



**Universidad Estatal Península de Santa Elena**

**Facultad de Ciencias Agrarias**

**Carrera Ingeniería Agropecuaria**

**“EVALUACIÓN DE TRES MÉTODOS DE PLANTACIÓN  
EN EL PRENDIMIENTO DE LA ESPECIE FORESTAL  
ALGARROBO (*Prosopis juliflora* (SW) DC.) EN LA ZONA  
SECA ÁRIDA DE ANCÓN, CANTÓN SANTANELENA”**

**TRABAJO DE TITULACIÓN**

Previo a la obtención del título de:

**INGENIERO AGROPECUARIO**

**Autor:** Angel Kennedy Tomalá Orrala.

**La Libertad, 2017**



**Universidad Estatal Península de Santa Elena**

**Facultad de Ciencias Agrarias**

**Carrera Ingeniería Agropecuaria**

**“EVALUACIÓN DE TRES MÉTODOS DE PLANTACIÓN  
EN EL PRENDIMIENTO DE LA ESPECIE FORESTAL  
ALGARROBO (*Prosopis juliflora* (SW) DC.) EN LA ZONA  
SECA ÁRIDA DE ANCÓN, CANTÓN SANTANELENA”**

**TRABAJO DE TITULACIÓN**

Previo a la obtención del Título de:

**INGENIERO AGROPECUARIO**

**Autor:** Angel Kennedy Tomalá Orrala.

**Tutor:** Ing, Juan Valladolid Ortaneda Msc.

**La Libertad, 2017**

## **TRIBUNAL DE GRADO**

---

Ing. Lenni Ramírez Flores Msc.  
**DECANA (E) DE LA FACULTAD  
DE CIENCIAS AGRARIAS**

---

Ing. Mercedes Arzube Mayorga Msc.  
**DELEGADA DE LA DIRECTORA  
DE CARRERA**

---

Ing. Clotilde Andrade Varela Msc.  
**PROFESOR DEL ÁREA**

---

Ing. Juan Valladolid Ontaneda Msc.  
**PROFESOR TUTOR**

---

Abg. Brenda Reyes Tomalá Mg.  
**SECRETARIA/O GENERAL**

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios, por la luz e inspiración y constancia para concluir un anhelo en una etapa de mi vida.

A la Universidad Estatal Península de Santa Elena, por la oportunidad a profesionalizarme.

A los docentes por compartir sus experiencias científicas.

A mi tutor Ing. Juan Valladolid Ontaneda Msc., por su guía y paciencia en la orientación profesional que recibí para culminar exitosamente mi trabajo de titulación.

A la Ing. Clotilde Andrade Varela Msc., por su asesoramiento en la ejecución de mi investigación.

A todos mis estimados compañeros y amigos que en cada jornada de trabajo universitario supieron brindar su respaldo absoluto en todo momento.

Angel K. Tomalá Orrala.

## **DEDICATORIA**

A mis padres Sr. Agustín Tomalá González y Sra. Primitiva Orrala de los Santos, que permanecieron constantemente a mi lado con la confianza de concluir mi carrera profesional.

A mi esposa Sra. Jenny del Rocío Malavé Laínez quien ha sido inspiración permanente y fundamental en el trayecto de mis estudios.

A mis hijos, Arnold, Vinicio, Bruno y Renatto, quienes se sacrificaron y siempre comprendieron la importancia de una preparación profesional.

Angel K. Tomalá Orrala.

## RESUMEN

La península de Santa Elena, ubicada en un tipo de bosque muy seco tropical, presenta dificultades para el prendimiento de especies forestales en los programas de reforestación por la baja humedad que se presenta en la zona y el desconocimiento de métodos adecuados que no han permitido lograr buenos resultados en el prendimiento de especies forestales. Por lo tanto, el presente estudio evaluó tres métodos de plantación en el prendimiento para la especie forestal algarrobo (*Prosopis juliflora* (SW) DC.), cuyo objetivo, fue identificar un método adecuado para el prendimiento de la especie en la zona árida de la parroquia San José de Ancón, cantón Santa Elena. El primer método consistió en la utilización de 10 gr de hidrogel/planta, el segundo uso de waterboxx/planta y el tercero que fue el método convencional utilizado como testigo del presente trabajo. Las plantas utilizadas en el estudio provinieron de un vivero forestal de una edad de aproximada de cuatro meses, y fueron plantadas utilizando los diferentes métodos de prendimiento utilizando un diseño experimental DBCA con tres tratamientos y siete repeticiones donde permanecieron durante 180 días, tiempo que duro el estudio. Los resultados muestran que, los métodos con hidrogel y waterboxx, fueron los mejores, logrando un prendimiento de 100%. El ANDEVA realizado para las diferentes variables y métodos de prendimiento muestran que, altura de planta y diámetro de tallo, presentaron diferencia estadística significativa entre 120 y 180 días. El algarrobo al finalizar el experimento logró un crecimiento en altura de 24.22 cm y un diámetro de tallo de 3.13 mm, un máximo número de ramas de 11.57 unidades y 48.59 unidades de hojas, con un diámetro de copa de 41.69 cm en el método uso de hidrogel identificado como el mejor método. Queda demostrado que el tratamiento T1 (uso de hidrogel) en el ensayo, es el mejor método de prendimiento para la especie nativa algarrobo por presentar las mejores características de adaptabilidad tanto en desarrollo de la planta como en prendimiento en zonas secas.

## ABSTRACT

The Santa Elena península, located in a very dry tropical forest, presents difficulties for forest species in the reforestation programs due to the low humidity present in the area and the lack of adequate methods that have not been able to achieve good results in the capture of forest species. Therefore, the present study evaluated three methods of planting in the arrest for the algarrobo forest species (*Prosopis juliflora* (SW) DC.), whose objective was to identify a suitable method for the arrest of the species in the arid zone of the parish of San José of Ancón, Santa Elena. The first method consisted in the use of 10 gr of hidrogel/plant, the second use of waterboxx/plant and the third that was the conventional method used as control of the present work. The plants used in the study came from a forest nursery of an age of approximately four months, and were planted using different trapping methods using a DBCA experimental design with three treatments and seven replications where they remained for 180 days, during which time the study lasted. The results show that the methods with hydrogel and waterboxx, were the best, achieving a catch of 100%. The ANDEVA performed for the different variables and catch methods show that, plant height and stem diameter, presented significant statistical difference between 120 and 180 days. The algarrobo at the end of the experiment achieved a growth in height of 24.22 cm and a diameter of stem of 3.13 mm, a maximum number of branches of 11.57 units and 48.59 units of leaves, with a cup diameter of 41.69 cm in the method of use hydrogel identified as the best method. It is demonstrated that the T1 treatment (hydrogel use) in the test is the best method of trapping for the native algarrobo species because it presents the best adaptability characteristics both in plant development and in dry areas.

**“El contenido del presente Trabajo de graduación es de mi responsabilidad; el patrimonio intelectual del mismo pertenece a la Universidad Estatal Península de Santa Elena”**



# ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>3</b>
<b>1.1.- Características de los bosques secos .....</b>	<b>3</b>
<b>1.2.- Distribución de los bosques secos .....</b>	<b>3</b>
1.2.1.- <i>Ubicación de los bosques secos en el Ecuador .....</i>	<i>4</i>
1.2.2.- <i>Características de los bosques secos en el Ecuador .....</i>	<i>6</i>
<b>1.3.- Biodiversidad de los bosques secos .....</b>	<b>6</b>
<b>1.4.- Métodos de plantación de especies forestales .....</b>	<b>7</b>
<b>1.5.- Métodos de prendimiento de especies forestales .....</b>	<b>8</b>
<b>1.6.- Tecnologías utilizadas para el prendimiento de especies forestales .....</b>	<b>9</b>
<b>1.7.- Taxonomía de la especie forestal algarrobo .....</b>	<b>11</b>
1.7.1.- <i>Descripción botánica de la especie forestal algarrobo .....</i>	<i>12</i>
<b>1.8.- Formas de propagación del algarrobo .....</b>	<b>14</b>
<b>1.9.- Formas de plantación del algarrobo .....</b>	<b>15</b>
<b>1.10.- Importancia ambiental, social y económica y de la especie forestal algarrobo .....</b>	<b>16</b>
<b>CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>18</b>
<b>2.1.- Caracterización del área de estudio .....</b>	<b>18</b>
<b>2.2.- Ubicación geográfica del ensayo .....</b>	<b>19</b>
<b>2.3.- Materiales y equipos .....</b>	<b>19</b>
2.3.1.- <i>Material vegetal .....</i>	<i>19</i>
2.3.2.- <i>Materiales e insumos .....</i>	<i>19</i>
2.3.3.- <i>Herramientas .....</i>	<i>19</i>
2.3.4.- <i>Equipos .....</i>	<i>20</i>
<b>2.4.- Metodología .....</b>	<b>20</b>
2.4.1.- <i>Diseño experimental .....</i>	<i>20</i>
2.4.2.- <i>Manejo del experimento .....</i>	<i>22</i>
2.4.3.- <i>Comportamiento agronómico del cultivo .....</i>	<i>23</i>
<b>CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>26</b>
<b>3.1.- Determinación del comportamiento agronómico de la especie algarrobo .....</b>	<b>26</b>
3.1.1.- <i>Altura de planta .....</i>	<i>26</i>
3.1.2.- <i>Diámetro del tallo .....</i>	<i>27</i>
3.1.3.- <i>Número de ramas .....</i>	<i>29</i>
3.1.4.- <i>Número de hojas .....</i>	<i>31</i>
3.1.5.- <i>Diametro de copa .....</i>	<i>32</i>
3.1.6.- <i>Porcentajes de prendimiento .....</i>	<i>34</i>

<b>3.2.- Determinación del método de prendimiento.....</b>	<b>35</b>
3.2.1.- <i>Crecimiento en altura.</i> .....	35
3.2.2.- <i>Crecimiento del diámetro de tallo.</i> .....	35
3.2.3.- <i>Porcentajes de prendimiento</i> .....	35
3.2.4.- <i>Consumo de agua.</i> .....	35
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>38</b>
<b>Conclusiones</b>	
<b>Recomendaciones</b>	
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA</b>	
<b>ANEXOS</b>	

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Clasificación taxonómica de la especie algarrobo. ....	12
<b>Tabla 2.</b> Grados de libertad del experimento. ....	20
<b>Tabla 3.</b> Descripción de los tratamientos .....	21
<b>Tabla 4.</b> Delineamiento experimental.....	21
<b>Tabla 5.</b> Altura promedio de la plantación. ....	26
<b>Tabla 6.</b> ANDEVA de altura a los 30, 60, 90, 120, 150 y 180 días.....	27
<b>Tabla 7.</b> Diámetro de tallo.....	28
<b>Tabla 8.</b> ANDEVA de diámetro de tallo a los 30, 60, 90,120, 150 y 180 días. ....	29
<b>Tabla 9.</b> Número de ramas de la plantación.....	29
<b>Tabla 10.</b> ANDEVA de l número de ramas a los 30, 60, 90, 120, 150, y 180 días.....	30
<b>Tabla 11.</b> Número de hojas de la plantación.....	31
<b>Tabla 12.</b> ANDEVA de número de hojas a los 30, 60, 90, 120, 150, y 180 días.....	32
<b>Tabla 13.</b> Diámetro de copa de la plantación. ....	33
<b>Tabla 14.</b> ANDEVA de diámetro de copa a los 30, 60, 90, 120, 150 y 180 días. ....	34
<b>Tabla 15.</b> Porcentajes de prendimiento de la plantación.....	34
<b>Tabla 16.</b> Consumo de agua por planta (Trasplante y riego posterior). ....	36

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Crecimiento de altura en cm de la plantación.....	26
<b>Figura 2.</b> Crecimiento en diámetro de tallo en mm de la plantación .....	28
<b>Figura 3.</b> Crecimiento en número de ramas de la plantación. ....	30
<b>Figura 4.</b> Crecimiento de número de hojas de la plantación. ....	31
<b>Figura 5.</b> Crecimiento diámetro de copa en cm de la plantación.....	33

## ÍNDICE DE ANEXOS

**Figura 1A.** Ubicación del lugar de ensayo.

**Figura 2A.** Ubicación uso hidrogel en trasplante.

**Figura 3A.** Colocación de cajas de Waterboxx.

**Figura 4A.** Efecto del ataque de termitas bajo cajas de Waterboxx y sus galerías.

**Figura 5A.** Control de termitas con cal.

**Figura 6A.** Uso de creolina para control de plagas.

**Figura 7A.** Control de plagas en el cultivo.

**Tabla 1A.** Altura de la plantación.

**Tabla 2A.** Varianza de la variable altura a los 30 días.

**Tabla 3A.** Varianza de la variable altura a los 60 días.

**Tabla 4A.** Varianza de la variable altura a los 90 días.

**Tabla 5A.** Varianza de la variable altura a los 120 días.

**Tabla 6A.** Varianza de la variable altura a los 150 días.

**Tabla 7A.** Varianza de la variable altura a los 180 días.

**Tabla 8A.** Diámetro de tallo de la plantación.

**Tabla 9A.** Varianza de la variable diámetro de tallo a los 30 días.

**Tabla 10A.** Varianza de la variable diámetro de tallo a los 60 días.

**Tabla 11A.** Varianza de la variable diámetro de tallo a los 90 días.

**Tabla 12A.** Varianza de la variable diámetro de tallo a los 120 días.

**Tabla 13A.** Varianza de la variable diámetro de tallo a los 150 días.

**Tabla 14A.** Varianza de la variable diámetro de tallo a los 180 días.

**Tabla 15A.** Número de ramas de la plantación.

**Tabla 16A.** Varianza de la variable número de ramas a los 30 días.

**Tabla 17A.** Varianza de la variable número de ramas a los 60 días.

**Tabla 18A.** Varianza de la variable número de ramas a los 90 días.

**Tabla 19A.** Varianza de la variable número de ramas a los 120 días.

**Tabla 20A.** Varianza de la variable número de ramas a los 150 días.

**Tabla 21A.** Varianza de la variable número de ramas a los 180 días.

**Tabla 22A.** Número de hojas de la plantación.

**Tabla 23A.** Varianza de la variable número de hojas a los 30 días.

**Tabla 24A.** Varianza de la variable número de hojas a los 60 días.

**Tabla 25A.** Varianza de la variable número de hojas a los 90 días.

**Tabla 26A.** Varianza de la variable número de hojas a a los 120 días.

**Tabla 27A.** Varianza de la variable número de hojas a los 150 días.

**Tabla 28A.** Varianza de la variable número de hojas a los 180 días.

**Tabla 29A.** Diámetro de copa de la plantación.

**Tabla 30A.** Varianza de la variable diámetro de copa a los 30 días.

**Tabla 31A.** Varianza de la variable diámetro de copa a los 60 días.

**Tabla 32A.** Varianza de la variable diámetro de copa a los 90 días.

**Tabla 33A.** Varianza de la variable diámetro de copa a los 120 días.

**Tabla 34A.** Varianza de la variable diámetro de copa a los 150 días.

**Tabla 35A.** Varianza de la variable diámetro de copa a los 180 días.

**Tabla 36A.** Riego por planta en trasplante.

**Tabla 37A.** Riego por planta durante el ensayo.

**Tabla 38A.** Prendimiento de la plantación.

## INTRODUCCIÓN

Las zonas áridas y semiáridas cubren alrededor de un tercio de la superficie de las tierras afloradas, en ellas viven una población de aproximadamente de mil millones de personas que mayormente están entre las más pobres del mundo. Sin embargo, la magnánima idea de reforestar estos lugares admite perspectivas, ya que existen especies forestales que permiten adaptarse a estas condiciones climáticas para de sobremanera atenuar la erosión y obtener espacios de uso agrícola (Aedo, 2010).

