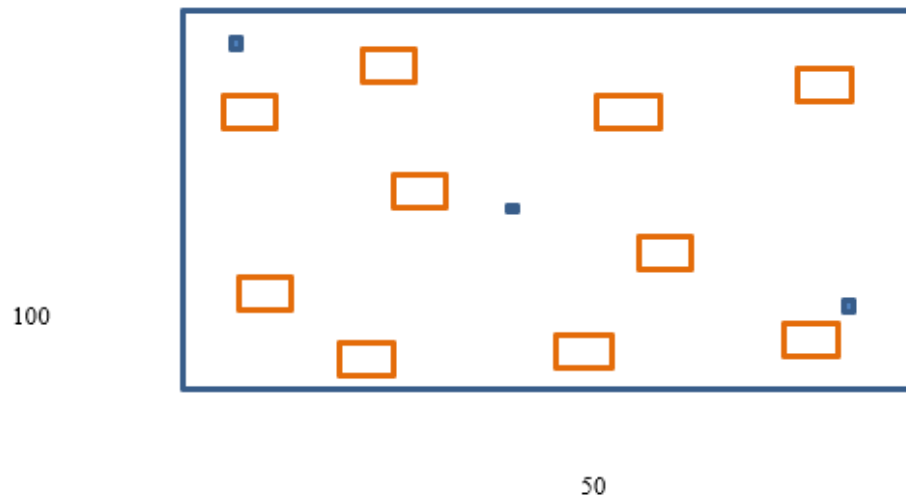


Figura 4. Puntos de muestra de las parcelas de alta densidad de palmas Domínguez, 2018

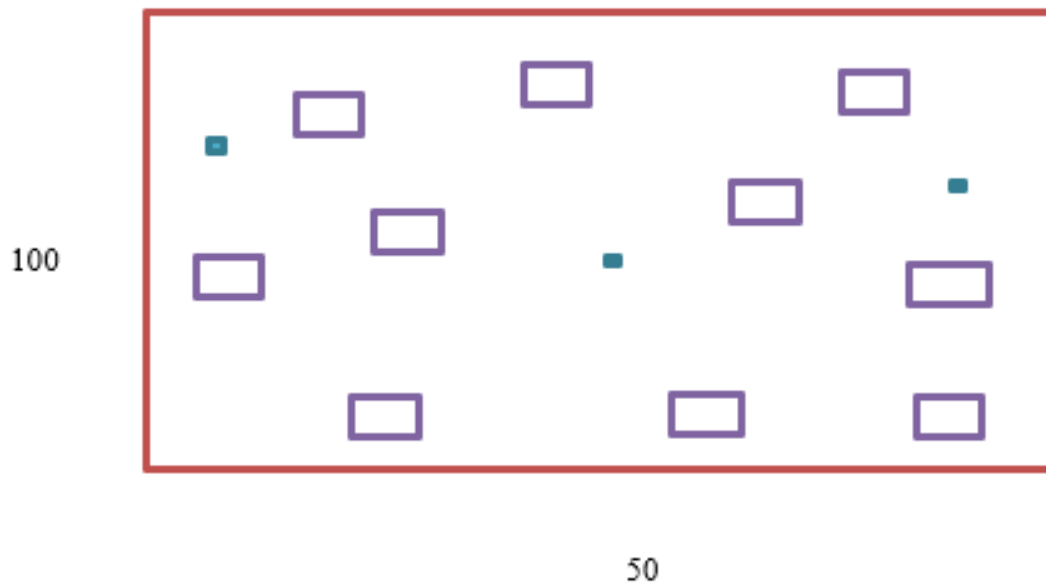


Figura 5. Puntos de la parcela de baja densidad de palmas Domínguez, 2018

## MAPA DE PUNTOS DE MUESTREO ISLA SANTAY

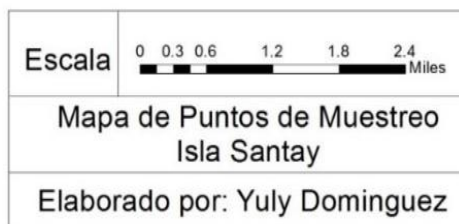


Figura 6. Mapa de puntos de muestreo  
Domínguez, 2017

Degrees of freedom	Level of significance	
	0.05	0.01
1	3.84	6.63
2	5.99	9.21
3	7.81	11.34
4	9.49	13.28
5	11.07	15.09
6	12.59	16.81
7	14.07	18.48
8	15.51	20.09
9	16.92	21.67
10	18.31	23.21
11	19.68	24.72
12	21.03	26.22
13	22.36	27.69
14	23.68	29.14
15	25.00	30.58
16	26.30	32.00
17	27.59	33.41
18	28.87	34.81
19	30.14	36.19
20	31.41	37.57
21	32.67	38.93
22	33.92	40.29
23	35.17	41.64
24	36.42	42.98
25	37.65	44.31
26	38.89	45.64
27	40.11	46.96
28	41.34	48.28
29	42.56	49.59
30	43.77	50.89
40	55.76	63.69
50	67.50	76.15
60	79.08	88.38
70	90.53	100.43
80	101.88	112.33
90	113.15	124.12
100	124.34	135.81

