

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**  
**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES**  
**DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS DE LOS RECURSOS**  
**NATURALES RENOVABLES**



**EFFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE SUSTRATOS ORGÁNICOS EN EL**  
**CRECIMIENTO DE PLÁNTULAS DE *Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn.**  
**“CEDRO ROSADO”, FASE DE VIVERO**

**Tesis**

**Para optar el título de:**

**INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES**  
**MENCIÓN FORESTALES**

**ÁNGEL OVIDIO AGÜERO HUERTA**

**PROMOCIÓN 2006– II**

**Tingo María – Perú**

**2010**



F04

A31

Agüero Huerta, Angel O.

Efecto de Diferentes Tipos de Sustratos Orgánicos en el Crecimiento de Plántulas de *Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn. "Cedro Rosado", Fase de Vivero. Tingo María 2010

73 h.; 23 cuadros; 18 fgrs.; 46 ref.; 30 cm.

Tesis (Ing. Recursos Naturales Renovables Mención: Forestales) Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María (Perú). Facultad de Recursos Naturales Renovables.

SUSTRATO / ABONO ORGÁNICO / CRECIMIENTO / DESARROLLO /  
/ VIVERO / CEDRO ROSADO / METODOLOGÍA / TINGO MARÍA /  
/ RUPA RUPA / LEONCIO PRADO / HUÁNUCO / PERÚ.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA  
Tingo María – Perú



FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

## ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS

Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 10 de mayo de 2010, a horas 06:00 p.m. en la Sala de Grados de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, para calificar la tesis titulada:

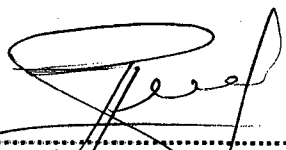
### “EFECTO DE DIFERENTES TIPOS DE SUSTRATO ORGÁNICO EN EL CRECIMIENTO DE PLÁNTULAS DE *Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn. “CEDRO ROSADO”, FASE VIVERO

Presentado por el Bachiller: **ÁNGEL OVIDIO, AGÜERO HUERTA**, después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara aprobado con el calificativo de “BUENO”.


En consecuencia el sustentante queda apto para optar el **Título de INGENIERO en RECURSOS NATURALES RENOVABLES, mención FORESTALES**, que será aprobado por el Consejo de Facultad, tramitándolo al Consejo Universitario para la otorgación del título correspondiente.

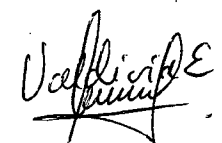
Tingo María, 25 de mayo de 2010

  
.....  
Ing. JAIME TORRES GARCÍA  
Presidente

  
.....  
Ing. RAÚL ARAUJO TORRES  
Vocal



  
.....  
Ing. WARREN RÍOS GARCÍA  
Vocal

  
.....  
Ing. MSc. LUIS A. VALDIVIA ESPINOZA  
Asesor

## DEDICATORIA

A mí Madre Juliana Huerta De Agüero; quien con amor y sacrificio me apoyó durante mi trayectoria estudiantil. De no ser por ella no escribiría estas palabras y no existiría todo lo demás.

A mi Padre Nicéforo Agüero Rojas y mis hermanos Nicolás, Patricia y Nicéforo; las personas que más quiero en este mundo.

A mis amigos: Yaqueline, Lynn, Franz, Alexander, Bennie, Raúl, Oscar; que estuvieron conmigo en esos momentos difíciles que a veces pasamos en nuestras vidas donde el deseo y el ánimo de seguir se quiere derrumbar. Gracias a ellos por existir conmigo.

## **AGRADECIMIENTOS**

En general a todas y cada una de las personas que han vivido conmigo la realización de esta tesis, porque tanto ellas como yo sabemos que desde lo más profundo de mi corazón les agradezco el haberme brindado todo el apoyo, colaboración, ánimo y sobre todo cariño y amistad.

A mis Asesores: El Ing. M.Sc. Luis Alberto, Valdivia Espinoza y el Ing. M.Sc. Carlos, Huatuco Barzola, patrocinadores del presente trabajo de investigación.

Al Ing. M. Sc. David, Guarda Sotelo, colaborador en el cálculo de los análisis estadísticos.

Al Sr. Oscar Del Águila Picón, por su apoyo en el Vivero Forestal de la Facultad de Recursos Naturales Renovables.

A los que en ese entonces Bachilleres. Percy Cárdenas Tavera y Alexander Huamán Lévano, por su valiosa colaboración y hacer posible este trabajo de investigación y además por ser mis amigos.

## ÍNDICE GENERAL

	<b>Página.</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1. Objetivos.....	2
1.1.1. General.....	2
1.1.2. Específicos.....	2
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>	<b>4</b>
2.1. Antecedentes generales del <i>Acrocarpus fraxinifolius</i> Wight & Arn. "cedro rosado".....	4
2.1.1. Descripción botánica.....	4
2.1.2. Descripción botánica y morfológica.....	4
2.1.3. Distribución geográfica.....	5
2.1.4. Silvicultura de la especie.....	6
2.2. Condiciones de plantas en campo definitivo.....	11
2.3. Fertilización orgánica.....	11
2.4. Elementos importantes de la planta.....	13
2.5. Los microorganismos en el suelo.....	14
2.6. Características del humus de lombriz.....	16
2.7. Características del guano de islas.....	18
2.7.1. Propiedades de guano de islas.....	19
2.8. Características de la gallinaza.....	21
2.9. Crecimiento y desarrollo en las plantas.....	22

<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>24</b>
3.1. Localización del experimento.....	24
3.2. Materiales y equipos.....	25
3.2.1. Insumos.....	25
3.2.2. Herramientas.....	25
3.2.3. Equipos.....	25
3.2.4. Material biológico.....	26
3.3. Metodología.....	27
3.3.1. Descripción del experimento y tratamiento.....	27
3.3.2. Evaluación de las características.....	30
3.3.3. Análisis estadístico.....	31
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>33</b>
4.1. Efecto en altura de plantas de <i>Acrocarpus fraxinifolius</i> Wight & Arn.....	33
4.1.1. Altura de plantas entre los tratamientos.....	34
4.1.2. Altura de plantas entre los abonos orgánicos y testigo.....	38
4.2. Efecto en diámetro de plantas de <i>Acrocarpus fraxinifolius</i> Wight & Arn.....	39
4.2.1. Diámetro de plantas entre los tratamientos.....	40
4.2.2. Diámetro de plantas entre los abonos orgánicos y testigo.....	43
4.3. Efecto en materia seca de plantas de <i>Acrocarpus fraxinifolius</i> Wight & Arn.....	44

4.3.1. Materia seca de raíz.....	44
4.3.2. Materia seca de tallos y hojas.....	49
4.4. Efecto en volumen radicular de plantas de <i>Acrocarpus fraxinifolius</i> Wight & Arn.....	56
4.4.1. Volumen radicular de plantas entre los tratamientos...	56
4.4.2. Volumen radicular de plantas entre los abonos orgánicos y testigo.....	60
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>62</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>63</b>
<b>VII. ABSTRACT.....</b>	<b>64</b>
<b>VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>66</b>
<b>IX. ANEXOS.....</b>	<b>73</b>



## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro</b>		<b>Página</b>
1.	Composición química aproximada de abonos orgánicos.....	15
2.	Composición química del humus de lombriz.....	17
3.	Composición química del guano de islas.....	20
4.	Composición química de gallinaza.....	21
5.	Parámetros climatológicos durante los meses del experimento.....	24
6.	Características del material biológico de <i>A. fraxinifolius</i> Wight & Arn.....	26
7.	Preparación de los tratamientos a experimentar.....	27
8.	Análisis químico - físico del suelo agrícola (70 %) arena fina (30 %).....	28
9.	ANVA de altura de la planta de <i>A. fraxinifolius</i> Wight & Arn...	33
10.	Prueba Duncan en altura de <i>A. fraxinifolius</i> Wight & Arn.....	34
11.	Prueba Duncan en altura de <i>A. fraxinifolius</i> Wight & Arn., según los abonos orgánicos y testigo.....	38
12.	ANVA de diámetro de la planta de <i>A. fraxinifolius</i> Wight & Arn.....	39
13.	Prueba Duncan del diámetro de <i>A. fraxinifolius</i> Wight & Arn.	40
14.	Prueba Duncan en diámetro de <i>A. fraxinifolius</i> Wight & Arn., según los abonos orgánicos y testigo.....	41

15.	ANVA de materia seca de raíz de la planta de <i>A. fraxinifolius</i> Wight & Arn.....	44
16.	Prueba Duncan materia seca de raíz de <i>A. fraxinifolius</i> Wight & Arn.....	45
17.	Prueba Duncan en materia seca de raíz de <i>A. fraxinifolius</i> Wight & Arn., según los abonos orgánicos y testigo.....	48
18.	ANVA de materia seca de tallos y hojas de la planta de <i>A. fraxinifolius</i> Wight & Arn.....	49
19.	Prueba Duncan materia seca de tallos y hojas de <i>A. fraxinifolius</i> Wight & Arn.....	50
20.	Prueba Duncan en materia seca de tallos y hojas de <i>A. fraxinifolius</i> Wight & Arn., según los abonos orgánicos y testigo.....	55
21.	ANVA de volumen radicular de planta de <i>A. fraxinifolius</i> Wight & Arn.....	56
22.	Prueba Duncan en volumen radicular de <i>A. fraxinifolius</i> Wight & Arn.....	56
23.	Prueba Duncan en volumen radicular de <i>A. fraxinifolius</i> Wight & Arn., según los abonos orgánicos y testigo.....	60

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura</b>		<b>Página</b>
1.	Promedios de temperatura (°C) y precipitación (mm).....	25
2.	Croquis del experimento (Distribución de los tratamientos DCA).....	30
3.	Distribución de altura de planta de <i>A. fraxinifolius</i> Wight & Arn.en los tratamientos.....	34
4.	Línea de tendencia del crecimiento de altura de plantas de <i>A. fraxinifolius</i> Wight & Arn.....	37
5.	Distribución de la altura de planta según los abonos orgánicos.....	38
6.	Distribución de diámetro de planta de <i>A. fraxinifolius</i> Wight & Arn. en los tratamientos.....	41
7.	Línea de tendencia del crecimiento de diámetro de plantas de <i>A. fraxinifolius</i> Wight & Arn.....	42
8.	Distribución del diámetro de planta según los abonos orgánicos.....	43
9.	Distribución de la acumulación de materia seca de raíz por tiempo de evaluación.....	46
10.	Curvas de acumulación de materia seca de raíz de <i>A. fraxinifolius</i> Wight & Arn. por tiempo de evaluación.....	47
11.	Distribución de materia seca de raíz según los abonos orgánicos.....	48

12.	Distribución de la acumulación de materia seca de tallos y hojas por tiempo de evaluación.....	52
13.	Acumulación de materia seca de raíz y tallos y hojas de <i>A. fraxinifolius</i> Wight & Arn.....	53
14.	Curvas de acumulación de materia seca de tallos y hojas de <i>A. fraxinifolius</i> Wight & Arn. por tiempo de evaluación.....	54
15.	Distribución de materia seca de tallos y hojas según los abonos orgánicos.....	55
16.	Distribución de la acumulación de volumen radicular de raíz por tiempo de evaluación.....	58
17.	Curvas de acumulación de volumen radicular de <i>A. fraxinifolius</i> Wight & Arn. por tiempo de evaluación.....	59
18.	Distribución de volumen radicular según los abonos orgánicos.....	60

## RESUMEN

La situación actual de algunos productores del país es crítica, debido al avance de la frontera agrícola y a los bajos rendimientos de sus cultivos, que trae como consecuencia una deforestación indiscriminada. Como alternativa ante esta problemática, surge el *Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn., "cedro rosado" de la India que puede contribuir a la reforestación y al aprovechamiento sostenible de la explotación maderera. Por tanto, la presente investigación procura aportar información sobre esta especie a nivel de vivero, evaluando la capacidad de crecimiento en sustratos con diferentes abonos orgánicos (humus de lombriz, guano de islas y gallinaza), para ello se consideró por cada abono orgánico tres niveles 10 %, 20 % y 30 % en mezcla con sustrato compuesto por suelo agrícola 70 % y arena fina 30 %, formando así 10 tratamientos incluyendo el testigo. El número de plantas evaluadas por tratamiento fue de 24, haciendo un total de 240 plantas en los 10 tratamientos, distribuidos al azar en cama de vivero.

Se realizó análisis de varianza (ANVA) sobre las variables evaluadas. Con la finalidad de determinar las categorías estadísticas en los niveles de cada factor y variable evaluada se procedió a realizar la prueba de Duncan ( $\alpha = 0,05$ ), comparando así la diferencia estadística entre tratamientos.

En todo ello se determinó que el sustrato con abono orgánico de gallinaza al 30 %, que corresponde al Tratamiento T9, presentó mejores resultados, la altura y diámetro de plantas fue de 18,044 cm y 4,308 mm respectivamente. Con respecto al cálculo de materia seca de plantas correspondió al tratamiento T9, abono orgánico de gallinaza al 30 %, con materia seca de raíz 1,323 g y materia seca de tallos y hojas 4,794 g. De igual forma se le atribuye a este tratamiento (T9) el cálculo de volumen radicular 5,948 ml.

## I. INTRODUCCIÓN

El *Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn. es originario de las colinas del sur y del este de la India y Birmania, donde se le conoce con el nombre de "mundani", ingreso al Perú el año 2000, es conocido como "cedro rosado" y uno de los pioneros es Promotora de Proyectos Sostenibles y Agroforestales del Perú S.A.C con plantaciones en la provincia de Chanchamayo (Región Junín).

Esta especie es un árbol grande y alcanza una altura de 30 metros en México y hasta 60 metros en otros lugares del mundo, con diámetros de 0,90 a 2,40 metros. Con esta especie se ha realizado plantaciones con éxito desde el nivel del mar hasta 2000 msnm, es una especie de rápido crecimiento, si se considera todas las necesidades que requiere para su desarrollo desde su etapa inicial.

La calidad de una plantación forestal está relacionada con la calidad del plantón en el vivero, para obtenerlo no sólo es necesario contar con buen material genético, también es indispensable la incorporación de métodos adecuados en el proceso de producción. En tal sentido, el sustrato en el que la planta desarrollará sus primeros estadios de vida es un elemento tecnológico fundamental para la obtención de plantas de calidad. Y es por eso que mejorar el crecimiento de las plantas no sólo aumenta la calidad de éstas sino también

implica una utilización más eficiente del tiempo, la mano de obra y los recursos del vivero

A menudo se usan las técnicas comunes de producción de plántulas en vivero sin experimentar con otros procedimientos. Aun cuando el crecimiento de las plantas haya sido adecuado en el pasado, y especialmente si no lo ha sido, vale la pena intentar otras técnicas para ver si se puede mejorar el crecimiento, realizando así experimentos en sustratos diferentes para poder determinar el medio ideal para el desarrollo de la especie puesta a prueba.

## **1.1. Objetivos**

### **1.1.1. General**

- Determinar el efecto de diferentes tipos de sustratos orgánicos en el crecimiento de plántulas de *Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn. "cedro rosado", en fase de vivero.

### **1.1.2. Específicos**

- Determinar el efecto de diferentes tipos de sustratos orgánicos en la altura de plantas de *Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn. "cedro rosado".
- Determinar el efecto de diferentes tipos de sustratos orgánicos en el diámetro de plantas de *Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn. "cedro rosado".



- Determinar el efecto de diferentes tipos de sustratos orgánicos en materia seca de las plantas de *Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn. "cedro rosado".
- Determinar el efecto de diferentes tipos de sustratos orgánicos en el volumen radicular de plantas de *Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn. "cedro rosado".

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Antecedentes generales del *Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn. “cedro rosado”

#### 2.1.1. Descripción taxonómica

División	: MAGNOLIOPHYTA
Clase	: MAGNOLIOPSIDA (dicotiledóneas)
Subclase	: Rosidae
Orden	: Fabales
Familia	: CAESALPINIACEAE
Género	: <i>Acrocarpus</i>
Especie	: <i>Fraxinifolius</i>
Nombre común	: Cedro rosado

Fuente: CRONQUIST (1981)

#### 2.1.2. Descripción botánica y morfológica

Es un árbol de porte grande que alcanza una altura de 30 metros y emite ramas extendidas que son divisiones del tronco principal. Las hojas, de color verde entre oscuro y luminoso el cual presenta hojas bipinnadas representado aproximadamente de 3 a 4 pares de pinna. El tronco alcanza un

diámetro de 0,90 a 2,40 metros. Su corteza es marrón grisáceo y fino, el tallo es recto y su corona liviana y redondeada (WHITMORE y OTAROLA, 1976).

Las hojas son grandes, compuestas, bipinnadas. Las flores aparecen en racimos y son de un color rojo escarlata. Generalmente, la floración ocurre en los meses de marzo y abril, en árboles que alcanzan 10 ó más años. Las vainas aplanadas de 8 a 12 cm de largo y contienen en promedio 10 semillas de forma ovalada y aplanada. La copa o corona es liviana y redondeada. No tiene efectos alelopáticos sobre otros cultivos. Además tiene un sistema radicular profundo (pivotante), manteniendo el suelo y mejorando la infiltración de agua. Con nódulos radiculares donde se instalan bacterias del género *Rhizobium*, con capacidad de fijar el nitrógeno atmosférico (MENÉNDEZ, 2006).

### **2.1.3. Distribución geográfica**

El *Acrocarpus fraxinifolius* Wight “cedro rosado” es originario de la India, donde se le conoce también, como árbol guijarra, fresno, lazcar, mundani (BURNS, MOSQUERA y WHITMORE, 1998).

El área de localización natural de cedro rosado, comprende el occidente de la India, Bangladesh, hasta alcanzar el norte de Birmania. Se extiende desde los 23 a 27° latitud norte donde forma parte de los bosques mixtos siempre verdes y se encuentra a altitudes de 0 hasta 1500 msnm (GALLOWAY y BORGO, 1984).

En México, el cedro rosado se cultiva con éxito desde el nivel del mar hasta 2000 msnm, siempre que la humedad sea suficiente, también puede

ser cultivado en regiones con climas con una precipitación que varía entre los 500 y 3.000 mm, y a temperaturas entre los 14 a 26 °C. Necesita suelos profundos, con buen drenaje y un pH de 6,9 a 7,5 (HOLTON, 1959).

#### **2.1.4. Silvicultura de la especie**

##### **2.1.4.1. Semillas**

Hasta ahora, solo se conoce la forma de propagación por semilla. Un kilogramo de semilla contiene un promedio de 32000 unidades; comercialmente, 20000 son viables por cada kilogramo de semilla. Las semillas sembradas sin tratamientos tienen una germinación muy pobre y heterogénea. Para lograr una germinación homogénea se recomienda sumergir la semilla en ácido sulfúrico concentrado por 5 minutos para dejarla después remojándola con agua corriente por 12 horas; otro tratamiento consiste en introducir la semilla en agua a 80 °C y dejarla dentro del agua, hasta que esta se enfríe, por un período de 8 horas (SEPATRO, 2006).

La semilla a emplearse para propagar esta especie debe tener como características una germinación elevada, estar libre de enfermedades e insectos y estar exenta de otras semillas o materiales extraños. En promedio, un kilogramo de semilla tiene 20000 unidades viables (MENÉNDEZ, 2006).

##### **2.1.4.2. Repique de plántulas**

Las semillas comienzan a germinar en el sustrato a los 6 a 8 días. Las plantas estarán listas para su trasplante al vivero cuando alcancen los 5 cm de altura (2 hojas o pesetilla) (WHITMORE y OTAROLA, 1976).

#### **2.1.4.3. Crecimiento en vivero**

En los tres o cuatro meses posteriores a su germinación las plantas alcanzan una altura de 20 a 40 cm y pueden ser trasladadas al campo. La plantación requiere limpiezas regulares para eliminar las malezas, hasta que alcance un buen porte (PERÚ AGROFORESTRY, 2006).

A los 3 meses de su germinación éstos alcanzan una altura de 30 a 40 centímetros pudiendo ya ser llevado a campo definitivo utilizando el sistema tres bolillos a una distancia de siembra de 3 x 3 m (GALLOWAY y BORGIO, 1984).

En los viveros, las plantas se dejan crecer por un periodo aproximado de 3 meses, alcanzando una altura de 25 a 35 cm. Después del trasplante se aplica riego abundantemente y dependiendo de las condiciones del sitio, puede colocarse una malla sombra (WHITMORE. y OTAROLA, 1976).

#### **2.1.4.4. Prevención y control en cama de cría y repique**

Los organismos patógenos más destructivos son aquellos que producen el ahogamiento o secadera en las pequeñas plantas, causadas por hongos, bacterias o virus. El ahogamiento o mal del talluelo, es causado por varios hongos como *Rhizoctonia solani*, *Pythium ultimum*, *Phytophthora*, *Botrytis* y *Verticillium*, entre otros. La semilla puede podrirse o bien las plantas se pudren antes que emerjan del sustrato al ser atacadas por el mal del talluelo. Las plántulas pueden desarrollar una pudrición en forma de anillo cerca de la superficie, casi siempre en forma de manchones o círculos. Estas plantas enfermas deben eliminarse y destruirse. Para el mal del talluelo, lo

mejor es realizar tratamientos preventivos a las camas antes de poner la semilla (MENÉNDEZ, 2006).