En la Península de Santa Elena aproximadamente 87% de su territorio presentan suelos áridos con una mínima precipitación que se presenta en la época de invierno (enero a marzo), la escasa humedad en la zona no permite lograr buenos resultados en los programas de reforestación, lo que ha llevado a que se realicen estudios de adaptación de especies para este tipo de suelos, buscando nuevos métodos de prendimiento para realizar reforestación en este tipo de suelos (GAD. Santa Elena, 2011)

Actualmente se están utilizando en programas de reforestación métodos para el prendimiento de especies en zonas secas como es el uso de waterboxx, tecnología holandesa que permite disminuir la cantidad de agua utilizada en el prendimiento de especies forestales, de igual forma el uso de hidrogel el cual ayuda a retener la humedad en el suelo por mayor tiempo (Jadán, A., 2007).

Una de las especies forestales nativas de las zonas secas es el algarrobo (*Prosopis juliflora*) especie que a pesar de adaptarse a suelos secos tiene dificultades en el prendimiento en programas de reforestación ya sea mediante siembra directa o utilizando plantas provenientes de vivero.

Los resultados logrados mediante el estudio permiten determinar que los métodos de plantación con el uso de Hidrogel y Waterboxx son prometedores para el prendimiento de la especie forestal algarrobo utilizando plantas provenientes de vivero. Mediante el análisis para las variables diámetro del tallo y altura del árbol presentan diferencias significativas, aunque en el prendimiento presentan resultados homogéneos.

Los resultados del estudio permiten tener información referente a métodos de plantación para especies forestales en zonas secas, lo cual permitirá que instituciones de apoyo relacionadas con el ambiente logren mejorar los resultados de prendimiento en programas de reforestación tanto en plantaciones productivas como de protección ambiental.

**Problema Científico:**

¿Es factible que, utilizando nuevas tecnologías de prendimiento en especies forestales se obtengan porcentajes de prendimiento superior al 80% ?

**Objetivo General:**

Evaluar tres métodos de plantación en el prendimiento de la especie forestal algarrobo (*Prosopis juliflora* (SW) DC.), en la zona seca-árida de San José de Ancón, cantón Santa Elena.

**Objetivos Específicos:**

- Determinar el comportamiento agronómico de la especie forestal hasta los seis meses del cultivo.
- Seleccionar el método más eficiente en el prendimiento de la especie forestal en estudio.

**Hipótesis:**

Al menos un método de plantación, permitirá la reforestación de la especie algarrobo en zonas áridas.



# **CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

## ***1.1.- Características de los bosques secos***

Naturaleza y Cultura Internacional (2015) manifiesta que los bosques secos son formaciones vegetales donde la precipitación anual es menor a 1600 mm, con una temporada seca del al menos cinco a seis meses, en que la precipitación totaliza menos de 100 mm. Estos ecosistemas donde alrededor del 75% de sus especies vegetales pierden estacionalmente sus hojas, debido a los factores climáticos y edáficos que lo caracterizan a otros ecosistemas.

Aguirre *et al.* (2006) señala que bosques secos se caracterizan por poseer gramíneas y muchas especies leñosas que tienen hojas xerofíticas y por lo general son siempre verdes, muy diferentes a la sabana, las cuales son formaciones adaptadas a incendios habituales desarrollados sobre suelos decadentes.

## ***1.2.- Distribución de los bosques secos***

Según estudio de Espinosa, *et al.* (2012), a nivel mundial los “Bosques tropicales estacionalmente secos” (BTES), ocupan 42% de la superficie de los bosques tropicales. Sorprendentemente, a pesar de su extensión y mantener una importante población humana y de especies en flora y fauna, han recibido poca atención científica en comparación con los bosques lluviosos tropicales. En los últimos años gracias al reconocimiento de que los BTSE son unos de los ecosistemas tropicales más amenazados y menos conocidos del mundo, al tiempo que dan cobijo a poblaciones humanas que dependen directamente de los servicios eco sistémicos que estos ofrecen.

Aguirre Morales, A. C. (2017) manifiesta que los Bosques Secos Tropicales a nivel mundial, se clasifican en cinco grandes regiones:

- Norte y Centro América.
- América del Sur.
- Eurasia.

- África, y
- Sudeste de Asia (Australia).

Según Espinosa, *et al.* (2012), los núcleos de los ecosistemas secos tropicales conforman cuatro grandes grupos con base a su finalidad florística:

El primer grupo Mesoamérica y el Caribe conformado por los núcleos de la costa del Caribe de Colombia y Venezuela, los llanos venezolanos, México y América Central. Este grupo está caracterizado por alta diversidad de sus núcleos, además por poseer los porcentajes más altos de endemismo.

El siguiente grupo pacífico Ecuatorial está conformado por los núcleos denominados valles interandinos de Perú y Ecuador, y costa del Pacífico de Ecuador y Perú, los valles interandinos de Bolivia quedan excluidos de este grupo.

El tercer grupo Sur América del Sur conformado por el Chaco. Este grupo presenta una de las zonas con mayor extensión geográfica y con una densidad relativa mayor a la de los bosques secos debido al menor tamaño de los arbustos. Este grupo presenta una gran diferencia florística con el resto.

El cuarto grupo brasileño, lo conforman la *Catinga*, los bosques secos de Misiones, el denominado Piedemonte (incluyendo el norte de los BTES boliviano) y el Cerrado. Estas últimas zonas son las más diversas, sin embargo, el grado de endemismo de cada una de ellas es relativamente bajo, situándose entre 1.9 y el 14.8% respectivamente.

### **1.2.1.- Ubicación de los bosques secos en el Ecuador**

En un estudio realizado Aguirre, *et al.* (2006), exponen que en el país, los bosques secos se encuentran en la costa y en el callejón interandino, aisladamente en los valles secos. En la costa son partes de la región tumbesina que aproximadamente cubre 135.000 km<sup>2</sup>, entre Ecuador y Perú, desde la provincia de Esmeraldas en el Noroeste del Ecuador hasta la Libertad en el Noroeste de Perú.

Aguirre, *et al.* (2013) expone que, en Ecuador los bosques secos están formados por vegetación caducifolios ya que pierden sus hojas en alrededor de 75%. Se ubican en dos áreas: Costa pacífica centro que corresponde desde Guayas, Santa Elena, Manabí y Esmeraldas; y Costa sur y estribaciones occidentales de los Andes que cubren El Oro y Loja.

Por otro lado, según Aguirre, Kvist y Sánchez (2006), manifiestan que en el callejón interandino del Ecuador se encuentran bosques secos desde la provincia de Imbabura y Pichincha por el Norte hasta Zamora-Chinchipec y Loja por el Sur, con los bosques del Chota y Guayabamba en la primera región y Girón-Paute, Catamayo, Malacatos y Vilcabamba en la segunda región.

Aguirre, Z y Delgado, T. (2005) manifiestan que en la provincia de Loja se encuentra la mayor área de estos tipos de ecosistema, tanto oriental como occidental, en un rango altitudinal entre 0 a 1100 msnm, que rodean la cordillera de los Andes y los valles secos interandinos del sur. El 31% (3 400 km<sup>2</sup>) de la provincia (11000 km<sup>2</sup>) es bosque seco, se localizan sobre terrenos colinados y abruptos. La climatología media anual varía entre 20 a 26°C y de 300 a 700 mm de precipitación.

Los bosques secos en general están situados en zonas pobladas, donde los suelos son aptos para la agricultura y la ganadería razón por la cual han sido intervenida y distribuida muchos más que los bosques húmedos. En nuestro país los bosques secos pocos conocidos son muy amenazados por la intervención del hombre ya que mantienen una importancia económica para ciertos sectores de la población rural, suministrando productos maderables y no maderables para la venta y subsistencia (Aguirre, Z.H.,2012).

Rodríguez, Sánchez, Villareal (2015), citan a Segarra (2012), que durante los últimos años, se han tomado varias iniciativas generando nueva información geográfica a nivel nacional, varias organizaciones como el MAE y el INEC, han fortalecido la caracterización socio ambiental del país, estas iniciativas han propuesto nuevos enfoques metodológicos orientados a la priorización de los sitios de implementación de Socio Bosque.

Guerrero *et al.* (2015) sostiene que en el país Socio Bosque posee un área de estudios en el cual existen convenios firmados con 54 socios individuales y nueve colectivos, el cual representan 57 738.73 hectáreas de bosque y vegetación nativa características del ecosistema.

### **1.2.2.- Características de los bosques secos en el Ecuador**

A la península de Santa Elena y el cabo de San Lorenzo, se los consideran bosques secos, por cumplir características donde sus precipitaciones anuales son inferiores a 500 mm en una sola estación enero-abril, con temperatura medias a 23 °C. Por la influencia de la corriente de Humboldt, en Salinas se contempla precipitaciones medias de 140 mm y 23,4 °C. No bajo 16 °C. y superiores a 32 °C. El fenómeno de El Niño contribuye a producir precipitaciones excepcionalmente fuertes, únicas ocasiones en las que reverdece el paisaje (Pourrut, 1983).

El bosque seco occidental ocupa la mayor cantidad del territorio del cantón Santa Elena (87%). Forma parte de la Bioregión Tumbesina. Este ecosistema se caracteriza por la presencia de vegetación seca y espinosa, que se la encuentra desde los 50 hasta los 300 metros de altitud. La topografía irregular con fuertes pendientes. También se presencia cactus y leguminosas característicos de la zona, la vegetación arbórea es dispersa sin llegan a unidades densas. Al contrario, la vegetación herbácea donde se presencia helechos y pastos. Los bosques pueden llegar a medir hasta 20 m de altura. (PDOT GAD Municipal de Santa Elena, 2011).

### **1.3.- Biodiversidad de los bosques secos**

The Nature Conservancy (2015) menciona a los bosques secos como un ecosistema de gran diversidad biológica que alberga a más de 150 especies de mamíferos y 400 especies de aves, algunos endémicos de la región, como el colibrí abejorro, el cucuveo o curiquingue. En los mamíferos se pueden encontrar varias especies como el mono aullador, el venado de cola blanca y el jaguar de la costa. Sin embargo, en estos bosques secos tiene un alto endemismo, es decir una distribución restringida de ciertas especies.

Aguirre *et al.* (2005) argumentan que las especies vegetales características de los bosques secos pluvioestacionales son: *Ceiba trichistandra*, *Cavanillesia platanifolia*, *Eriotheca ruizi*, *Tabebuia chrysantha*, *Cordia lutea*, *Terminalia valverdae*, *Machaerium millei*, *Cochlospermum vitifolium*, *Bursera graveolens*, *Coccoloba ruiziana*, *Caesalpinia glabrata*, *Piscidia carthagenensis*, *Pithecellobium excelsum*, y especies de cactáceas.

López (2002) menciona que los bosques secos son de una vegetación muy frondosa o espesa en la época de lluvias, se defolian (caen sus hojas) en época seca, en al menos un 50% de su vegetación; son especies nativas como: ceibo (*Ceiba trichistandra*), algarrobo (*Prosopis juliflora*), amarillo (*Centrolobium ochroxylum*), bálsamo (*Myroxylum peruiferum*), cerezo (*Muntingia calabura*), colorado (*Simira sp*), pechiche (*Vitex gigantea*), pretino (*Cavanillesia platanifolia*).

#### **1.4.- Métodos de plantación de especies forestales**

En los países de escasos recursos hídricos, la tarea prioritaria sería la reposición de los bosques de galerías, es decir, la creación de fajas forestales hidrorreguladoras, (Herrero, 2003, p. 40), como una de las formas o métodos de mantener los recursos naturales y la reducción del impacto y presión de los bosques naturales que, a pesar de ser porciones pequeñas de cobertura vegetal, aportan a las necesidades humana creciente (Corella, 2009).

En su manual técnicas de plantaciones, García, E, *et al.* (2015), detalla dos grupos de técnicas o métodos de plantaciones forestales; la mecanizada y la manual. Siendo la mecanizada aquellas que se realizan en terrenos planos y en pendientes moderadas con máquinas plantadora óleo hidráulico. La manual con dos métodos más conocidos; SIPCO (Sistema Integrado de Plantación de col cura) y la técnica neozelandesa o doble T.

Trujillo (n. d.) describe el uso de varios diseños o métodos de plantación forestal: cuadrangular y rectangular, que se emplean normalmente para terrenos planos; tresbolillo para terrenos con altas pendientes y lineal o en curvas de nivel para terrenos

con pendientes fuertes usadas a fin de reducir la erosión del suelo.

### **1.5.- Métodos de prendimiento de especies forestes**

Rivas *et al.* (2009) sostienen que se desconoce el comportamiento de especies nativas que se eligen para establecer plantaciones y solo se tiene como respaldo el conocimiento tradicional de los programas de reforestación y/o restauración como también plantaciones comerciales y maderables. El desconocimiento de técnicas, elección de especies forestales y sitios de establecimiento con carencia de información nutricional y otros factores ambientales, pueden hacer fracasar las expectativas de prendimientos y rendimientos esperados, ante esta situación el punto de partida deben ser las pruebas.

El uso del hidrogel es una alternativa para asegurar el prendimiento de las especies forestales nativas o de adaptación, sean éstas motivos de reforestación o restauración de un determinado territorio, considerando que a base de experiencias obtenidas se recomienda el método de marco real en la siembra de las especies, no olvidando que también se puede utilizar densidades mayores para afirmar el establecimiento silvícola (Ríos *et al.*, 2012).

Azevedo *et al.* (2002) define que el hidrogel es un producto prometedor para ser utilizado en la agricultura de regadío o de secano, principalmente por la capacidad que tiene en almacenar y proporcionar agua a las plantas.

Según Tittonell *et al.* (2002), es un gel retenedor de agua que absorbe alrededor de 250 veces su peso en agua; una cucharadita de los cristales secos absorbe hasta 500 cc de agua. Mezclado con el sustrato, evita la evaporación y reduce la necesidad de riego, facilita la retención en suelos arenosos y la aireación en los arcillosos, favorece la formación de pequeñas raicillas, favorece la germinación y el enraizamiento y disminuye el impacto de un estrés hídrico. Usado puro y completamente hidratado pero colado, puede servir como sustrato de arreglos decorativos, enraizado, germinación y cultivo hidropónico.

Jadán Guanín (2007) asegura que los hidrogeles son indispensables para la aplicación en los cultivos forestales donde hay medios de sequía prolongada, también indica, que la evapotranspiración con temperaturas elevadas en reforestación de gran escala y en campos difíciles de acceder se dificulta la utilización de estos hidrogeles por la necesidad de hidratación y se tendría un bajo índice de sobrevivencia. Mientras tanto en ambiente de fácil acceso donde se provea agua, se podría establecer el uso de hidrogeles y tener una buena sobrevivencia de las plántulas.

Bas Pla (2014) manifiesta que los Waterbox pueden estar relacionados con las técnicas culturales ya que su función principal es buscar un alto porcentaje de supervivencia, un mayor desarrollo tanto aérea como en el sistema radicular de la planta presentándose como una técnica avalado por resultados experimentales satisfactorios hechos en otras regiones geográficas que cubren casi el 100% de supervivencia.

Pipartner-Group (2015) menciona que con el sistema Groasis Waterboxx, permite establecer árboles con un mínimo uso del agua y con altos índices de éxito en las plantaciones, en el caso de una plantación de árboles, una vez que se produzca un crecimiento fuerte de la planta, especialmente de sus ramas, se puede retirar el Groasis Waterboxx ya que esta es la señal que la planta ya encontró su fuente de subsistencia y podrá seguir sin requerir riegos de apoyo. El Groasis Waterboxx puede ser reutilizado aproximadamente diez veces.

### ***1.6.- Tecnologías utilizadas para el prendimiento de especies forestales***

En un estudio realizado (Portilla, 2012), Señala que para el prendimiento de especies forestales el tipo de sustrato es una variable muy importante a tomar en cuenta, así lo demuestra sus dos pruebas de sustrato; una que consiste en tierra de páramo y humus en la unidad de medida 2:1 con 50% de fidelidad; y otras que se forma con un 96% de tierra de paramo más un 4% de arena de río, dando la resultante de 15% de efectividad para el prendimiento de la especie vegetal aliso (*Alnus acuminata* H.B.K.)