Figura 7. Valores críticos del estadístico  $\chi^2$   
UADE, 2005



n1	n2	$\alpha$ una cola		$\alpha$ dos colas	
		0.05	0.01	0.05	0.01
5	10	39	44	42	46
	11	43	48	46	50
	12	47	52	49	54
	13	50	56	53	58
	14	54	60	57	63
	15	57	64	61	67
	16	61	68	65	71
	17	65	72	68	75
	18	68	76	72	79
	19	72	80	76	83
	20	75	84	80	87
	21	79	88	83	91
	22	82	92	87	96
	23	86	96	91	100
	24	91	100	95	104
	25	93	104	98	108
	26	97	108	102	112
	27	100	112	106	119
	28	104	116	110	120
	29	107	120	113	124
	30	111	124	117	128
	31	115	128	121	133
	32	118	132	125	137
	33	122	136	128	141
	34	125	140	132	145
	35	129	144	136	149
	36	132	148	140	153
	37	136	152	144	157
	38	140	156	147	161
	39	143	160	151	165
	40	147	164	155	169
6	6	29	33	31	34
	7	34	38	36	39
	8	38	42	40	44
	9	42	47	44	49
	10	46	52	49	54
	11	50	57	53	59
	12	55	61	58	63
	13	59	66	62	68
	14	63	71	67	73
	15	67	75	71	78
	16	71	80	75	83
	17	76	84	80	87
	18	80	89	84	92
	19	84	94	89	97
	20	88	98	93	102
	21	92	103	97	107
	22	96	108	102	111
	23	101	112	106	116
	24	105	117	111	121
	25	109	121	115	126
	26	113	126	119	131
6	27	117	131	124	135
	28	122	135	128	140
	29	126	140	132	145
	30	130	145	137	150
	31	134	149	141	154
	32	138	154	146	159
	33	142	158	150	164
	34	147	163	154	169
	35	151	168	159	173
	36	155	172	163	178
	37	159	177	167	183
	38	163	182	172	188
	39	167	186	176	193
	40	172	191	181	197
7	7	38	43	41	45
	8	43	49	46	50
	9	48	54	51	56
	10	53	59	56	61
	11	58	65	61	67
	12	63	70	66	72
	13	67	75	71	78
	14	72	81	76	83
	15	77	86	81	89
	16	82	91	86	94
	17	86	96	91	100
	18	91	102	96	105
	19	96	107	101	111
	20	101	112	106	116
	21	106	117	111	122
	22	110	123	116	127
	23	115	128	121	132
	24	120	133	126	138
	25	125	139	131	143
	26	129	144	136	149
	27	134	149	141	154
	28	139	154	146	160
	29	144	160	151	165
	30	149	165	156	170
	31	153	170	161	176
	32	158	175	166	181
	33	163	181	171	187
	34	168	186	176	192
	35	172	191	181	198
	36	177	196	186	203
	37	182	202	191	208
	38	187	207	196	214
	39	191	212	201	219
	40	196	217	206	225
8	8	49	55	51	57
	9	54	61	57	63
	10	60	67	63	69
	11	65	73	69	75
8	12	70	79	74	81
	13	76	84	80	87
	14	81	90	86	94
	15	87	96	91	100
	16	92	102	97	106
	17	97	108	102	112
	18	103	114	108	118
	19	108	120	114	124
	20	113	126	119	130
	21	119	132	125	136
	22	124	138	131	142
	23	130	144	136	149
	24	135	150	142	155
	25	140	155	147	161
	26	146	161	153	167
	27	151	167	159	173
	28	156	173	164	179
	29	162	179	170	185
	30	167	185	175	191
	31	172	191	181	197
	32	178	197	187	203
	33	183	203	192	209
	34	188	208	198	215
	35	194	214	203	221
	36	199	220	209	228
	37	205	226	215	234
	38	210	232	220	240
	39	215	238	226	246
	40	221	244	231	252
9	9	60	67	64	70
	10	66	74	70	77
	11	72	81	76	83
	12	78	87	82	90
	13	84	94	89	97
	14	90	100	95	104
	15	96	107	101	111
	16	102	113	107	117
	17	108	120	114	124
	18	114	126	120	131
	19	120	133	126	138
	20	126	140	132	144
	21	132	146	139	151
	22	138	153	145	158
	23	144	159	151	164
	24	150	166	157	171
	25	156	172	163	178
	26	162	179	170	185
	27	168	185	176	191
	28	174	192	182	198
	29	179	198	188	205
	30	185	205	194	212
	31	191	211	201	218