#### **2.1.4.5. Condiciones en campo definitivo**

Crece en suelos con un pH que va de 5,5 a 7 preferentemente. Las condiciones de suelo son de gran importancia en el desarrollo del *Acrocarpus fraxinifolius*, aunque puede establecerse en la mayoría de los tipos de suelo. Los rendimientos más satisfactorios se dan en suelos profundos, húmedos pero bien drenados y sin obstáculos, ya que las raíces llegan hasta los 4,5 m de profundidad (MENÉNDEZ, 2006).

Este árbol tiene un extraordinario desarrollo cuando se expone a plena luz solar, ya que es una especie heliófila, con temperaturas de los 12 a 35 °C y una humedad relativa que oscile entre 50 y 85 % (MENÉNDEZ, 2006).

El crecimiento y desarrollo es rápido, observándose un desarrollo vertical, en los mejores lugares, de hasta 8,5 m en los primeros 12 meses, con un crecimiento normal entre los 5 y 7 m al año de sembrado. A los dos años puede alcanzar un promedio de 12,75 m de alturas y 11,05 cm de DAP (diámetro a la altura del pecho), con un rendimiento de 47,5 m<sup>3</sup> por ha/año (SEPATRO, 2006).

En México se consideran muy pocas las plagas que afectan el cedro rosado. Las hormigas arrieras (*Atta sp*), defolian a los árboles jóvenes, el control se realiza con un ingrediente activo de sulfuramida. Otra plaga importante que construye sus galerías cubiertas sobre la corteza del tronco del árbol la constituye las termitas (*Cryptotermes brevis* y *Nasutitermis comiger*),

las cuales también atacan la madera sin tratamiento. Las tuzas o taltuzas (*Orthogeomys heterodus*) es un roedor que causa el mayor daño en el campo forestal, tanto por el consumo de plantas como por la destrucción de raíces de los árboles jóvenes, incluso llegan a roer las raíces de los árboles adultos, provocando su caída. El control para estos roedores es difícil, pero puede hacerse con trampas y cebos envenenados. Entre los enemigos naturales de las tuzas se encuentran las víboras, comadrejas, mapaches, tejones y coyotes (MENÉNDEZ, 2006).

En Zambia en cultivos experimentales de *Acrocarpus fraxinifolius* de 2 a 4 años de edad, se comprobó un crecimiento vertical anual de 1,3 a 3 m, y en un cultivo de 23 años, y la altura media observada fue de 26 m. En condiciones ambientales favorables se puede contar con incrementos en volumen de 10 m<sup>3</sup>/ha/año (SEPATRO, 2006).

El uso de especies introducidas ofrece en muchos casos, ventajas comparativas en velocidad de crecimientos y tiempos de aprovechamientos más cortos que son fundamentales para desarrollar proyectos finalmente viables. Por dar un ejemplo en el trópico, con el uso de especies nativas podrían obtenerse incrementos anuales del orden de 5 a 10 m<sup>3</sup>/ha/año, y tiempos mínimos de 15 a 20 años, mientras que con especies introducidas como el cedro rosado, los crecimientos serían de 30 a 50 m<sup>3</sup>/ha/año y tiempos de aprovechamientos se reducirían de 7 a 10 años. Su futuro como cultivo maderero, en solitario o asociado a otros cultivos como los cafetales, así como para repoblación forestal es muy prometedor. Es utilizada para muebles,

acabados finos, madera para construcción, pisos, escaleras, puertas, cajas, etc. (SEPATRO, 2006).

En México y Guatemala, *Acrocarpus fraxinifolius* está difundido debido a las características impresionantes que posee, han tenido buenos resultados en su desarrollo usando distancias de siembra de 3 x 3, y de 4 x 4 m en las plantaciones con fertilización química (MENAGRO, 2006). También han practicado distancias de 7 x 7 y 8 x 8 m pero en arreglos agroforestales para generar sombra, en cultivos como café, cacao, entre otros (SEPATRO, 2006).

El cedro rosado es un árbol grande que en México llega a alcanzar en las regiones cafetaleras los 35 m de altura y es muy usado en proyectos agroforestales. A la altura del pecho alcanza diámetros de 0,80 a 1,10 m. La característica principal del cedro rosado, además de su rápido crecimiento, es que es un árbol de un solo tronco, de fuste recto y limpio, pudiendo alcanzar 18 m de altura de aprovechamiento para madera aserrada (MENÉNDEZ, 2006).

El cedro rosado pesa en promedio  $690 \text{ kg/m}^3$  al 12 % de contenido de humedad y se comporta muy bien en el secado. Se ha encontrado que a mayor peso específico, mayor es la longitud de las fibras y que a mayor altura en el tronco, disminuye el peso específico de la madera; la cual es de gran utilidad, suficientemente dura pero fácil de trabajar y en general, produce una superficie lisa de buen acabado (MENÉNDEZ, 2006).

## **2.2. Condiciones de plantas para campo definitivo**

La calidad de las plantas está determinada por su comportamiento en terreno. Las plantas de buena calidad son aquellas capaces de sobrevivir



estreses ambientales prolongados y crecer vigorosamente inmediatamente después de plantadas en un sitio particular (JOHNSON y CLINE, 1991).

Bajo una óptima condición fisiológica, la morfología de las plantas es un buen indicador de su calidad (RITCHIE *et al.* 1984). Entre los parámetros morfológicos, los más usados por viveristas para clasificar las plantas por calidad han sido la longitud y diámetro del tallo (MEXAL y LANDIS, 1990 y MEXAL y SOUTH, 1990). Sin embargo, no siempre han sido confiables, especialmente cuando plantas excesivamente altas son establecidas en sitios de escasa disponibilidad de agua (BOYER y SOUTH, 1998).

### **2.3. Fertilización orgánica**

Los abonos orgánicos son de gran importancia para los cultivos ya que mejoran las condiciones físico-químicas y biológicas del suelo, su capacidad de absorber el oxígeno y el balance de humedad. El uso de abonos orgánicos es limitado en muchos casos por la falta de información en las instituciones, quienes pagan altos costos por los fertilizantes sintéticos. Los abonos orgánicos son una alternativa económica y viable para terminar paulatinamente con la dependencia de los abonos sintéticos (GUERRERO, 1993).

El empleo de los abonos orgánicos data de tiempos remotos, utilizaron todas las civilizaciones del mundo, brindando buenos resultados, lo que permite la producción de alimentos en cantidades suficientes; presentan entre otras cuestiones. Según GANDARILLA (1988), un alto contenido de sustancias orgánicas que cuando se aplican al suelo van a influir directamente

sobre el contenido y calidad de la materia orgánica de éste, existiendo una correlación positiva entre el abonado y la materia orgánica del suelo (GUERRERO, 1993).

ALONSO *et al.* (1996), menciona que el factor principal que determina la fertilidad del mismo es precisamente su presencia, que diferencia al suelo de su roca formadora. Los efectos que provocan los abonos orgánicos en el suelo han sido estudiados por EMMUS (1991), KALMAS y VÁZQUEZ (1996), SENDRA (1996) y PEÑA (1998), quienes señalan que la materia orgánica influye sobre las principales propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, como son la disponibilidad de nutrientes, la conductividad eléctrica, el pH, la capacidad de intercambio aniónico y catiónico, actúa como un amortiguador, regulando la disponibilidad de nutrientes según las necesidades de la planta; aumenta la capacidad de almacenamiento de agua, regula la aireación del suelo y aumenta la actividad biótica y la capacidad de resistencia a factores ambientales negativos como arrastres y erosión.

La agricultura orgánica a nivel mundial ha demostrado que sus niveles de producción son iguales o superiores a los de la tecnológica y que sus productos no envenenan ni enferman al productor (GIANELLA, 1993).

La riqueza y composición de los abonos orgánicos que se aplican al suelo, varían dependiendo de la fuente de donde provienen, del tipo de abono y de la alimentación de los animales y su transformación depende de las condiciones ambientales y de las características físicas y químicas del suelo (PARETAS *et al.*, 1983; KALMAS y VÁZQUEZ, 1996).

La adición de materia orgánica puede favorecer el desarrollo radical tanto en forma directa como indirecta. La aplicación de enmiendas orgánicas estimula la producción de raíces finas lo que favorece la absorción de nutrientes (HE *et al.*, 2000; VEGA *et al.*, 2005).

Indirectamente, los abonos orgánicos pueden mejorar las propiedades físicas del suelo, como la estructura y la densidad aparente, mediante un efecto floculante propio de la materia orgánica. Esto mejora el movimiento del aire, el agua, y los nutrientes; lo que permite incrementar el crecimiento y la penetración radical. Las enmiendas orgánicas también pueden aumentar la capacidad de intercambio catiónico de los suelos y favorecer la proliferación de microorganismos benéficos (BOVI *et al.*, 1999; MOLINA, 2000; VEGA *et al.*, 2005).

#### **2.4. Elementos importantes en la planta**

- El nitrógeno: Interviene principalmente en la formación de la estructura de la planta.
- El fósforo: Interviene en la formación de raíces, floración y fructificación de la planta.
- El potasio: Interviene en la formación de hidratos de carbono (azúcares), en la formación y traslado de los almidones hacia los órganos de reserva (fruto). Está relacionado con la sanidad de la planta y calidad del producto cosechado (PROABONOS, 2008).

La fertilidad de un suelo se define como su capacidad para proporcionar a las plantas un medio físico, que permita su establecimiento y

desarrollo y suministro, en cantidad y forma adecuada, los nutrientes que necesitan para satisfacer sus necesidades durante toda su existencia. Las propiedades químicas, físicas, biológicas y climáticas que actúan normalmente en interacción, son las que identifican la fertilidad de los suelos. Entre estos factores, quizás los componentes biológicos sean los últimos que se han tomado en cuenta en investigación y producción de los cultivos, además hoy se acepta que la actividad de los microorganismos no solo es un factor clave en la fertilidad del suelo, sino que también lo es en la estabilidad y funcionamiento de ecosistemas naturales como los agro ecosistemas (TRASAR *et al.*, 2000).

## **2.5. Los microorganismos del suelo**

La importancia de los microorganismos en ambientes naturales deriva de su cantidad, diversidad y, sobre todo, de su gran espectro de actividades que, en la mayoría de los casos, repercuten en los seres superiores con los cuales comparte un determinado hábitat. Concretamente en el suelo, los microorganismos desarrollan una amplia gama de acciones que inciden en el desarrollo y nutrición vegetal. Sin embargo, el nivel de actividad de las poblaciones microbianas de diversos suelos es muy bajo, salvo en el micro hábitat donde haya una suficiente cantidad de fuente de carbono metabolizable. Cuando se introducen plantas en el sistema, la situación de los microbios cambia drásticamente, ya que las plantas son las principales suministradoras de sustratos energéticos al suelo, de los que los microorganismos se aprovechan cuando se encuentran en la zona próxima a la raíz y proliferan en ella (BAREA y OLIVARES, 1998).

FERRERA (1995), manifiesta que desde el punto de vista de sus relaciones con las plantas, los microorganismos del suelo se dividen en tres grandes grupos: a) saprofitos, que utilizan compuestos orgánicos procedentes de residuos de animales, vegetales o microbianos; b) simbioses parasíticas o “patógenos”, causantes de enfermedades a las plantas; c) simbioses, los cuales benefician el desarrollo y nutrición vegetal.

Entre los beneficios para el sistema suelo-planta, pueden citarse los siguientes:

- Estimulación de la germinación de las semillas y del enraizamiento.
- Incremento en el suministro y disponibilidad de nutrientes
- Mejora de la estructura del suelo como consecuencia de la contribución microbiana en la formación de agregados estables.
- Protección de la planta frente a estrés hídrico y abiótico

**Cuadro 1. Composición química aproximada de abonos orgánicos**

Material	Nitrógeno (% N)	Fósforo (% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	Potasio (% K <sub>2</sub> O)	Materia SECA (%)	Salinidad (CE dS/m)
Gallinaza	6	5	3	30 - 40	9,2
Guano de islas	1,5-12	11-15	1,5-2	80	
Humus de lombriz	2	1	0,6	60	3

Fuentes: GIACONI, 1988; SÁNCHEZ, 1992; GUERRERO, 1993; MAYNARD y HOCHMUTH, 1997; Laboratorio de Análisis de Suelos – UNALM

## **2.6. Características del humus de lombriz**

El humus de lombriz es conocido con muchos nombres comerciales en el mundo como lombricultura, vermicultura, casting, lombricompost y otros nombres comercial es dependiendo de la casa y país que lo produzca (GUERRERO, 1993).

NOVAK (1990) y SAENZ (1987), afirman que el humus de lombriz es el producto final de su digestión y constituye un excelente regenerador orgánico del suelo, mejorando las características físicas, químicas y biológicas del suelo.

Es el producto que resulta de la transformación de la materia orgánica por medio de lombrices, para lo cual se cultivan industrialmente estos anélidos que transforman grandes cantidades de materia orgánica en un relativo corto tiempo. La descomposición del humus libera ciertas sustancias nutritivas, con una abundante provisión de compuestos nitrogenados que quedan a disposición de las plantas; por lo tanto cualquier tratamiento del suelo que aumente su contenido de humus tiende a aumentar su productividad. Como resultado de estas actividades los elementos químicos nutricionales constituidos por C, N, P, S, Ca, Mg, Zn, etc., se encuentran en los residuos, los cuales son liberados haciéndolos disponibles para las plantas (NOVAK, 1990; SAENZ, 1987).

El humus de la lombriz está compuesto principalmente por carbono, oxígeno, nitrógeno e hidrógeno, encontrándose una gran cantidad de microorganismos. Las cantidades de estos elementos dependen de las características químicas del sustrato que dieron origen a la alimentación de las lombrices. Según informes técnicos el humus de lombriz contiene 5 veces más nitrógeno; 7 veces más fósforo; 5 veces más potasio y 2 veces más calcio que el material orgánico que ingirieron.

Cuadro 2. Composición química del humus de lombriz

Contenido	Composición
Humedad	30 - 60 %
Ph	6,8 - 7,2
Nitrógeno	1 - 2,6 %
Fósforo	2 - 8 %
Potasio	1 - 2,5 %
Calcio	2-8 %
Magnesio	1 - 2,5 %
Materia orgánica	30 - 70 %
Carbono orgánico	14 - 30 %
Ácido fúlvicos	2,8 - 5,8 %
Acido húmico-fúlvico	1,5 - 3 %
Sodio	0,02 %
Cobre	0,05 %
Hierro	0,02 %
Manganeso	0,006 %
Relación C/N	10 - 11 %

Fuente: AEDES - 2007

También tiene efecto importante en el crecimiento y vigor de especies forestales al instalar plantones de *Cedrela odorata* en plantación a campo abierto y en suelo degradado, enriqueciendo el sustrato con humus de lombriz, redujo la mortalidad ante el ataque de *Hypsipila sp.* vigorizando el plantón y favoreciendo el “rebrote” de nuevas yemas, en Pucallpa (QUEVEDO, 1991).

COCHACHI (1997), utilizó diferentes niveles de humus de lombriz como sustrato para evaluar el crecimiento de *Croton draconoides* Muell, Arg “sangre de grado” en fase de vivero, estableciendo porcentajes de 50 %, 33 %, 16,6 % y 0 %.

25 % y 20 %, menciona como resultado de dicho experimento, que no existe tanta diferencia entre los tratamientos realizados y por lo tanto, el porcentaje de 25 % ha dado buenos resultados en el crecimiento.

## **2.7. Características del guano de islas**

El guano de islas es una mezcla de excrementos de aves (guanay, piquero, alcatraz o pelicano que habitan en la costa en el Perú), plumas, restos de aves muertas y huevos de las especies que habitan el litoral y que pasa un proceso de fermentación lenta, lo cual permite mantener sus componentes al estado de sales. Es uno de los abonos naturales de mejor calidad por su contenido de nutrientes, así como facilidad de asimilación (GUERRERO, 1993).

El guano de las islas es un recurso natural renovable, que se encuentra en las superficies de las islas y puntas del litoral peruano, lugares en donde se aposentan y se reproducen las aves guaneras. Es un poderoso fertilizante orgánico utilizado con gran éxito por los agricultores y ligado desde muchos años a nuestra historia; tiene un alto contenido de nitrógeno, fósforo y potasio, además de muchos otros elementos nutritivos, que los convierten en el fertilizante orgánico más completo del mundo. Estos yacimientos son tan antiguos que ya los Incas los conocían y los empleaban en sus cultivos que de generación en generación han pasado hasta nuestros días (PROABONOS, 2008).

Biológicamente el guano de islas juega un rol esencial en el metabolismo básico del desarrollo de raíces, tallos y hojas contiene todos los elementos nutritivos que aseguran la nutrición de las plantas, además de tener



una acción benéfica sobre la vida de los suelos. El guano de las islas como es de conocimiento general, no es otra cosa que las deyecciones de las aves marinas como el guanay, piquero y el alcatraz. Las aves guaneras son prácticamente laboratorios vivientes donde se procesa el abono más completo que ha podido darse en la naturaleza. Este abono consiste en la carne y los esqueletos de los peces que han sido ingeridos por las aves, y que sufren todo un proceso digestivo que los convierte en materia de fácil asimilación por las plantas (RAMÍREZ, 1999).

El uso del guano de islas debe aplicarse en proporciones adecuadas a las plantas o cultivos. Según BROWN *et al.* (1987), las plantas utilizan en su nutrición pequeñas cantidades de ciertos elementos, denominados microelementos, oligoelementos o elementos trazas. Los vegetales los requieren solamente en cantidades muy pequeñas que oscilan entre 0,01 a 0,5 ppm. Los micronutrientes tienen varias propiedades en común, entre las que están la de actuar como activadores de muchas enzimas esenciales para la vida vegetal, aunque cuando presentes en cantidades elevadas en las soluciones nutritivas o solución del suelo, producen toxicidad.

### **2.7.1. Propiedades del guano de islas**

- Abono natural no contaminante
- Biodegradable
- Incrementa la actividad microbiana del suelo.
- Mejorador ideal de los suelos.
- Soluble en agua, de fácil asimilación por las plantas.

- No requiere agregados.
- No deteriora los suelos ni los convierte en tierras salitrosas (RAMÍREZ, 1999).

Cuadro 3. Composición química del guano de islas

Contenido	Composición
Nitrógeno	10 % - 13 %
Fósforo	10 % - 12 %
Magnesio	0,02 %
Potasio	2 % - 3 %
Calcio	1,5 % - 1,6 %
Cloro	1,50 %
Sodio	1,07 %
Silicio	0,36 %
Grasas y ceras	1,13 %
Cenizas	24,87 %
Humedad	20 % Máximo
pH	6,5 - 7%
Fierro	0,032 %
Estaño	0,024 %
Flúor	0,018 %
Yodo	0.0053 %
Boro	0,00000016 %
Arsénico	0,0002 %
Cobre	0,0024 %
Aluminio	0,0002 %
Titanium	0,0002 %
Plomo	0,0002 %
Carbón orgánico	8,29 %

Fuente: PROABONOS, 2008

## 2.8. Características de la gallinaza

Se denomina gallinaza a la excreta de ave sola o en mezcla con otros materiales (MURILLO, 1996). La gallinaza es uno de los fertilizantes más

completos y que mejores nutrientes puede aportar al suelo. Contiene nitrógeno, fósforo, potasio y carbono en importantes cantidades.

Cuadro 4. Composición química de la gallinaza

Materiales	%						mg/kg			
	N	P	Ca	Mg	K	S	Fe	Cu	Zn	Mn
Gallinaza	4,34	1,47	3,20	0,56	2.05	1.65	412	47	338	314

Fuente: XI Congreso Nacional Agronómico 1999 – Costa Rica

La gallinaza es un abono orgánico de excelente calidad. Se compone de eyecciones de las aves de corral y del material usado como cama, que por lo general es la cascarilla de arroz mezclada con cal en pequeña proporción, la cual se coloca en el piso. Es un apreciado fertilizante orgánico, relativamente concentrado y de rápida acción. Lo mismo que el estiércol, contiene todos los nutrientes básicos indispensables para las plantas, pero en mucha mayor cantidad. Este abono orgánico se diferencia de todos los demás estiércoles en que su contenido de nutrientes es más alto, pero al igual que todos los estiércoles de granja, su composición es variable dependiendo de su ordenación, almacenamiento y de la cantidad de camas que se utilicen (HERNÁNDEZ y CRUZ, 1993).

Uno de los nutrientes más variables es la proteína cruda, la cual es afectada por la humedad que contenga, ya que las bacterias presentes en el material desdoblan el ácido úrico y lo convierten en amoníaco, el cual se evapora. Otro aspecto importante en la gallinaza es su alto contenido de calcio, que alcanza valores de 6 % en promedio; en algunos casos se observan valores del 10 - 12 % (HERNÁNDEZ y CRUZ, 1993).

