

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**  
**FACULTAD DE AGRONOMÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMIA**



**EFFECTO DE TRES ABONOS ORGÁNICOS EN EL CRECIMIENTO DE  
PLANTONES DE *Citrus Jambhiri* lush (LIMÓN RUGOSO) FASE DE VIVERO,  
TINGO MARÍA**

**Tesis**

**Para optar el título de:  
INGENIERO AGRONOMO**

**PRESENTADO POR:**

**LUCELI DAYANA PÉREZ CASTILLO**

**Asesor:**

**Ing. CARLOS MIRANDA ARMAS**

**Tingo María – Perú**

**2022**



9

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**  
Tingo María  
**FACULTAD DE AGRONOMÍA**



Km 1.21 carretera Tingo María. Telf. (062) 561136 E.mail: [fagro@unas.edu.pe](mailto:fagro@unas.edu.pe).

*"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"*

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**

**N° 012 -2022-FA-UNAS**

BACHILLER : LUCELY DAYANA PEREZ CASTILLO

TÍTULO : "EFECTO DE TRES ABONOS ORGANICOS EN EL CRECIMIENTO DE PLANTONES DE (LIMÓN RUGOSO) *Citrus jambhiri* Lush. FASE DE VIVERO EN TINGO MARÍA"

JURADO CALIFICADOR

PRESIDENTE : Dr. JOSÉ WILFREDO ZAVALA SOLÓRZANO  
VOCAL : Dr. HUGO ALFREDO HUAMANI YUPANQUI  
VOCAL : M.Sc. JAIME CHAVEZ MATIAS

ASESOR : Ing. CARLOS MIRANDA ARMAS

FECHA DE SUSTENTACIÓN : 13/09/2022

HORA DE SUSTENTACIÓN : 03:00 Pm.

LUGAR DE SUSTENTACIÓN : Sala audiovisual- Facultad de Agronomía

CALIFICATIVO : Regular

RESULTADO : Aprobado

OBSERVACIONES A LA TESIS : En hoja adjunta

Tingo María, 13 de setiembre de 2022

.....  
Dr. JOSÉ WILFREDO ZAVALA SOLÓRZANO  
PRESIDENTE

.....  
Dr. HUGO ALFREDO HUAMANI YUPANQUI  
VOCAL

.....  
M.Sc. JAIME CHAVEZ MATIAS  
VOCAL

.....  
Ing. CARLOS MIRANDA ARMAS  
ASESOR



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**  
**REPOSITORIO INSTITUCIONAL DIGITAL**  
(RIDUNAS)

Correo: [repositorio@unas.edu.pe](mailto:repositorio@unas.edu.pe)



“Año de la unidad, la paz y el desarrollo”

**CERTIFICADO DE SIMILITUD T.I. N° 050 - 2023 - CS-RIDUNAS**

El Coordinador de la Oficina de Repositorio Institucional Digital de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, quien suscribe,

**CERTIFICA QUE:**

El trabajo de investigación; aprobó el proceso de revisión a través del software TURNITIN, evidenciándose en el informe de originalidad un índice de similitud no mayor del 25% (Art. 3° - Resolución N° 466-2019-CU-R-UNAS).

Facultad:


Facultad de Agronomía

Tipo de documento:

Tesis	X	Trabajo de investigación	
-------	---	--------------------------	--

TÍTULO	AUTOR	PORCENTAJE DE SIMILITUD
EFFECTO DE TRES ABONOS ORGÁNICOS EN EL CRECIMIENTO DE PLANTONES DE Citrus Jambhiri lush (LIMÓN RUGOSO) FASE DE VIVERO, TINGO MARÍA	LUCELI DAYANA PÉREZ CASTILLO	<b>21%</b> <b>Veintiuno</b>

Tingo María, 08 de marzo de 2023

  
Mg. Ing. García Villegas, Christian  
Coordinador del Repositorio Institucional  
Digital (RIDUNAS)

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**  
**FACULTAD DE AGRONOMÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



**EFFECTO DE TRES ABONOS ORGÁNICOS EN EL CRECIMIENTO DE  
PLANTONES DE *Citrus Jambhiri* lush (LIMÓN RUGOSO) FASE DE VIVERO,  
TINGO MARÍA**

**Autor** : Luceli Dayana Pérez Castillo

**Asesor** : Carlos Miguel Miranda Armas

**Programa de investigación** : Suelos y fertilizantes

**Línea de investigación** : Fertilidad, manejo y conservación de suelos

**Eje temático** : Abonos orgánicos

**Lugar de ejecución** : Vivero facultad de agronomía - Tingo - María

**Duración del trabajo** : 8 meses

**Financiamiento** : S/. 3000

**Tingo María – Perú**

**2022**

## **DEDICATORIA**

A Dios gracias por iluminar el camino, por permitirme llegar hasta este punto, por la salud y la tranquilidad para lograr mis objetivos.

A mis queridos padres Lucila y Pedro, por su apoyo, su gran amor, su confianza, sus consejos, sus valores y la motivación constante para ser una persona de bien.