Figura 9. Tabla de Valores críticos de Mann-Whitney  
Dominguez, 2018

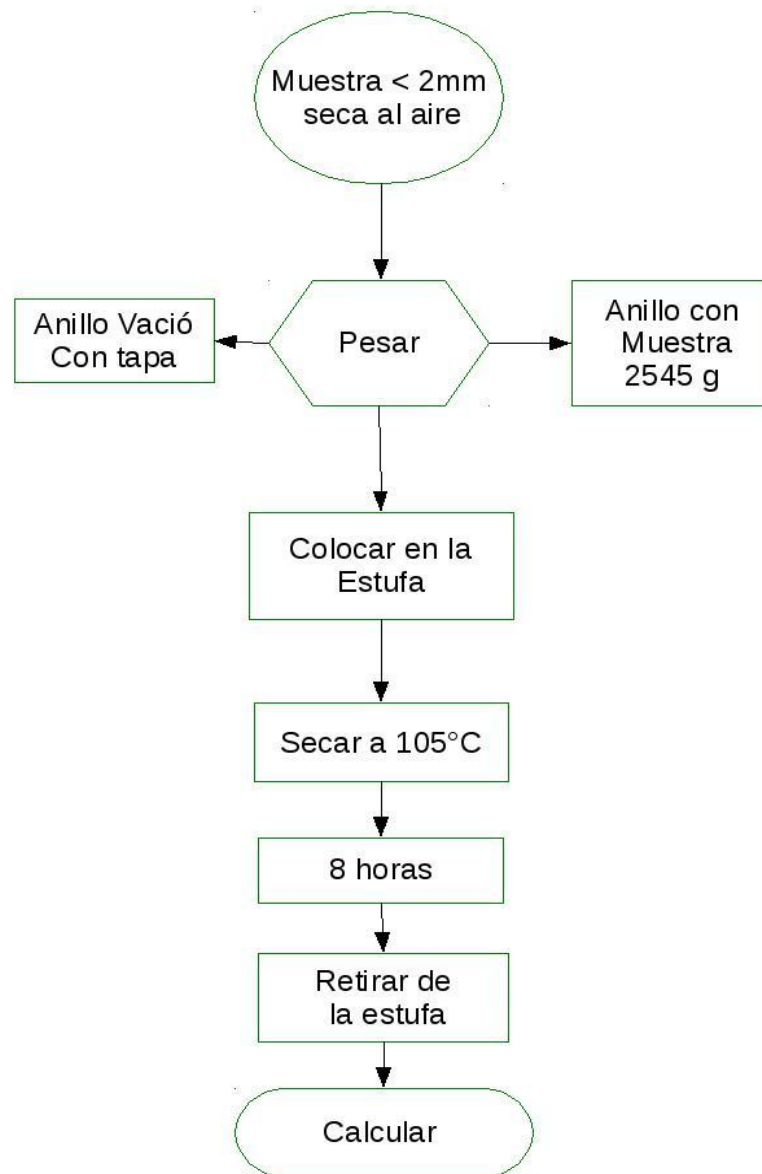


Figura 10. Determinar densidad aparente  
Dominguez, 2017

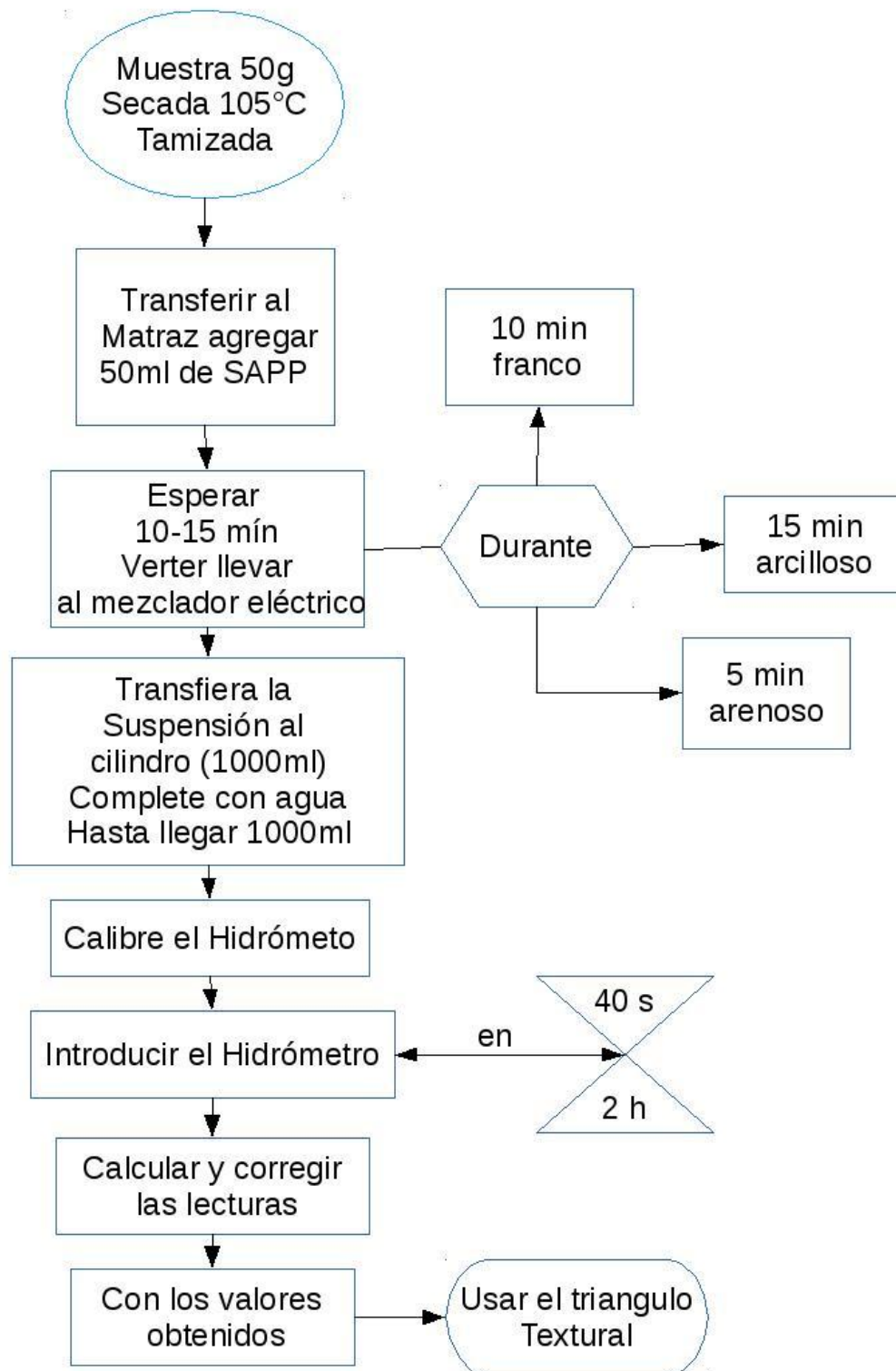


Figura 11. Determinar la textura del suelo  
Dominguez, 2018

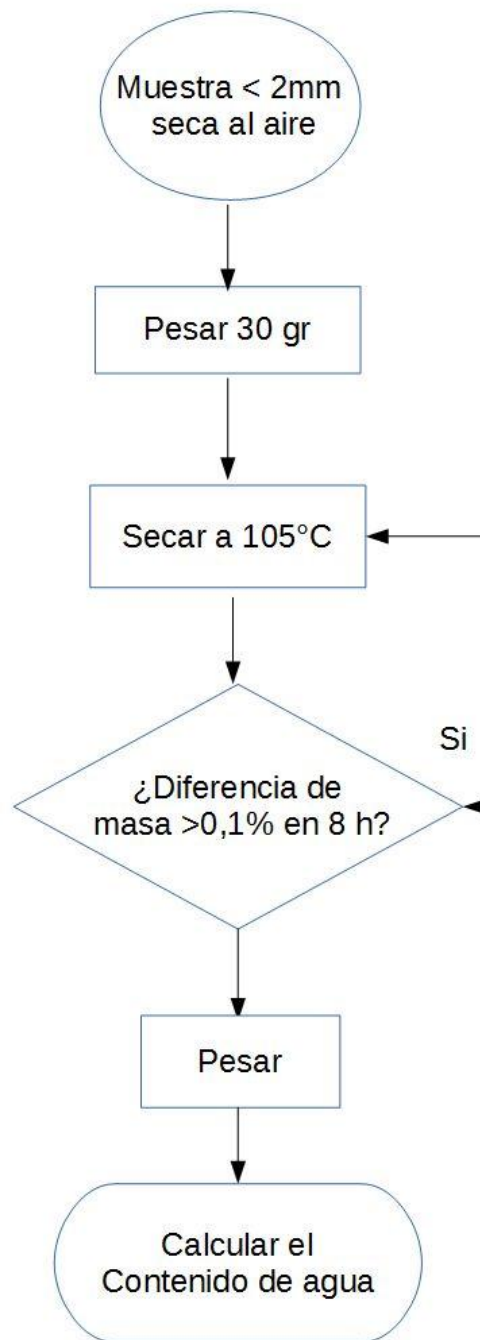


Figura 12. Determinar la cantidad de humedad  
Dominguez, 2018

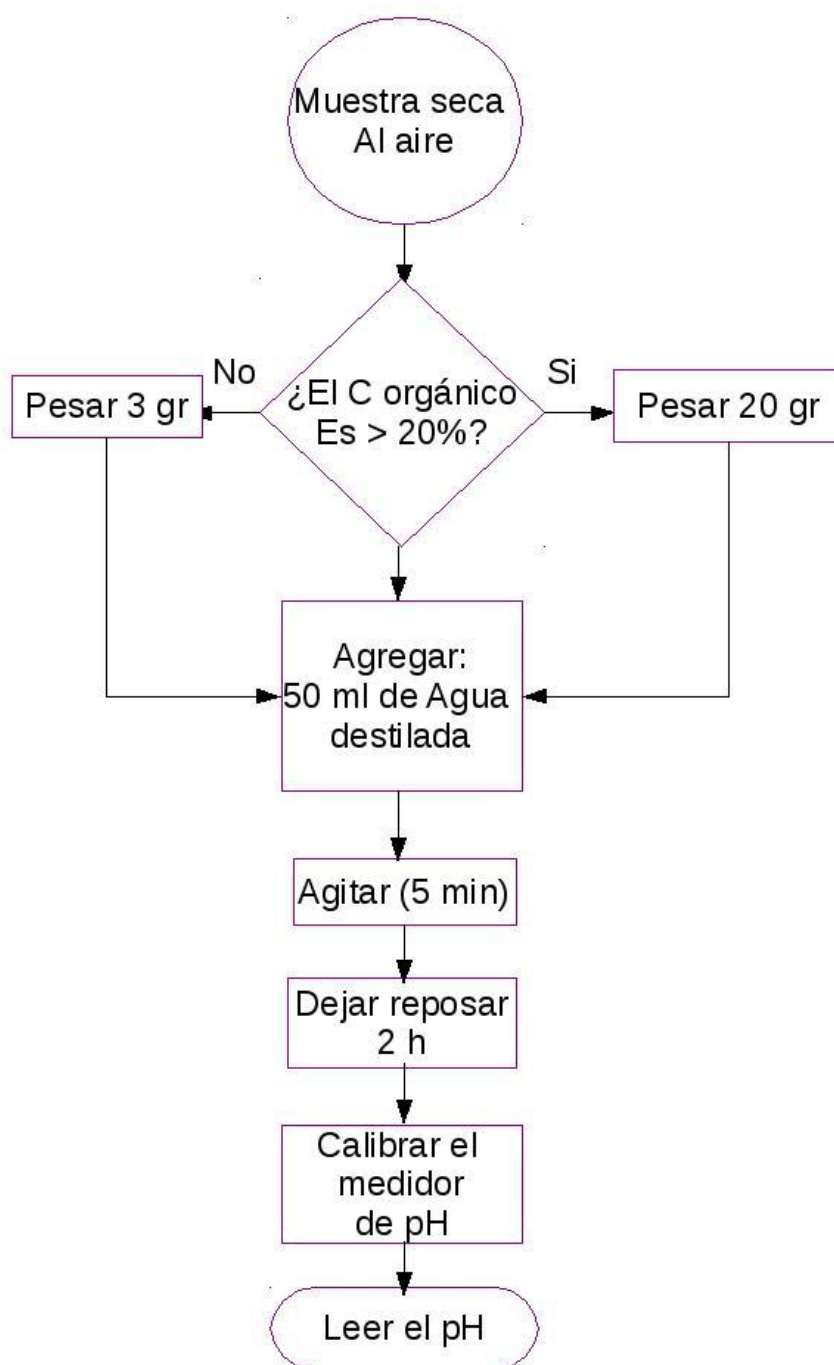


Figura 13. Determinar la cantidad pH  
Dominguez, 2018