Groatec (2015) manifiesta que Groasis Waterboxx es un dispositivo diseñado para

ayudar al crecimiento de los árboles en áreas secas. Fue inventado y desarrollado por *Pieter Hoff* un antiguo exportador de flores holandés y ganó el premio de tecnología verde de Popular Science. "Mejor de la Nueva Innovación" de la concesión del año 2010.

El "Groasis" es un balde de polipropileno con una tapa en la parte superior y con una mecha en contacto con el terreno en la inferior. Tiene un túnel vertical en el medio para dos plantas. Una mecha permite que el agua del interior de la caja pueda gotear en el suelo a través de capilaridad. Los agujeros del dispositivo proporcionan a las semillas la posibilidad de germinación aislándolas a un tiempo del consumo por las aves y del efecto abrasador del sol. La tapa de la caja está cubierta por pequeños resaltes con superficies estructuradas microsuperhidrófobas, que crean un efecto loto debido a una superficie súper hidrofóbica (Groatec, 2015).

Según el Ministerio de Relaciones Exteriores Ec. (2015), menciona que el sistema "waterbox" ha sido desarrollado en el Ecuador por la Fundación Fuente de Vida en cooperación con la Universidad de Santa Elena. Este sistema que permite la reforestación de zonas áridas, rocosas y desérticas consigue que los árboles germinen en zonas secas y semidesérticas al proporcionarles el agua y la protección necesarias, sin requerir del empleo de agua subterránea, riego artificial ni electricidad.

Proyecto Agua Vida y Naturaleza (2012) menciona que la tecnología groasis waterbox es una tecnología biomimética que restaura ecosistemas y cubierta vegetal. La tapa recoge la mínima cantidad de agua tanto de la lluvia y del rocío de la noche, para almacenarlo en el cubo. El producto funciona como una incubadora de plantas, alberga una nueva plantación y proteger del calor abrasador del sol, mientras que suministra agua a la necesidad de la planta.

Mercé (2013) comenta en lo referente a su funcionamiento hídrico, el waterboxx a través de su tapa externa recoge tanto las lluvias como el agua proveniente de rocíos, nieblas, etc. y lo transmite a su depósito interno. El agua es conducida por capilaridad a través de una mecha desde el interior del recipiente hacia la superficie del suelo, de forma lenta y paulatina, además evita la evaporación edáfica del sustrato en contacto



con la planta, impide la aparición de plantas anuales colonizantes que ejerzan competencia (aunque en ocasiones puede favorecerlas) y disuade a los herbívoros.

Amboludi (2015) asegura que para cultivar hortalizas en groasis waterboxx, se prepara el suelo a una profundidad máxima de 15 cm, luego se realizan los hoyos a diámetro de las cajas, posteriormente agregar abono o material orgánico al suelo, a continuación rellenar con 20 litros de agua; en caso si el suelo es arenoso usar 40 litros de agua para al día siguiente trasplantar, por último se colocan 2 mechas en cada caja usando especies resistentes a las condiciones locales y sembrar dos plantas por caja WB.

El Hidrogel también se le conoce como “retenedor de agua” o “hidroretenedor”, que tiene la capacidad de absorber y ceder grandes cantidades de agua en el suelo sin disolverse, cuyo uso extensivo en huertos, jardines y contenedores favorece el crecimiento de las plantas (Gómez, 2014).

Gómez P. *et al.* (2014) expone que los productos hidrogeles a más de retener el agua en el suelo, mejoran la aireación y mantienen la temperatura, los cuales fomentan a un mejor desarrollo de las plantas en los cultivos.

Una alternativa para la mejor utilización de los nutrientes y humedad en los suelos es el uso de hidrorretenedores de agua, los polímeros como reguladores de elementos favorables a la planta liberan estos elementos poco a poco, aumentando la productividad local y minimizando los costos de producción (Pedroza-Sandoval, *et al.*, 2015).

### **1.7.- Taxonomía de la especie forestal algarrobo**

Armijos, *et al.*, (2013) asegura que el algarrobo es uno de los árboles más representativos de la zona costera del Ecuador. Ésta es una especie arbórea capaz de crecer en los lugares más secos del planeta. Tiene una increíble facultad de tomar durante la noche, la humedad del aire a través de los Estomas; Esta agua se metaboliza e incluso cede al suelo que se mantiene húmedo bajo la planta. Esta especie ha sido

introducida con éxito en muchos países áridos del mundo para luchar contra el desierto y utilizar los suelos salinos.

Nombres comunes: Algarrobo (México, Ecuador y Perú); Acacia de Catarina (Nicaragua); Aromo (Costa Rica, Panamá); Campeche negro, Huizache, Nacascalote (Guatemala); Espino ruco (Honduras); Herrero, Marca caballo (Panamá); Mezquite (México).

**Tabla 1. Clasificación taxonómica de la especie algarrobo.**

Nombre científico:	<i>Prosopis juliflora</i> (SW) DC
Reino:	Plantae
División:	Fanerógama Magnoliophyta
Clase	Dicotiledónea Magnoliosida
Orden:	Fabales
Familia:	Fabaceae
Subfamilia:	Mimosoideae
Tribu:	Mimoseae
Género:	Prosopis
Especie:	<i>Prosopis juliflora</i> (SW) DC.

*Fuente: Wong (2008)*

### 1.7.1.-Descripción botánica de la especie forestal algarrobo

FAO (2000) define que *P. juliflora* (Swartz) DC “algarrobo”, “mezquite” es un árbol o arbusto, rara vez inerme caducifolio, de 6 a 20 m de alto, 20 a 150 cm de fuste torcido; puede haber arbustos de 3 a 6 m de alto. Bajo condiciones favorables de suelo humedad, tienen habito arbóreo y en condiciones de aridez extrema, arbustivo.

#### a) Condiciones edafoclimáticas

Es un árbol que crece rápidamente, se distribuye desde la orilla del mar hasta los 700 m de altura. Se encuentra en regiones con precipitaciones entre los 150 y 1 200 mm anuales. El mejor desarrollo productivo de vainas ocurre en regiones que presentan temperaturas medias anuales superiores a 20°C y precipitaciones entre 250–500 mm, y humedad relativa entre 60–70%. Resiste largos períodos de sequía, incluso períodos

secos superiores a nueve meses. Es sensible a las heladas en estado de plantón (FAO, 2000).

Ribaski-Lima (2015) asegura que el algarrobo, se desarrolla bien en suelos aluviales o depósitos de arena y arcilla que se forman en las riberas de los ríos, siempre que no sean inundados, encontrándose plantaciones desde el nivel del mar hasta altitudes de aproximadamente 1 000 m. Vive muy bien en suelos áridos y estériles a los que mejora y facilita la introducción de otros cultivos, por ejemplo, tunas, maíz.

### **b) Tronco y Ramas**

Arriaga (2013) indica que las ramas jóvenes con espinas geminadas o solitarias a veces ausentes y con raíces de crecimiento lateral. Las hojas bipinadas de 10 a 20 cm de longitud, amplias laxas de igual longitud que las inflorescencias o ligeramente más cortas o más largas, generalmente con tres pares de pinnas (2–4) por hoja, de 6 a 8 cm de longitud, con 9 a 17 pares de folíolos, ligeramente pubescentes, distanciados de 4 a 8 mm, de forma oblonga, lineales, obtusos, submucronados de 5 a 15 mm de largo por 3–5 mm de ancho. Tronco corto y torcido, monopódico o ramificado desde la base.

### **c) Flores**

Inflorescencias dispuestas en racimos en racimos espiciformes, 9 a 17 cm. de largo, son de color blanco verdosas, cáliz pentadentado, con pétalos libres, lineal agudo, 3 mm de longitud, 10 estambres libres, ovario estipitado, estilo filiforme. La floración tiene una duración de seis meses y se presenta en el periodo de noviembre a abril, (Arriaga, 2013).

### **d) Frutos**

Garibaldi (2000) expresa que el fruto es una vaina fibrosa e indehisciente, y dulce, de color amarillo paja o amarillo marrón, comprimido, recto, extremo falcado, estipitado de 16 a 28 cm. de largo por 1,40 a 1,80 cm de ancho por 6 a 10 mm de espesor, con estrías rojas longitudinales, articulaciones subcuadradas. Las semillas son ovoides

pardas, 6 mm de longitud por 5 mm de ancho. En el atlas cromosómico de plantas con flores, *P. juliflora* figura con X igual 13, 14 cromosomas, también con 26, 52, 56 números cromosómicos.

Burkart (2014) menciona en que la maduración del fruto tiene una duración de tres meses, de marzo hasta abril, en este último mes se presenta la mayor cantidad de frutos maduros; su dispersión ocurre a finales de mayo.

Díaz (2006) sostienen que se conoce *Prosopis spp*, y que por lo general tiene niveles de producción de biomasa (parte aérea), y productividad superior que las predecibles para especies de desierto con muy bajos niveles de precipitación y la mayor tasa de crecimiento que presenta esta especie es el resultado de la fijación simbiótica activa. Su establecimiento depende, en gran medida, de las condiciones climáticas inmediatas posteriores a la germinación.

### **1.8.- Formas de propagación del algarrobo**

Mínchala Patiño *et al* (2013) aseguran que la propagación natural de *Prosopis spp.*, se produce por semilla, cuya dispersión natural se realiza a través de las heces de los animales después de comer sus frutos.

Las plantaciones deben realizarse con plántulas provenientes de semillas. El número de semillas por kilogramo varía de 25 000 a 30 000. Para producción de plántulas por estacas, éstas deben ser obtenidas de ramas nuevas inferior a un año, de árboles madres seleccionadas, pudiendo ser de brote basal o de copa. Se obtienen prendimientos de 70–90% en viveros con temperatura de 30–35°C y humedad relativa de 75–80%. Las estacas deben tener entre 10 y 15 cm de largo y diámetro de 2,5 a 4,5 mm. Se sugieren estacas con 100% de hojas y el uso de hormonas, como el ácido indolbutírico (AIB) en la concentración de 2 000 ppm, en la inducción del arraigamiento (FAO, 2000).

Pasiecznik (2001) asegura que la propagación del algarrobo se la puede realizar través de esquejes y se aplica exitosamente en algunos países tropicales. En general, los esquejes de plantas jóvenes enraízan más fácilmente que los de plantas adultas.

Goel (2013) señala que, en plantas más viejas, esquejes más largos (30—120 cm y 1—2 cm diámetro) han dado buenos resultados. Para *P. juliflora* se ha podido demostrar que una propagación por esquejes es también posible utilizando simples bolsas de plantación abiertas; sin embargo, las tasas de enraizamiento son mucho más altas con medidas para la conservación de alta humedad relativa del aire (cubierta plástica, humedecimiento).

En general, el uso de esquejes de tallo se presta para su aplicación a pequeña escala. La posibilidad de injerto ha sido también mostrada con éxito para algunas especies de *Prosopis*. Regeneración in-vitro de plantas a partir de ápices de ramas nudos u otro tipo de propagación in vitro ha funcionado hasta ahora sólo en experimentos cortos (Alban *et al.* 2002).

### **1.9.-Formas de plantación del algarrobo**

Como sistema silvopastoril según Maecha, Rosales, Molina, y Molina, (1999), manifiestan que la asociación del pasto Estrella con leguminosas arbustivas y/o arbóreas (Algarrobo), representa una mejora de las condiciones del suelo, lo que se traduce en una mayor producción y calidad de forraje. Existe una dinámica anual en la disponibilidad de forraje del sistema, lo que repercute en el comportamiento y consumo animal.

Aponte, Paolini, y Mogollón (2011) describen que el *Prosopis juliflora* asociados con otros cultivos, puede ser de gran relevancia para el mantenimiento y recuperación de los suelos áridos al poseer características que le permite sobrevivir en ecosistemas con condiciones estresantes; actúa como isla de fertilidad ofreciendo salud y calidad del suelo al generar materia orgánica y nutrimentos (C, N y P) bajo la copa del mismo, para el facilitar establecimientos de múltiples especies vegetales en estos suelos.

Según FAO. F.M. Galera (2000), la distancia de siembra de plantaciones con 3 x 2 m se realizan con el objetivo de obtener leña; los volúmenes de madera producidos en Petrolina están entre 7,2 y 15,5 m<sup>3</sup>/ha. en 3 y 5 años de edad, respectivamente. Más de 10x10 m, entre plantas habilita el desarrollo mayor del dosel y, por consiguiente, el

rendimiento de frutos es más alto y permite la realización de intercultivos.

Nobre (2015) señala que las semillas a utilizar deben provenir de individuos sanos (libres de plagas y enfermedades), vigorosos, y con buena producción de frutos. Con esto se pretende asegurar que las plantas obtenidas de esas semillas hereden las características de los parentales. La propagación como todos los vegetales existen 2 formas de reproducción: sexual y asexual.

### ***1.10.- Importancia ambiental, social y económica y de la especie forestal algarrobo***

FAO FM Gales (2000), asegura que desde hace mucho tiempo atrás el algarrobo, viene aportando varios beneficios al hombre: sombra, ornamento, madera para la confección de artesanías, y en la actualidad la actividad apícola, entre las más relevante. En Venezuela tiene gran demanda como combustible por su alto valor calórico y escasa producción de cenizas. También produce carbón de primera calidad que da un sabor agradable a las carnes.

Guerra *et al* (2014) definen que la *Prosopis juliflora* es utilizada para diversos fines parcial o total como un recurso de renta y de conservación local forestal nativo, como por ejemplo la producción apícola.

Sánchez (2016) menciona que varias de las múltiples propiedades nutricionales el algarrobo contiene muchas propiedades entre ellas:

- Es un alimento energético, conserva un 50% de azúcar natural y solo un 10% de proteínas.
- Es rica en taninos, este es un poderoso antioxidante natural.
- Posee una fuente de vitaminas pertenecientes al grupo B tales como B1 o tiamina, B2 o riboflavina, B3 o niacina y pro vitamina A o beta- caroteno.
- Entre sus principales minerales se encuentran el potasio, el fósforo, el magnesio, el calcio, el silicio y el hierro.

- Uno de los beneficios de la algarroba que se ubica en la resina, es que está recomendada para los tratamientos del asma, los tratamientos de la blenorragia, tratamientos de la cistitis, laringitis y la indigestión.
- Está comprobado por otra parte que esta resina de la algarroba es un excelente agente expectorante.
- Industrialización de la algarroba.

Ribaski y Lima (1997) señala que *P. juliflora* (Swartz) DC su madera es durable siendo utilizada para tutores, puentes, tablas, durmientes, varas para cercas, leña y carbón; También la cáscara se usa para curtiembre, y un exudado de goma resinosa de color amarillo hace las veces de goma arábica.

De acuerdo a FAO. (2000), el algarrobo es considerado árbol de uso múltiple, siendo sus frutos importante fuente de carbohidratos y proteínas, principalmente para las regiones más secas. La pulpa de los frutos es dulce y las semillas concentran cerca de 34–39% de proteínas y 7–8% de aceites.

Sánchez (2016) indica que los beneficios para alimentación humana, utilizada en la fabricación de harinas y mieles, en reemplazo de algunos alimentos convencionales, como harina de trigo, café y azúcar. Así como alimento para animales en forma de forraje, ya que las vainas poseen cerca de 8 a 10% de proteína bruta y digestibilidad sobre 74%. Para las hojas, de baja palatabilidad, la cantidad de proteína es de 18%, digestibilidad 59% y tanino 1,9%.

## **CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **2.1.- Caracterización del área de estudio**

La comuna Prosperidad se encuentra ubicada en la parroquia San José de Ancón, área ubicada en una zona de bosque seco occidental de la península de Santa Elena con una formación vegetal matorral seco de tierras bajas.