Con la aplicación de gallinaza se contribuye a mejorar los suelos degradados proporcionando una amplia gama de nutrientes, en suelos fértiles la aplicación de estiércol contribuye a mantener la materia orgánica y estimula la actividad micro y meso biológica del suelo. En suelos ácidos contribuye a amortiguar las condiciones químicas del suelo, además tiene un contenido más alto de cal que otros abonos orgánicos (FAO, 2009).

El uso de estos productos generados como parte del proceso productivo de la actividad agrícola ha sido regulado en países como Costa Rica, con la finalidad de recomendar el tratamiento previo de los mismos a fin de reducir al mínimo la contaminación del ambiente, la generación de desechos y los riesgos para la salud humana y animal (MINAE, 1986).

## **2.9. Crecimiento y desarrollo en las plantas**

Se entiende crecimiento al cambio en volumen, dicho fenómeno cuantitativo puede medirse basándose en algunos parámetros como el diámetro y longitud del fuste, en cambio el desarrollo es un fenómeno cualitativo que se basa en proceso de diferenciación o cambios estructurales y fisiológicos conformados por una serie de fenómenos sucesivos (LÓPEZ y FERNÁNDEZ, 1985).

El crecimiento y desarrollo de las plantas dependen de las condiciones edafoclimáticas, bióticas y de la especie en estudio, las que no deben considerarse de forma independiente (CHOW, 1990). Por otro lado, el CATIE (2001), lo define como el aumento de tamaño en el tiempo, y se puede expresar en términos de diámetro, altura, área basal y volumen.

CARLSON (1986), mencionan que varios autores han sugerido incluir el tamaño del sistema radicular de las plantas como un criterio para estimar su calidad. El volumen radicular de las plantas es un atractivo criterio para estimar la calidad y predecir su comportamiento en terreno una vez plantadas, ya que puede ser medido en plantas producidas a raíz desnuda y raíz cubierta a través de métodos no destructivos

HAASE y ROSE (1993), manifiestan que las plantas con mayores volúmenes radiculares son capaces de superar más fácilmente el shock de trasplante, presentan un mayor potencial de crecimiento radicular, capacidad de absorción de agua y nutrientes siendo así que el volumen radicular de las plantas está positivamente correlacionado con la longitud y diámetro del tallo, y la biomasa total de las plantas favoreciendo al crecimiento y desarrollo.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Localización del experimento

El estudio se llevó a efecto en el Vivero Forestal de la Facultad de Recursos Naturales Renovables - Universidad Nacional Agraria de la Selva. En las coordenadas 09° 09'00" de latitud sur y 75° 59' 00" de longitud oeste. La precipitación es de 3000 a 3300 mm anual, altitud de 641 msnm y temperatura media de 24 °C.

Ecológicamente de acuerdo a la clasificación de las zonas de vida y el diagrama bioclimático de HOLDRIDGE, la ciudad de Tingo María se encuentra en la formación vegetal de Bosque muy húmedo premontano sub tropical (bmh - PST).

Cuadro 5. Parámetros climatológicos durante los meses del experimento

Meses	Temperatura (°C)			Precipitación (mm)
	Máximo	Mínimo	Media	
Julio	30,6	17,9	24,3	135,3
Agosto	31,3	18,0	24,7	126,1
Setiembre	31,3	18,2	24,8	149,7
Octubre	31,1	18,7	24,9	275,3
Noviembre	31,0	19,1	25,1	348,5

Fuente: Estación Meteorológica José Abelardo Quiñones – UNAS (2008)

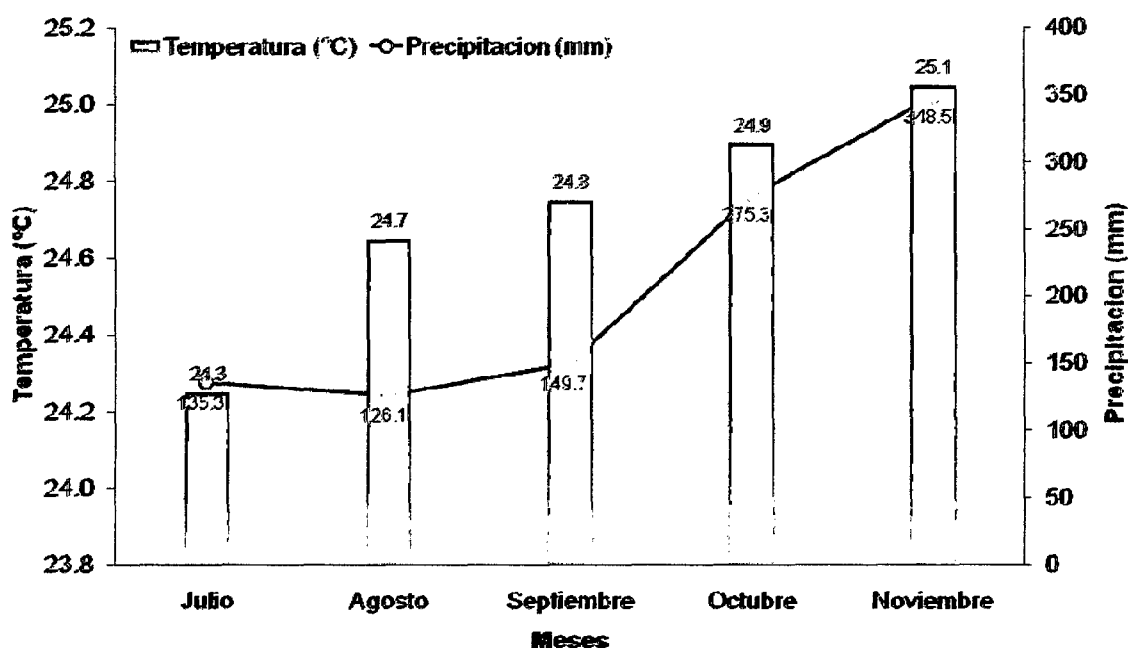


Figura 1. Promedios de temperatura (°C) y precipitación (mm)

### 3.2. Materiales y equipos

#### 3.2.1. Insumos

Se utilizaron bolsas de polietileno color negro (6 x 10 pulg), placas de metal, pinturas de color y estiker para el marcado de bolsas.

#### 3.2.2. Herramientas

Probeta (AP), carretilla (Bugui), palas (Tramontina), machete (Gavilán), regadora (Nacional) y zaranda metálica.

#### 3.2.3. Equipos

Balanza analítica (Sartorius BL 2105), vernier digital (Stainless Hardened), estufa (Mettler) y cámara fotográfica digital (KodakCX-300)

### 3.2.4. Material biológico

Cuadro 6. Características del material biológico de *A. fraxinifolius* Wight & Arn

Características	<i>A. fraxinifolius</i> Wight & Arn
Desarrollo medio primer año	3 - 8 metros
Desarrollo medio primer rebrote	6 - 9 metros
Record absoluto primer año	+ 10 metros
Importancia material selecto	Muy alta
Tolerancia suelos arcillosos	Normal - alta
Tolerancia suelos arenosos	Muy alta
Tolerancia suelos limosos	Muy alta
Suelo más Recomendado	Arenoso - limoso - arcilloso
Tolerancia suelos superficiales	Buena
Tolerancia suelos encharcados	Muy baja
Tolerancia heladas invernales	Nula
Tolerancia heladas tardías primaverales	Nula
Inoculación micorrizas	Muy positivo
Inoculación rizobium	Indiferente
Autopoda	Sí
Aportes de M. O (ramas)	Medio - bajo
Aporte de M. O (hojas)	Normal - estacional
Aporte de M. O (flores, semillas, cápsulas)	Alto – estacional
Resistencia al viento	Muy alta
Resistencia a la sequía	Alta
Tolerancia suelos alcalinos	Media
Tolerancia suelos ácidos	Alta
Tolerancia salinidad	Baja
Melífero (miel)	Muy productivo
Valor de la madera	Medio - alto
Calidad de la madera	Muy alta
Resinoso	Sí
Excluyente – competitivo	Muy poco
Apto sistemas agroforestales	Muy apto
Apto sistemas agropecuarios	Muy apto
Regenerador de suelos	Muy efectivo
Demanda de luz	Muy alta
Demanda de agua	Media
Demanda de nutrientes	Media - alta
Potencial invasivo	Prácticamente nulo

Fuente: <http://www.xerics.com/acrocarpus.html>



### 3.3. Metodología

#### 3.3.1. Descripción del experimento y tratamientos

##### 3.3.1.1. Instalación del experimento

Se realizó dentro del Vivero Forestal de la Facultad de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, específicamente ocupando un espacio dentro de las camas de repique. Las camas de repique están distribuidas en forma paralela con una orientación de este a oeste, su construcción esa base a concreto y de la misma forma los pilares donde soporta los tejidos de metal que sirven de apoyo a la cobertura de malla raschel que cubre toda la instalación.

##### 3.3.1.2. Preparación de los tratamientos

La aplicación de los abonos orgánicos se realizó en una mezcla de sustrato con 70 % de suelo agrícola y 30 % de arena fina de río (relación 7:3), los abonos orgánicos a experimentar fueron: humus de lombriz, guano de islas y gallinaza, a tres niveles diferentes más el tratamiento testigo.

Cuadro 7. Preparación de los tratamientos a experimentar

Sustrato	Abonos orgánico	Tratamientos	Sustrato (%)	Abono (%)	Relación S:A <sup>1</sup>	Unidad experimental
Suelo agrícola (70 %)	Humus de lombriz	T1	90	10	9:1	24
		T2	80	20	8:2	24
		T3	70	30	7:3	24
Arena fina (30 %)	Guano de islas	T4	90	10	9:1	24
		T5	80	20	8:2	24
		T6	70	30	7:3	24
	Gallinaza	T7	90	10	9:1	24
		T8	80	20	8:2	24
		T9	70	30	7:3	24
	Testigo	T0	100	0	10:0	24

<sup>1</sup> Sustrato: Abono

Cuadro 8. Análisis químico – físico del suelo agrícola (70 %) Arena fina (30 %)

pH	M.O	N	P	K	Partículas		
(H <sub>2</sub> O)	%	%	Ppm	(Meq/100 g)	Arcilla	Limo	Arena
6,3	1,19	0,08	9,45	0,72	41	35	24

Según los rangos propuestos por QUINTANA *et al.* (1992), los resultados del Cuadro 8 se pueden interpretar de la siguiente manera: pH optimo, materia orgánica (M.O) bajo, nitrógeno (N) bajo, fósforo (P) bajo, potasio (K) bajo.

### 3.3.1.3. Diseño estadístico (DCA)

El diseño utilizado para esta investigación corresponde a Diseño completamente al Azar (DCA). Este diseño consistió en la asignación de los tratamientos en forma completamente aleatoria a las unidades experimentales. Debido a su aleatorización irrestricta, se utilizaron unidades experimentales de lo más homogéneas posibles para iniciar la investigación, de manera de disminuir la magnitud del error experimental, ocasionado por la variación intrínseca de las unidades experimentales. Este diseño es apropiado para el tipo de investigación que se realizó, ya que se utilizan en situaciones experimentales donde las condiciones ambientales rodean el experimento.

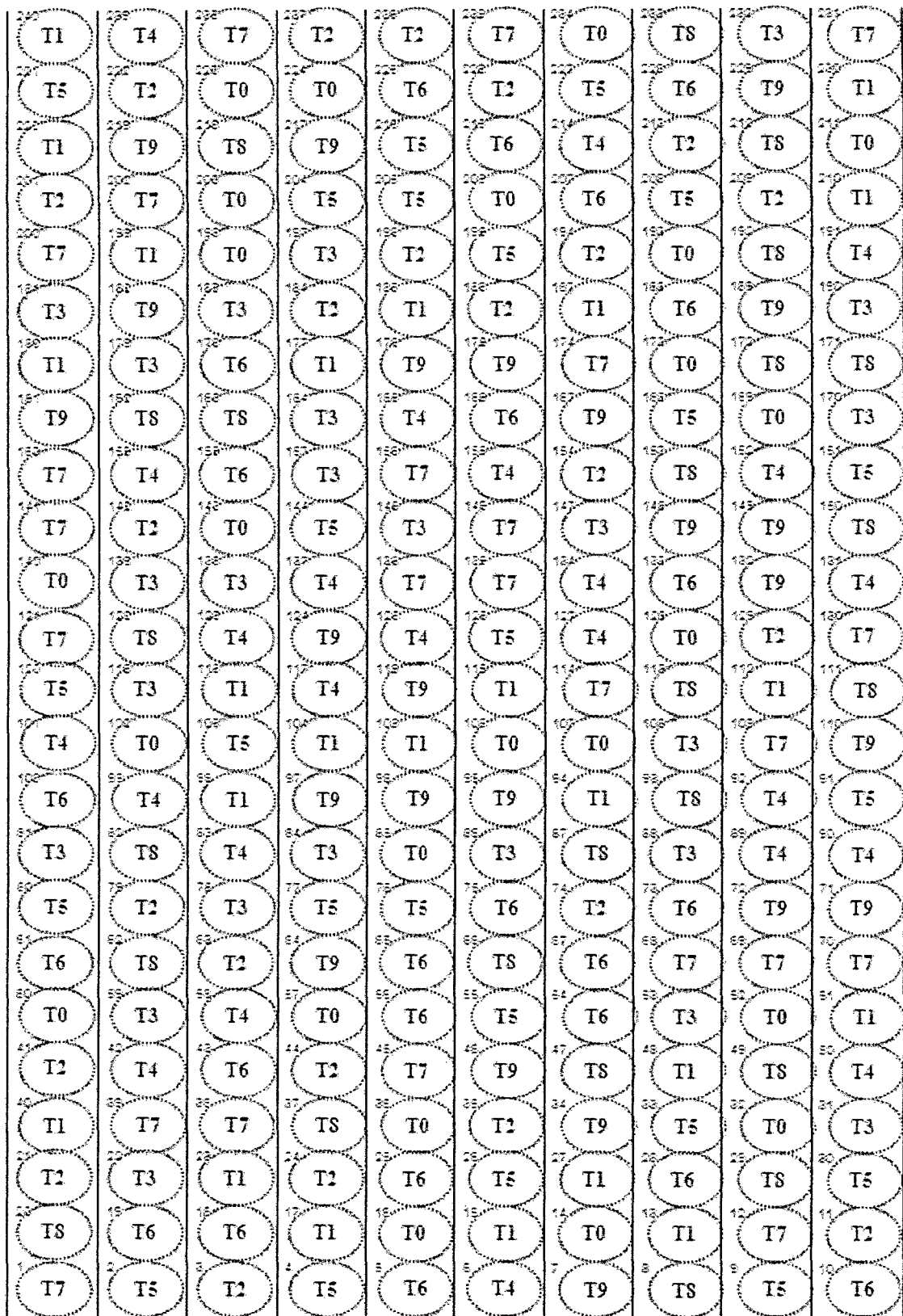


Figura 2. Croquis del experimento (Distribución de los tratamientos DCA)

#### **3.3.1.4. Repique de plántulas**

Se realizó cuando las plantas alcanzaron una altura promedio de 5 cm o al obtener dos primeros pares de hojas. El repique se realizó en las horas donde el tiempo favorece al prendimiento de las plantas en las bolsas.

Este procedimiento se siguió de acuerdo a lo que manifiesta WHITMORE y OTAROLA (1976). Las plantas estarán listas para su trasplante al vivero cuando éstas alcancen los 5 cm de altura (2 hojas o pesetilla).

#### **3.3.1.5. Labores culturales**

Para el buen desarrollo del presente trabajo, se les dio las condiciones adecuadas a las plantas para que crezcan con normalidad dentro de la cama de repique. El efecto de las condiciones de luz, ventilación y humedad estuvieron presentes de la misma forma para todas las plantas que estuvieron distribuidas según los tratamientos a experimentar.

El riego se realizó por las mañanas (7 am) y por las tardes (5 pm) cuando no se observó la presencia de lluvias en un máximo de 2 días. Asimismo, se realizó la extracción de las malezas de las bolsas y alrededores.

### **3.3.2. Evaluación de características**

#### **3.3.2.1. Medición de la altura**

La primera evaluación de altura se realizó a los 30 días después del repique utilizando una regla graduada con aproximación al milímetro, colocando la regla desde el nivel del sustrato hasta el ápice del brote principal de la planta. La demás evaluaciones se realizaron cada 15 días.

### **3.3.2.2. Medición del diámetro**

La medición del diámetro se realizó con la ayuda de un vernier digital a 2 cm desde el nivel del sustrato. Ésta evaluación también se realizó cada 15 días.

### **3.3.2.3. Medición del volumen radicular y materia seca**

Para efectuar las mediciones de esta característica se sacrificaron 4 plántulas por cada tratamiento, las evaluaciones se realizó el segundo, tercero y cuarto mes después del repique.

La determinación del volumen de raíz se realizó con agua en una probeta de 100 ml, se introdujo la raíz a cierto volumen de agua, determinando así la medida por diferencia de volumen.

Para determinar la materia seca se deshidrató las plántulas en estufa, separadas en: raíz, tallos y hojas a temperatura de 70 °C por 72 horas, una vez deshidratada fueron pesadas en una balanza analítica.

### **3.3.3. Análisis estadístico**

La base de datos fue manejada en hojas electrónicas (Excel 2010), procesada y analizada con SPSS Statistics (v. 17.0). Se realizó análisis de varianza (ANVA) sobre las variables evaluadas, estableciéndose el modelo aditivo lineal.

Con el objetivo de determinar las categorías estadísticas en los niveles de cada factor y variable evaluada se procedió a realizar la prueba de

Duncan ( $\alpha = 0,05$ ). Determinando así su criterio de comparación o mínima diferencia estadística entre las medias de cada tratamiento.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Efecto en altura de plantas de *Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn.

Luego de realizar el análisis de varianza (ANVA); prueba que nos permitió medir la variación de las respuestas numéricas como valores de evaluación de diferentes tratamientos, se realizó las pruebas de Duncan ( $\alpha = 0,05$ ) que corresponden a la última evaluación (120 días).

Cuadro 9. ANVA de altura de la planta de *A. fraxinifolius* Wight & Arn.

Fuente de Variación	G.L	S. C	C. M	F.c	Sig.
Tratamientos	9	126,614	14,068	64,709	** <sup>1</sup>
A. orgánicos	8	125,860	15,733	72,365	**
A. orgánicos vs Testigo	1	0,754	0,754	3,466	NS <sup>2</sup>
Error Experimental	80	17,393	0,217		
Total	89	144,006			

<sup>1</sup> El valor calculado es mayor que el valor de tablas

<sup>2</sup> El valor calculado es menor que el valor de tablas

CV = 14,44 %

El análisis de varianza (Cuadro 9) indica que si existe significancia entre los tratamientos, esto implica que los tratamientos no pertenecen a población con medias comunes y difieren en forma significativa. Sin embargo, no indica cuál de ellos es el mejor y cómo difieren unos de otros. Para determinar este aspecto se utilizó la prueba de comparación de medias (Duncan  $\alpha = 0,05$ ).

#### 4.1.1. Altura de plantas entre los tratamientos

Cuadro 10. Prueba Duncan en altura de *A. fraxinifolius* Wight & Arn.

Tratamientos	Datos	Promedio (cm)	Significación <sup>1</sup> ( $\alpha = 0,05$ )	
	$\sqrt{2(n+1)}$			
T <sub>9</sub> (Gallinaza 30 %)	4,364	18,044	a	
T <sub>3</sub> (Humus de lombriz 30 %)	4,137	16,115	a b	
T <sub>8</sub> (Gallinaza 20 %)	4,128	16,040	a b	
T <sub>2</sub> (Humus de lombriz 20 %)	4,069	15,557	a b	
T <sub>1</sub> (Humus de lombriz 10 %)	3,717	12,816	b	
T <sub>7</sub> (Gallinaza 10 %)	3,664	12,425	b c	
T <sub>4</sub> (Guano de islas 10 %)	3,255	9,59544	c d	
T <sub>0</sub> (Testigo)	2,954	7,726	d	
T <sub>5</sub> (Guano de isla 20 %)	1,000	0,000	e	
T <sub>6</sub> (Guano de isla 30 %)	1,000	0,000	e	

<sup>1</sup> Tratamientos unidos por la misma letra en columna no existe significación estadística

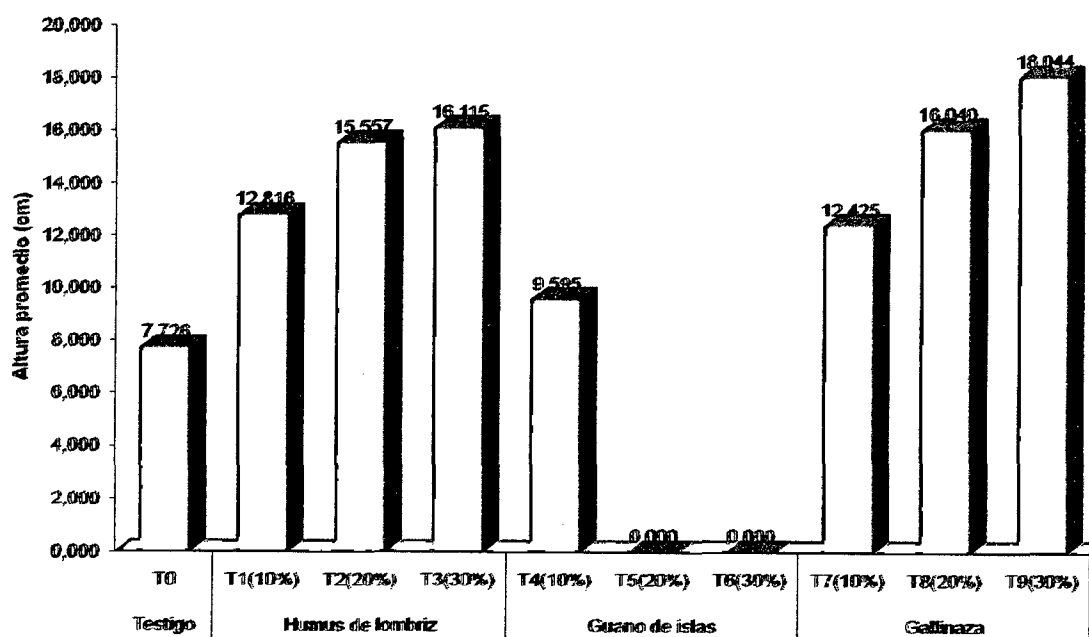


Figura 3. Distribución de altura de planta de *A. fraxinifolius* Wight & Arn. en los tratamientos.