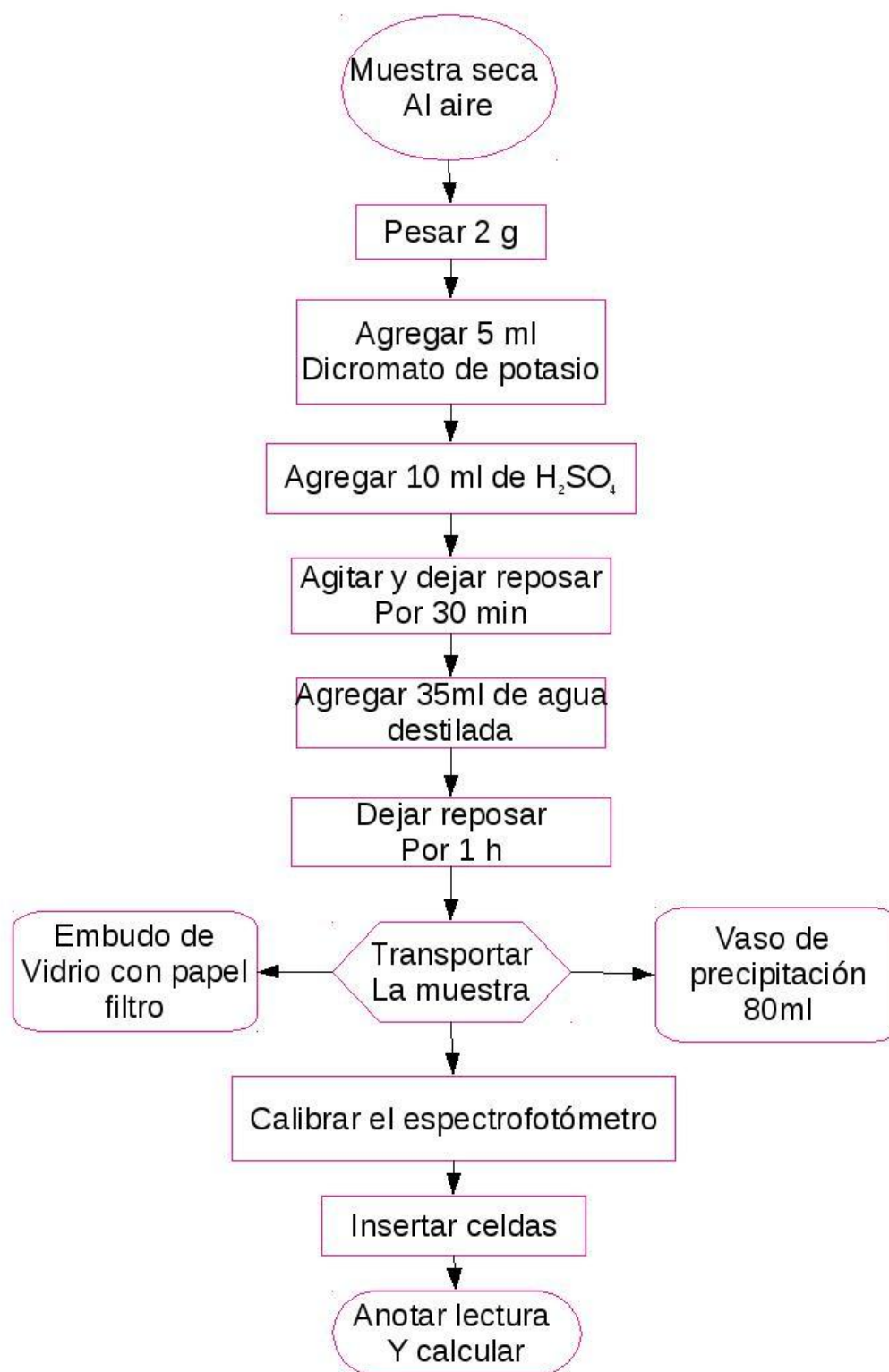


Figura 14. Determinar materia orgánica  
Dominguez, 2018

**Tabla 9. Superficie de Territorio bajo conservación o manejo ambiental 2008-2012**

<b>Categorías</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>
	ha	ha	ha	ha	ha
PANE GAD	4142392	4197080	4277240	4290195	4344465
Bosque y vegetación Protectores	2042545	2043649	2208180	2260190	2265627
Programa Socio Bosque	151734	365253	525275	684504	878923
Manglares	90572	90573	87319	87317	86506