Los parámetros climáticos determinan que pertenece a una región de estación cálida y lluviosa entre los meses enero-abril, con temperaturas entre 24 °C a 35 °C y fría seca desde mayo a diciembre con temperaturas de 19 °C a 23 °C, gracias a la influencia de la corriente del golfo de Panamá (corriente del niño), cuyas precipitaciones anuales no alcanza los 200 mm, indicador que lo ubica en una zona de déficit hídrico, para la producción agrícola es necesario disponer de riego.

San José de Ancón es una zona de escasa vegetación natural, con una bajísima conservación de la biodiversidad, se pueden encontrar especies como: ceibo (*Ceiba trichistandra*), cactus (*Opuntia ficus indica*), cascol (*Caesalpinia glabrata Kunth*), guasango (*Loxopterygium huasango*), palo santo (*Bursera graveolens*), muyuyo (*Cordia lutea*), entre los más representativos, así como se identifican varias especies de aves como cucubes y palomas tierreras, y otros animales.

La comuna prosperidad forma parte de la parroquia San José de Ancón, la vegetación es similar a la que se presenta en toda la parroquia Ancón, la carencia de agua en la zona no permite el desarrollo de la producción agrícola y pecuaria, por lo que los habitantes de la zona realizan otras actividades para obtener sus ingresos económicos familiares.



## ***2.2.- Ubicación geográfica del ensayo***

El presente estudio se realizó en la Finca “Nueva Esperanza” del Sr. Avelino Lizandro, ubicado a 1,5 km al Sureste de la comuna Prosperidad de la parroquia San José de Ancón, del cantón y provincia de Santa Elena, las coordenadas de sitio de estudio son: 9745363 N y 517964 E tomados en coordenadas UTM Datum WGS84 zona 17 S; altura 26 msnm, topografía plana.

## ***2.3.- Materiales y equipos***

Los materiales, insumos y equipos utilizados en el estudio.

### **2.3.1.- Material vegetal**

Como material vegetal se utilizó 63 plantas de algarrobo (*Prosopis juliflora* (SW) DC.) de cuatro meses de edad, de aproximadamente 45 cm de altura, adquiridas en el vivero de la comuna Loma Alta, las plantas fueron producidas en condiciones climáticas similares al área del estudio.

### **2.3.2.- Materiales e insumos**

En el desarrollo del estudio, se utilizaron los siguientes materiales e insumos: cajas de waterbox, hidrogel cristalizado, abono orgánico, agua, creolina, cal, tanque de agua de 200 litros, baldes plásticos de 20 litros, regadera de 5 litros, pintura, letreros de identificación de los tratamientos.

### **2.3.3.- Herramientas**

Las herramientas utilizadas son: pala, machete, azadón, libreta de apunte, tablero de campo, balanza, bolígrafos, flexómetro, calibrador vernier (pie rey).

### 2.3.4.- Equipos

GPS, Cámara fotográfica, Computador.

## 2.4.- Metodología

### 2.4.1.- Diseño experimental

El experimento se desarrolló con un diseño de bloques completos al azar (DBCA), con 3 tratamientos y 7 repeticiones para un total de 21 unidades experimentales. Las resultantes medias de los tratamientos fueron comparadas con la prueba de rango múltiple de Duncan al 5% de significancia estadística.

**Tabla 2. Grados de libertad del experimento.**

F.V.	Formula	G.L.
Repeticiones	$r - 1$	6
Tratamientos	$t - 1$	2
Error experimental	$(r-1)(t-1)$	12
Total	$rt-1$	20

#### a) Tratamientos

Los tratamientos considerados en el estudio son: T1 (uso de hidrogel), T2 (uso de cajas waterbox) y T3 (siembra convencional). En cada tratamiento se realizaron siete repeticiones y en cada repetición se utilizaron tres plantas de la especie algarrobo. La descripción de los tratamientos se detalla a continuación.

**Tabla 3. Descripción de los tratamientos**

<b>Tratamientos</b>	<b>Métodos de prendimiento</b>
T1	Hidrogel
T2	Waterbox
T3	Siembra convencional

**b) Delimitación del área del experimento**

El área utilizada para el estudio es de 6 300 m, cada tratamiento ocupó un área 2 100 m, con una distancia de plantación de 10 m entre filas y entre plantas, el detalle de lo indicado se encuentra a continuación:

**Tabla 4. Delineamiento experimental.**

Diseño experimental	DBCA
Tratamiento	3
Repeticiones	7
Total de unidad experimental	21
Distancia entre plantas	10 m
Distancia entre hilera	10 m
Área de parcela	400 m <sup>2</sup>
Área total por parcela	900 m <sup>2</sup>
Número de plantas por sitio	1
Número de plantas por hilera	3
Numero de hilera	3
Número de plantas por parcela	9
Distancia de borde experimental	5 m
Números de plantas por bloque	63
Número total de planta en el experimento	63
Número plantas por hectárea	100
Área útil del experimento	2800m <sup>2</sup>
Área neta del experimento	6300 m <sup>2</sup>

## 2.4.2.- Manejo del experimento

### a) Limpieza del terreno.

Previo a la siembra, se limpió las malezas solamente de los espacios donde se ubicaron los hoyos para realizar la plantación, cada planta ocupa un área de 1.5 m de diámetro. La limpieza se realiza utilizando machete y azadón.

### b) Hoyado

Para realizar la plantación se realizaron hoyos de 40 cm de diámetro por una profundidad de 30 cm.

### c) Plantación

la plantación se realizó tomando como base los tratamientos, (T1) uso de 10 gr de hidrogel por hoyo, (T2) uso de una caja waterboxx de propileno por hoyo, (T3) se plantó utilizando el método convencional sin ningún aditivo. Al momento de realizar la plantación se utilizó agua de acuerdo al tratamiento (T1) 8 litros de agua/planta, (T2) 40 litros de agua/planta, (T3) 8 litros de agua/planta. Para realizar la plantación se utilizó materia orgánica 1 kg/planta, la misma que se ubicó en el fondo de cada hoyo.

Los métodos de plantación en cada uno de los tratamientos son los siguientes:

- **Plantación tratamiento uno (T1)**, se utilizó 10 g de hidrogel (retenedor de humedad), seco por hoyo, seguido de un kilo de abono orgánico y se complementa con tierra del mismo sitio compactando ligeramente alrededor de la planta. El riego se realiza en dos fases la primera utilizando 4 litros de agua/hoyo el día anterior a la plantación, y 4 litros de agua luego de realizar la plantación.
- **Plantación tratamiento dos (T2)**, se utiliza una caja waterboxx por planta, en cada hoyo se utilizó 1 kg de abono orgánico, y se complementa el hoyo con

tierra, se requiere que la mecha del waterboxx se ubique en dirección de la raíz de la planta. El agua utilizada es de 20 litros depositada en el hoyo el día anterior a la plantación y 20 litros en la caja waterboxx.

- **Plantación tratamiento tres (T3)**, en este método de plantación no se utilizaron aditivos se realiza la plantación en forma convencional, similar a como se han venido realizando las plantaciones forestales, se utiliza 1 kg de materia orgánica por hoyos. El agua utilizada es de 4 litros por hoyo el día anterior a la siembra y 4 litros posterior a la siembra.

#### **d) Control de malezas**

Esta labor se la realizó de manera manual, se quita las malezas en un área de 1.5 m alrededor de cada planta, actividad realizada utilizando machete evitando competencia por espacios aéreos y nutricionales.

#### **e) Control fitosanitario**

El control de plagas y enfermedades se la realizó de acuerdo a la exigencia de la plantación, aplicando productos químicos de baja toxicidad amigables con el medio ambiente exclusivamente cuando se observó la presencia de plagas en la plantación.

#### **f) Riego**

El riego se realizó de acuerdo al tratamiento (T1) riego cada 15 días por un tiempo de 180 días vertiendo el agua directamente en el hoyo. (T2) no se utilizó riego adicional que el utilizado al momento de la plantación vertiendo el agua directamente en la caja Waterboxx. (T3), riego cada 15 días por un tiempo de 180 días que perduró el estudio.

### **2.4.3.- Comportamiento agronómico del cultivo**

Para obtener datos de las variables experimentales y determinar su comportamiento durante los 180 días de duración del estudio, se consideró para la especie algarrobo en

el sitio de plantación, las siguientes: altura o crecimiento del árbol, diámetro de tallo, número de ramas, número de hojas, diámetro de copa.

**a) Altura de la planta.**

La altura de la planta se considera la distancia que existe entre el suelo y el ápice, se midió en centímetros (cm) utilizando un flexómetro, esta medición se realizó para todas las plantas existentes en los tratamientos.

**b) Diámetro de tallo.**

Con la herramienta del calibrador vernier (pie rey), se midió el diámetro del tallo, reconociendo que para este registro no fue necesario promediar las perpendiculares que corta el eje del árbol para obtener los diámetros, por cuanto los tallos pequeños de las plantas son por lo general circular, esta medida se realizó a 5 cm desde el suelo.

**c) Numero de ramas.**

Se contabilizo el número de ramas que presenta cada una de las plantas en los diferentes tratamientos.

**d) Numero de hojas**

Esta variable se la realizo de la misma manera que la anterior, se tomaron datos del número de hojas existentes en cada planta.

**e) Diámetro de copa.**

El diámetro de copa se considera como la masa foliar que proyecta una sombra en un árbol, considerando como dato resultante el promedio entre diámetro máximo y mínimo de la parte foliar de la planta.

**f) Porcentajes de prendimiento.**

Los datos se tomaron en forma mensual, se contabilizaron el número de plantas vivas y muertas en los tratamientos. Esta variable nos ayuda a determinar la efectividad del tratamiento en el prendimiento.

## CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 3.1.- Determinación del comportamiento agronómico de la especie algarrobo

#### 3.1.1.- Altura de planta

El resultado del crecimiento promedio de las plantas en cada uno de los tratamientos se consideró hasta los 180 días. Al respecto, se presentan diferencias relevantes, así tenemos que T1 (Hidrogel), tiene un crecimiento de 24.22 cm, seguido del T2 (Waterboxx) que equivale a 16.15 cm y el T3 (Convencional), presenta un crecimiento 10.15 cm (Tabla 5).

Tabla 5. Altura promedio de la plantación.

Edad / Tratamientos	(A). Trasplante (cm)	(B). 180 días (cm)	Diferencias (B-A)
T1	41,36	65,58	24,22
T2	50,24	66,39	16,15
T3	49,67	59,82	10,15

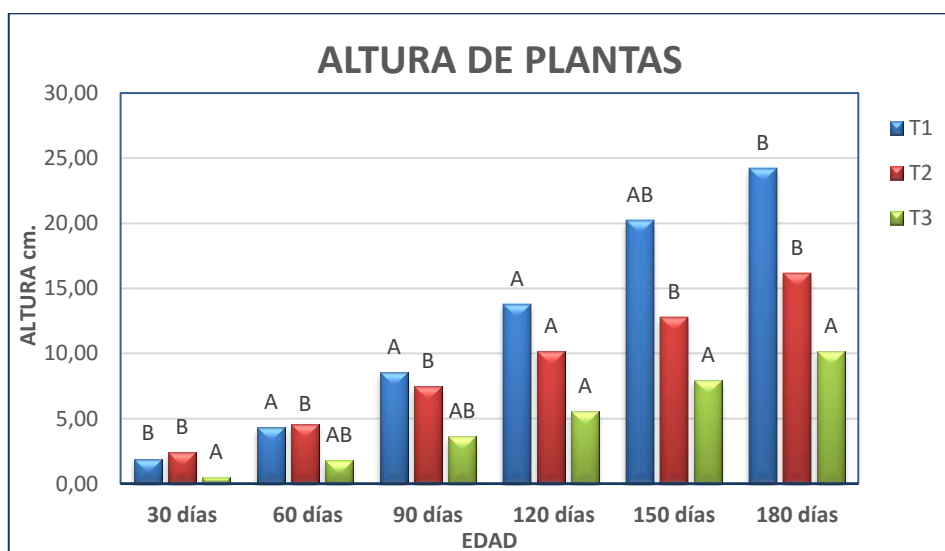


Figura 1. Crecimiento de altura en cm de la plantación.



En la **Figura 1**, se observa diferencias significativas entre los días evaluados, así tenemos a T1 (Hidrogel), que a medida de los días evaluados marcó la diferencia con valores de 4.30, 8.55, 13.77, 20.19 y 24.22 cm, respectivamente, desde el día 60 hasta los 180. En el caso T2 (Waterboxx), se observó la misma tendencia, pero con valores más bajos que oscilan entre 2.41 y 16.15 cm; desde el día 30 a los 180, mientras que las alturas más bajas se observaron para T3 (Convencional), como es el caso de los 30 días en donde se observa un crecimiento de 0.52 cm. y hasta llegar a los 180 días, apenas logró alcanzar una altura de 10.15 cm.

**Tabla 6. Análisis de la varianza ANDEVA de los tratamientos en la variable altura de las plantas a los 30,60,90,120,150 y 180 días**

Días Evaluados	Grados de Libertad	F. Calculada	F. Tabular	
			5 %	1 %
30	2	7,08**	3.98	6.93
60	2	4,63*	3.98	6.93
90	2	3,52*	3.98	6.93
120	2	2,40NS	3.98	6.93
150	2	3,52*	3.98	6.93
180	2	5,34**	3.98	6.93

En la **Tabla 6** del ANDEVA, se puede observar que la F calculada para tratamientos a los 30 y 180 días, presentó diferencias estadísticas significativas al 1% de probabilidades, mientras que a los 60, 90 y 150 días, la diferencia estadística significativa fue al 5%. Así mismo se puede notar que a los 120 días no hubo diferencias estadísticas significativas entre los factores en estudio respecto a la altura de planta.

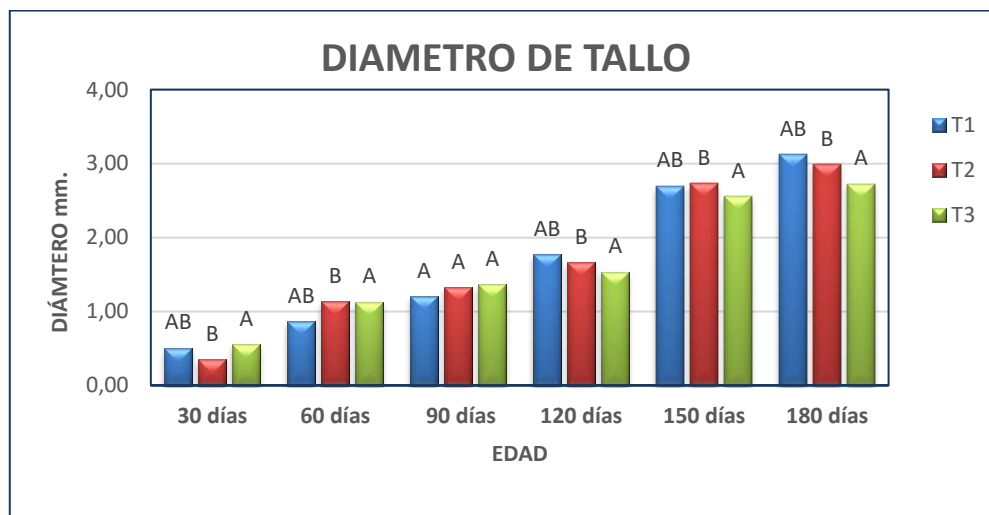
### 3.1.2.- Diámetro del tallo

Durante el período de estudio, el grosor del tallo presentó diferencias estadísticas significativas, así, podemos observar en cada uno de los tratamientos que, al finalizar los 180 días, el T1 (Hidrogel), obtuvo un diámetro de tallo de 3.13 mm; seguido del

T2 (Waterboxx), con 2,99 mm y T3 (convencional), resultó con el menor diámetro con un valor de 2.73 mm (Tabla 7).