A mi esposo, mis hijos, hermanos y a todos aquellos que me apoyaron directa o indirectamente.

## **AGRADECIMIENTO**

- A la Universidad Nacional Agraria de la Selva, “Alma mater” Institución de prestigio a nivel Nacional e Internacional que en cuyas aulas realicé mi formación profesional.
- A los docentes de la Facultad de Agronomía, quienes contribuyeron en mi formación académica y que contribuyeron en la investigación agronómica.
- Al Ing. Carlos Miranda Armas como asesor, por su colaboración en la ejecución de la tesis.
- A los miembros del Jurado de Tesis, Dr. José Wilfredo Zavala Solórzano, por el apoyo en la revisión académica, redacción y corrección de todo el texto, Dr. Hugo Alfredo Huamani Yupanqui, M. Sc. Jaime Joseph Chávez Matías por su colaboración en el presente trabajo.
- A todos los trabajadores de las diversas áreas tanto administrativa, biblioteca, asistente social, laboratorios, vivero de la facultad de Agronomía, fundo-UNAS, etc., que me facilitaron el trabajo en algún momento.

## ÍNDICE

	<b>Página</b>
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. Fertilización orgánica .....	3
2.2. Microorganismos del suelo.....	3
2.3. Características del humus de lombriz.....	3
2.4. Gallinaza .....	4
2.5. Gallinaza y los problemas ambientales.....	6
2.6. Características de la gallinaza.....	6
2.7. Característica del bocashi .....	6
2.8. Relación C: N .....	7
2.9. Patrón.....	7
2.9.1. Limón rugoso.....	7
2.9.2. Semillas .....	7
2.9.3. Preparación de la semilla.....	8
2.9.4. Almacigo .....	8
2.9.5. Germinación .....	8
2.10. Antecedentes de estudio .....	8
2.11. Determinación del área debajo de la curva.....	10
III. MATERIALES Y MÉTODOS .....	11
3.1. Lugar de ejecución.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
3.1.1. Datos climatológicos.....	11
3.1.2. Análisis físico - químico de los abonos utilizados en el experimento....	11
3.2. Metodología.....	113
3.2.1. Componente en estudio.....	13
3.2.2. Tratamientos en estudio.....	13
3.2.3. Diseño experimental.....	14
3.2.4. Modelo aditivo.....	14
3.2.5. Diseño experimental .....	135
3.3. Ejecución del experimento .....	15
3.3.1. Obtención de los frutos de los patrones en estudio .....	15

3.3.2.	Extracción de semillas .....	15
3.3.3.	Preparación de la semilla y eliminación de semillas vanas .....	15
3.3.4.	Desinfección de la semilla y siembra o almacigado.....	16
3.3.5.	Ubicación y demarcación del experimento .....	16
3.3.6.	Obtención de los sustratos .....	16
3.3.7.	Análisis físico – químico de los abonos orgánicos y tierra agrícola .....	16
3.3.8.	Desinfección y preparación del sustrato.....	16
3.3.9.	Embolsado .....	17
3.3.10.	Repique a las bolsas.....	17
3.3.11.	Riego de los plántones.....	17
3.3.12.	Control de malezas .....	17
3.3.13.	Sanidad .....	17
3.4.	Observaciones registradas .....	18
3.4.1.	Altura de planta, diámetro de tallo y número de hojas.....	18
3.4.2.	Evaluación del peso fresco de la parte aérea y radicular.....	18
3.4.3.	Evaluación del peso seco de la parte aérea y radicular.....	18
3.4.4.	Evaluación del volumen radicular, longitud de raíz.....	18
3.4.5.	Área foliar.....	18
3.4.6.	Área debajo de la curva .....	18
3.4.7.	Análisis de rentabilidad .....	19
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	20
4.1.	Evaluación de la altura de las plantas de cítricos .....	20
4.2.	Evaluación del diámetro de las plantas de cítricos .....	28
4.3.	Evaluación del número de hojas .....	33
4.4.	Peso seco y fresco.....	41
4.5.	Longitud de raíz, volumen radicular y área foliar .....	49
4.6.	Análisis rentabilidad .....	53
V.	CONCLUSIONES .....	55
VI.	PROPUESTAS A FUTURO.....	56
VII.	REFERENCIAS.....	57
	ANEXO .....	6161