En el Cuadro 10 se observa que:

- Entre los promedios de altura de los tratamientos  $T_9$  (Gallinaza 30 %) 18,044 cm,  $T_3$  (Humus de lombriz 30 %) 16,115 cm,  $T_8$  (Gallinaza 20 %) 16,040 cm y  $T_2$  (Humus de lombriz 20 %) 15,557 cm no existe significación estadística, muestran superioridad en altura y a la vez difieren estadísticamente frente a los demás tratamientos. tratamiento  $T_1$  (Humus de lombriz 10 %) 12,816 cm,  $T_7$  (Gallinaza 10 %) 12,425 cm,  $T_4$  (Guano de islas 10 %) 9,595 cm y  $T_0$  (Testigo) 7,726 cm.
- En el tratamiento  $T_5$  (Guano de isla 20 %) y  $T_6$  (Guano de isla 30 %) las plantas repicadas no prosperaron, obteniendo muerte generalizada de toda las unidades experimentales, observando quemaduras de raíz, debido el alto contenido de materia orgánica en transformación, lo cual produjo gran cantidad de calor.

El mayor efecto encontrado es en la aplicación de gallinaza al 30 %, la altura promedio de las plantas fue de 18,044 cm, obteniendo mayor resultado. La FAO (2009), manifiesta que este abono orgánico es uno de los fertilizantes más completos y que mejores nutrientes puede aportar al suelo, pudiendo ser uno de los factores que nos llevó a obtener estos resultados. Además agrega que este abono contiene nitrógeno, fósforo, potasio y carbono en importantes cantidades, que al aplicar gallinaza se ha contribuido a mejorar el sustrato a mantener la materia orgánica y estimulando la actividad micro y meso biológica del suelo. En este sentido el uso de abonos orgánicos a un nivel adecuado se contribuye en gran medida para el desarrollo de la planta.

Otro de los mejores resultados es el humus de lombriz al 30 %, éste abono orgánico es el producto final de la digestión de las lombrices, la cantidad de los elementos nutritivos para las plantas dependen de las

características del sustrato que se utilizaron para la alimentación. Constituye un excelente generador orgánico al suelo mejorando así las características físicas, químicas y biológicas. COCHACHI (1997), realizó investigación utilizando diferentes niveles de humus de lombriz como sustrato para evaluar el crecimiento de diámetro y altura de *Croton draconoides* Muell, Arg "sangre de grado" en fase de vivero. Estableció porcentajes de 50 %, 33 %, 25 % y 20 %, y de resultado obtuvo que de no existir tanta diferencia entre los tratamientos el porcentaje de 25 % sería el adecuado, lo que deriva la utilización de menos costos.

Los abonos orgánicos contribuyen al mejor crecimiento y desarrollo de las plantas utilizado a niveles adecuados; ALONSO *et al.* (1996), menciona que es el factor principal que determina la fertilidad del suelo y es precisamente su presencia quien diferencia al suelo de su roca formadora. Los efectos que provocan los abonos orgánicos en el suelo han sido estudiados por EMMUS (1991), KALMAS y VÁZQUEZ (1996), SENDRA (1996) y PEÑA (1998), quienes señalan que la materia orgánica influye sobre las principales propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, como son la disponibilidad de nutrientes, la conductividad eléctrica, el pH, la capacidad de intercambio aniónico y catiónico, actúa como un amortiguador, regulando la disponibilidad de nutrientes según las necesidades de la planta; aumenta la capacidad de almacenamiento del agua, regula la aireación del suelo y aumenta la actividad biótica.

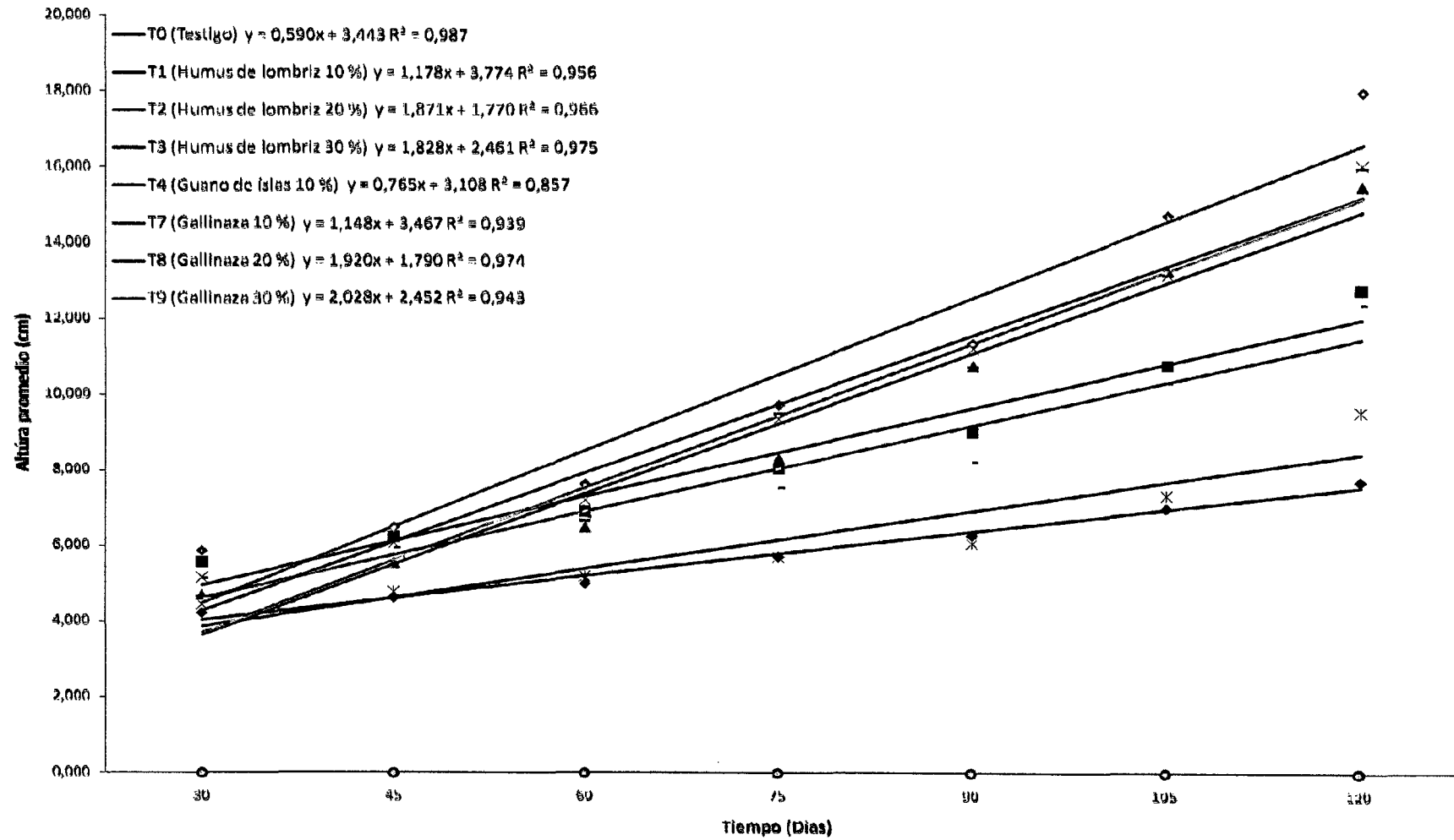


Figura 4. Línea de tendencia del crecimiento de altura de plantas de *A. fraxinifolius* Wight & Arn.

#### 4.1.2. Altura de plantas entre los abonos orgánicos y testigo

Cuadro 11. Prueba Duncan en altura de *A. fraxinifolius* Wight & Arn., según los abonos orgánicos y testigo.

Tipos de abono	Datos	Promedios	Significación <sup>1</sup>
	$\sqrt[2]{(n+1)}$	(cm)	( $\alpha = 0,05$ )
Gallinaza (10 %, 20 %, 30 %)	4,052	15,419	a
Humus de lombriz (10 %, 20 %, 30 %)	3,974	14,793	a
Testigo	2,954	7,726	b
Guano de isla (10 %, 20 %, 30 %)	1,752	2,070	c

<sup>1</sup> Tratamientos unidos por la misma letra en columna no existe significación estadística

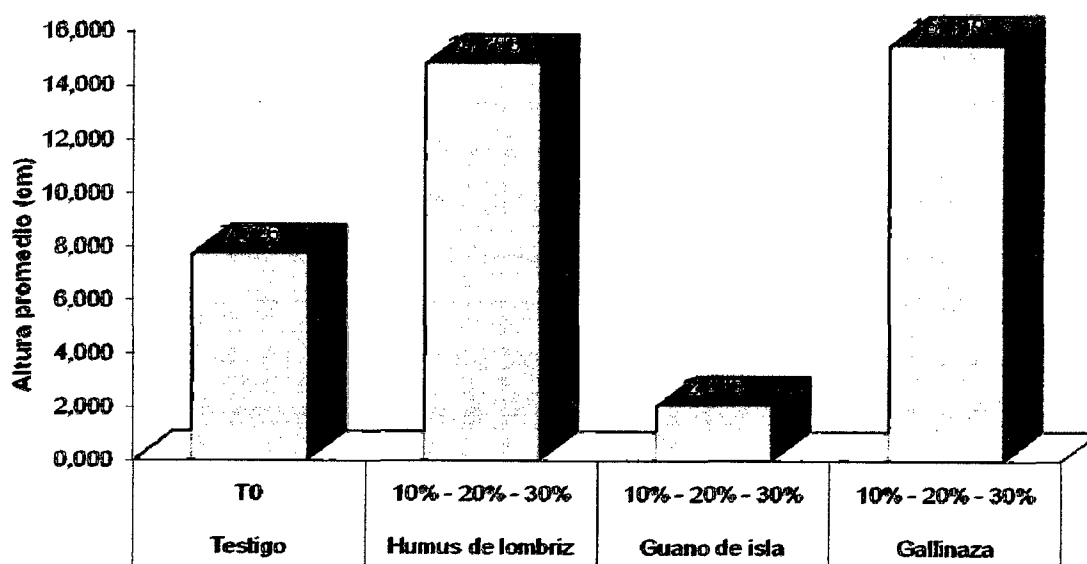


Figura 5. Distribución de la altura de planta según los abonos orgánicos

En función a determinar el mejor abono orgánico en base al total de sus promedios de los 3 niveles puestos a prueba (Cuadro 11); este corresponde a gallinaza, 15,419 cm de altura y juntamente a humus de lombriz, 14,793 cm de altura no habiendo significancia estadística entre estos.

La gallinaza y el humus de lombriz difieren estadísticamente del testigo con altura de 7,726 cm y guano de islas con 2,070 cm respectivamente. La inferioridad de altura que se observa en el abono orgánico guano de islas es debido a que dos tratamientos no respondieron correctamente, las plantas de *A. fraxinifolius* Wight & Arn. repicadas murieron en su totalidad.

El guano de islas cuando se utiliza en exceso causa toxicidad a la planta debido a que en su composición presenta gran cantidad niveles de elementos. BROWN *et al.* (1987), manifiesta que las plantas utilizan en su nutrición pequeñas cantidades de ciertos elementos, denominados microelementos, oligoelementos o elementos trazas, es así que las plantas los requieren solamente en cantidades muy pequeñas que oscilas entre 0,01 a 0,5 ppm. Los micronutrientes tienen varias propiedades en común, entre las que están la de actuar como activadores de muchas enzimas esenciales para la vida vegetal, aunque cuando presentes en cantidades elevadas en la solución del suelo, producen toxicidad y muerte generaliza de las plantas.

#### 4.2. Efecto en diámetro de plantas de *Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn.

Cuadro 12. ANVA de diámetro de la planta de *A. fraxinifolius* Wight & Arn.

Fuente de Variación	G.L	S. C	C. M	F.c	Sig. <sup>1</sup>
Tratamientos	9	17,863	1,985	69,830	**
A. orgánicos	8	17,687	2,211	77,785	**
A. orgánicos vs Testigo	1	0,176	0,176	6,193	**
Error Experimental	80	2,274	0,028		
Total	89	20,136			

<sup>1</sup> El valor calculado es mayor que el valor de tablas  
CV = 9,31 %

El análisis de varianza (Cuadro 12) indica que si existe significancia entre las fuentes de variación. Los valores del conjunto de datos numéricos son significativamente distintos entre los tratamientos. Para determinar cómo difieren unos de otros se utilizó la prueba de comparación de medias (Duncan  $\alpha = 0,05$ ).

#### 4.2.1. Diámetro de plantas entre los tratamientos

Cuadro 13. Prueba Duncan del diámetro de *A. fraxinifolius* Wight & Arn.

Tratamientos	Datos	Promedios (mm)	Significación <sup>1</sup> ( $\alpha = 0,05$ )	
	$\sqrt[2]{(n + 1)}$			
T <sub>9</sub> (Gallinaza 30 %)	2,304	4,308	a	
T <sub>3</sub> (Humus de lombriz 30 %)	2,222	3,937	a	b
T <sub>2</sub> (Humus de lombriz 20 %)	2,172	3,718	a	b
T <sub>8</sub> (Gallinaza 20 %)	2,08	3,326	b	c
T <sub>1</sub> (Humus de lombriz 10 %)	1,952	2,810		c
T <sub>7</sub> (Gallinaza 10 %)	1,932	2,733		c
T <sub>4</sub> (Guano de isla 10 %)	1,764	2,112		d
T <sub>0</sub> (Testigo)	1,678	1,816		d
T <sub>5</sub> (Guano de isla 20 %)	1,000	0,000		e
T <sub>6</sub> (Guano de isla 30 %)	1,000	0,000		e

<sup>1</sup> Tratamientos unidos por la misma letra en columna no existe significación estadística

En el Cuadro 13 se observa que:

- Entre los tratamientos T<sub>9</sub> (Gallinaza 30 %), T<sub>3</sub> (Humus de lombriz 30 %) y T<sub>2</sub> (Humus de lombriz 20 %) no existen diferencias estadísticas; sin embargo estos difieren estadísticamente con el tratamiento T<sub>8</sub> (Gallinaza 20 %), es que los promedio de los tratamientos T<sub>9</sub> (4,308 mm), T<sub>3</sub> (3,937 mm) y T<sub>2</sub> (3,718 mm) son superiores en diámetro al tratamiento T<sub>8</sub> (3,326 mm).

- Existe diferencias estadísticas. Los tratamientos  $T_9$  (Gallinaza 30 %),  $T_3$  (Humus de lombriz 30 %) y  $T_2$  (Humus de lombriz 20 %) difieren estadísticamente frente a los tratamientos  $T_1$  (Humus de lombriz 10 %) y  $T_7$  (Gallinaza 10 %) que están relacionados estadísticamente al igual que los tratamientos  $T_4$  (Guano de isla 10 %) y  $T_0$  (Testigo)

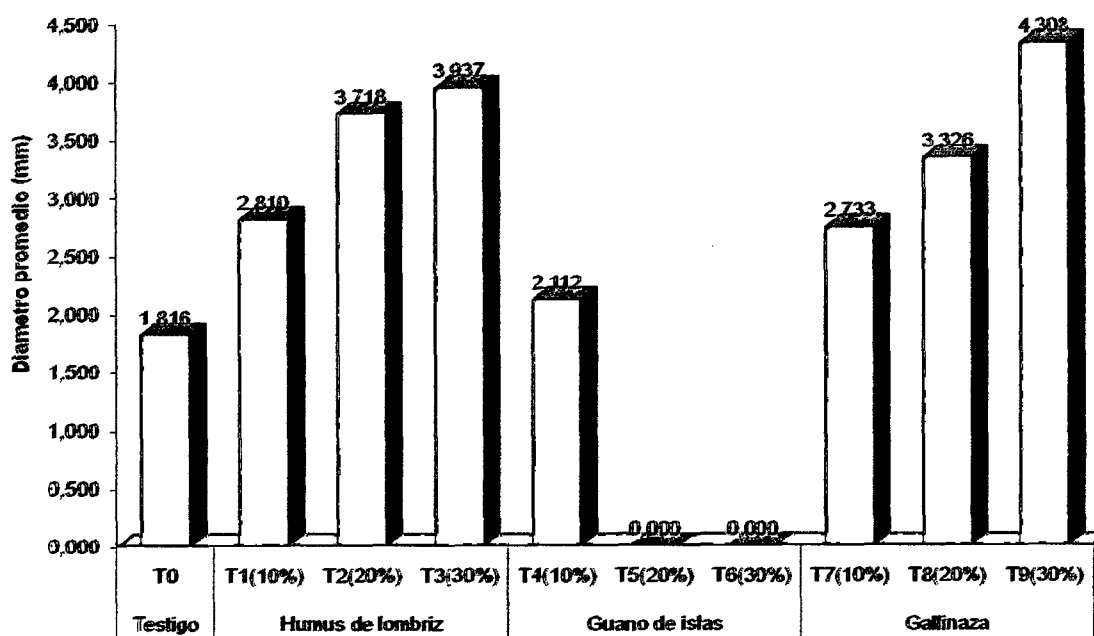


Figura 6. Distribución de diámetro de planta de *A. fraxinifolius* Wight & Arn. en los tratamientos

De igual forma que en la altura, el mayor crecimiento en diámetro de plantas de *A. fraxinifolius* Wight & Arn. corresponde al tratamiento con gallinaza al 30 %. En este tratamiento las plantas alcanzaron diámetro promedio de 4,308 mm, el testigo es uno de los tratamientos donde el crecimiento es menor en comparación a los demás, el diámetro promedio fue de 1,816 mm, este resultado nos indica que el sustrato no presenta condiciones adecuadas para el crecimiento y desarrollo de las plantas de *A. fraxinifolius* Wight & Arn. hecho que contrasta el análisis de suelo.

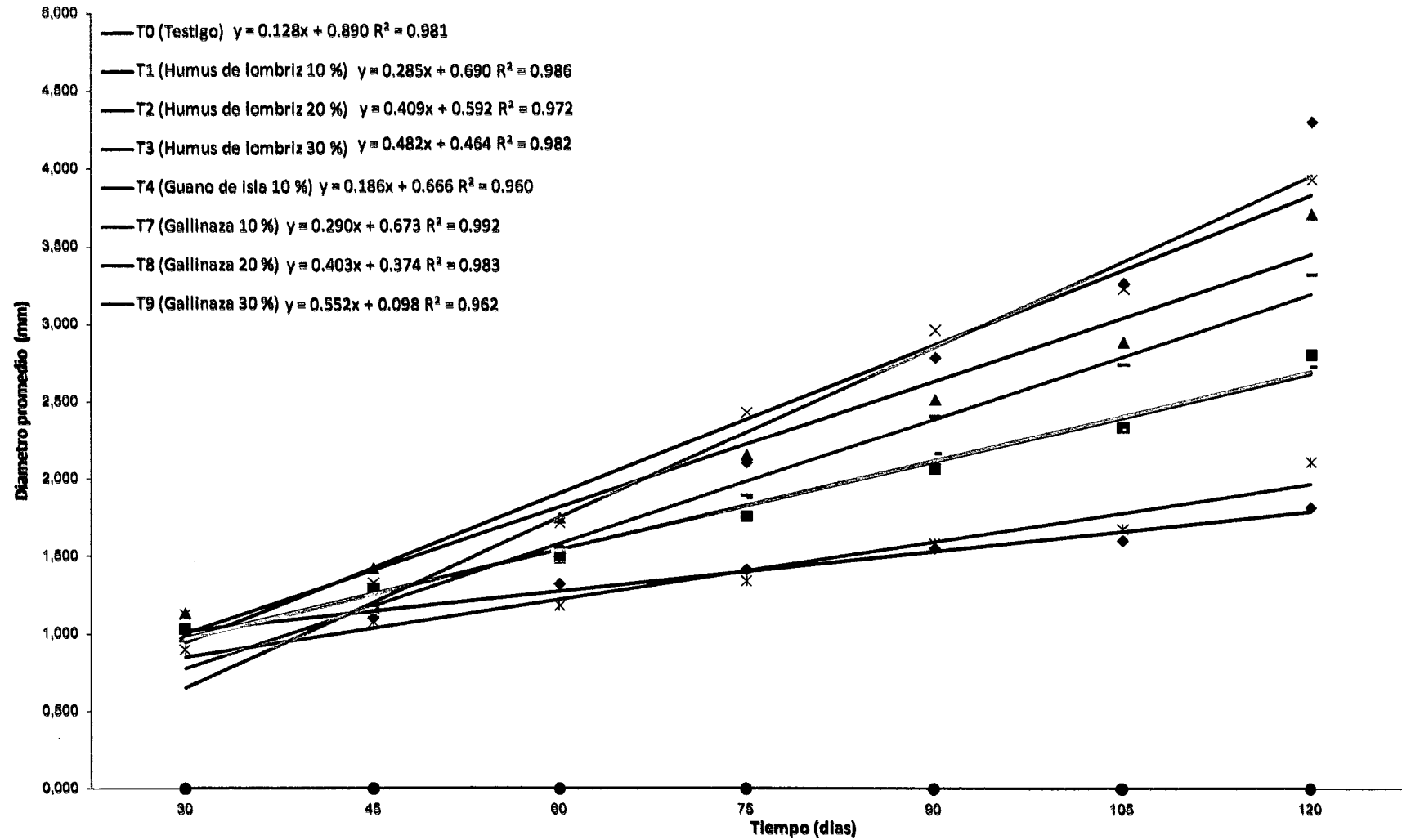


Figura 7. Línea de tendencia del crecimiento de diámetro de plantas de *A. fraxinifolius* Wight & Arn.