<b>Total</b>	<b>6427243</b>	<b>6696554</b>	<b>7098015</b>	<b>7322207</b>	<b>7575522</b>

Descripción de la superficie de territorio continental bajo conservación o manejo MAE, (2013)

**Tabla 10. Superficie de territorio marino - costero continental bajo la conservación o manejo ambiental 2008 - 2012**

<b>Categorías</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>
	ha	ha	ha	ha	ha
PANE y subsistema autónomo descentralizado	246096	300785	308076	310596	320261
Bosque y vegetación Protectores	19692	19692	19553	19553	24810
Programa Socio Bosque	600	1357	2094	5264	8791
Manglares	50572	90573	87319	97317	86985
<b>Total</b>	<b>356960</b>	<b>432487</b>	<b>4178632</b>	<b>422738</b>	<b>488347</b>

Descripción de la superficie de territorio marino - costero continental bajo conservación o manejo MAE, (2013)

<b>Grados Centígrados</b>	<b>Corrección</b>
15	-1.6
16	-1.4
17	-1
18	-0.6
19	-0.2
20	+0.2
21	+0.4
22	+0.8
23	+1.2
24	+1.6
25	+2.0
26	+2.2
27	+2.6
28	+3.0
29	+3.4
30	+3.8
31	+4.0
32	+4.4
33	+4.8
34	+5.2