## ÍNDICE DE TABLA

	<b>Página</b>
1. Composición química del humus de lombriz.....	4
2. Composición química de la gallinaza. ....	6
3. Datos meteorológicos registrados en la estación de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.....	12
4. Análisis físico - químico de los abonos.....	12
5. Distribución y descripción de los tratamientos en estudio.....	13
6. Esquema del análisis de variancia.....	14
7 Análisis de variancia para el promedio de altura (cm) en plantas de cítricos a los 198 días después de la siembra .....	27
8. Prueba de Duncan ( $\alpha > 0,05$ ) para el efecto principal de los sustratos y relación sustrato abono en la altura de las plantas de cítricos. ....	21
9. Análisis de varianza para los efectos simples de la altura de planta de cítricos. ....	23
10. Análisis de variancia del promedio de diámetro (mm) a los 198 días después de la siembra.....	28
11. Prueba de Duncan ( $\alpha > 0,05$ ) para el efecto principal de los sustratos y relación sustrato abono en el diámetro de tallo de las plantas de cítricos. ....	29
12. Análisis de varianza para los efectos simples del diámetro de planta.....	31
13. Análisis de variancia para el número de hojas en plantas de cítricos a los 198 días después de la siembra. ....	35
14. Prueba de Duncan ( $\alpha > 0,05$ ) para el efecto principal de los sustratos y relación sustrato abono en el número de hojas de las plantas de cítricos.....	36
15. Análisis de varianza para los efectos simples del número de hojas. ....	37
16. Análisis de variancia del peso fresco (g) de la parte aérea y parte radicular de la planta de cítricos.....	41
17. Prueba de Duncan ( $\alpha > 0,05$ ) para el efecto principal de los sustratos y relación sustrato abono en el peso fresco de las plantas de cítricos a los 198 días después de la siembra.....	43
18. Análisis de variancia del peso seco (g) de la parte aérea y radicular de las plantas de cítricos.....	45
19. Prueba de Duncan ( $\alpha > 0,05$ ) para el efecto principal de los sustratos y relación sustrato abono en el peso seco(g) de la parte aérea y radicular de las plantas de cítricos.....	47
20. Análisis de variancia del área foliar, longitud de raíz y volumen radicular de las plantas de cítricos. ....	49

21. Prueba de Duncan ( $\alpha > 0,05$ ) para el efecto principal de los sustratos y relación sustrato abono en el área foliar, longitud de raíz y volumen radicular de las plantas de cítrico. .	50
22. Análisis de rentabilidad de los tratamientos en estudio. ....	54
23. Datos orinales de altura, diámetro y número de hojas por planta de cítricos a los 198 días después del trasplante en vivero.....	62
24. Datos orinales de peso fresco y seco de plántones de cítricos a los 198 días después del trasplante en vivero. ....	63
25. Datos orinales de volumen radicular, longitud de raíz y área foliar plántones de cítricos a los 198 días después del trasplante en vivero.....	64

## ÍNDICE DE FIGURA

	<b>Página</b>
1. Mapa de ubicación del experimento .....	11
2. Efecto de los sustratos y la relación sustrato abono en la altura de la planta.....	22
3. Interacción de los sustratos con la relación sustrato abono en la altura de planta. ....	25
4. Comportamiento del crecimiento del altura de planta de cítricos en vivero.....	27
5. Efecto de los sustratos y la relación sustrato abono en el diámetro de tallo. ....	30
6. Interacción de los sustratos con la relación sustrato abono en el diámetro de tallo.....	32
7. Comportamiento del incremento de diametro en las plantas de cítricos en vivero.....	3440
8. Efecto de los sustratos y la relación sustrato abono en el número de hojas.....	377
9. Interacción de los sustratos con la relación sustrato abono en el número de hojas. ....	38
10. Comportamiento del incremento de las hojas en las plantas de cítricos en vivero. ....	41
11. Efecto de los sustratos y la relación sustrato abono en el peso fresco de la planta.....	44
12. Efecto de la fertilización organica en el peso seco de la planta. ....	48
13. Efecto de la fertilización organica en el area foliar y volumen radicular de la planta. ...	51
14. Correlación pearson para el area foliar y volumen radicular de la planta.....	52
15. Correlación pearson para los distintos parámetros biométricos de la planta. ....	65
16. Efecto de los diferentes tratamientos en el desarrollo y crecimiento de los plantones de cítricos a los 198 días después de la siembra. ....	66
17. Vista del campo experimental a los 120 días después de la siembra. ....	66
18. Preparación y embolsado de los sustratos para producción de plantones de cítricos. ....	67
19. Medición de diámetro y altura de los plantones de cítricos. ....	67
20. Análisis especial de los sustratos utilizados en el experimento. ....	68
21. Análisis físico – químico de los tratamientos al final del experimento. ....	69