**Tabla 7. Diámetro de tallo**

Tratamientos \ Edad	(A). Trasplante (mm)	(B). 180 días (mm)	Diferencias (B-A)
T1	3,54	6,67	3,13
T2	3,84	6,83	2,99
T3	2,87	5,60	2,73



**Figura 2.** Crecimiento de diámetro de tallo en mm de la plantación

En la **Figura 2**, se nota las relaciones de significancias en las diferentes etapas de estudio, así pues, el T1 (Hidrogel), a los 30, 120, 150 y 180 días, muestra los valores más altos con 0.51, 1.77, 2.70 y 3.13 mm respectivamente, seguido de T2 (Waterboxx), que alcanza su máximo desarrollo en los días 60, 90, y 150, con 1.14, 1.33 y 2.73 mm respectivamente y finalmente T3 (Convencional), que apenas desde los 30 a los 150 días, engrosa su tallo de 0.50 a 2.73mm.

**Tabla 8. Análisis de la varianza ANDEVA de los tratamientos en la variable diámetro de tallo de la plantación a los 30, 60, 90,120, 150 y 180 días.**

Días evaluados	Grados de Libertad	F. Calculada	F. Tabular	
			5 %	1 %
30	2	3,89*	3.98	6.93
60	2	2,65NS	3.98	6.93
90	2	2,24NS	3.98	6.93
120	2	3,94*	3.98	6.93
150	2	3,75*	3.98	6.93
180	2	3,62*	3.98	6.93

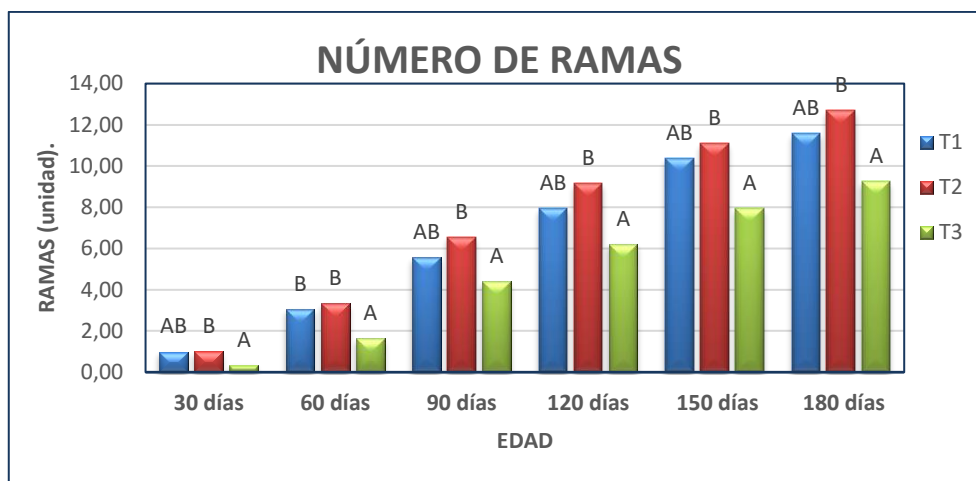
En la **Tabla 8** del ANDEVA, se puede percibir que la F calculada para tratamientos a los 60 y 90 días, no presentaron diferencias estadísticas significativas, mientras que a los 30, 120, 150 y 180 días, la diferencia fue del 5% de probabilidades para los días mencionados y para todos los tratamientos en estudio de la variable diámetro de tallo.

### 3.1.3.- Número de ramas

En la variable ramas por planta, la diferencia en promedio en el número de ellas, al llegar los 180 días, fue que, el T2 (Waterboxx), con unas 12,70 unidades, fue en promedio el de mayor exponente; seguido de T1 (Hidrogel), con un 11.57 unidades, y el que produjo el menor promedio en el número de ramas fue T3 (Convencional), con 9,25 unidades (**Tabla 9**).

**Tabla 9. Número de ramas de la plantación.**

Edad Tratamientos	(A). Trasplante (Unidad)	(B). 180 días (Unidad)	Diferencias (B-A)
T1	1,97	13,54	11,57
T2	2,32	15,02	12,70
T3	2,12	11,37	9,25



**Figura 3.** Crecimiento en número de ramas de la plantación.

En la **Figura 3**, podemos apreciar los promedios de crecimiento en el número de ramas al llegar los 180 días y se puede verificar que, el T2 (Waterboxx), presenta los promedios más altos en esta variable desde el trasplante a los 30 hasta los 180 días de la finalización del ensayo, con 1.01, 3.34, 6.55, 9.15, 11.10 y 12.70 unidades respectivamente, seguido de T1 (Hidrogel), que en promedio obtuvo 0.98, 3.06, 5.56, 7.94, 10.36 y 11.57 unidades. Mientras, T3 (Convencional), fue el menos productivo con un número de 0.35 a 9.25 ramas respectivamente, hasta llegar los 180 días.

**Tabla 10. Análisis de la varianza ANDEVA de los tratamientos de la variable número de ramas de la plantación a los 30, 60, 90, 120, 150, y 180 días.**

Días evaluados	Grados de Libertad	F. Calculada	F. Tabular	
			5 %	1 %
30	2	4.06*	3.98	6.93
60	2	9.32**	3.98	6.93
90	2	3.87*	3.98	6.93
120	2	6.19**	3.98	6.93
150	2	5.31**	3.98	6.93
180	2	4.12*	3.98	6.93

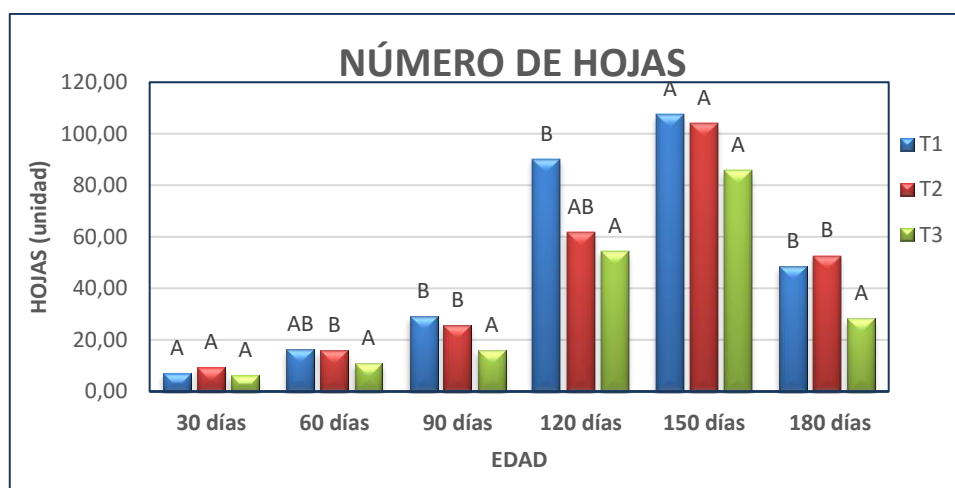
En la **Tabla 10** del ANDEVA, se observa que cuando se evaluó el número de ramas por planta, a los 30, 90 y 180 días, la F calculada señala diferencias estadísticas significativas al 5% de probabilidades, mientras que a los 60, 120 y 150 días, hubo diferencias estadísticas significativas al 1%.

### 3.1.4.- Número de hojas

En cuanto al número de hojas, se logró demostrar durante el estudio que, las diferencias desde el día 30 hasta llegar el día 180, favorecen al tratamiento T2 (Waterboxx) como el mejor, debido a la sobresaliente producción, con un valor de 52.62 unidades. Mientras T1 (Hidrogel), obtuvo una diferencia de 48.59 unidades, y el T1 (Convencional), apenas llegó a producir una diferencia de 28.33 unidades (**Tabla 11**).

**Tabla 11. Número de hojas de la plantación.**

Edad / Tratamientos	(A). Trasplante (Unidad)	(B). 180 días (Unidad)	Diferencias (B-A)
T1	26,89	75,48	48,59
T2	31,28	83,90	52,62
T3	25,67	54,00	28,33



**Figura 4.** Crecimiento de número de hojas de la plantación.

En esta ilustración, se puede notar que, el T1 (Hidrogel), obtiene los mayores promedios en los días 120 y 150 con valores de 90.21 y 107.49 unidades, seguido de T2 (Waterboxx), que

en los mismos días el número de hojas fue de 61.82 y 103.91 unidades respectivamente. En último término, se nota que T3 (Convencional), en todos los períodos evaluados obtuvo los menores promedios, llegando a los 150 días con apenas 85.86 unidades, siendo el mayor número de hojas durante toda la evaluación (**Figura 4**).

**Tabla 12. Análisis de la varianza ANDEVA de los tratamientos en la variable número de hojas de la plantación a los 30, 60, 90, 120, 150, y 180 días.**

Días evaluados	Grados de Libertad	F. Calculada	F. Tabular	
			5 %	1 %
30	2	2,09NS	3.98	6.93
60	2	3,85*	3.98	6.93
90	2	5,49**	3.98	6.93
120	2	4,31*	3.98	6.93
150	2	1,73NS	3.98	6.93
180	2	6,84**	3.98	6.93

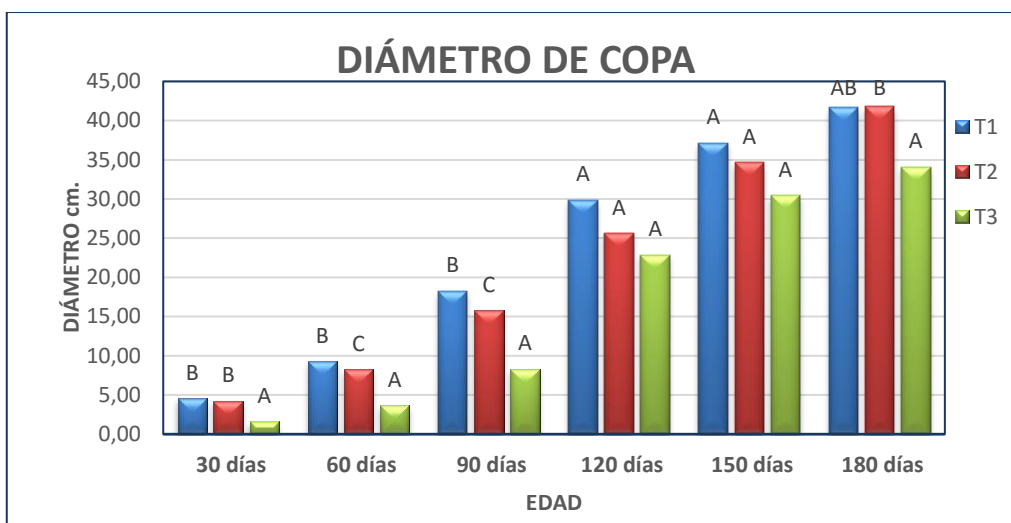
En la **Tabla 12** del ANDEVA, se puede observar que la F calculada para tratamientos a los 30 y 150 días, no presentaron diferencias estadísticas significativas, mientras que a los 60 y 120 días, si se registraron diferencia estadística significativa al 5%. Así mismo se puede señalar que a los 90 y 180 días, se mostraron diferencias significativas al 1% de probabilidades entre los factores en estudio en relación a la variable número de hojas.

### 3.1.5.-Diámetro de copa

Esta variable señala las diferencias encontradas entre los tres tratamientos y se nota que entre ellos el T2 (Waterboxx) y T1 (Hidrogel) estadísticamente son iguales marcando una diferencia de 0,08 cm de diámetro de copa entre ellos; pero al comparar T1 y T2 con T3 (Convencional), si se nota la diferencia estadística significativa, debido a que la diferencia en diámetro entre T1 y T2 con T3 fue de 7,65 cm, considerándose a T3 el de menor diámetro de copa desde el trasplante hasta los 180 días (**Tabla 13**).

**Tabla 13. Diámetro de copa de la plantación.**

Edad Tratamientos	(A). Trasplante (cm)	(B). 180 días (cm)	Diferencias (B-A)
T1	7,76	49,45	41,69
T2	12,26	54,03	41,77
T3	9,56	43,68	34,12



**Figura 5.** Crecimiento diámetro de copa en cm de la plantación.

Hasta llegar a los 180 días se nota las diferencias estadísticas significativas entre los tres tratamientos, especialmente al día 30, 60, 90 y 180 respectivamente, verificándose que, el más sobresaliente fue T1(hidrogel) con diámetros de copa de 4.61, 9.33, 18.27, 29.91 y 37.15 cm respectivamente; mientras T3 (Convencional), en todo el estudio se encuentra por debajo de T2 y T1 con valores de 1.58 y 34.12 cm desde el día 30 hasta llegar a los 180 días (**Figura 5**).

**Tabla 14. Análisis de la varianza ANDEVA de los tratamientos en la variable diámetro de copa de las plantas a los 30, 60, 90, 120, 150 y 180 días.**

Días Evaluados	Grados de Libertad	F. Calculada	F. Tabular	
			5 %	1 %
30	2	13,53**	3.98	6.93
60	2	13,88**	3.98	6.93
90	2	8,19**	3.98	6.93
120	2	1,72NS	3.98	6.93
150	2	2,19NS	3.98	6.93
180	2	4,00*	3.98	6.93

En la **Tabla 14** del análisis de varianza, se presenta la variable diámetro de copa en donde la F calculada a los 120 y 150 días, no muestra diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, mientras que a los 180 días se comprueba diferencias al 5%, seguido de los 30, 60 y 90 días que confirman diferencias estadísticas al 1%.

### 3.1.6.- Porcentajes de prendimiento

**Tabla 15. Porcentajes de prendimiento de la plantación.**

Tratamientos	T1 (Hidrogel)	T2 (Waterboxx)	T3 (convencional)
Plantas vivas	21	21	20
Porcentajes de prendimiento	100%	100%	95.24%

Durante los 180 días de duración del estudio, los tratamientos (T1) y (T2) registran un porcentaje de prendimiento de 100%, mientras que el (T3) presenta un porcentaje de prendimiento del 95.24% (**Tabla 15**).



### ***3.2 Determinación del método de prendimiento***

Una vez terminado el estudio, para determinar el mejor método de prendimiento, se consideró las siguientes variables: crecimiento de altura, crecimiento del diámetro del tallo, porcentajes de prendimiento y consumo de agua por planta.

#### **3.2.1.- Crecimiento en altura.**

El tratamiento que presenta el mejor crecimiento en altura es (T1) uso de 10 gr hidrogel/planta, el cual presenta un crecimiento de 24.22 cm, seguido del (T2) que es de 16.15 cm y finalmente el (T3) con 10.15 cm, este crecimiento de la planta se registra en un tiempo de 180 días.

#### **3.2.2.- Crecimiento del diámetro de tallo**

En forma similar a los resultados anteriores, la variable crecimiento del diámetro de tallo, el (T1) obtuvo un crecimiento de 3.13 mm, seguido del tratamiento (T2) que corresponde a un crecimiento de 2.99 mm y finalmente el (T3) que registra un crecimiento de 2.73 mm.

#### **3.2.3.- Porcentajes de prendimiento**

Durante el tiempo de 180 días de duración del estudio, los tratamientos (T1) y (T2) registran un porcentaje de prendimiento de 100%, mientras que el (T3) presenta un porcentaje de prendimiento del 95.24%.

#### **3.2.4.- Consumo de agua.**

En el consumo de agua por planta, los métodos (T1) hidrogel, y el (T3) convencional, utilizaron 56 litros/planta, que corresponde al 100% de consumo durante el trasplante y el riego de 180 días, mientras que el (T2) waterboxx, se utilizó 40 litros/planta durante el trasplante y riego en 180 días utilizando el 71,43% de consumo en comparación con el agua utilizada por los tratamientos (T1) y (T3).