Figura 15. Corrección de Temperatura en grados °C  
Hernández & Berroterán, 2010



**Tabla 12. Test de Normalidad para las propiedades físicas y químicas**

Tests of Normality							
	Tratamiento	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
arena	1	,216	25	,004	,755	25	,000
	2	,274	25	,000	,788	25	,000
	3	,181	25	,034	,918	25	,047
	4	,105	25	,200*	,977	25	,823
arcilla	1	,206	25	,008	,912	25	,034
	2	,138	25	,200*	,975	25	,760
	3	,137	25	,200*	,928	25	,079
	4	,125	25	,200*	,954	25	,315
limo	1	,163	25	,086	,900	25	,019
	2	,193	25	,017	,940	25	,147
	3	,158	25	,109	,965	25	,515
	4	,182	25	,033	,932	25	,094
densidad aparente	1	,205	25	,008	,918	25	,046
	2	,190	25	,020	,948	25	,222
	3	,184	25	,029	,900	25	,019
	4	,182	25	,033	,932	25	,094
humedad de campo	1	,164	25	,081	,963	25	,479
	2	,170	25	,060	,923	25	,061
	3	,228	25	,002	,909	25	,030
	4	,153	25	,132	,921	25	,054
pH	1	,297	25	,000	,683	25	,000
	2	,107	25	,200*	,972	25	,704
	3	,164	25	,083	,942	25	,165
	4	,306	25	,000	,583	25	,000

\* Los valores de significancia para normalidad no aplican para todas las propiedades físicas y químicas, lo que llevo a aplicar diferentes métodos comparativos.  
Dominguez, 2018

**Tabla 13. Test de homogeneidad de varianzas aplicada para las propiedades físicas y químicas**

		Test of Homogeneity of Variance			
		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
arena	Based on Mean	1,893	3	96	,136
	Based on Median	1,926	3	96	,131
	Based on Median and with adjusted df	1,926	3	83,006	,132
	Based on trimmed mean	1,920	3	96	,132
arcilla	Based on Mean	,756	3	96	,521
	Based on Median	,725	3	96	,540
	Based on Median and with adjusted df	,725	3	93,307	,540
	Based on trimmed mean	,784	3	96	,506
limo	Based on Mean	2,238	3	96	,089
	Based on Median	1,836	3	96	,146
	Based on Median and with adjusted df	1,836	3	90,608	,146
	Based on trimmed mean	2,210	3	96	,092
densidad aparente	Based on Mean	58,080	3	96	,000
	Based on Median	39,717	3	96	,000
	Based on Median and with adjusted df	39,717	3	24,086	,000
	Based on trimmed mean	54,629	3	96	,000
humedad de campo	Based on Mean	1,696	3	96	,173
	Based on Median	1,377	3	96	,255
	Based on Median and with adjusted df	1,377	3	86,164	,255
	Based on trimmed mean	1,769	3	96	,158
pH	Based on Mean	,917	3	96	,436
	Based on Median	,900	3	96	,444
	Based on Median and with adjusted df	,900	3	58,521	,447
	Based on trimmed mean	,893	3	96	,448

No todas las propiedades físicas y químicas salieron idénticas por lo que se tuvo que realizar otro método comparativo  
Dominguez, 2018

**Tabla 14. Test de normalidad aplicada para la materia orgánica**

		Tests of Normality <sup>a</sup>					
		Kolmogorov-Smirnov <sup>b</sup>			Shapiro-Wilk		
	tratamiento1	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Materia Orgánica	1	,299	5	,165	,901	5	,418
	2	,246	5	,200*	,861	5	,233
	3	,299	5	,165	,901	5	,418
	4	,309	5	,133	,841	5	,166

No hay casos válidos para la materia orgánica cuando se trata de 1=000.  
Dominguez, 2018

**Tabla 15. Test de homogeneidad para materia orgánica**

		Test of Homogeneity of Variance <sup>a</sup>			
		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Materia Orgánica	Based on Mean	3,203	3	16	,052
	Based on Median	,915	3	16	,456
	Based on Median and with adjusted df	,915	3	9,968	,468
	Based on trimmed mean	3,005	3	16	,061

No hay casos válidos para la materia orgánica cuando se trata de 1=000.  
Dominguez, 2018

**Tabla 16. De las medias de arena en las dos áreas experimentales a dos profundidades**

Variable	tratamiento	N	Medias	D.E.	Medianas	H	P
Arena	Alta densidad 0-20	25	4,54	3,20	3,60	15,29	0,0014
Arena	Alta densidad 20-40	25	5,31	2,81	5,60		
Arena	Baja Densidad 0-20	25	6,34	1,96	6,80		
Arena	Baja densidad 20-40	25	7,10	3,16	6,80		