## RESUMEN

La presente investigación determinó el efecto del humus de lombriz, gallinaza y bocashi aplicado de tres formas proporcionales en las características biométricas de los plántones de limón rugoso en la fase de vivero, para el cual se usó el diseño completamente al azar con arreglo factorial 3A X 3B, los componentes del factor A fueron los sustratos (Gallinaza, humus y bocashi), mientras que los componentes del factor B fueron las proporciones de sustratos (9:1, 8:2 y 7:3), las características que se evaluaron fueron la altura de planta, diámetro de tallo, número de hojas, materia seca y fresca, longitud de raíz, volumen de raíz y área foliar. El abono orgánico gallinaza estadísticamente obtuvo plántones de cítricos con mayor tamaño de planta, diámetro de tallo, número de hojas, materia seca y fresca, longitud radicular, área foliar y volumen radicular debido al contenido de materia orgánica, nitrógeno fósforo y potasio, que contiene la gallinaza y como mejoradores de propiedades físicas del suelo, que influye en los plántones de cítricos abonado con humus y bocashi a los 198 días después del trasplante. La proporción de sustrato: abono (8:2) obtuvo plántones de cítricos con mayor tamaño de planta, diámetro de tallo, número de hojas, materia seca y fresca, área foliar y volumen radicular, en comparación a las demás proporciones de M. O./tierra agrícola a los 198 DDS. Los tratamientos T<sub>1</sub> (gallinaza (9:1)), T<sub>2</sub> (gallinaza (8:2)) y T<sub>3</sub> (gallinaza (7:3)), con valores de S/ 1,74; 1,67 y 1,61, fueron los más rentables en la producción de plántones de cítricos.

Palabras claves: Gallinaza, humus y bocashi.

## ABSTRACT

The present investigation determined the effect of earthworm, chicken manure and bocashi humus applied in three proportional ways on the biometric characteristics of rough lemon seedlings in the nursery phase, for which the completely randomized design with 3A X 3B factorial arrangement was used. The components of factor A were the substrates (chicken manure, humus and bocashi), while the components of factor B were the levels or proportions of these substrates (9: 1, 8: 2 and 7: 3), the characteristics that the height of the plant, stem diameter, number of leaves, dry and fresh matter, root length, root volume and leaf area were evaluated. The organic manure statistically obtained citrus seedlings with larger plant size, stem diameter, number of leaves, dry and fresh matter, root length, foliar area and root volume, due to the content of organic material, nitrogen, phosphorus, and potassium, contained in the chicken manure and as improvers of physical properties of the soil, which influences the growth of citrus seedlings fertilized with humus and bocashi at 198 days after transplant. The substrate: fertilizer ratio (8: 2) obtained citrus seedlings with larger plant size, stem diameter, number of leaves, dry and fresh matter, leaf area and root volume, compared to the other proportions of M. O./ agricultural land at 198 days after sowing. The treatments T<sub>1</sub> (chicken manure (9: 1)), T<sub>2</sub> (chicken manure (8: 2)) and T<sub>3</sub> (chicken manure (7: 3)), with values of S.E.M. 1,74; 1,67 and 1,61, were the most profitable in the production of citrus seedlings.

Keywords: Chicken manure, humus and bocashi.

## I. INTRODUCCIÓN

Los cítricos son uno de los árboles frutales más importantes del mundo, cultivados y consumidos por igual en los cinco continentes y explotados comercialmente en todos los países donde las condiciones climáticas lo permiten, (Arévalo 2013). Los cítricos representan 30% (450 000 t) del principal comercio mundial de frutas frescas, con un volumen mayor a las 20 000 000 t, la producción de la región que se extiende desde el Cabo de Buena Esperanza hasta la cuenca del Mediterráneo, de Argentina a California, de Australia a Japón. En Perú, los primeros cítricos fueron introducidos por los españoles, extendiéndose primero por la costa, luego por los valles protegidos de la sierra y finalmente por las zonas selváticas (Arévalo 2013).

Hoy en día, el cultivo de cítricos en la selva peruana está aumentando constantemente ya que la región ofrece buenas condiciones de crecimiento y producción. Los diferentes sabores típicos de las frutas, su alto contenido de vitaminas, especialmente vitamina C, su adaptación a zonas climáticas muy diferentes desde tropicales a templadas, y su creciente industrialización son las principales razones de su difusión e importancia fue la razón, (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO, 2020]). Nuestros bosques de altura, también conocidos como Ceja de Selva, ofrecen condiciones idóneas para la producción de cítricos. Ejemplos son las regiones del Valle de Chanchamayo y Tingo María, con sus centros productivos de Naranjillo y Santa Lucía. Muy importante para la producción de naranjas, mandarinas, limones finos, tangelos, etc. En nuestra zona, el portainjerto más recomendado para los cítricos es el limón rugoso, por su adaptabilidad a los tipos de suelos y plagas de enfermedades.

Por otra parte, el uso de abonos orgánicos mejora las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo mejorando el desarrollo de la planta, ya que se busca un patrón adecuado que cumpla con todos los requisitos que sean adecuados para la zona y que pueda adaptarse con facilidad (Larico 2015), además, el uso de abonos orgánicos puede reducir costos de producción respetando al ambiente y salud del consumidor. De igual manera es necesario estudiar a nivel de vivero el comportamiento de los patrones recomendados para este cultivo (González 2018).

Actualmente los citricultores de nuestra región no cuentan con el conocimiento de las nuevas tecnologías, incluyendo el uso de fertilizantes orgánicos, que contribuyan a un sistema de producción ecológico y les permitan obtener cosechas de alta calidad, no contamos con la tecnología para producir muestras de las plántulas de cítricos necesitan mejoras. Es necesario investigar sobre los abonos orgánicos para cumplir con las expectativas establecidas por los fabricantes. Con esto en mente, el presente estudio investigó si el uso de abonos orgánicos

afectó el desarrollo de los patrones de cítricos a nivel de vivero y se ha propuso los siguientes objetivos.