**Tabla 16. Consumo de agua por planta (Trasplante y riego posterior).**

Tratamientos	T1 (Hidrogel)	T2 (Waterboxx)	T3 (convencional)
Unidad de medida	L	l.	l.
Trasplante	8	40	8
En 180 días	48	0	48
<b>TOTAL</b>	56	40	56

## Discusión

Según Rivas *et al.* (2009), sostiene que se desconoce el comportamiento de especies nativas para el establecimiento de plantaciones forestales y solo se tiene como respaldo el conocimiento de plantación tradicional en los programas de reforestación y/o restauración como también plantaciones comerciales y maderables. De acuerdo con el autor, la investigación realizada en la comuna Prosperidad sobre métodos de prendimiento de la especie nativa algarrobo, se realiza debido a que en los programas de reforestación se desconocen métodos de plantación y prendimiento que aseguren buenos resultados (80% de prendimiento) en los programas de reforestación.

Para Tittonell *et al.* (2002), el Hidrogel o retenedor de agua, absorbe aproximadamente 250 veces su peso en agua, evita la evaporación y reduce la necesidad de riego, facilita la retención en suelos arenosos y la aireación en los arcillosos, favorece la formación de pequeñas raicillas, la germinación, el enraizamiento y disminuye el impacto de un estrés hídrico. En conciliación con el autor, las pruebas realizadas en el presente estudio con tecnología hidrogel, expresaron sus mejores resultados con relación a los otros métodos utilizados, considerando que el uso de hidrogel sería una de las metodologías de mayor relevancia para prendimiento de especies forestales en zonas secas.

Marcé (2013), Ambiludi (2015) y Piparther-Group (2015), manifiestan las ventajas de la tecnología Waterboxx: mínimo uso de agua, máxima eficiencia en absorción de agua para la planta, alto índice de éxito de prendimiento de plantaciones, reutilización del producto, etc. En concordancia con los autores, en el presente estudio se ratifica las ventajas que presenta utilizar el método de waterboxx, ya que la menor cantidad de

agua para el prendimiento de especies se presenta con el uso de waterboxx. No obstante, presenta deficiencia debajo de los dispositivos que se convierte en un habitat para plangas (en este caso termitas), y enfermedades que en ciertos casos generan costos y muy difícil de controlar.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### ***Conclusiones***

En función de los objetivos, se concluye lo siguiente:

- El algarrobo (*Prosopis juliflora* (SW) DC.), a los seis meses de establecida la plantación logró un crecimiento en altura de 24.22 cm y un diámetro de 3.13 mm, un máximo número de ramas de 11.57 unidades y 48.59 unidades de hojas, con un diámetro de copa de 41.69 cm y un prendimiento de 100% con el tratamiento T1 (uso de hidrogel).
- El método T2 (uso de waterboxx), obtuvo un consumo de agua de 28.57% menos con relación a los otros tratamientos y no se utilizó mano de obra para el riego en los 180 días durante el estudio.
- Queda demostrado que el tratamiento (T1) (uso de hidrogel), en el estudio, es el mejor método de prendimiento para la especie nativa algarrobo por presentar las mejores características de adaptabilidad tanto en desarrollo de la planta como en el porcentaje de prendimiento a los 180 días.

### ***Recomendaciones***

- Realizar nuevos estudios con el método de Hidrogel en otras especies forestales y en diferentes zonas con programas de reforestación de la provincia de Santa Elena.
- Realizar nuevos estudios en otros sitios utilizando el método waterboxx para el prendimiento de especies forestales, debido a que es un método nuevo utilizado en el país, el mismo que requiere menor cantidad de agua y mano de obra, la dificultad presentada en la zona es la presencia de terminas que impidieron obtener mejores resultados utilizando este método.

- Que se establezcan nuevos estudios sobre costos de prendimiento, considerando los métodos utilizados en el presente ensayo, ya que el costo de establecimiento de plantaciones y prendimiento influye significativamente en la ejecución de programas de reforestación.
- Dar capacitación en el manejo agronómico de árboles forestales a los comuneros dedicados a la reforestación en las diferentes formas de plantación que existen para obtener mejores resultados de prendimiento.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA

Aedo Bendek, Rogelio Andrés. 2010. *Factibilidad técnico-económica de generar productos alimenticios a partir del fruto de Algarrobo Chileno (Prosopis juliflora Mol. Stuntz) para la alimentación humana o animal*. Universidad austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias.

Aguirre Mendoza, Z.H. (2012). *Especies forestales de los bosques secos del Ecuador*. Ministerio del Ambiente. Ecuador.

Aguirre Morales, A. C. (2017) *Patrones de distribución y estructura genética de Cedrela odorata y Albizia saman para la conservación y restauración ecológica del bosque seco tropical en Colombia*. Doctoral dissertation, Universidad Nacional de Colombia-Sede Palmira.

Aguirre, Z. Aguirre, N. (2014). Guía práctica para realizar estudios de comunidades vegetales. Herbario Loja No. 5. *Departamento de Botánica y Ecología de la Universidad Nacional de Loja*. Loja, Ecuador, 30 p.

Aguirre, Z. Y Delgado, T. (2005). Vegetación de los bosques secos de Cerro Negro-Cazaderos, Occidente de la Provincia de Loja. Biodiversidad en los bosques secos de la zona de Cerro Negro-Cazadero, occidente de la provincia de Loja: *un reporte de las evaluaciones ecológicas y socioeconómicas rápidas*. Loja-Ecuador. PP. 9-24.

Aguirre, Z. y Kvits, P. 2005. *Composición florística y estado de conservación de los bosques secos del sur-occidente del Ecuador*. Lyonia. Volumen 8 (2), pp. 41-67.

Aguirre, Z., Figueroa, Y. B., López, G. G. y González, H. J. (2013). “Composición florística, estructura de los bosques seos y su gestión para el desarrollo de la provincia de Loja”. Ecuador. Avance, 15(2), pp. 144-155.

Aguirre, Z., Kvist, L. P., y Sánchez, O. (2006). *Bosques secos en Ecuador y su diversidad*. Botánica Económica de los Andes Centrales.

Alban, L., Matorel, M., Romero, J., Grados, N., Cruz, G. y Felker, P. (2002) "Cloning of multipurpose trees of the *Prosopis juliflora/pallida* complex in Piura, Perú". Agroforestry Systems.

Amboludi G. Jorge R. (2015) *Efectos de elicitores en el comportamiento agronómico del híbrido tomate (lycopersicon esculentum MILL.), Yuval 810 cultivado en waterboxx.* Pp. 28-29. Disponible en: <http://repositorio.upse.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/46000/2234/UPSE-TIA-2015-017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Consultado: 18-03-2017.

Aponte, H., Paolini, J. y Mogollón, J. (2011). Efecto del *Prosopis juliflora* asociado al cultivo de *Aloe vera* sobre las propiedades fisicoquímicas y bioquímicas de un suelo del semiárido falconiano. In *XIX Congreso Venezolano de la Ciencia del Suelo*, Calabozo, 21 al 25 de noviembre 2011.

Armijo, c. y Jover, C. (2013) *Estudio de factibilidad para la elaboración de harina de algarrobo para su utilización en la alimentación humana en la ciudad de Machala.* Bachelor's thesis. Facultad de ciencias Agrarias Universidad de Guayaquil.

Arriaga, V. (2013). *Fenología de 12 Especies de la Montaña de Guerrero México: elementos para su manejo en una Comunidad Campesina.* Tesis Profesional (Biología). Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma de México. México, D.F.

Azevedo, T., Bertonha, A., y Gonçalves, A. (2002). Uso de hidrogel en la agricultura. *Revista do programa de Ciências Agro-ambientais*, 1(1), pp. 23-31.

Barchuk, A., y Diaz, M. (2006). *Vigor de crecimiento y supervivencia de plantaciones de aspidosperma quebracho-blanco y de prosopis chilensis en el Chaco árido.* Argentina: Red Cuaderno.

Bas, E. (2014). Evaluación a medio plazo del efecto de Waterboxx sobre la supervivencia y el incremento de biomasa en repoblación forestal (Doctoral dissertation). Universidad Politécnica de Valencia, Gandia pp. 1-28.

Burkart, A. 2014. Monograph of the genus *Prosopis* (*Leguminosae subfam Mimosoideae*). *Journal of the Arnold Arboretum*, 57 (3), pp. 219-249.

Corella Rodríguez, O. J. (2009). *Valoración de la base forestal de las plantaciones forestales y su contribución al abastecimiento de madera en la zona del Atlántico Norte de Costa Rica*.

Díaz, A. (2006). CONCYTEC. Lima, Perú.: Monograph of the genus *Prosopis* Los algarrobos.

Espinoza, C.I., et al. (2012) Bosques tropicales secos de la región Pacífico Ecuatorial: diversidad, estructura, funcionamiento e implementaciones para la conservación. Ecosistemas, Loja-Ecuador. Ecosistemas, *Revista científica y técnica de la ecología y medio ambiente*. 21 (1-2) pp. 167-179.

FAO. F.M. GALERA., (2000). *Los Algarrobos. Las especies del género Prosopis (algarrobos) de América latina con especial énfasis en aquellas de interés económico. Graziani Gráfica. Córdoba-Argentina.* Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/006/ad314s/AD314S06.htm>. Consultado el 8 de junio de 2015.

Food and Agriculture Organization of United Nations (FAO), (2012). *Perspectivas alimentarias N3*. Departamento económico y social. Roma-Italia.

García R, E., Sotomayor G, A., Silva P, S., Valdebenito R, G., (2015, 12). *Establecimiento de plantaciones forestales*. Disponible en: <http://icf.gob.hn/wp-content/uploads/2015/12/PREFO-Manual-del-Eucalipto.pdf>. Consultado el 2 de diciembre de 2016.

Garibaldi, C. 2000. *Prosopis juliflora* (Sw) DC. In Vozzo JA (Ed.) *Tropical Tree Seed Manual*. USDA Forest Service.



GOBIERNO AUTONOMO MUNICIPAL DE SANTA ELENA. (2011). Plan de desarrollo y ordenamiento territorial. Fundación Santiago de Guayaquil. Santa Elena –Ecuador.

Goel, V. y Behl. H. (2013). Cloning of selected genotypes of promising tree species for sodic sites. *Journal of the Indian Botanical Society*, 73, pp. 255-258.

Gómez Pérez, A. A., Sabag, B., y Sergio, I. A. (2014). Aplicación del Hidrogel como retenedor de agua en la agroforestería. Disponible en: <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/1089/62938s.pdf?sequence=1>. Consultado: 14 de marzo de 2017.

GROATEC., (2015). *Groasis Waterboxx en el crecimiento de los árboles en áreas secas*. Disponible en: <http://www.groatec-groasis.com.ar/que-es-el-sistema-waterboxx>. Consultado el 15 de junio de 2015.

Guerra, N., Leite, A., Dos Santos, A., Da Silva, J. E., De Oliveira, J., De Oliveira, R., y De Lucena, R. (2014). *Uso de algarroba (Prosopiss juliflora (SW) DC.) en las comunidades tradicionales de las regiones semiáridas del Nordeste de Brasil*. *Gaia Scientia*, 8(2).

Guerrero, B.R., Moreira, J. S., y De la Torres, D, V. (2015). *Dinámica de los servicios ambientales de los bosques secos deciduos del Ecuador*. *Dominio de las Ciencias* 1(1), pp. 62-74. Disponible en: <file:///C:/Users/DELL/Downloads/Dialnet-DinamicaDeLosServiciosAmbientalesDeLosBosquesSecos-5761663.pdf>.

Consultado: 27 de enero de 2017.

Jadán, A. (2007). *Efecto del hidrorretenedor de humedad sobre el prendimiento de plántulas de dos especies forestales en el cantón de Macará* (Doctoral dissertation). Disponible en: <http://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/5880/1/EFEECTO%20DEL%20HIDRORETENEDOR%20DE%20HUMEDAD%20SOBRE%20EL%20PRENDIMIENTO%20DE%20PL%C3%81NTULAS%20DE%20DOS%20ESPECIES%20FORESTALES.pdf>. Consultado el 15 de junio de 2015.

López, A. (2012). El Cid Editor. Evaluación en condiciones de plantación del comportamiento de la especie *Swietenia macrophylla King*, cultivada en vivero con tubetes. Argentina.

Mahecha, L., Rosales, M., Molina, C., y Molina, E. (2010). Experiencias en un sistema silvopastoril de *Leucaena leucocephala-Cynodonplectostachyus-Prosopis juliflora* en el Valle del Cauca, Colombia. *Agroforestería para la Producción Animal en Latinoamérica*. Serie FAO Producción y Salud Animal, (143), pp. 407-420.

Mercé Arévalo Guillermo José 2013 “*Evaluación de depósitos de agua de liberación lenta (Waterboxx) en el establecimiento de repoblaciones en áreas adversas de la Comunidad Valenciana*”. UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA

Minchala, J., Eras, V., Muñoz, L., Yaguana, M., Poma, R., Delgado, G., y Gallo, P. (2013) *Propagación sexual y asexual de cuatro especies forestales nativas y promisorias de la Región Sur del Ecuador*. Comité Editorial, 3(1), pp. 5.

MINISTERIO DE RELACIONES EXTERIORES (2015). Científico Peter Hoff, inventor del sistema de reforestación “waterboxx” visita Ecuador. Disponible en: <http://www.cancilleria.gob.ec/es/cientifico-peter-hoff-inventor-del-sistema-de-reforestacion-waterboxx-visita-ecuador/>. Consultado el 23 de mayo de 2015.

Nobre, F. (2015). A algarobeira no Nordeste brasileiro. Especialmente no Rio Grande do Norte. In *Simpósio Brasileiro sobre Algaroba*. Anail. EMPARN, Natal.

Pasiecznik, N. M., Felker, P., Harris, P. J., Harsh, L., Cruz, G., Tewari, J. C., y Maldonado, L. J. (2001). The *Prosopis juliflora* – *Prosopis pallida* Complex; A monograph (vol. 172). Coventry: HDRA. Pp. 162.

Pedroza-Sandoval, A. Yáñez-Chávez, L. G., Sánchez-Cohen, I., y Samaniego-Gaxiola, J.A. (2015). Efecto del hidrogel y vermicomposta en la producción de maíz. *Revista fitotecnica mexicana*, 38(4), pp. 375-381.

Pipartner-group. (2015). *Groasis waterboxx en Chile*. Disponible en: <http://www.pipartnergroup.com/groasis-waterboxx/>. Consultado el 15 de junio de 2015.

Portilla, T. Diego, F. (2012) Propagación vegetativa del aliso (*Alnus acuminata* H. B.K.) utilizando dos tipos de sustrato en la parroquia La Esperanza. Ibarra-Ecuador.

Pourrut, P. (1983). *Los climas del Ecuador: fundamentos explicativos*. Ministerio de Agricultura y Ganadería: Quito, Ecuador. p. 39-40.

Proyecto Agua Vida y Naturaleza (2012). *Explicación del Proyecto Agua, Vida y Naturaleza 2012-2014*. Santa Elena. EC.

Ribaski, J. (2015). *Potencial del Algarrobo (Prosopis juliflora) en el sistema silvopastoriles en el semiárido de Brasil*. EMBRAPA-Centro de Investigación Forestal. Colombo, Paraná, Brasil. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/006/Y4435S/y4435s0c.htm>. Consultado el 4 de junio de 2015.

Ribaski, J., y Lima, P., (2017). “*Especies Arbóreas y Arbustivas para las zonas áridas y Semiáridas de América Latina*”. Publicación en el marco del programa FAO/PNUMA. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Santiago Chile.

Ríos-Saucedo, J. C., Rivera-González, M., Valenzuela-Núñez, L. M., Trucíos-Caciano, R., & Rosales-Serna, R. (2012). Diagnóstico de las reforestaciones de mezquite y métodos para incrementar su sobrevivencia en Durango, México. *Diagnóstico*, 11(2), pp. 63-67.

Rivas, G., López, J., y Rodríguez, E., (2009). Ensayo de especies forestales en la zona cálida del centro del estado de Veracruz, México. *Foresta Veracruzana*, 11(1), pp. 19-24.)

Rodríguez Guerrero, Brígida; Sánchez Moreira, Jaime; Villarreal de la Torre, David., (2015). *Dinámica de los servicios ambientales de los bosques secos deciduos del Ecuador*. Dominio de las Ciencias, vol. 1, n°-1, p 62-74.