#### 4.2.2. Diámetro de plantas entre los abonos orgánicos y testigo

Cuadro 14. Prueba Duncan en diámetro de *A. fraxinifolius* Wight & Arn., según los abonos orgánicos y testigo

Tipos de abono	Datos	Promedios	Significación <sup>1</sup>
	$\sqrt[2]{(n+1)}$	(mm)	( $\alpha = 0,05$ )
Humus de lombriz (10 %, 20 %, 30 %)	2,115	3,473	a
Gallinaza (10 %, 20 %, 30 %)	2,105	3,431	a
Testigo	1,678	1,816	b
Guano de isla (10 %, 20 %, 30 %)	1,255	0,575	c

<sup>1</sup> Tratamientos unidos por la misma letra en columna no existe significación estadística

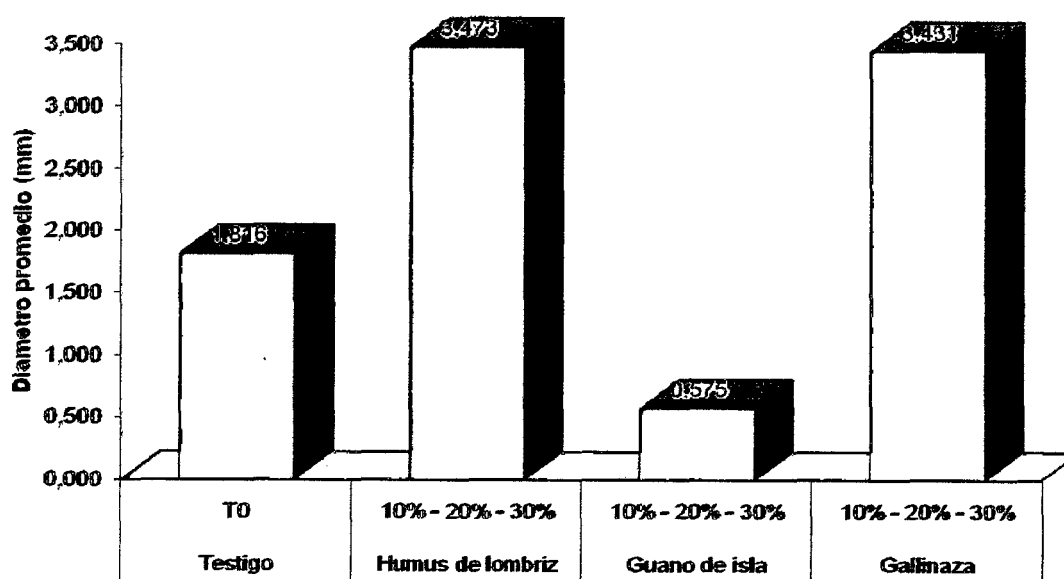


Figura 8. Distribución del diámetro de planta según los abonos orgánicos

En el Cuadro 14 se observa que:

- No existe significación estadística entre el abono orgánico humus de lombriz 3,473 mm y gallinaza 3,431 mm de diámetro, en función al promedio del total de plantas puestas a prueba; sin embargo difieren estadísticamente frente al testigo y guano de islas.

### 4.3. Efecto en materia seca de plantas de *Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn.

La mayor acumulación de materia seca en esta investigación representa al mejor tratamiento y es directamente proporcional al crecimiento en altura, diámetro y volumen radicular de las plantas de *A. fraxinifolius* Wight & Arn. Los cálculos de materia seca se determinaron en los 8 tratamientos restantes, se realizó 3 evaluaciones de tal característica a los 60 días después del repique de plántulas, luego a 90 y 120 días en muestras con 4 repeticiones por cada tratamiento.

#### 4.3.1. Materia seca de raíz de plantas

Cuadro 15. ANVA de materia seca de raíz de la planta de *A. fraxinifolius* Wight & Arn.

Fuente de Variación	G.L	S. C	C. M	F.c	Sig. <sup>1</sup>
Tratamientos	9	1,384	0,154	11,862	**
A. orgánicos	8	1,209	0,151	11,658	**
A. orgánicos vs Testigo	1	0,175	0,175	13,490	**
Error Experimental	30	0,389	0,013		
Total	39	1,773			

<sup>1</sup> El valor calculado es mayor que el valor de tablas  
CV = 9,22 %

Existe significancia entre la fuente de variaciones con respecto al cálculo de materia seca de raíz. Hecho que involucra a realizar la prueba Duncan ( $\alpha = 0,05$ ) para determinar cómo difieren unos de otros en la comparación de medias entre los tratamientos.

#### 4.3.1.1. Materia seca de raíz de plantas entre los tratamientos

Cuadro 16. Prueba Duncan materia seca de raíz de *A. fraxinifolius* Wight & Arn.

Tratamientos	Datos	Promedios	Significación <sup>1</sup>		
	$\sqrt[2]{(n+1)}$	(g)	( $\alpha = 0,05$ )		
T <sub>9</sub> (Gallinaza 30 %)	1,524	1,323	a		
T <sub>3</sub> (Humus de lombriz 30 %)	1,482	1,196	a b		
T <sub>2</sub> (Humus de lombriz 20 %)	1,383	0,913	a b c		
T <sub>8</sub> (Gallinaza 20 %)	1,329	0,766	b c d		
T <sub>4</sub> (Guano de isla 10 %)	1,293	0,672	c d		
T <sub>1</sub> (Humus de lombriz 10 %)	1,199	0,438	d e		
T <sub>7</sub> (Gallinaza 10 %)	1,106	0,223	e f		
T <sub>0</sub> (Testigo)	1,037	0,075	e f		
T <sub>5</sub> (Guano de isla 20 %)	1,000	0,000	f		
T <sub>6</sub> (Guano de isla 30 %)	1,000	0,000	f		

<sup>1</sup> Tratamientos unidos por la misma letra en columna no existe significación estadística

En el Cuadro 16 se observa que:

- Entre los tratamientos T<sub>9</sub> (Gallinaza 30 %), T<sub>3</sub> (Humus de lombriz 30 %) y T<sub>2</sub> (Humus de lombriz 20 %) no existen diferencias estadísticas; sin embargo estos difieren estadísticamente con el tratamiento T<sub>8</sub> (Gallinaza 20 %), los promedio de materia seca de raíz de los tratamientos T<sub>9</sub> (1,323 g), T<sub>3</sub> (1,196 g) y T<sub>2</sub> (0,913 g) presentaron mayor cantidad y son superiores al tratamiento T<sub>8</sub> (0,766 g).
- Existe diferencias estadísticas. Los tratamientos T<sub>9</sub> (Gallinaza 30 %), T<sub>3</sub> (Humus de lombriz 30 %) y T<sub>2</sub> (Humus de lombriz 20 %) difieren estadísticamente frente al tratamientos T<sub>1</sub> (Humus de lombriz 10 %) y también al Tratamiento T<sub>7</sub> (Gallinaza 10 %) y T<sub>0</sub> (Testigo) que están relacionados estadísticamente.

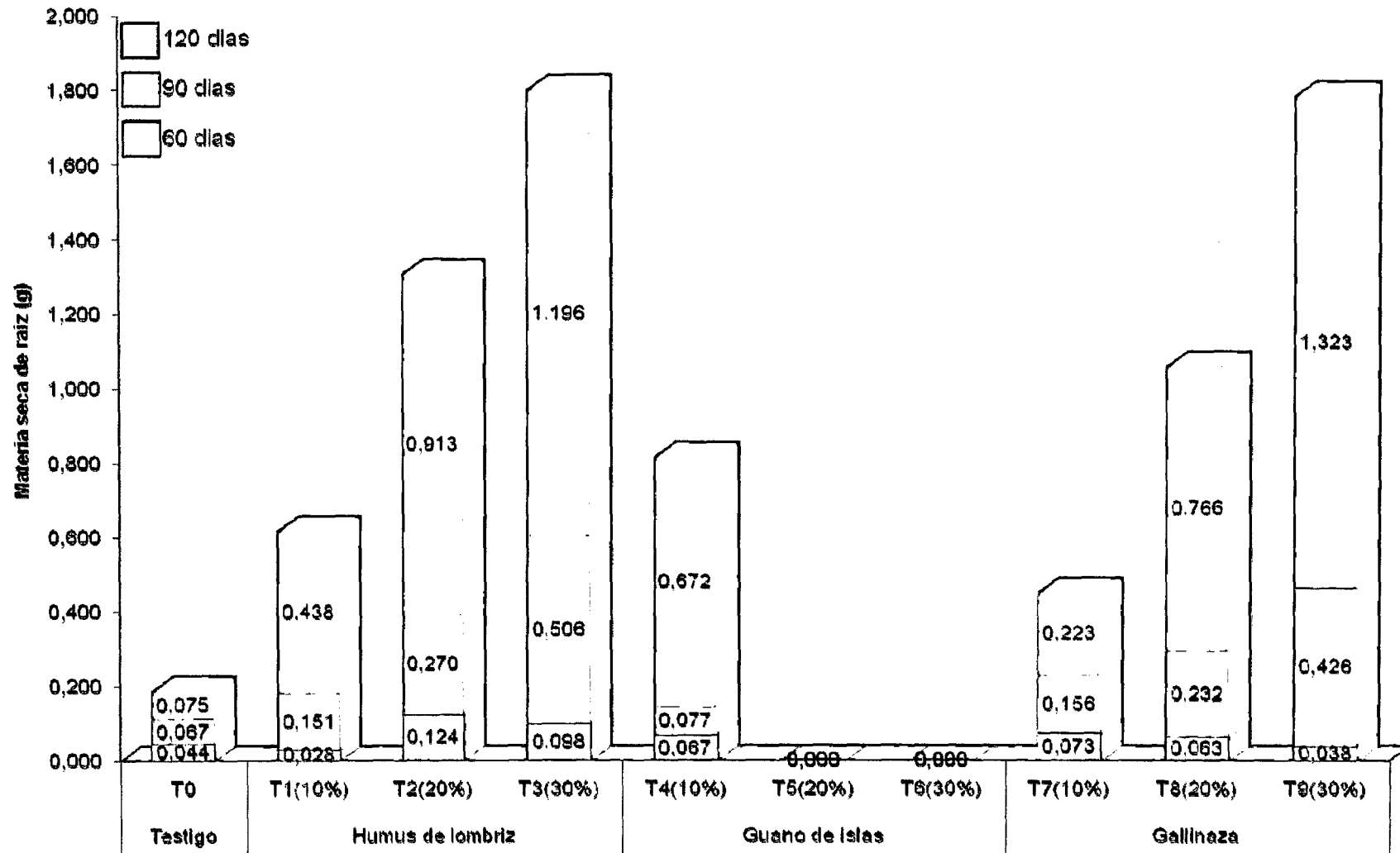


Figura 9. Distribución de la acumulación de materia seca de raíz por tiempo de evaluación

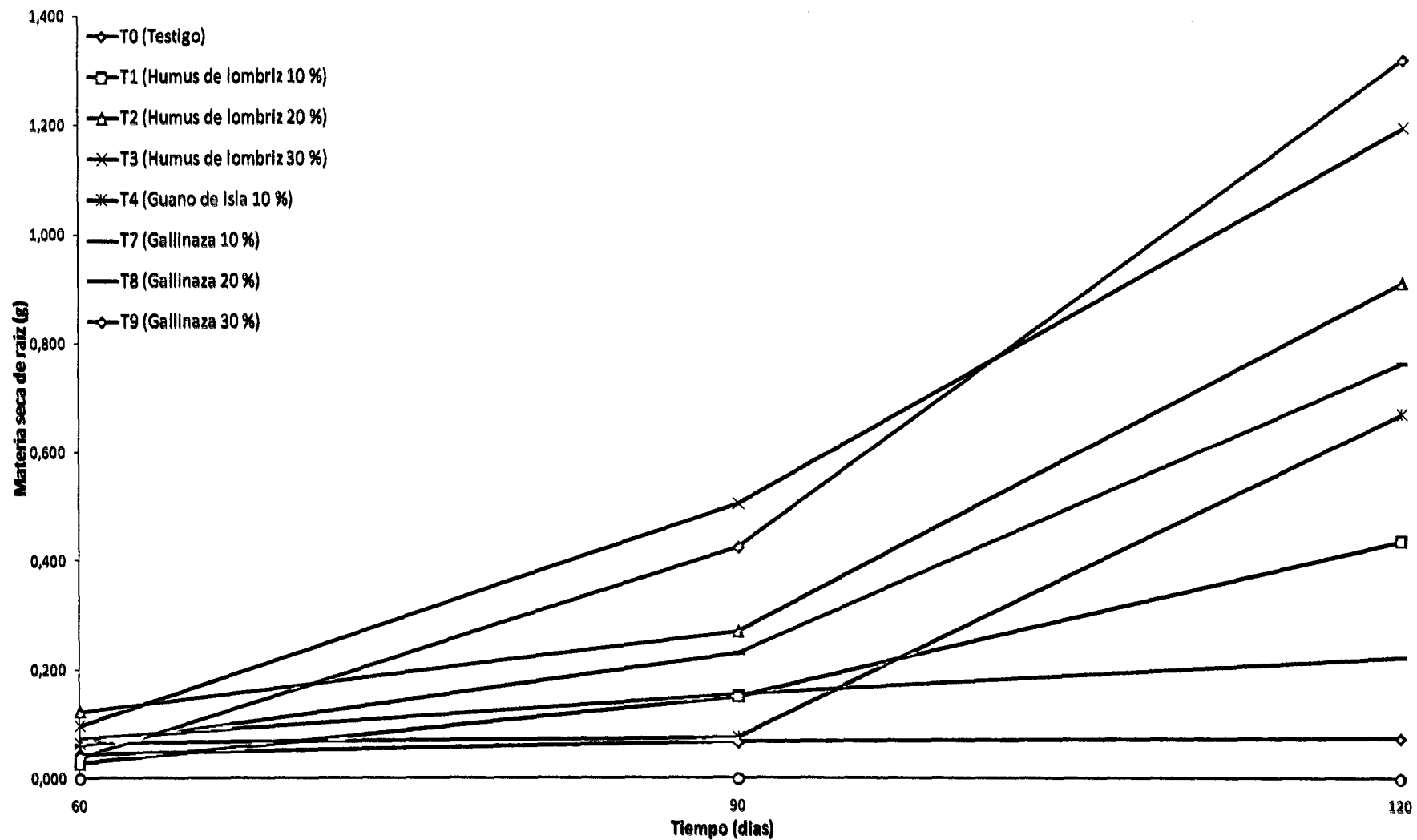


Figura 10. Curvas de acumulación de materia seca de raíz de *A. fraxinifolius* Wight & Arn. por tiempo de evaluación.

#### 4.3.1.2. Materia seca de raíz de plantas entre los abonos orgánicos y testigo

Cuadro 17. Prueba Duncan en materia seca de raíz de *A. fraxinifolius* Wight & Arn., según los abonos orgánicos y testigo.

Tipos de abono	Datos	Promedios	Significación <sup>1</sup>
	$\sqrt[2]{(n+1)}$	(g)	( $\alpha = 0,05$ )
Humus de lombriz (10 %, 20 %, 30 %)	1,354	0,833	a
Gallinaza (10 %, 20 %, 30 %)	1,320	0,742	a
Guano de isla (10 %, 20 %, 30 %)	1,098	0,206	b
Testigo	1,037	0,075	b

<sup>1</sup> Tratamientos unidos por la misma letra en columna no existe significación estadística

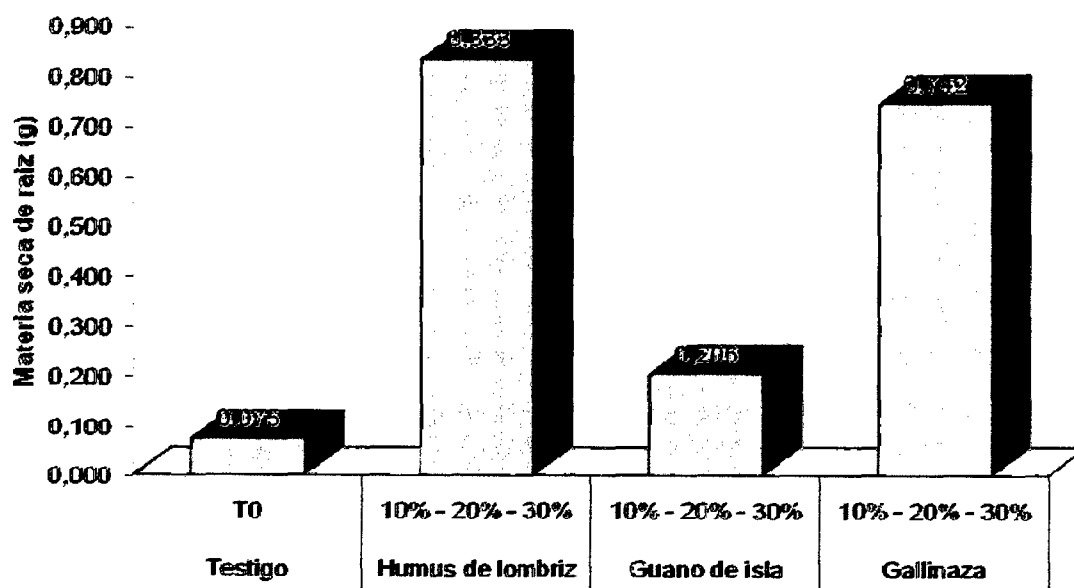


Figura 11. Distribución de materia seca de raíz según los abonos orgánicos

En el Cuadro 17 se observa que:

- No existe significación estadística entre el abono orgánico humus de lombriz y gallinaza; sin embargo ellos difieren estadísticamente frente al guano de islas y testigo

Según HE *et al.* (2000), VEGA *et al.* (2005), manifiestan que la adición de materia orgánica puede favorecer el desarrollo radicular tanto en forma directa como indirecta. El desarrollo radicular esta correlacionado con el cálculo de mayor materia seca de raíz. Lo que en nuestros resultados representa la aplicación de gallinaza al 30 %. Además manifiestan que la aplicación de enmiendas orgánicas estimula la producción de raíces, lo que favorece la absorción de nutrientes. Indirectamente, los abonos orgánicos pueden mejorar las propiedades físicas del suelo, como la estructura y la densidad aparente, mediante un efecto floculante propio de la materia orgánica facilitando así el desarrollo radicular de las plantas. Esto mejora el movimiento del aire, el agua, y los nutrientes; lo que permite incrementar el crecimiento y la penetración radical.

#### 4.3.2. Materia seca de tallos y hojas

Cuadro 18. ANVA de materia seca de tallos y hojas de la planta de *A. fraxinifolius* Wight & Arn.

Fuente de Variación	G.L	S. C	C. M	F.c	Sig. <sup>1</sup>
Tratamientos	9	9,429	1,048	19,910	**
A. orgánicos	8	8,425	1,053	20,014	**
A. orgánicos vs Testigo	1	1,004	1,004	19,075	**
Error Experimental	30	1,579	0,053		
<b>Total</b>	<b>39</b>	<b>11,008</b>			

<sup>1</sup> El valor calculado es mayor que el valor de tablas  
CV = 14,40 %

### 4.3.2.1. Materia seca de tallos y hojas de plantas entre los tratamientos

Cuadro 19. Prueba Duncan materia seca de tallos y hojas de *A. fraxinifolius* Wight & Arn.