**Objetivo general:**

Determinar el efecto de tres abonos orgánicos en el crecimiento de plantones de *C. jambhiri* (limón rugoso) en la fase de vivero.

**Objetivos específicos:**

1. Determinar el mejor abono orgánico, que influye en las características biométricas de los plantones *C. jambhiri* (limón rugoso) en la fase de vivero.
2. Determinar la mejor proporción o nivel que influye en las características biométricas de los plantones *C. jambhiri* (limón rugoso) en la fase de vivero.
3. Efectuar el análisis de rentabilidad o relación costo beneficio de los tratamientos en estudio.

## **II. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1. Fertilización orgánica**

La agricultura orgánica es un método de producción sostenible que reduce el uso de fertilizantes y pesticidas artificiales (Soto, 2008). Es importante mejorar la eficiencia del uso de fertilizantes para evitar la degradación ambiental. Esto requiere la introducción de tecnologías que permitan su uso en lugares y culturas específicas para satisfacer sus necesidades (Delgado y Salas, 2006). Al respecto, el uso eficiente de los nutrientes se ha señalado como un aspecto crítico debido a los crecientes costos e impactos ambientales asociados con el uso inadecuado de los nutrientes (Espinoza y Mite, 2002).

El uso de fertilizantes orgánicos se remonta a la antigüedad y es utilizado por todas las civilizaciones del mundo, dando buenos resultados para la producción de alimentos en cantidad suficiente; presentes, entre otros. Según Garandilla (1998), altos niveles de materia orgánica. afectan indirectamente el contenido y la calidad de la materia orgánica, con una correlación positiva entre el fertilizante y la materia orgánica del suelo.

### **2.2. Microorganismos del suelo**

La importancia de los microorganismos en el medio natural radica en su número, diversidad y, sobre todo, en su amplio rango de actividad, que en la mayoría de los casos afecta a organismos superiores con los que comparten determinados hábitats. Especialmente en el suelo, los microorganismos tienen una amplia gama de efectos que afectan el desarrollo y la nutrición de las plantas. Sin embargo, el nivel de actividad de las poblaciones microbianas en diferentes suelos es muy bajo, excepto en microhábitats con suficientes fuentes de carbono metabolizable. La sustitución microbiana cambia drásticamente cuando se introducen plantas en el sistema, ya que las plantas son el principal proveedor de sustratos energéticos del suelo utilizados por los microbios en áreas cercanas a las raíces (Barria y Olivare, 1998).

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

Para Tenecela (2012), el vermicompost es un fertilizante primario que protege el suelo de la erosión, mejora las propiedades físico-químicas del suelo, mejora su estructura lo hace más permeable al agua y al aire, aumenta la retención de agua, regula la elevación y la actividad de los nitratos del suelo y la capacidad de equilibrar el almacenamiento y la liberación de nutrientes (N, P, K, S y B) necesarios para las plantas. Compuesto principalmente por carbono, oxígeno, nitrógeno e hidrógeno, el humus de lombriz puede estar expuesto a una gran cantidad de microorganismos; la cantidad de elementos depende de las propiedades químicas



del sustrato, lo que hace que las lombrices se alimenten; según un informe técnico, el contenido de nitrógeno del humus de lombriz es del 5 % de la materia orgánica, consumen siete veces más fósforo, cinco veces más potasio y dos veces más calcio (Novak, 1990).

**Tabla 1.** Composición química del humus de lombriz

Contenido	Composición
Humedad	30,0 - 60,0 %
pH	6,8 - 7,2 %
Nitrógeno	1,0 - 2,6 %
Fósforo	2,0 - 8,0 %
Potasio	1,0 - 2,5%
Calcio	2,0 - 8,0%
Magnesio	1,0 - 2,5 %
Materia orgánica	30,0 - 70,0%
Carbono orgánico	14,0 - 30,0 %
Ácido fúlvico	2,8 - 5,8 %
Ácido húmico – Fúlvico	1,5 - 3,0 %
Sodio	0,02%
Cobre	0,05%
Hierro	0,02%
Manganeso	0,00%
Relación C: N	10:1 – 11:1

Fuente: Jaramillo (2016).

#### 2.4. Características de la gallinaza

Es un abono de excelente calidad. La gallinaza se compone de las deyecciones de las aves de corral y del material usado como cama, que, por lo general, es cascarilla de arroz mezclado con cal en pequeñas proporciones, la cual se coloca en el piso. La gallinaza es un apreciado abono orgánico, relativamente concentrado y de rápida acción. Lo mismo que el estiércol, contiene todos los nutrientes básicos indispensables para la planta, pero en mucha mayor cantidad (Yagodin et al., 1986).