Sánchez, J. (2016). “Proyecto de factibilidad para la creación de una empresa procesadora y comercializadora de harina de algarroba, en la ciudad de Loja”. Universidad Nacional de Loja.

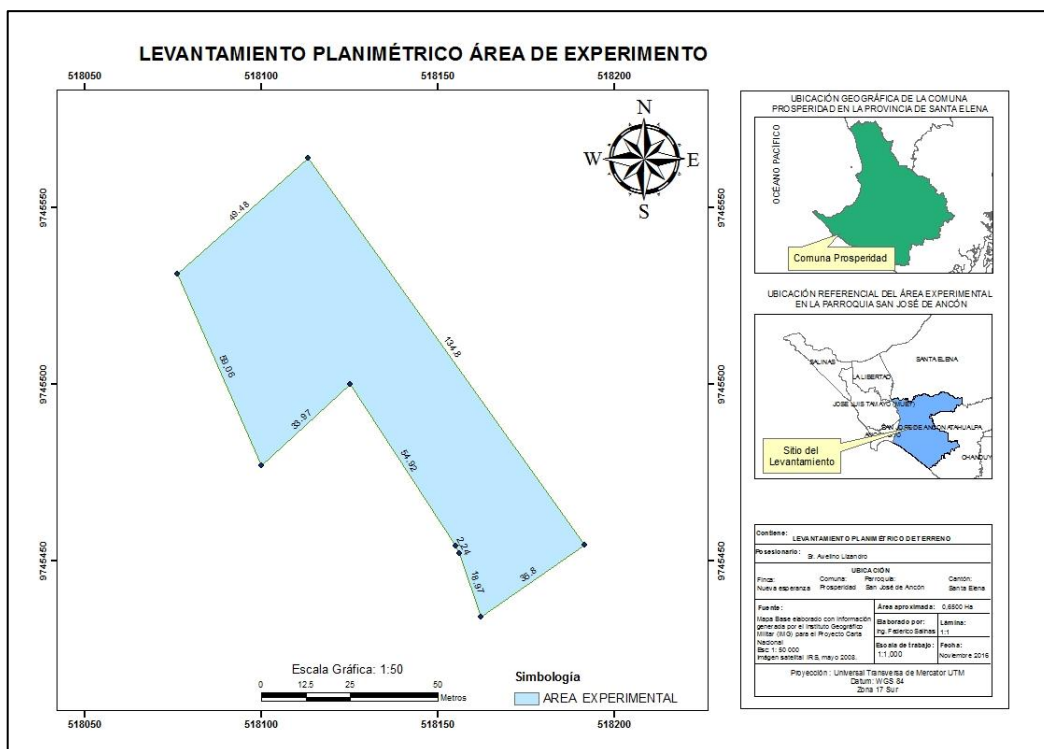
Tittonell, P. A., De Grazia, J., y Chiesa, A. (2002). Adición de polímeros súper absorbentes en el medio de crecimiento para la producción de platines de pimienta. *Horticultura Brasileira*, Brasil. 20(4), pp. 641-645.

The Nature Conservancy (2015). *Los bosques secos del Ecuador*. Disponible en: <http://www.mundotnc.org/donde-trabajamos/americas/ecuador/lugares/lugares-2.xml>. Consultado el 8 de junio de 2015.

Trujillo, N. E. (n. d.). *Plantación forestal: Planeación para el éxito*. Disponible en: <http://www.revista-mm.com/ediciones/rev51/forestal.pdf>. Obtenido el 2 de diciembre de 2016.

Wong, M. (2008). *Comparación del efecto de 2 biofertilizantes líquidos a base de estiércol caprino y vacuno sobre parámetros de crecimientos de algarrobo (Prosopis juliflora (SW) DC.) en la fase de vivero*. Espol pp. 22-23.

# ANEXOS



**Figura 1A.** Ubicación del lugar de ensayo.

**Tabla 1A. Altura de la plantación.**

Altura promedio de la plantación							
Tratamientos	Repeticiones	Edad					
		30 días (cm)	60 días (cm)	90 días (cm)	120 días (cm)	150 días (cm)	180 días (cm)
T1	R1	36,01	36,67	37,33	39,67	49,64	54,67
T1	R2	37,00	41,33	44,33	48,33	51,67	56,00
T1	R3	38,67	38,00	44,00	49,67	55,00	58,00
T1	R4	44,00	51,33	55,67	61,43	67,33	71,00
T1	R5	42,00	41,67	43,33	48,00	60,00	62,00
T1	R6	30,67	31,33	35,67	39,67	43,00	47,67
T1	R7	36,67	39,33	45,00	49,33	50,33	52,33
T2	R1	45,17	45,53	47,00	51,33	53,67	55,67
T2	R2	48,67	51,00	51,00	53,33	54,67	56,67
T2	R3	46,67	51,67	52,33	54,33	57,33	57,67
T2	R4	37,33	40,00	45,34	47,23	48,56	52,33
T2	R5	57,00	57,67	62,00	66,56	68,67	74,00
T2	R6	43,67	44,00	50,67	52,67	53,33	53,33
T2	R7	44,00	45,67	45,67	45,83	50,63	57,00
T3	R1	42,33	42,67	44,33	46,00	47,67	50,00
T3	R2	40,00	42,67	42,83	43,33	44,33	45,33
T3	R3	43,33	45,00	48,00	49,67	49,67	51,33
T3	R4	46,00	46,33	49,67	52,67	54,67	54,67
T3	R5	52,67	52,83	53,00	53,67	57,33	59,67
T3	R6	39,00	39,33	40,00	40,33	43,67	45,33
T3	R7	35,33	36,67	37,67	40,33	43,00	46,00

**Tabla 2A. Análisis de la varianza de la variable altura a los 30 días.**

F.V.	SC	GL	CM	F.Cal	P-valor
TRATAMIENTOS	238,36	2	119,18	7,08	0,0093
REPETICIONES	310,64	6	51,77	3,07	0,0463
Error	202,07	12	16,84		
Total	751,07	20			

Test: Duncan Alfa=0,05

TRATAMIENTOS	MEDIAS	n	E.E.		
T1	37,86	7	1,55	A	
T3	42,67	7	1,55		B
T2	46,07	7	1,55		B

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

**Tabla 3A. Análisis de la varianza de la variable altura a los 60 días.**

F.V.	SC	GL	CM	F.Cal	P-valor
TRATAMIENTOS	223,46	2	111,73	4,63	0,0324
REPETICIONES	303,89	6	50,65	2,1	0,1295
Error	289,79	12	24,15		
Total	817,14	20			

Test: Duncan Alfa=0,05

TRATAMIENTOS	MEDIAS	n	E.E.		
T1	39,95	7	1,86	A	
T3	43,64	7	1,86	A	B
T2	47,93	7	1,86		B

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

**Tabla 4A. Análisis de la varianza de la variable altura a los 90 días.**

F.V.	SC	GL	CM	F.Cal	P-valor
TRATAMIENTOS	188,39	2	94,2	3,52	0,0625
REPETICIONES	306,51	6	51,08	1,91	0,16
Error	320,8	12	26,73		
Total	815,7	20			

Test: Duncan Alfa=0,05

TRATAMIENTOS	MEDIAS	n	E.E.		
T1	43,62	7	1,95	A	
T3	45,07	7	1,95	A	B
T2	50,57	7	1,95		B

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

**Tabla 5A. Análisis de la varianza de la variable altura a los 120 días.**

F.V.	SC	GL	CM	F.Cal	P-valor
TRATAMIENTOS	161,42	2	80,71	2,4	0,1326
REPETICIONES	379,89	6	63,32	1,88	0,1649
Error	403,18	12	33,6		
Total	944,5	20			

Test: Duncan Alfa=0,05

TRATAMIENTOS	MEDIAS	n	E.E.		
T3	46,57	7	2,19	A	
T1	48,01	7	2,19	A	B
T2	53,04	7	2,19	A	B

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

**Tabla 6A. Análisis de la varianza de la variable altura a los 150 días.**

F.V.	SC	GL	CM	F.Cal	P-valor
TRATAMIENTOS	171,6	2	85,8	3,52	0,0626
REPETICIONES	527,14	6	87,86	3,61	0,0279
Error	292,31	12	24,36		
Total	991,05	20			

Test: Duncan Alfa=0,05

TRATAMIENTOS	MEDIAS	n	E.E.		
T3	48,62	7	1,87	A	
T1	53,85	7	1,87	A	B
T2	55,27	7	1,87		B

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



**Tabla7 A. Análisis de la varianza de la variable altura a los 180 días.**

F.V.	SC	GL	CM	F.Cal	P-valor
TRATAMIENTOS	257,73	2	128,86	5,34	0,022
REPETICIONES	540,62	6	90,1	3,73	0,0249
Error	289,78	12	24,15		
Total	1088,12	20			

Test: Duncan Alfa=0,05

TRATAMIENTOS	MEDIAS	n	E.E.	
T3	50,33	7	1,86	A
T1	57,38	7	1,86	B
T2	58,1	7	1,86	B

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

**Tabla 8A. Diámetro de tallo de la plantación.**

Diámetro de tallo promedio de la plantación							
Tratamientos	Repeticiones	Edad					
		30 días (mm)	60 días (mm)	90 días (mm)	120 días (mm)	150 días (mm)	180 días (mm)
T1	R1	3,67	3,67	4,17	4,83	5,67	6,00
T1	R2	4,33	5,33	5,83	6,67	7,33	7,50
T1	R3	4,33	4,83	5,33	6,00	7,17	7,50
T1	R4	4,67	5,33	5,50	6,17	7,00	7,67
T1	R5	3,67	3,67	4,17	4,67	6,00	6,67
T1	R6	3,33	3,33	3,33	3,83	5,17	5,50
T1	R7	4,33	4,67	4,83	5,00	5,33	5,83
T2	R1	4,00	4,67	4,67	5,00	5,67	5,83
T2	R2	4,33	6,33	7,00	7,50	9,00	9,33
T2	R3	4,67	5,67	5,67	5,67	6,83	7,00
T2	R4	3,67	3,67	3,67	4,33	5,50	5,67
T2	R5	4,67	5,67	5,67	5,50	7,00	7,00
T2	R6	4,00	4,17	4,83	5,50	6,33	6,33
T2	R7	4,00	4,67	4,67	5,00	5,67	6,67
T3	R1	4,33	5,00	5,33	5,33	6,00	6,33
T3	R2	4,00	5,00	5,33	5,83	7,00	7,17
T3	R3	3,00	3,83	4,17	4,67	6,17	6,33
T3	R4	4,00	4,67	4,83	5,17	6,17	6,17
T3	R5	3,00	3,50	4,00	3,67	5,83	6,00
T3	R6	3,00	3,33	3,33	3,67	4,17	4,50
T3	R7	2,67	2,67	2,67	2,50	2,67	2,67

**Tabla 9A. Análisis de la varianza de la variable diámetro de tallo a los 30 días.**

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>F.Cal</b>	<b>P-valor</b>
Tratamientos	2,3	2	1,15	3,89	0,0498
Repeticiones	1,33	6	0,22	0,75	0,6197
Error	3,54	12	0,3		
Total	7,18	20			

Test: Duncan Alfa=0,05

<b>Tratamientos</b>	<b>Medias</b>	<b>n</b>	<b>E.E.</b>		
T3	3,43	7	0,21	A	
T1	4,05	7	0,21	A	B
T2	4,19	7	0,21		B

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

**Tabla 10A. Análisis de la varianza de la variable diámetro de tallo a los 60 días.**

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>F.Cal</b>	<b>P-valor</b>
Tratamientos	3,39	2	1,69	2,65	0,1117
Repeticiones	6,81	6	1,13	1,77	0,1876
Error	7,68	12	0,64		
Total	17,87	20			

Test: Duncan Alfa=0,05

<b>Tratamientos</b>	<b>Medias</b>	<b>n</b>	<b>E.E.</b>		
T3	4	7	0,3	A	
T1	4,4	7	0,3	A	B
T2	4,98	7	0,3		B

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

**Tabla 11A. Análisis de la varianza de la variable diámetro de tallo a los 90 días.**

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>F.Cal</b>	<b>P-valor</b>
Tratamientos	3,04	2	1,52	2,24	0,1489
Repeticiones	9,41	6	1,57	2,31	0,1021
Error	8,14	12	0,68		
Total	20,6	20			

Test: Duncan Alfa=0,05

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T3	4,24	7	0,31	A
T1	4,74	7	0,31	A
T2	5,17	7	0,31	A

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

**Tabla 12A. Análisis de la varianza de la variable diámetro de tallo a los 120 días.**

F.V.	SC	GL	CM	F.Cal	P-valor
Tratamientos	4,79	2	2,39	3,94	0,0485
Repeticiones	12,85	6	2,14	3,52	0,0302
Error	7,29	12	0,61		
Total	24,93	20			

Test: Duncan Alfa=0,05

Tratamientos	Medias	n	E.E.		
T3	4,41	7	0,29	A	
T1	5,31	7	0,29	A	B
T2	5,5	7	0,29		B

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

**Tabla 13A. Análisis de la varianza de la variable diámetro de tallo a los 150 días.**

F.V.	SC	GL	CM	F.Cal	P-valor
Tratamientos	4,82	2	2,41	3,75	0,0545
Repeticiones	19,49	6	3,25	5,04	0,0084
Error	7,73	12	0,64		
Total	32,04	20			

Test: Duncan Alfa=0,05

Tratamientos	Medias	n	E.E.		
T3	5,43	7	0,3	A	
T1	6,24	7	0,3	A	B
T2	6,57	7	0,3		B

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

**Tabla 14 A. Análisis de la varianza de la variable diámetro de tallo a los 180 días.**

F.V.	SC	GL	CM	F.Cal	P-valor
Tratamientos	6,31	2	3,16	3,62	0,059
Repeticiones	17,17	6	2,86	3,28	0,038
Error	10,47	12	0,87		
Total	33,95	20			

Test: Duncan Alfa=0,05

Tratamientos	Medias	n	E.E.		
T3	5,6	7	0,35	A	
T1	6,67	7	0,35	A	B
T2	6,83	7	0,35		B

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

**Tabla 15A. Número de ramas de la plantación.**

Número de ramas promedios de la plantación							
Tratamientos	Repeticiones	Edad					
		30 días (Unidad)	60 días (Unidad)	90 días (Unidad)	120 días (Unidad)	150 días (Unidad)	180 días (Unidad)
T1	R1	3,33	5,67	8,45	11,33	13,67	14,33
T1	R2	3,67	4,67	7,00	9,00	11,00	12,33
T1	R3	4,00	6,21	9,24	12,23	15,33	17,67
T1	R4	3,00	5,33	8,33	11,33	14,67	16,33
T1	R5	2,00	4,67	6,33	8,00	9,33	9,67
T1	R6	2,00	3,00	4,33	6,33	9,67	10,67
T1	R7	2,67	5,67	9,00	11,15	12,67	13,81
T2	R1	4,33	7,33	12,45	14,67	17,33	19,67
T2	R2	3,67	6,67	11,67	13,33	16,33	18,23
T2	R3	4,00	6,36	9,33	11,21	13,67	14,33
T2	R4	2,33	4,67	9,78	12,67	13,33	14,33
T2	R5	2,67	4,33	6,33	9,65	9,33	11,67
T2	R6	3,67	4,58	5,33	9,11	12,67	13,67
T2	R7	2,67	5,67	7,22	9,67	11,25	13,25
T3	R1	2,67	4,23	9,67	10,33	12,31	14,33
T3	R2	2,37	4,33	8,33	9,67	11,36	13,67
T3	R3	2,33	3,33	6,33	8,00	10,67	11,33
T3	R4	2,00	3,00	5,00	7,67	10,67	12,67
T3	R5	2,33	4,00	6,67	10,33	11,33	12,67
T3	R6	2,67	4,00	5,33	6,67	7,67	8,26
T3	R7	2,89	3,33	4,33	5,67	6,33	6,67