Tratamientos	Datos	Promedios	Significación <sup>1</sup>	
	$\sqrt[2]{(n + 1)}$	(g)	( $\alpha = 0,05$ )	
T <sub>9</sub> (Gallinaza 30 %)	2,407	4,794	a	
T <sub>3</sub> (Humus de lombriz 30 %)	2,239	4,013	a	b
T <sub>2</sub> (Humus de lombriz 20 %)	2,019	3,076	b	c
T <sub>8</sub> (Gallinaza 20 %)	1,843	2,397	c	d
T <sub>4</sub> (Guano de isla 10 %)	1,520	1,310	d	e
T <sub>1</sub> (Humus de lombriz 10 %)	1,485	1,205		e
T <sub>7</sub> (Gallinaza 10 %)	1,298	0,685		e f
T <sub>0</sub> (Testigo)	1,118	0,250		f
T <sub>5</sub> (Guano de isla 20 %)	1,000	0,000		f
T <sub>6</sub> (Guano de isla 30 %)	1,000	0,000		f

<sup>1</sup> Tratamientos unidos por la misma letra en columna no existe significación estadística

En el Cuadro 19 se observa que:

- Entre los tratamientos T<sub>9</sub> (Gallinaza 30 %) y T<sub>3</sub> (Humus de lombriz 30 %) y no existen diferencias estadísticas; sin embargo estos difieren estadísticamente y son superiores en el cálculo de materia seca de tallos y hojas frente a los demás tratamientos, T<sub>2</sub> (Humus de lombriz 20 %), T<sub>8</sub> (Gallinaza 20 %), T<sub>4</sub> (Guano de isla 10 %), T<sub>1</sub> (Humus de lombriz 10 %), T<sub>7</sub> (Gallinaza 10 %) y T<sub>0</sub> (Testigo).
- Los tratamientos T<sub>2</sub> (Humus de lombriz 20 %), T<sub>8</sub> (Gallinaza 20 %) y T<sub>4</sub> (Guano de isla 10 %) difieren estadísticamente entre ellos.



- No existe significación estadística entre el Tratamiento T<sub>1</sub> (Humus de lombriz 10 %) Y T<sub>7</sub> (Gallinaza 10 %), pero si difieren estadísticamente frente al Tratamiento T<sub>0</sub>.

El mejor desarrollo de tallos y hojas se determinó en el tratamiento con gallinaza al 30 % (T<sub>9</sub>), al igual que las demás características este tratamiento no presenta significancia frente al sustrato con humus de lombriz al 30 % (T<sub>3</sub>). La finalidad de estos resultados se basa en la afirmación de que existe una relación entre el crecimiento de las plantas y el contenido de materia seca, el mejor tratamiento está determinado por el mayor efecto en materia seca, según se observó las mejores características de crecimiento y desarrollo de las plantas se le atribuye al sustrato que brindó con mayor facilidad a la asimilación de nutrientes por la raíz a las plantas.

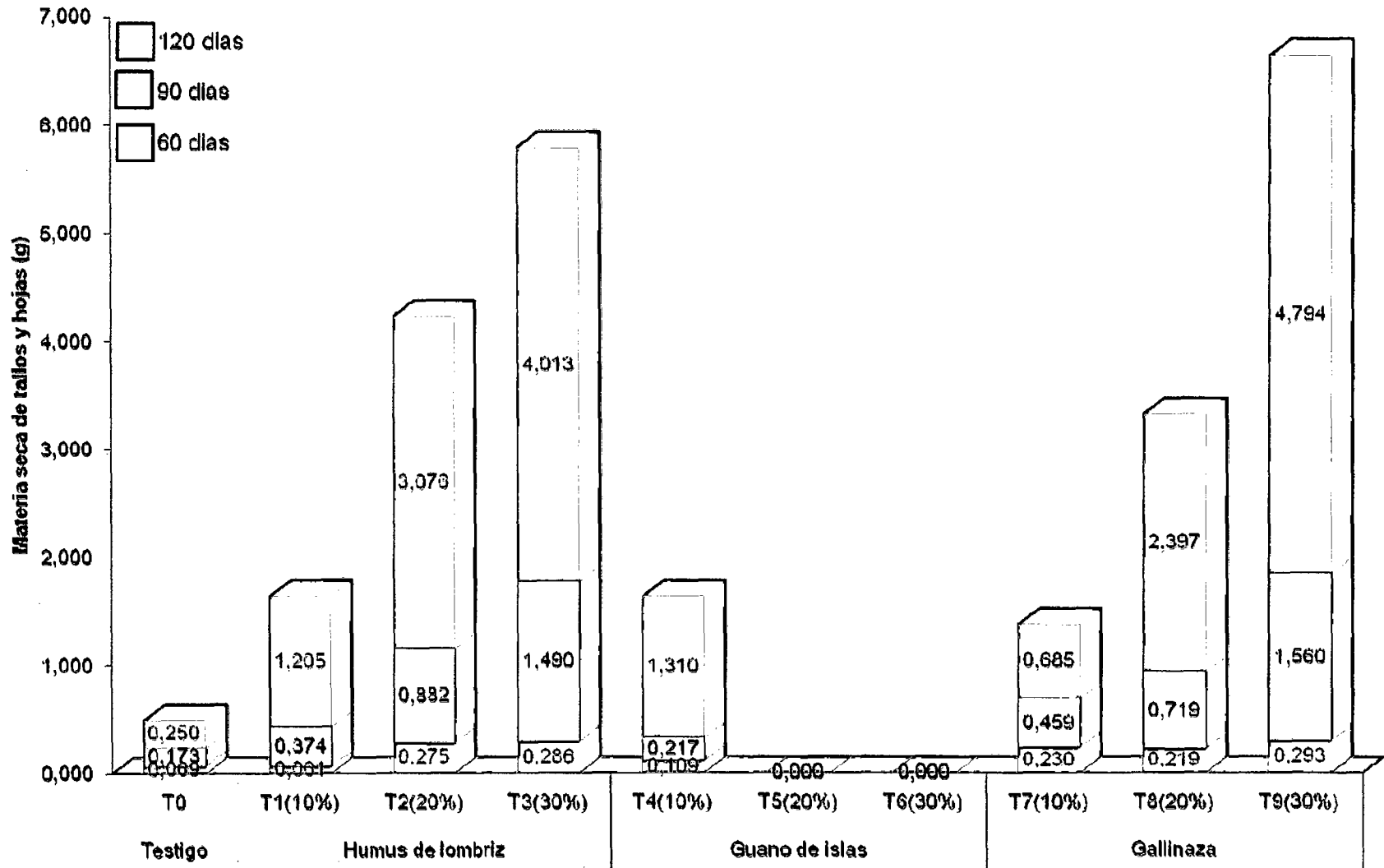


Figura 12. Distribución de la acumulación de materia seca de tallos y hojas por tiempo de evaluación

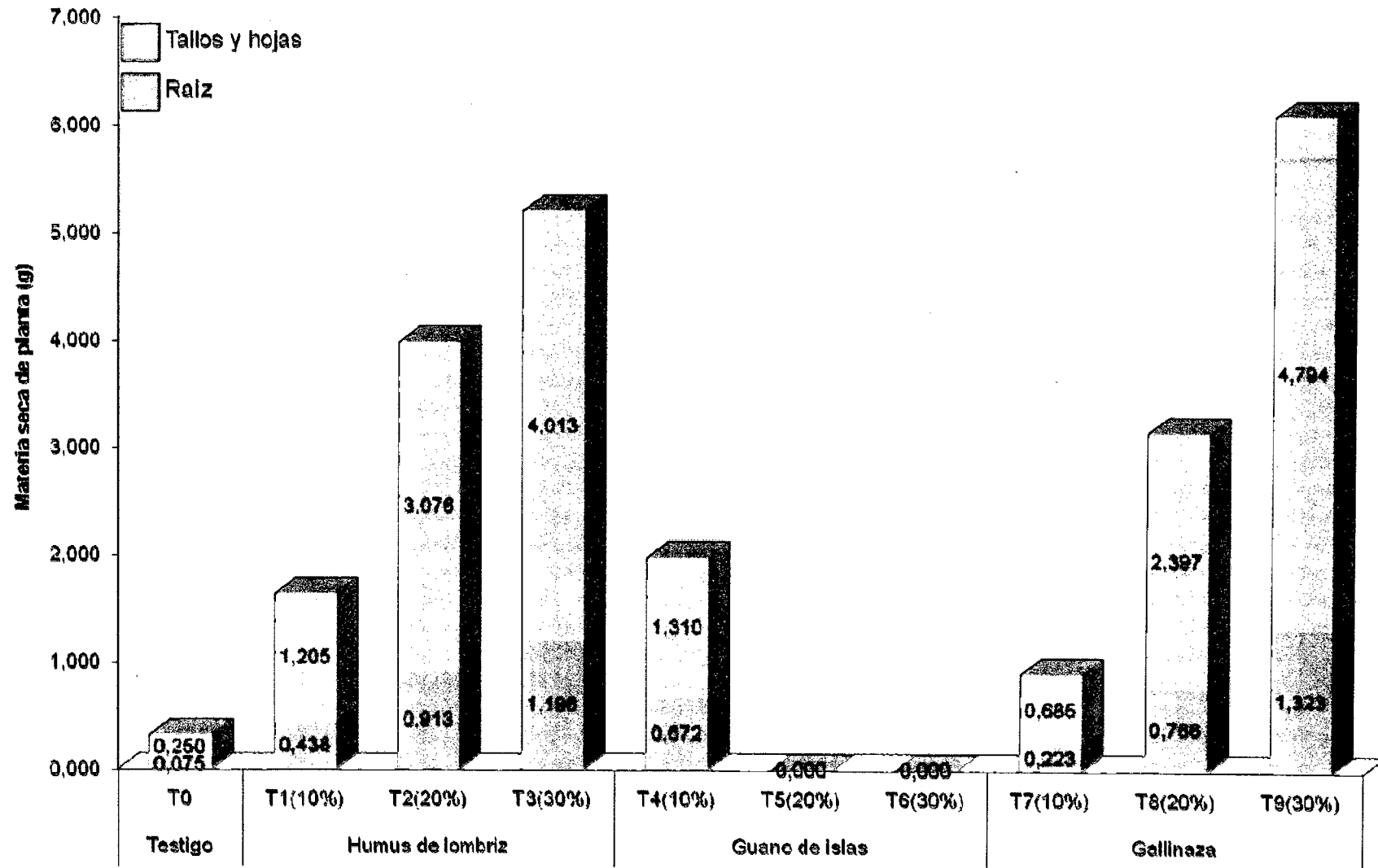


Figura 13. Acumulación de materia seca de raíz y tallos y hojas de *A. fraxinifolius* Wight & Arn.

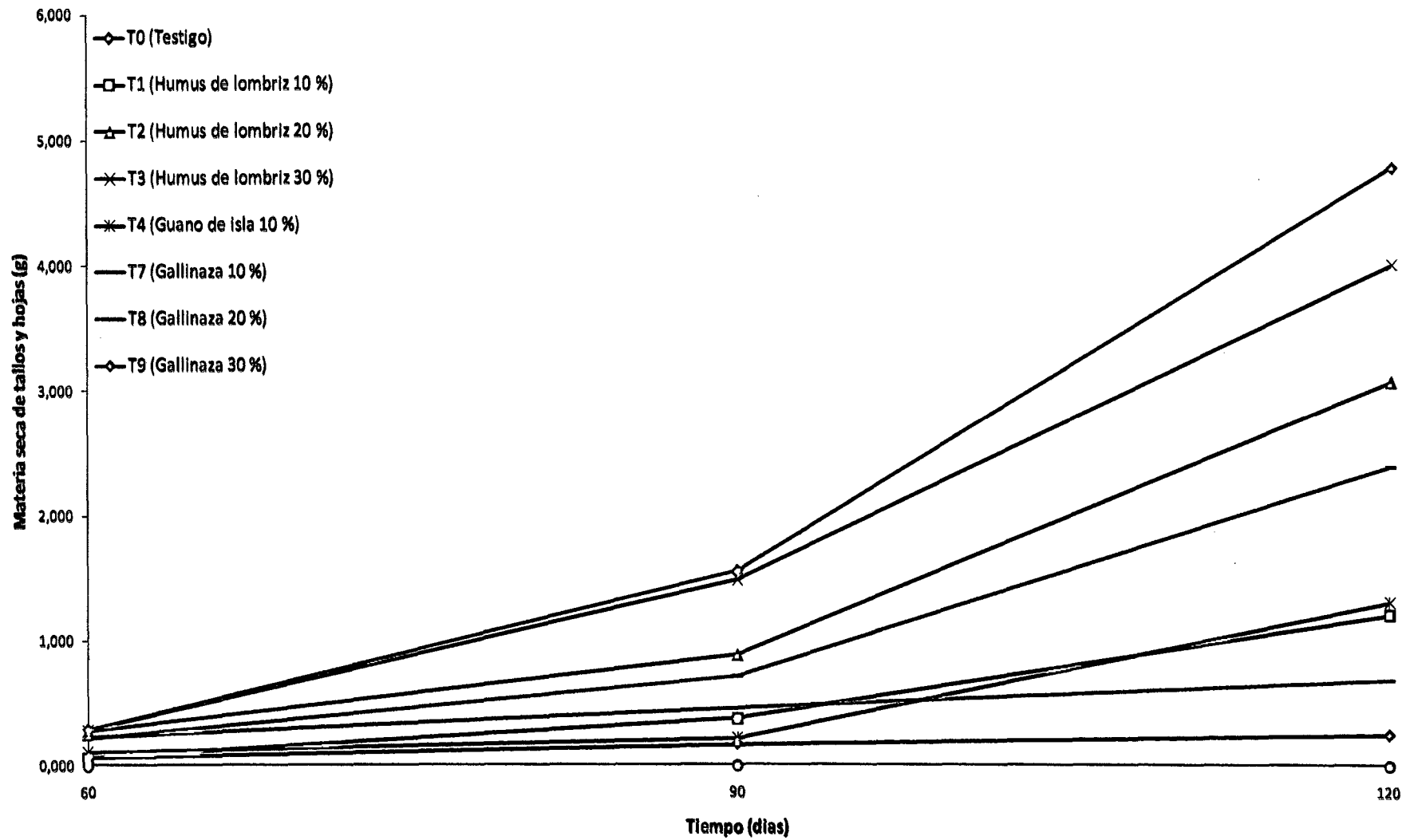


Figura 14. Curvas de acumulación de materia seca de tallos y hojas de *A. fraxinifolius* Wight & Arn. por tiempo de evaluación

#### 4.3.2.2. Materia seca de tallos y hojas de plantas entre los abonos orgánicos

Cuadro 20. Prueba Duncan en materia seca de tallos y hojas de *A. fraxinifolius* Wight & Arn., según los abonos orgánicos y testigo

Tipos de abono	Datos	Promedios	Significación <sup>1</sup>
	$\sqrt[2]{(n + 1)}$	(g)	( $\alpha = 0,05$ )
Humus de lombriz (10 %, 20 %, 30 %)	1,914	2,663	a
Gallinaza (10 %, 20 %, 30 %)	1,849	2,419	a
Guano de isla (10 %, 20 %, 30 %)	1,173	0,376	b
Testigo	1,118	0,250	b

<sup>1</sup> Tratamientos unidos por la misma letra en columna no existe significación estadística

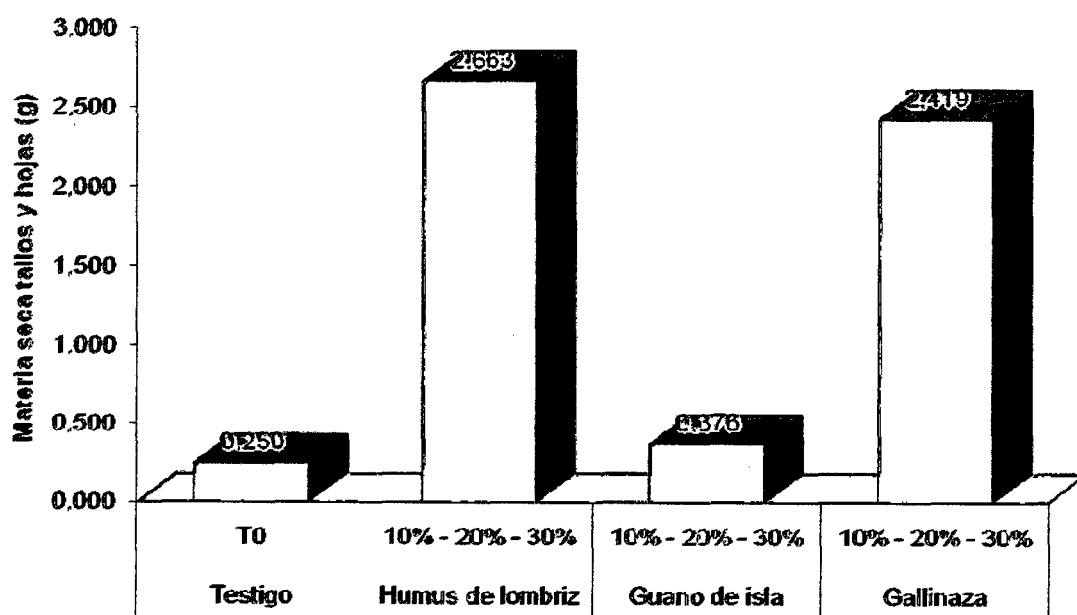


Figura 15. Distribución de materia seca de tallos y hojas según los abonos orgánicos

- No existe significación estadística entre el abono orgánico humus de lombriz y gallinaza; sin embargo ellos difieren estadísticamente frente al guano de islas y testigo.

#### 4.4. Efecto en volumen radicular de plantas de *Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn.

Cuadro 21. ANVA de volumen radicular de planta de *A. fraxinifolius* Wight & Arn.

Fuente de variación	G.L	S. C	C. M	F.c	Sig. <sup>1</sup>
Tratamientos	9	15,284	1,698	25,081	**
A. orgánicos	8	13,552	1,694	25,020	**
A. orgánicos vs Testigo	1	1,731	1,731	25,571	**
Error Experimental	30	2,031	0,068		
Total	39	17,315			

<sup>1</sup> El valor calculado es mayor que el valor de tablas  
CV = 14,08 %

##### 4.4.1. Volumen radicular de plantas entre los tratamientos

Cuadro 22. Prueba Duncan en volumen radicular de *A. fraxinifolius* Wight & Arn.

Tratamientos	Datos $\sqrt[2]{(n+1)}$	Promedios (ml)	Significación <sup>1</sup> ( $\alpha = 0,05$ )
T <sub>9</sub> (Gallinaza 30 %)	2,636	5,948	a
T <sub>3</sub> (Humus de lombriz 30 %)	2,594	5,729	a b
T <sub>8</sub> (Gallinaza 20 %)	2,564	5,574	a b
T <sub>2</sub> (Humus de lombriz 20 %)	2,203	3,853	b c
T <sub>1</sub> (Humus de lombriz 10 %)	1,998	2,992	c
T <sub>4</sub> (Guano de isla 10 %)	1,810	2,276	c d
T <sub>7</sub> (Gallinaza 10 %)	1,456	1,120	d e
T <sub>0</sub> (Testigo)	1,225	0,501	e f
T <sub>5</sub> (Guano de isla 20 %)	1,000	0,000	f
T <sub>6</sub> (Guano de isla 30 %)	1,000	0,000	f

<sup>1</sup> Tratamientos unidos por la misma letra en columna no existe significación estadística

En el Cuadro 22 se observa que:

- Entre los tratamientos T<sub>9</sub> (Gallinaza 30 %), T<sub>3</sub> (Humus de lombriz 30 %) y T<sub>8</sub> (Gallinaza 20 %) no existen diferencias estadísticas; sin embargo estos difieren estadísticamente con el Tratamiento T<sub>2</sub> (Humus de lombriz 20 %), los promedio de volumen radicular de *A. fraxinifolius* Wight & Arn. del tratamientos T<sub>9</sub> (5,948 ml), T<sub>3</sub> (5,729 ml) y T<sub>8</sub> (5,574 ml) son superiores al Tratamiento T<sub>2</sub> (3,853 ml).
- Existe diferencias estadísticas. Los tratamientos T<sub>9</sub> (Gallinaza 30 %), T<sub>3</sub> (Humus de lombriz 30 %) y T<sub>8</sub> (Gallinaza 20 %) difieren estadísticamente frente a los tratamientos T<sub>1</sub> (Humus de lombriz 10 %) y T<sub>4</sub> (Guano de isla 10 %), estos dos tratamientos no difieren estadísticamente entre ellos pero si frente a los tratamientos T<sub>7</sub> (Gallinaza 10 %) T<sub>5</sub> (Guano de isla 20 %) que no están relacionados significativamente

El volumen radicular es otra de las características importantes para determinar la calidad de la planta. CARLSON (1986), menciona que varios autores han sugerido incluir el tamaño del sistema radicular de las plantas como un criterio para estimar su calidad. El volumen radicular de las plantas es un atractivo criterio para estimar la calidad y predecir su comportamiento en terreno una vez plantadas, HAASE y ROSE (1993), manifestó que las plantas con mayores volúmenes radiculares son capaces de superar más fácilmente el shock de trasplante, ya en terreno definitivo presentan un mayor potencial de crecimiento radicular, capacidad de absorción de agua y nutrientes siendo así que el volumen radicular de las plantas está positivamente correlacionado con la longitud y diámetro del tallo, y la biomasa total de las plantas favoreciendo al crecimiento y desarrollo. Una vez más conforme a los resultados determinados según los tratamientos.