Su principal aporte de la gallinaza consiste en mejorar las características de fertilidad del suelo, con algunos nutrientes principales como fósforo, potasio, calcio, magnesio,

hierro, manganeso, zinc, boro y cobre; pero el que mayor concentración presenta es el nitrógeno, con una relación C: N igual a 12 (Restrepo, 2001).

La producción de gallinaza está influenciada por diversos factores; estos incluyen: el tipo de pollo, edad, raza, la concentración de aves, tiempo de permanencia, el valor nutritivo de los alimentos, el tipo y la calidad de alimento, el tipo y la cantidad de paja para la cama, contenido de humedad de la cama, tipo de suelo, e incluso las condiciones climáticas durante la acumulación de estiércol (Villacorte, 2011).

La cama gruesa de las aves de corral, suele ser la paja trozada o viruta de madera, con espesor de 10 a 15 cm. Cuando se incorporan los excrementos a la cama, esta se humedece, aunque sigue siendo aeróbica (en ella se dan condiciones parecidas a las de las primeras fases de la fermentación del estiércol de vacuno). En ella ocurre una fermentación aeróbica, con producción de calor y pérdida de una cierta cantidad de dióxido de carbono y amoníaco. En los galpones de pollo la cama se cambia con mayor frecuencia, y de aquí, que, en ella, la pérdida de amoníaco sea menor debido a que su descomposición es también menor. Esto da lugar a un estiércol bastante más rico en nitrógeno, que en el caso de que se emplee una cama de mayor espesor (Simpson, 1991).

Para las aves criadas en piso, los materiales de cama comúnmente utilizados son el aserrín (relación C: N de 500 – 800), viruta de madera (relación C: N de 400 – 700) y cascarilla de arroz (relación C: N de 95 – 120); para las aves criadas en jaula, no se utiliza material de cama. Actualmente el material de cama disponible en mayores cantidades es la cascarilla de arroz (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO, 2020])

El contenido de humedad de la gallinaza de las aves criadas en piso, usualmente se encuentra entre 15 a 25%. Durante la época seca tiende a disminuir y se incrementa durante la época lluviosa, los techos en buenas condiciones impiden la entrada de agua a los galpones durante la época lluviosa en consecuencia, la humedad de la gallinaza es menor. El contenido de humedad de la gallinaza de aves criadas en jaula generalmente tiene valores mucho mayores que las de aves criadas en piso, pero pueden variar ampliamente de acuerdo al sistema de producción (Simpson, 1991).

La cantidad de gallinaza tiende a ser menor en galpones de piso de concreto y mayor en los que tienen piso de tierra, esto por cuanto, el piso debe tener un nivel uniforme a fin de que las aves alcancen los comederos y bebederos. El suelo de galpones de piso de tierra, por lo general, es de nivel irregular y se nivela aumentando el grosor de material de cama. Este hecho puede influir en la composición química, porque algo no de tierra se recoge junto con la gallinaza cuando esta es retirada de los galpones (Murillo, 1996).

Según Yagodin et al. (1986), el abono orgánico debe aplicarse en la preparación del suelo para mantener un nivel adecuado de M. O. en el mismo; la gallinaza, debe aplicarse en dosis de 3 a 4 t/ha, como suplemento nutritivo para diversos cultivos.

## 2.5. Gallinaza y los problemas ambientales

El verdadero problema nace cuando estos residuos se generan en un pequeño espacio, como es una granja de producción intensiva, que se encuentra relativamente cerca de algún núcleo poblacional. El mayor problema es, sin duda, el olor. La gallinaza fresca contiene una serie de compuestos (tales como el SH<sub>2</sub> y algunos compuestos orgánicos) que causan un verdadero perjuicio a las personas que habitan en las proximidades. Mas genéricos son los problemas que los residuos de gallinaza causan al medio ambiental. Estos efectos se dividen en tres bloques: los causados a la atmosfera, los causados a los suelos y finalmente los causados a las aguas (Villacorte, 2011).

## 2.6. Características de la gallinaza

El estiércol de aves de corral es estiércol de aves solo o mezclado con otros minerales; es uno de los abonos orgánicos y de los mejores nutrientes que puede aportar al suelo con altas cantidades de N, P, K y C, (Murillo, 1996). El estiércol es un abono orgánico de alta calidad elaborado a partir de excrementos de aves de corral, normalmente mezclado con cascarilla de arroz y una pequeña cantidad de cal y esparcido en el suelo, es un abono orgánico relativamente concentrado y eficaz; contiene los nutrientes básicos de composición vegetal, su composición varía dependiendo del número de camas manejadas, almacenadas y utilizadas (Hernández y Cruz, 1993). La gallinaza es la principal fuente de N en la producción de estiércol fermentado, el cual mejora la fertilidad del suelo y contiene principalmente fósforo, potasio, calcio, magnesio, hierro, manganeso, zinc, cobre y boro (Restrepo, 2001).

**Tabla 2.** Composición química de la gallinaza

Porcentaje (%)					mg/kg				
N	P	Ca	Mg	K	S	Fe	Cu	Zn	Mn
4,43	1,47	3,2	0,56	2,05	1,65	412	47	338	314

Fuente: XI Congreso Nacional Agronómico 1999 – Costa Rica.