**Tabla 16A. Análisis de la varianza de la variable número de ramas a los 30 días.**

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>F.Cal</b>	<b>P-valor</b>
Tratamientos	2,65	2	1,33	4,06	0,0449
Repeticiones	3,81	6	0,64	1,95	0,1539
Error	3,92	12	0,33		
Total	10,38	20			

Test: Duncan Alfa=0,05

<b>Tratamientos</b>	<b>Medias</b>	<b>n</b>	<b>E.E.</b>		
T3	2,47	7	0,22	A	
T1	2,95	7	0,22	A	B
T2	3,33	7	0,22		B

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

**Tabla 17A. Análisis de la varianza de la variable número de ramas a los 60 días.**

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>F.Cal</b>	<b>P-valor</b>
Tratamientos	13,31	2	6,66	9,32	0,0036
Repeticiones	7,94	6	1,32	1,85	0,1711
Error	8,57	12	0,71		
Total	29,82	20			

Test: Duncan Alfa=0,05

<b>Tratamientos</b>	<b>Medias</b>	<b>n</b>	<b>E.E.</b>		
T3	3,75	7	0,32	A	
T1	5,03	7	0,32		B
T2	5,66	7	0,32		B

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

**Tabla 18A. Análisis de la varianza de la variable número de ramas a los 90 días.**

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>F.Cal</b>	<b>P-valor</b>
Tratamientos	19,47	2	9,73	3,87	0,0506
Repeticiones	53,51	6	8,92	3,54	0,0296
Error	30,21	12	2,52		
Total	103,18	20			

Test: Duncan Alfa=0,05

Tratamientos	Medias	n	E.E.		
T3	6,52	7	0,6	A	
T1	7,53	7	0,6	A	B
T2	8,87	7	0,6		B

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

**Tabla 19A. Análisis de la varianza de la variable número de ramas a los 120 días.**

F.V.	SC	GL	CM	F.Cal	P-valor
Tratamientos	34,48	2	17,24	6,19	0,0142
Repeticiones	42,34	6	7,06	2,54	0,0803
Error	33,4	12	2,78		
Total	110,22	20			

Test: Duncan Alfa=0,05

Tratamientos	Medias	n	E.E.		
T3	8,33	7	0,63	A	
T1	9,91	7	0,63	A	B
T2	11,47	7	0,63		B

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

**Tabla 20A. Análisis de la varianza de la variable número de ramas a los 150 días.**

F.V.	SC	GL	CM	F.Cal	P-valor
Tratamientos	41,37	2	20,69	5,31	0,0223
Repeticiones	62,02	6	10,34	2,65	0,071
Error	46,77	12	3,9		
Total	150,16	20			

Test: Duncan Alfa=0,05

Tratamientos	Medias	n	E.E.		
T3	10,05	7	0,75	A	
T1	12,33	7	0,75	A	B
T2	13,42	7	0,75		B

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

**Tabla 21A. Análisis de la varianza de la variable número de ramas a los 180 días.**

F.V.	SC	GL	CM	F.Cal	P-valor
Tratamientos	47,19	2	23,6	4,12	0,0433
Repeticiones	79,79	6	13,3	2,32	0,1008
Error	68,67	12	5,72		
Total	195,66	20			

Test: Duncan Alfa=0,05

Tratamientos	Medias	n	E.E.		
T3	11,37	7	0,9	A	
T1	13,54	7	0,9	A	B
T2	15,02	7	0,9		B

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

**Tabla 22A. Número de hojas de la plantación.**

		Número de hojas promedios de la plantación.					
Tratamientos	Repeticiones	Edad					
		30 días (Unidad)	60 días (Unidad)	90 días (Unidad)	120 días (Unidad)	150 días (Unidad)	180 días (Unidad)
T1	R1	29,67	41,00	47,33	107,33	153,00	65,33
T1	R2	36,67	48,33	59,33	117,67	165,00	78,00
T1	R3	40,20	50,33	75,67	161,67	137,33	57,67
T1	R4	41,30	49,33	67,00	177,67	158,00	91,33
T1	R5	25,00	37,34	48,33	84,33	135,33	86,00
T1	R6	30,33	32,30	42,67	74,00	96,67	85,33
T1	R7	35,67	44,33	51,67	97,00	95,33	64,67
T2	R1	40,67	48,33	51,67	84,33	125,00	74,00
T2	R2	36,67	46,33	79,33	125,33	229,00	126,33
T2	R3	53,00	56,33	74,33	106,00	128,67	97,00
T2	R4	26,33	41,33	45,33	76,00	109,33	79,33
T2	R5	51,33	57,33	59,67	81,67	125,33	76,33
T2	R6	38,33	40,33	37,33	74,67	100,33	72,33
T2	R7	38,67	40,67	52,00	103,67	128,67	62,00
T3	R1	39,33	40,67	53,33	88,00	109,21	61,67
T3	R2	44,33	54,78	48,67	92,21	147,85	77,00
T3	R3	30,00	34,67	45,33	89,67	137,33	61,67
T3	R4	29,00	30,00	35,67	92,67	157,67	61,33
T3	R5	36,00	39,33	43,33	97,33	128,67	67,00
T3	R6	23,33	32,67	38,33	47,33	59,33	26,67
T3	R7	21,40	24,67	26,67	52,33	40,67	22,67

**Tabla 23A. Análisis de la varianza de la variable número de hojas a los 30 días.**

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>F.Cal</b>	<b>P-valor</b>
Tratamientos	293,58	2	146,79	2,09	0,1666
Repeticiones	290,33	6	48,39	0,69	0,6633
Error	843,43	12	70,29		
Total	1427,34	20			

Test: Duncan Alfa=0,05

<b>Tratamientos</b>	<b>Medias</b>	<b>n</b>	<b>E.E.</b>	
T3	31,91	7	3,17	A
T1	34,12	7	3,17	A
T2	40,71	7	3,17	A

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )***Tabla 24A. Análisis de la varianza de la variable número de hojas a los 60 días.**

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>F.Cal</b>	<b>P-valor</b>
Tratamientos	397,8	2	198,9	3,85	0,0511
Repeticiones	526,01	6	87,67	1,7	0,2049
Error	619,77	12	51,65		
Total	1543,58	20			

Test: Duncan Alfa=0,05

<b>Tratamientos</b>	<b>Medias</b>	<b>n</b>	<b>E.E.</b>	
T3	36,68	7	2,72	A
T1	43,28	7	2,72	A B
T2	47,24	7	2,72	B

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )***Tabla 25A. Análisis de la varianza de la variable número de hojas a los 90 días.**

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>F.Cal</b>	<b>P-valor</b>
Tratamientos	1044,21	2	522,11	5,49	0,0202
Repeticiones	1564,52	6	260,75	2,74	0,0646
Error	1140,69	12	95,06		
Total	3749,42	20			



Test: Duncan Alfa=0,05

Tratamientos	Medias	n	E.E.		
T3	41,62	7	3,69	A	
T1	56	7	3,69		B
T2	57,09	7	3,69		B

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

**Tabla 26A. Análisis de la varianza de la variable número de hojas a a los 120 días.**

F.V.	SC	GL	CM	F.Cal	P-valor
Tratamientos	4970,45	2	2485,23	4,31	0,0388
Repeticiones	6925,3	6	1154,22	2	0,1442
Error	6918,1	12	576,51		
Total	18813,85	20			

Test: Duncan Alfa=0,05

Tratamientos	Medias	n	E.E.		
T3	79,93	7	9,08	A	
T2	93,1	7	9,08	A	B
T1	117,1	7	9,08		B

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

**Tabla 27A. Análisis de la varianza de la variable número de hojas a los 150 días.**

F.V.	SC	GL	CM	F.Cal	P-valor
Tratamientos	2525,39	2	1262,69	1,73	0,2189
Repeticiones	19163,5	6	3193,92	4,37	0,0143
Error	8764,42	12	730,37		
Total	30453,31	20			

Test: Duncan Alfa=0,05

Tratamientos	Medias	n	E.E.		
T3	111,53	7	10,21	A	
T1	134,38	7	10,21	A	
T2	135,19	7	10,21	A	

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

**Tabla 28A. Análisis de la varianza de la variable número de hojas a los 180 días.**

F.V.	SC	GL	CM	F.Cal	P-valor
Tratamientos	3327,93	2	1663,97	6,84	0,0104
Repeticiones	3441,66	6	573,61	2,36	0,0972
Error	2920,15	12	243,35		
Total	9689,75	20			

Test: Duncan Alfa=0,05

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T3	54	7	5,9	A
T1	75,48	7	5,9	B
T2	83,9	7	5,9	B

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

**Tabla 29 A. Diámetro de copa de la plantación.**

Diámetro de copa promedios de la plantación							
Tratamientos	Repeticiones	Edad					
		30 días (cm)	60 días (cm)	90 días (cm)	120 días (cm)	150 días (cm)	180 días (cm)
T1	R1	9,67	16,67	28,00	36,00	50,33	55,67
T1	R2	13,33	20,67	29,67	45,67	51,23	54,67
T1	R3	14,33	18,67	32,67	42,67	52,67	57,67
T1	R4	13,00	16,67	30,67	45,67	50,25	55,33
T1	R5	12,67	14,67	19,67	37,67	46,67	52,12
T1	R6	10,33	15,00	18,00	25,67	30,54	35,00
T1	R7	13,23	17,31	23,55	30,33	32,67	35,67
T2	R1	13,67	21,33	33,33	45,23	50,00	58,32
T2	R2	18,67	25,33	30,25	32,33	41,56	45,67
T2	R3	17,33	20,33	28,67	44,21	56,00	65,00
T2	R4	14,67	17,67	22,00	36,00	49,33	55,00
T2	R5	23,33	26,00	33,33	37,00	43,67	54,23
T2	R6	14,33	17,33	25,33	32,33	39,00	45,67
T2	R7	13,67	15,67	23,33	38,33	49,00	54,33
T3	R1	11,67	14,67	16,00	36,00	41,33	43,33
T3	R2	12,33	13,33	14,00	37,00	42,00	49,67
T3	R3	11,00	11,67	19,33	41,00	47,67	51,33
T3	R4	11,33	15,54	26,33	32,00	45,00	48,12
T3	R5	12,00	14,33	21,33	44,33	51,45	56,33
T3	R6	10,67	12,67	15,67	20,33	33,00	36,33
T3	R7	9,00	10,67	12,67	16,33	19,67	20,67

**Tabla 30A. Análisis de la varianza de la variable diámetro de copa a los 30 días.**

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>F.Cal</b>	<b>P-valor</b>
Tratamientos	111,41	2	55,71	13,53	0,0008
Repeticiones	51,45	6	8,57	2,08	0,1317
Error	49,41	12	4,12		
Total	212,27	20			

Test: Duncan Alfa=0,05

<b>Tratamientos</b>	<b>Medias</b>	<b>n</b>	<b>E.E.</b>	
T3	11,14	7	0,77	A
T1	12,37	7	0,77	A
T2	16,52	7	0,77	B

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

**Tabla 31A. Análisis de la varianza de la variable diámetro de copa a los 60 días.**

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>F.Cal</b>	<b>P-valor</b>
Tratamientos	184,37	2	92,19	13,88	0,0008
Repeticiones	59,82	6	9,97	1,5	0,2583
Error	79,71	12	6,64		
Total	323,91	20			

Test: Duncan Alfa=0,05

<b>Tratamientos</b>	<b>Medias</b>	<b>n</b>	<b>E.E.</b>	
T3	13,27	7	0,97	A
T1	17,09	7	0,97	B
T2	20,52	7	0,97	C

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

**Tabla 32A. Análisis de la varianza de la variable diámetro de copa a los 90 días.**

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>F.Cal</b>	<b>P-valor</b>
Tratamientos	402,96	2	201,48	8,19	0,0057
Repeticiones	161,9	6	26,98	1,1	0,4179
Error	295,21	12	24,6		
Total	860,07	20			

Test: Duncan Alfa=0,05

<b>Tratamientos</b>	<b>Medias</b>	<b>n</b>	<b>E.E.</b>	
T3	17,9	7	1,87	A
T1	26,03	7	1,87	B
T2	28,03	7	1,87	B

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

**Tabla 33A. Análisis de la varianza de la variable diámetro de copa a los 120 días.**

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>F.Cal</b>	<b>P-valor</b>
Tratamientos	134,61	2	67,31	1,72	0,2212
Repeticiones	697,44	6	116,24	2,96	0,0517
Error	470,91	12	39,24		
Total	1302,96	20			

Test: Duncan Alfa=0,05

<b>Tratamientos</b>	<b>Medias</b>	<b>n</b>	<b>E.E.</b>	
T3	32,43	7	2,37	A
T1	37,67	7	2,37	A
T2	37,92	7	2,37	A

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

**Tabla 34A. Análisis de la varianza de la variable diámetro de copa a los 150 días.**

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>F.Cal</b>	<b>P-valor</b>
Tratamientos	177,16	2	88,58	2,19	0,155
Repeticiones	918,48	6	153,08	3,78	0,0239
Error	486,08	12	40,51		
Total	1581,72	20			

Test: Duncan Alfa=0,05

<b>Tratamientos</b>	<b>Medias</b>	<b>n</b>	<b>E.E.</b>	
T3	40,02	7	2,41	A
T1	44,91	7	2,41	A
T2	46,94	7	2,41	A

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

**Tabla 35A. Análisis de la varianza de la variable diámetro de copa a los 180 días.**

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>F.Cal</b>	<b>P-valor</b>
Tratamientos	376,45	2	188,22	4	0,0466
Repeticiones	1147,07	6	191,18	4,07	0,0186
Error	564,17	12	47,01		
Total	2087,69	20			

Test: Duncan Alfa=0,05

<b>Tratamientos</b>	<b>Medias</b>	<b>n</b>	<b>E.E.</b>	
T3	43,68	7	2,59	A
T1	49,45	7	2,59	A B
T2	54,03	7	2,59	B

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

**Tabla 36A. Riego por planta en trasplante.**

TRATAMIENTOS	T1 (Hidrogel)	T2 (Waterboxx)	T3 (convencional)
AGUA	l.	l.	l.
Total	8	40	8

**Tabla 37A. Riego por planta durante el ensayo.**

TRATAMIENTOS	T1 (Hidrogel)	T2 (Waterboxx)	T3 (convencional)
Und. Med.	l.	l.	l.
Frec. agua			
15 días	4	0	4
30 días	4	0	4
45 días	4	0	4
60 días	4	0	4
75 días	4	0	4
90 días	4	0	4
105 días	4	0	4
120 días	4	0	4
135 días	4	0	4
150 días	4	0	4
165 días	4	0	4
180 días	4	0	4
TOTAL	48	0	48

**Tabla 38A. Prendimiento de la plantación.**

PRENDIMIENTO DE LA PLANTACION A LOS 180 DIAS							
TRATAMIENTOS	REPETICION 1	REPETICION 2	REPETICION 3	REPETICION 4	REPETICION 5	REPETICION 6	REPETICION 7
H1	V	V	V	V	V	V	V
H2	V	V	V	V	V	V	V
H3	V	V	V	V	V	V	V
W1	V	V	V	V	V	V	V
W2	V	V	V	V	V	V	V
W3	V	V	V	V	V	V	V
C1	V	V	V	V	V	V	V
C2	V	V	V	V	V	V	V
C3	V	V	V	V	V	V	M

LEYENDA
V = VIVAS
M = MUERTAS



**Figura 2A. Ubicación uso de hidrogel en el trasplante.**



**Figura 3A. Ubicación de cajas de waterboxx en la plantación.**





**Figura 4A. Efecto del ataque de termitas bajo cajas de Waterboxx y sus galerías.**



**Figura 5A. Control de termitas con cal.**





**Figura 6A. Uso de creolina para control de plagas.**



**Figura 7A. Control de plagas en el cultivo.**