Donde el valor crítico es  $p(0,05)$ , obtenidas de las parcelas  
Dominguez, 2018

**Tabla 17. Rangos de comparación por U Mann Whitney para arena en las dos áreas experimentales a dos profundidades**

Tratamiento	Rank
Alta densidad 0-20	34,76 A
Alta densidad 20-40	44,80 A B
Baja Densidad 0-20	59,68 B C
Baja densidad 20-40	62,76 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )  
Dominguez, 2018

**Tabla 18. De las medias de arcilla en las dos áreas experimentales a dos profundidades**

Variable	tratamiento	N	Medias	D.E.	Medianas	H	P
Arcilla	Alta densidad 0-20	25	64,18	4,76	62,40	3,78	0,2837
Arcilla	Alta densidad 20-40	25	65,41	4,75	64,40		
Arcilla	Baja Densidad 0-20	25	62,70	4,84	63,20		
Arcilla	Baja densidad 20-40	25	62,94	5,49	64,40		

Donde el valor critico es p (0,05), obtenidas de las parcelas Dominguez, 2018

**Tabla 19. De las medias de limo en las dos áreas experimentales a dos profundidades**

Variable	tratamiento	N	Medias	D.E.	Medianas	H	P
Limo	Alta densidad 0-20	25	31,28	3,65	32,00	4,09	0,2434
Limo	Alta densidad 20-40	25	29,28	5,74	30,00		
Limo	Baja Densidad 0-20	25	32,16	4,83	32,00		
Limo	Baja densidad 20-40	25	30,96	5,75	32,00		

Donde el valor critico es p (0,05), obtenidas de las parcelas Dominguez, 2018

**Tabla 20. De las medias de densidad aparente en las dos áreas experimentales a dos profundidades**

Variable	tratamiento	N	Medias	D.E.	Medianas	H	P
Densidad Aparente	Alta densidad 0-20	25	1,34	0,13	1,38	60,27	<0,0001
Densidad Aparente	Alta densidad 20-40	25	1,22	0,15	1,16		
Densidad Aparente	Baja Densidad 0-20	25	1,28	0,09	1,32		
Densidad Aparente	Baja densidad 20-40	25	30,96	5,75	32,00		

Donde el valor critico es p (0,05), obtenidas de las parcelas Dominguez, 2018

**Tabla 21. Rangos de comparación por U Mann Whitney densidad aparente en las dos áreas experimentales a dos profundidades**

Trat.	Ranks
Alta densidad 20-40	29,64 A
Baja Densidad 0-20	37,22 A B
Alta densidad 0-20	47,14 B
Baja densidad 20-40	88,00 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ) Dominguez, 2018

**Tabla 22. De las medias de humedad de campo en las dos áreas experimentales a dos profundidades**

Variable	tratamiento	N	Medias	D.E.	Medianas	H	P
Humedad de campo	Alta densidad 0-20	25	55,70	16,01	57,00	1,21	0,7504
Humedad de campo	Alta densidad 20-40	25	54,78	10,12	56,20		

Humedad de campo Baja Densidad 0-20 25 60,68 13,13 56,20

Humedad de campo Baja densidad 20-40 25 57,46 10,88 53,80

Donde el valor crítico es  $p$  (0,05), obtenidas de las parcelas

Dominguez, 2018

**Tabla 23. De las medias de pH en las dos áreas experimentales a dos profundidades**

Variable	tratamiento	N	Medias	D.E.	Medianas	H	P
pH	Alta densidad 0-20	25	6,84	0,72	6,80	12,68	0,0054
pH	Alta densidad 20-40	25	6,88	0,35	6,91		
pH	Baja Densidad 0-20	25	6,56	0,26	6,52		
pH	Baja densidad 20-40	25	6,89	0,66	6,89		

Donde el valor crítico es  $p$  (0,05), obtenidas de las parcelas

Dominguez, 2018

**Tabla 24. Rangos de comparación por U Mann Whitney de pH en las dos áreas experimentales a dos profundidades**

Tratamiento	Ranks
Baja Densidad 0-20	33,28 A
Alta densidad 0-20	53,82 B
Baja densidad 20-40	54,08 B
Alta densidad 20-40	60,82 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Dominguez, 2018

**Tabla 25. Kruskal Wallis de Materia orgánica**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Materia Orgánica	20	0,48	0,38	11,49
Tratamiento 1	Medias	n	E.E.	
Baja Densidad 0-20	1,03	5	0,06	A
Alta densidad 20-40	1,12	5	0,06	A B
Alta densidad 0-20	1,12	5	0,06	A B
Baja densidad 20-40	1,34	5	0,06	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Dominguez, 2018