## 2.7. Característica del bocashi

Restrepo (2001) afirma que el bocashi es un término japonés para abono orgánico fermentado, que se logra acelerando el proceso de fermentación con la ayuda de microorganismos benéficos capaces de absorber M. O. del suelo y liberarla al mundo; los agricultores japoneses también lo utilizan como acondicionador del suelo para aumentar la

diversidad microbiana, mejorar las condiciones físicas y químicas, prevenir enfermedades del suelo y proporcionar nutrientes para el crecimiento de los cultivos. Una ventaja es que el producto tiene un ciclo de producción relativamente corto (12 a 24 días dependiendo del entorno). Asimismo, según Restrepo (2001), los ingredientes que se utilizan para preparar el bocashi como el carbón que mejora las propiedades físicas del suelo porque promueve las propiedades higroscópicas y endotérmicas, por su alta porosidad promueve la actividad macroscópica y microbiana del suelo. Al mismo tiempo, tiene un efecto de "esponja sólida", que incluye retención, filtración y liberación gradual de nutrientes a las plantas, reduciendo su pérdida y lixiviación en el suelo.

## **2.8. Relación C: N**

El contenido de carbono de la M. O. del suelo varía mucho según la profundidad de la capa freática, con un 40 % de carbono en la capa profunda y un 52 % de carbono en la capa superficial, (Novak, 1990). El contenido de nitrógeno de la M. O. del suelo es de alrededor del 5 %, lo que indica que la proporción de nitrógeno en la M. O. convertida en humus es mayor que en el material vegetal original. El contenido de nitrógeno del suelo está controlado principalmente por el clima y la vegetación, y a medida que aumentan las temperaturas, las relaciones altas de C: N disminuirán debido al aumento de la actividad microbiana (Novak, 1990).

## **2.9. Patrón**

### **2.9.1. Limón rugoso**

La Guía de Técnicas de Cultivo de Limón de la Región Tumbes (2010) muestra que *C. jambhiri*, conocido como limón Rugoso, produce un árbol muy vigoroso y productivo con buena calidad de frutos desde edades tempranas. Se adapta bien a suelos ligeros, suelos con buen drenaje y pH alto; Tolera inundaciones temporales, pero no crece bien en suelos permanentemente húmedos. El sistema de raíces es profundo, por lo que es más productiva en suelos profundos y más capaz de soportar periodos de sequía. Es altamente resistente a la enfermedad, pero susceptible a los nemátodos y la podredumbre.

### **2.9.2. Semillas**

Un punto importante a considerar en relación a la semilla de los cítricos es que esta conserva su poder germinativo por muy poco tiempo una vez extraída de la fruta; se recomienda medir el menor tiempo entre el momento de la extracción y el almacenado a fin de asegurar un buen porcentaje de germinación. El tratamiento de las semillas con una solución al 1 % de sulfato de 8 – hidroxyquinolina, parece ser eficaz contra los gérmenes, ya que semillas de 29

variedades, entre 34, mostraron un 90 % de germinación, después de estar seis meses en aserrín húmedo a 1,6 °C (Ríos, 2006).

### **2.9.3. Preparación de la semilla**

Los frutos no serán recolectados en los árboles de semilla hasta su completa maduración, las semillas llegan a ser extraídas apenas efectuada la recolección, ya sea a mano, exprimiendo los frutos cortados en dos por un plano ecuatorial, o bien con un extractor de zumo; seguidamente las simientes son separadas mediante tamizado de la pulpa y lavadas para eliminar todos los restos de pulpa adheridos a ellos, y después se ponen a secar a la sombra sobre una capa delgada. La estratificación en arena en lugar fresco (temperatura inferior a 10 °C o la conservación en frío (entre 4 y 7 °C) son necesarias en la mayoría de los casos (sobre todo con el *Poncirus trifoliata*), pues la duración del poder germinativo entre los agrios es corta (Ríos, 2006).

### **2.9.4. Almacigo**

Las camas de almacigo, pueden ser con bordes y pisos de cemento y ladrillo o abiertas en el terreno mismo según se trate de instalaciones permanentes que van a usarse varias veces o solo de sembríos por una sola vez (Ríos, 2006).

### **2.9.5. Germinación**

Se presenta en un tiempo variable, pero generalmente se inicia alrededor de los 20 días y dura unos 10 días, por lo que la germinación total se presenta a los 30 días. La germinación puede variar de acuerdo a determinados factores, es más lenta cuando más vieja sea la semilla, más temprana si hay un remojo previo de la semilla, y finalmente la germinación se acelera con las altas temperaturas del ambiente y se hace más lenta en invierno, considerándose que el ideal de temperaturas se encuentra cerca de los 25°C (Ortiz, 2006).