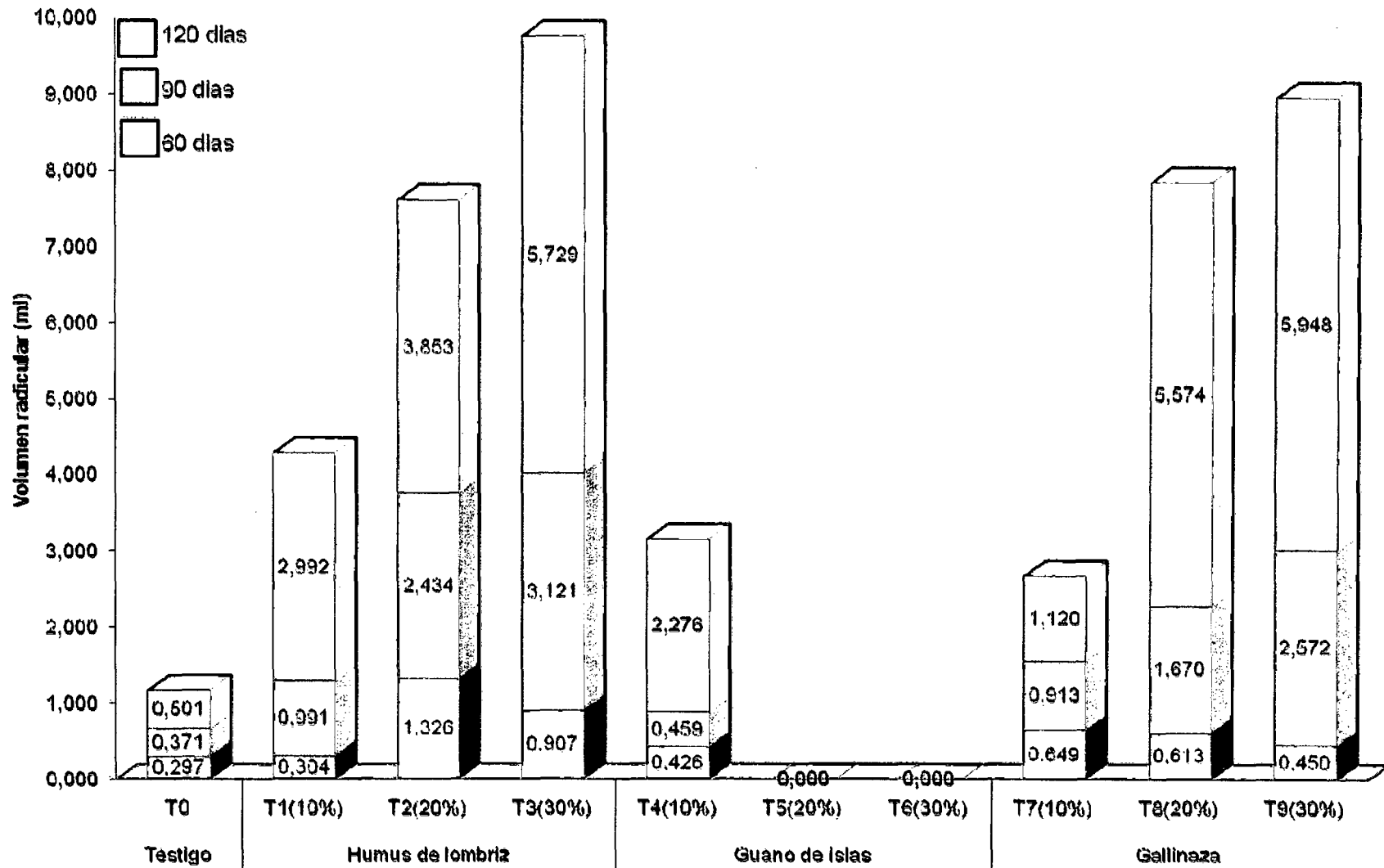


Figura 16. Distribución de la acumulación de volumen radicular de raíz por tiempo de evaluación



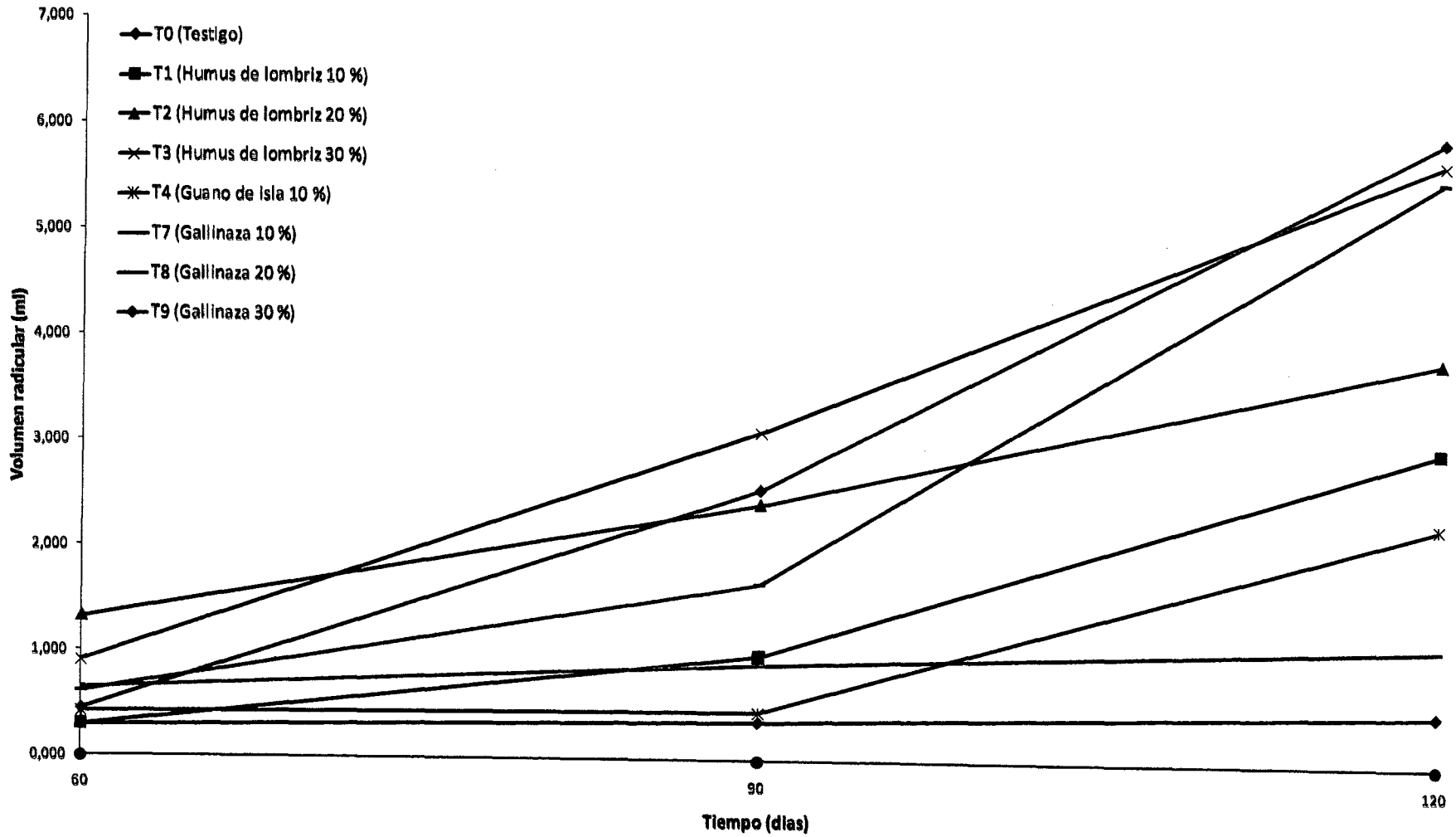


Figura 17. Curvas de acumulación de volumen radicular de *A. fraxinifolius* Wight & Arn. por tiempo de evaluación

#### 4.4.2. Volumen radicular de plantas entre los abonos orgánicos y testigo.

Cuadro 23. Prueba Duncan en volumen radicular de *A. fraxinifolius* Wight & Arn., según los abonos orgánicos y testigo

Tipos de abono	Datos	Promedios	Significación <sup>1</sup>
	$\sqrt[2]{(n + 1)}$	(ml)	( $\alpha = 0,05$ )
Humus de lombriz (10 %, 20 %, 30 %)	2,265	4,130	a
Gallinaza (10 %, 20 %, 30 %)	2,219	3,924	a
Guano de isla (10 %, 20 %, 30 %)	1,270	0,613	b
Testigo	1,225	0,501	b

<sup>1</sup> Tratamientos unidos por la misma letra en columna no existe significación estadística

En el Cuadro 23 se observa que:

- No existe significación estadística entre el abono orgánico humus de lombriz y gallinaza; sin embargo ellos difieren estadísticamente frente al guano de islas y testigo.

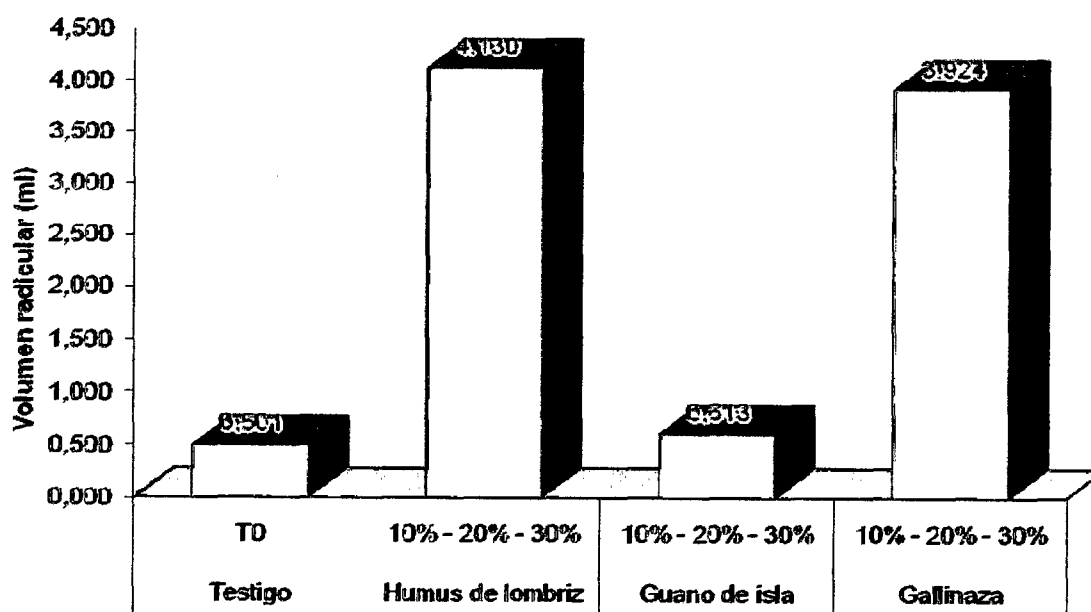


Figura 18. Distribución de volumen radicular según los abonos orgánicos

El análisis químico del suelo (Cuadro 8) presentó características de niveles bajos, lo que corresponde a materia orgánica y elementos importantes disponibles para el buen desarrollo de la planta (N, P, K); así como se observa en la Figura 18, la inferioridad de volumen radicular del tratamiento testigo, a lo que se puede decir que la aplicación de los abonos orgánicos a diferentes niveles ha aportado al suelo las características necesarias para el desarrollo de la planta obteniendo así plantas que tendrán mayor oportunidad de desarrollarse en campo definitivo a lo que corresponde, según JOHNSON y CLINE (1991), la calidad de las plantas está determinada por su comportamiento en el terreno, las plantas de buena calidad son aquellas capaces de sobrevivir estreses ambientales prolongados y crecer vigorosamente inmediatamente después de plantadas en un sitio particular.

## V. CONCLUSIONES

1. El mayor efecto en altura de planta de *A. fraxinifolius* Wight & Arn. "cedro rosado" corresponde al tratamiento 9 (T<sub>9</sub>) (18,044 cm), sustrato con gallinaza al 30 %. En los tratamientos 5 y 6, sustrato con 20 % y 30 % de guano de islas las plantas de *A. fraxinifolius* Wight & Arn. no prosperaron después del repique, obteniendo muerte generalizada.
2. El mayor efecto de crecimiento en diámetro de planta de *A. fraxinifolius* Wight & Arn. "cedro rosado" se determinó en el tratamiento 9 (T<sub>9</sub>) (4,308 mm), sustrato con gallinaza al 30 %.
3. El efecto en mayor materia seca de plantas de *A. fraxinifolius* Wight & Arn. "cedro rosado" corresponde al tratamiento 9 (T<sub>9</sub>), abono orgánico de gallinaza al 30 %, con materia seca de raíz 1,323 g y materia seca de tallos y hojas 4,794 g respectivamente.
4. El efecto mayor en volumen radicular de plantas de *A. fraxinifolius* Wight & Arn. "cedro rosado" se obtuvo en el tratamiento 9 (T<sub>9</sub>) (5,948 ml), sustrato con abono orgánico de gallinaza al 30 %.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- 1. Utilizar gallinaza al 30 %, como abono orgánico para la producción de plantones de *A. fraxinifolius* Wight & Arn. “cedro rosado”, por los mejores resultados frente a las demás pruebas.**
- 2. Dar a conocer los beneficios del uso de abonos orgánicos, beneficios a favor de la producción y beneficios a favor del ambiente, ya que este contribuye a la recuperación de suelos degradados.**
- 3. Realizar estudios de la importancia en el crecimiento inicial de las plantas al efecto de los abonos orgánicos, de ello dependerá el resultado a la obtención de plantas vigorosas y activas para ser llevadas a campo definitivo.**

## VII. ABSTRACT

The current situation of some producers in the country is critical, due to the advancing agricultural frontier and low crop yields, which results in indiscriminate deforestation. As an alternative to this problem arises *Acrocarpus fraxinifolius* Wight & Arn. "cedro rosado" of India that can contribute to reforestation and sustainable use of timber. Therefore, this research seeks to provide information on this species at the nursery, evaluating the ability to grow on substrates with different organic fertilizers (vermicompost, poultry manure and islands), for it was considered an organic fertilizer for every three levels 10 %, 20% and 30 % substrate mixed with agricultural land consisting of 70 % and 30 % fine sand, forming 10 treatments including the control. The number of plants evaluated per treatment was 24, making a total of 240 plants in 10 treatments were randomly assigned nursery bed.

The analysis of variance (ANOVA) on the variables evaluated. In order to determine the statistical categories in the levels of each factor and variable evaluated was performed by Duncan test ( $\alpha = 0,05$ ), and comparing the statistical difference between treatments.

In all this it was determined that the substrate with chicken manure at 30 %, corresponding to T9 treatment showed better results, plant height and diameter was 18,044 cm and 4,308 mm respectively. As for the calculation of

dry matter corresponded to the treatment plant T9, chicken manure at 30 %, with root dry matter 1,323 g dry matter of stems and leaves 4,794 g. Similarly attributed to this treatment, the calculation of root volume 5,948 ml.

## VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALONSO, R., CAMPANIONI, N., CARRIÓN, M., PEÑA, E. 1996. La materia orgánica y la producción de abonos orgánicos. Seminario – Taller Regional. “La Agricultura Urbana y el Desarrollo Rural Sostenible”. La Habana. 56 p.
- BAREA, J., OLIVARES, J. 1998. Manejo de las propiedades biológicas del suelo. En: Jiménez Díaz, L.R. y R. Lamo de Espinosa (ed). Agricultura Sostenible. Editorial Mundi Prensa. Madrid. 193 p.
- BOVI, M., SPIERING, S., BARBOSA, A. 1999. Densidad de radicular de progênies de pupunheira em função de adubação de NPK. Horticultura Brasileira. 193 p.
- BOYER, J., SOUTH, D. 1987. Excessive seedling height, high shoot-to-root ratio, and benomyl root dip reduce survival of stored loblolly pine seedlings. Tree Planters' Note. N° 38. 22 p.
- BURNS, R., MOSQUERA, M., WHITMORE, J. 1998. Árboles útiles de la región tropical de América del Norte. USDA.SEMARNAP, SAGAR, USA Forest Service, Canada Natural Resources, Canadian Forest Service, Washington, D.C. [En línea] (<http://www.conafor.gob.mx/portal/docs/>)



[secciones/reforestacion/Fichas%20Tecnicas/Acrocarpus%20fraxinifolius.pdf](#). 2 Nov. 2009).

BROWN, P., WELCH, R., CARY, E. 1987. Nickel: A micronutrient essential for higher plants. *Plant Physiology*. 803 p.

CATIE. 2001. *Silvicultura de bosques latifoliados, con énfasis en América Central*. Turrialba, Costa Rica. 265 p. [En línea] (<http://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnf08o77.pdf>. 2 Nov. 2009).

CARLSON, W. 1986. Root system considerations in the quality of loblolly pine seedlings. *Southern Journal of Applied Forestry*. Nº 10. 92 p.

CHOW, W. 1990. Efecto de la fertilización fosfórica sobre el crecimiento y rendimiento de cuatro variedades de frijol común. 28 p. [En línea] (<http://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnf08o77.pdf>. 2 Nov. 2009).

CRONQUIS, A. 1981. *Lista de las clases, subclases, ordenes y familias de las angiospermas* - Columbia University Press. New York.

COCHACHI, G. 1997. Efecto de Diferentes Niveles de Humus de Lombriz en el Crecimiento de Sangre de Grado (*Croton draconoides* Muell, Arg) en fase de vivero. Tesis Ing. Recursos naturales renovables. Tingo María, Perú. UNAS. 133 p.

EMMUS, P. 1991. Resumen de la Conferencia Internacional sobre evaluación y monitoreo de la calidad del suelo. Rodal e Institute. 13 p.

FAO. 2009. Uso de la gallinaza (estiércol de aves) como abono orgánico. [En línea] (<http://www.fao.org/teca/content/uso-de-la-gallinaza-esti%C3%A9rcol-de-aves-como-abono-org%C3%A1nico>. 1 Nov. 2010).

- FERRERA, R. 1995. Rizosfera. En: Ferrera - Cerrato, R. (ed.). Ecología de la Raíz. Sociedad Mexicana de Fitopatología, Montecillo, México. 21p.
- GALLOWAY, G., BORGIO, G. 1984. Guía para el establecimiento de plantaciones forestales en la Sierra Peruana. FAO-INFF Ministerio de Agricultura. Lima, Perú. 143 p. [En línea] ([http://dialnet.unirioja.es/servlet/fichero\\_rticulo?codigo=2252810&orden=77456](http://dialnet.unirioja.es/servlet/fichero_rticulo?codigo=2252810&orden=77456). 2 Nov. 2009).
- GANDARILLA, J. 1988. Empleo del estiércol vacuno para mejorar un suelo improductivo de la provincia de Camaguey- Cuba. Tesis enviada a la A.C. Hungría para el grado de Doctor en Ciencias. 10 p.
- GIANELLA, F. 1993. ¿Qué significa agricultura ecológica u orgánica? Cultivando N° 6. 7 p.
- GUERRERO, J. 1993. Abonos orgánicos. Red de Acción en Agricultura Alternativa - RAAA. Lima, Perú.
- HAASE, D., ROSE, R. 1993. Soil moisture stress induces transplant shock in stored and unstored 2+0 Douglas-fir seedlings of varying root volumes. Forest Science. N° 2. 294 p.
- HERNÁNDEZ, J., CRUZ, A. 1993. Boletín informativo sobre el uso de subproductos: Gallinaza. Ministerio de Agricultura y Ganadería. San José, Costa Rica. 5 p.
- HE, Z., YANG, X., KAHN, B., STOFFELLA, P., CALVERT, D. 2000. Plant nutrition benefits of phosphorus, potassium, calcium, magnesium, and micronutrients from compost utilization. In: P.J. Stoffella, Kahan B. A.

Compost utilization in horticultural cropping systems. Boca Raton, Lewis Publ. 320 p.

HOLTON, C. 1959. Plant pathology, problems and progress 1909-1958. Univ. Wisconsin Press. Madison. [En línea] ([http://dialnet.unirioja.es/servlet/fichero\\_articulo?codigo=2252810&orden=77456](http://dialnet.unirioja.es/servlet/fichero_articulo?codigo=2252810&orden=77456). 2 Nov. 2009).

JOHNSON, J., CLINE, M. 1991. Seedling quality of southern pines. In: DURYEA, M., DOUGHERTY, P., eds. Forest Regeneration Manual. Dordrecht, the Netherlands: Kluwer Academic Publishers. 159 p.

KALMAS, E., VÁZQUEZ, D. 1996. Manual de Agricultura Ecológica. Una introducción a los principios básicos y su aplicación. Donación ACAO. Ed. Enlace. Nicaragua. 28 p.

LAMPRECH, H. 1989. Silviculture in the Tropics. Technical cooperation. Alemania. [En línea] (<http://www.conafor.gob.mx/portal/docs/secciones/reforestacion/Fichas%20Tecnicas/Acrocarpus%20fraxinifolius.pdf>. 2 Nov. 2009).

LÓPEZ, M.; FERNÁNDEZ, F. 1985. Frijol investigación y producción. CIAT. Colombia [En línea] (<http://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnf08o77.pdf>. 2 Nov. 2009).

MENAGRO. 2006. Mercado Nacional Agropecuario. [En línea]. (<http://www.accessmylibrary.com/article-1G1-124325137/mediara-menagro-en-apoyos.html>. 21 May. 2010)

- MENENDEZ, H. 2006. El cedro rosado. Guía de cultivo. [En línea] (<http://www.monografias.com/trabajos20/cedro-rosado/cedro-rosado.shtml>). 2 Nov. 2009).
- MINAE. 1986. Reglamento sobre el manejo y control de gallinaza y pollinaza, núm. 29145-MAG-S-MINAE. 10 p.
- MOLINA, E. 2000. Manual de suelos y nutrición de pejibaye para palmito. San José, Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo 42 p.
- MURILLO, T. 1996. Manejo de residuos en la industria avícola. In Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales (10:8-12 Julio: 1996: San José), Memoria: Agronomía y Recursos Naturales. Editores Floria Bertsch, Walter Badilla, Jaime Garcia. 1. ed. San Jose, Costa Rica: EUNED, EUNA, 1996. 69 p.
- NOVAK, A. 1990. La lombriz de tierra. Curso básico lombricultura ciencia y tecnología Lima-Perú S.N.27p.
- PARETAS, J., ASPIOLEA, J., AVILA, G., CRESPO, S., GONZÁLEZ M., LÓPEZ M. Y HERNÁNDEZ M. 1983. Fertilización de Pastos y Forrajes. I Reunión Nacional de Agroquímica. A.C.C. 10 p.
- PEÑA, E. 1998. Producción de abonos orgánicos. Compendio de Agricultura Urbana. Modalidad Organopónicos y Huertos Intensivos. INIFAT – UNICA. 27 p.
- PERÚ AGROFORESTRY. 2006. Cedro rosado [En línea](<http://www.peruagroforestry.com/acrocarpus/cedro2general.doc> 2 Nov.2009).

- PROABONOS. Características del Guano. 2008. [En línea].  
(<http://www.agrojunin.gob.pe/opds/proabonos/caracteristicas.php>. 31 de Marzo del 2010).
- QUEVEDO, A. 1991. Efecto del Humus de lombriz en Plantones de *Cedrela odorata*, atacados por *Hypsiphylia sp.* en Plantaciones a Campo Abierto. Tesis Ing. Forestal. Iquitos, Perú. UNAP. 45 p.
- QUINTANA, B., BLANDÓN, J., FLORES, J., MAYORGA, A. 1992. Manual de fertilización para los suelos de Nicaragua. UNA-Consultora profesional Indígena (INDOCONSUL S. A). Managua, Nicaragua. 75 p.
- RAMÍREZ, D. 1999. Consumo de fertilizantes en el Perú. [En línea] ([ftp://ftp.fao.org/agl/agll/gateway/recurso\\_nutrientes.pdf](ftp://ftp.fao.org/agl/agll/gateway/recurso_nutrientes.pdf). 10 Abr. 2010).
- RITCHIE, G., DURYEA, M., LANDIS, T., 1984. Assessing seedling quality. In: eds. Forest Nursery Manual: Production of Bare root Seedlings. The Hague: Martinus Nijhoff/Dr. W. Junk Publishers. 259 p.
- SAENZ, C. 1987, La lombriz en el mejoramiento de la tierra Gaceta Agrícola. México. 64p.
- SENDRA, J. 1996. Fertilización del arroz. Horticultura. Agrícola. Vergel. Nº 12. 244 p.
- SEPATRO. 2006. Semillas y productos agroforestales del trópico. [En línea]. (<http://www.seedquest.com/whitepages/americas/mexico/id/s/sepatro.htm>. 21 Mayo 2010).
- TRASAR, M., LEIRÓS, M., GIL, F. 2000. Biochemical properties of acid soils under climax vegetation (Atlantic oakwood) in an area of the European

temperate-humid zone (Galicia, NW Spain): specific parameters. *Soil Biology & Biochemistry*. 755 p.

VEGA, F., BOVI, A., GODOY, J., BERTON, R. 2005. Lodo de esgoto e sistema radicular da pupunheira. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*. 268 p.

WHITMORE, J., OTAROLA, T. 1976. *Acrocarpus fraxinifolius Wight*, especie de rápido crecimiento inicial, buena forma y madera de usos múltiples. *Turrialba*. 204 p.

## **IX. ANEXO**

Anexo 1. Altura de plantas según los tratamientos y el tiempo de evaluación de *A. fraxinifolius* Wight & Arn.

		Tiempo (Días después del repique)						
		30	45	60	75	90	105	120
		h. (cm)	h. (cm)	h. (cm)	h. (cm)	h. (cm)	h. (cm)	h. (cm)
Testigo	T <sub>0</sub>	4,226	4,641	5,007	5,729	6,290	7,015	7,726
	T <sub>1</sub>	5,564	6,241	6,913	8,054	9,036	10,806	12,816
Humus de lombriz	T <sub>2</sub>	4,707	5,554	6,502	8,339	10,799	13,326	15,557
	T <sub>3</sub>	5,155	6,076	7,220	9,388	11,257	13,213	16,115
	T <sub>4</sub>	4,452	4,789	5,200	5,718	6,086	7,346	9,595
Guano de islas	T <sub>5</sub>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	T <sub>6</sub>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	T <sub>7</sub>	5,140	5,948	6,762	7,550	8,236	10,357	12,425
Gallinaza	T <sub>8</sub>	4,660	5,436	6,673	9,524	10,772	13,205	16,040
	T <sub>9</sub>	5,875	6,497	7,638	9,752	11,383	14,761	18,044

Anexo 2. Diámetro de plantas según los tratamientos y el tiempo de evaluación de *A. fraxinifolius* Wight & Arn.

Tratamientos		Días después del repique						
		30	45	60	75	90	105	120
		Ø. (mm)	Ø. (mm)	Ø. (mm)	Ø. (mm)	Ø. (mm)	Ø. (mm)	Ø. (mm)
Testigo	T <sub>0</sub>	1,025	1,103	1,323	1,418	1,554	1,605	1,816
	T <sub>1</sub>	1,033	1,298	1,503	1,762	2,073	2,342	2,810
Humus de lombriz	T <sub>2</sub>	1,135	1,424	1,752	2,158	2,519	2,893	3,718
	T <sub>3</sub>	1,126	1,329	1,716	2,437	2,968	3,235	3,937
	T <sub>4</sub>	0,902	1,079	1,187	1,347	1,589	1,680	2,112
Guano de islas	T <sub>5</sub>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	T <sub>6</sub>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	T <sub>7</sub>	0,988	1,187	1,557	1,883	2,168	2,331	2,733
Gallinaza	T <sub>8</sub>	0,952	1,132	1,462	1,897	2,411	2,748	3,326
	T <sub>9</sub>	0,968	1,164	1,554	2,105	2,787	3,268	4,308

Anexo 3. Materia seca de raíz de plantas según los tratamientos y el tiempo de evaluación de *A. fraxinifolius* Wight & Arn.

Tratamientos		Días después del repique		
		60	90	120
		M. Seca (Raíz) (g)	M. Seca (Raíz) (g)	M. Seca (Raíz) (g)
Testigo	T <sub>0</sub>	0,044	0,067	0,075
	T <sub>1</sub>	0,028	0,151	0,438
Humus de lombriz	T <sub>2</sub>	0,124	0,270	0,913
	T <sub>3</sub>	0,098	0,506	1,196
	T <sub>4</sub>	0,067	0,077	0,672
Guano de islas	T <sub>5</sub>	0,000	0,000	0,000
	T <sub>6</sub>	0,000	0,000	0,000
	T <sub>7</sub>	0,073	0,156	0,223
Gallinaza	T <sub>8</sub>	0,063	0,232	0,766
	T <sub>9</sub>	0,038	0,426	1,323



**Anexo 4. Materia seca de tallos y hojas de plantas según los tratamientos y el tiempo de evaluación de *A. fraxinifolius* Wight & Arn.**

Tratamientos		Días después del repique		
		60	90	120
		M. Seca (Tallos y Hojas) (g)	M. Seca (Tallos y Hojas) (g)	M. Seca (Tallos y Hojas) (g)
Testigo	T <sub>0</sub>	0,069	0,173	0,250
	T <sub>1</sub>	0,061	0,374	1,205
Humus de lombriz	T <sub>2</sub>	0,275	0,882	3,076
	T <sub>3</sub>	0,286	1,490	4,013
	T <sub>4</sub>	0,109	0,217	1,310
Guano de islas	T <sub>5</sub>	0,000	0,000	0,000
	T <sub>6</sub>	0,000	0,000	0,000
	T <sub>7</sub>	0,230	0,459	0,685
Gallinaza	T <sub>8</sub>	0,219	0,719	2,397
	T <sub>9</sub>	0,293	1,560	4,794

**Anexo 5. Volumen radicular de plantas según los tratamientos y el tiempo de evaluación de *A. fraxinifolius* Wight & Arn.**

Tratamientos		Días después del repique		
		60	90	120
		Vol. Radicular (ml)	Vol. Radicular (ml)	Vol. Radicular (ml)
Testigo	T <sub>0</sub>	0,297	0,371	0,501
	T <sub>1</sub>	0,304	0,991	2,992
Humus de lombriz	T <sub>2</sub>	1,326	2,434	3,853
	T <sub>3</sub>	0,907	3,121	5,729
	T <sub>4</sub>	0,426	0,459	2,276
Guano de islas	T <sub>5</sub>	0,000	0,000	0,000
	T <sub>6</sub>	0,000	0,000	0,000
	T <sub>7</sub>	0,649	0,913	1,120
Gallinaza	T <sub>8</sub>	0,613	1,670	5,574
	T <sub>9</sub>	0,450	2,572	5,948

Anexo 6. Preparación y desinfección de cama de cría



Anexo 7. Plántulas en camas de cría de *A. fraxinifolius* Wight & Arn.



### Anexo 8. Zarandeado de tierra agrícola



### Anexo 9. Zarandeado de gallinaza



Anexo 10. Desinfección del sustrato (suelo agrícola (70 %) y arena fina (30 %))



Anexo 11. Plantas de *A. fraxinifolius* Wight & Arn. después del repique



Anexo 12. Evaluación de altura de plantas de *A. fraxinifolius* Wight & Arn.

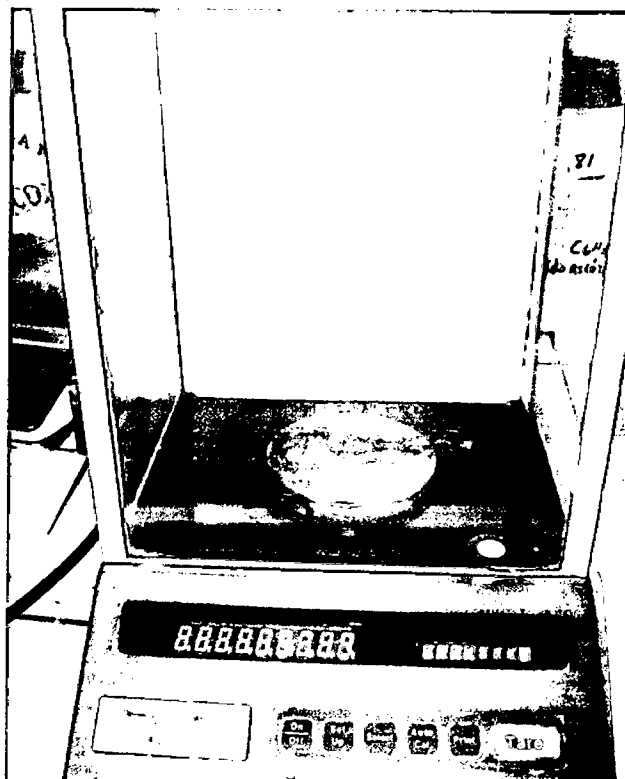


Anexo 13. Evaluación del diámetro de plantas de *A. fraxinifolius* Wight & Arn.



Anexo 14. Plantas por tratamiento antes de ser llevadas a estufa



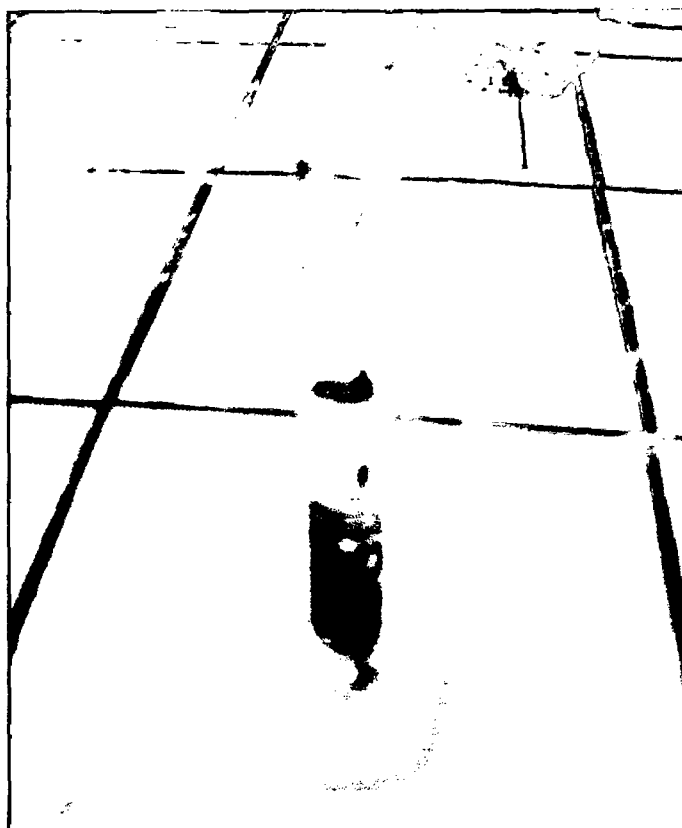
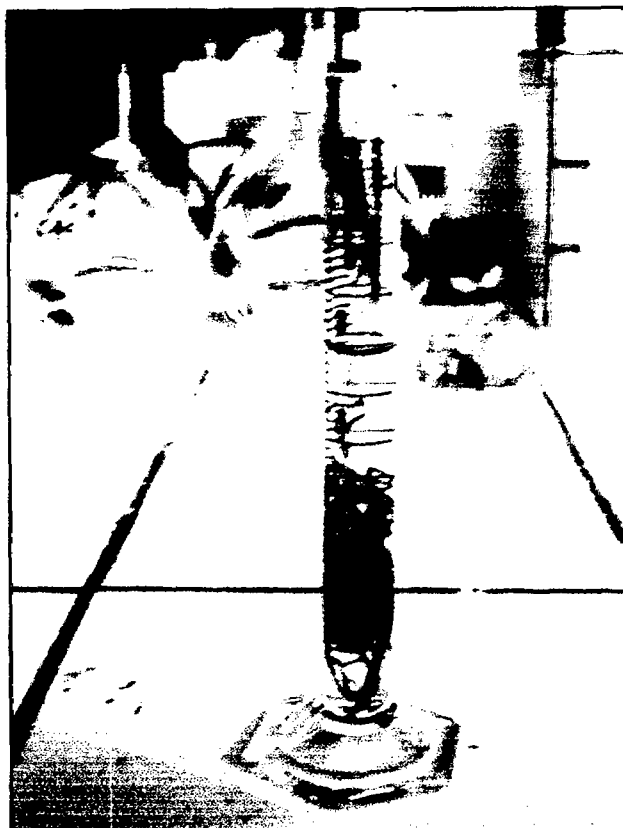
**Anexo 15. Muestras para el cálculo de materia seca en estufa****Anexo 16. Evaluación materia seca de raíz de plantas de *A. fraxinifolius* Wight & Arn.**



Anexo 17. Evaluación de materia seca de tallos y hojas de plantas de *A. fraxinifolius* Wight & Arn.

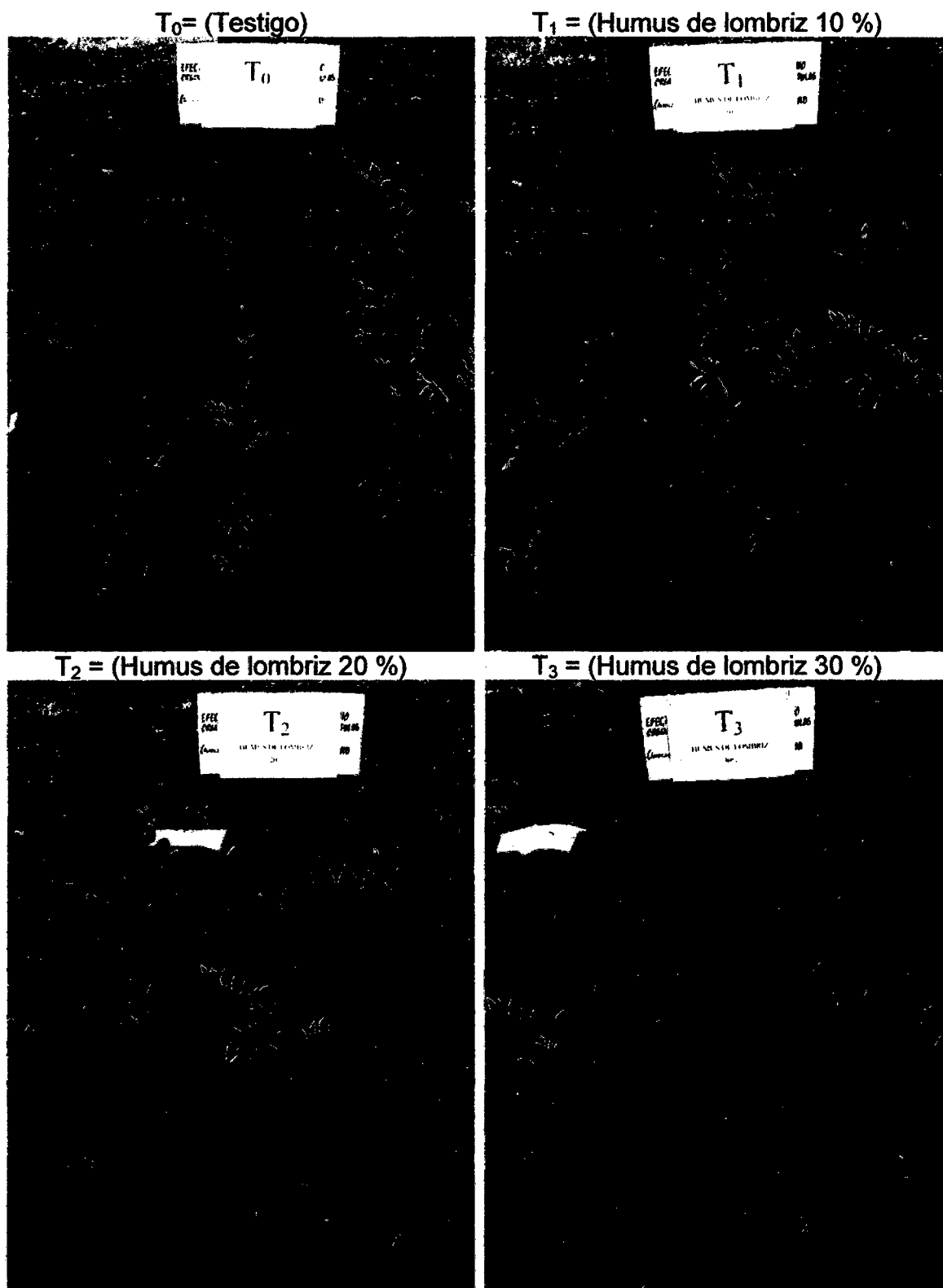


Anexo 18. Evaluación de volumen radicular de plantas de *A. fraxinifolius* Wight & Arn.



Anexo 19. Plantones de *A. fraxinifolius* Wight & Arn. en la última evaluación



Anexo 20. Distribución final ordenada de los tratamientos T<sub>0</sub>, T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub>

Anexo 21. Distribución ordenada de los tratamientos T<sub>4</sub>, T<sub>7</sub>, T<sub>8</sub> y T<sub>9</sub>

T<sub>4</sub> = (Guano de isla 10 %)



T<sub>7</sub> = (Gallinaza 10 %)



T<sub>8</sub> = (Gallinaza 20 %)



T<sub>9</sub> = (Gallinaza 30 %)



Anexo 22. Ubicación del lugar donde se realizó el experimento.