## **2.10. Antecedentes de estudio**

El efecto residual de la gallinaza en los diferentes tratamientos presentó mejores resultados en cuanto al comportamiento biométrico y productivo del cultivo del arroz, seguido de los tratamientos que contenían enmiendas orgánicas. Es decir, la influencia individual de la gallinaza y la enmienda es satisfactoria para el cultivo, alcanzando mayores efectos residuales frente a los fertilizantes inorgánicos (Vásquez, 2010).

El compost y la gallinaza influenciaron favorablemente en el crecimiento de plantones de cacao. No hay evidencias suficientes como para firmar que la gallinaza por su composición química tenga mejor efecto que el compost utilizado en el experimento (Cabrera,

2009).

Orozco y Thienhaus (1996), estudiaron el efecto de la gallinaza en el crecimiento y desarrollo de árboles de cacao. Utilizando aplicaciones en tres proporciones de gallinaza (454 g, 908 g y 1362 g), y control mineral (tres aplicaciones cuya fórmula comercial fue 15-15-15 100 g por árbol, más 100 g esparcido por árbol con 46 % urea) y sin controles absolutos. Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar. Los resultados mostraron que la aplicación de 1362 g de estiércol de aves tuvo un efecto estadísticamente mejor en el aumento del rendimiento inicial de cacao y el diámetro del tallo. El uso de 454 g y 908 g de gallinaza fue estadísticamente equivalente a la fertilización mineral. En cuanto a la altura de la planta, no se detectaron diferencias estadísticas entre tratamientos. Los tratamientos de fertilización tuvieron efectos mínimos sobre el crecimiento del cultivo de cacao y el rendimiento inicial.

Shintani et al. (2000), describieron una comparación de fertilizantes químicos y compost, bocashi, estiércol y control no aplicado para masa y mazorcas en la producción de maíz en Costa Rica. Se puede observar que el bocashi produjo un 10 % más de masa que el compost, un 20 % más que el fertilizante químico y un 25 % más que el control. Todos estos usan la misma cantidad de células N-P-K cuando se usan entre las mazorcas de maíz, el tratamiento bocashi fue el mismo que el fertilizante químico, y la composta comprada y el control tuvieron el mejor diámetro y longitud. Estos resultados indican que el suministro de bocashi es continuo, pero regulado para que su efecto no sea en la calidad de las verduras, sino en el producto final. El compost y los fertilizantes sintéticos, por otro lado, funcionan más rápido, pero esto es un efecto sobre la calidad de las plantas, no sobre el fruto final.

Moreno (2002) evaluó cinco combinaciones de bocashi y suelo (0:100) (control), 25:75, 50:50, 75:25 y 0:100) inoculadas con micorrizas (Mycoral®) como biofertilizante y sus efectos son sinérgicos para conseguir plantas sanas y vigorosas en el vivero. Las pruebas utilizaron 200 peras Curare Enano divididas en cuatro bloques. Los resultados mostraron que la inoculación de micorrizas y el aumento del peso inicial del tubérculo aumentaron la altura y el número de hojas. Por otro lado, agregar bocashi reducirá la altura y el número de hojas. La combinación 25:75 dio los promedios más altos en diámetro, altura, número de hojas, aire fresco y seco y peso de biomasa de radicales libres, número de esporas en el medio (39 % > control y porcentaje de infección) independientemente del sustrato la proporción de fósforo en la raíz es alta, pero la raíz (> 20 % en comparación con el control). Las tasas de infección fueron más altas en el tratamiento con micorrizas que en el tratamiento sin micorrizas.

Salazar et al. (2002) para determinar si el estiércol puede ser utilizado como fertilizante orgánico en invernaderos, teniendo en cuenta aspectos fitosanitarios, disponibilidad de

nutrientes (principalmente nitrógeno) y regulación de la presencia de malezas en fertilizantes tanto solares como no solares. Los resultados tienen implicaciones de gran alcance, ya que muestran que la exposición a la luz solar mata por completo las bacterias y los hongos del estiércol, así como las malas hierbas, lo que lo convierte en un importante fertilizante orgánico y una alternativa viable a la producción orgánica en invernaderos, la siembra directa y el control.

### **2.11. Determinación del área debajo de la curva**

La técnica del área bajo la curva es una forma de reducir la dimensión de la clasificación de los datos principalmente cuando hay varias lecturas o evaluaciones a lo largo del ciclo del cultivo en algún ensayo, ya sea en la evaluación de crecimiento de las plantas cada semana, el diámetro o número de hojas, etc.

En términos estadísticos la dependencia entre evaluaciones incumple con el supuesto de independencia y si se incluye la fuente de variación “evaluaciones” en el análisis de varianza el efecto es que aumenta artificialmente la probabilidad de rechazar a hipótesis nula de que los tratamientos son igual; en otras palabras, aumenta la probabilidad de encontrar diferencia significativa entre tratamientos cuando en realidad no existe, Centro de Investigación en Protección de Cultivos (CIPROC).

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Lugar de ejecución

El presente estudio se realizó en el Departamento de Huánuco, Provincia de Leoncio Prado, Distrito de Rupa Rupa. Vivero de producción de la Facultad de Agronomía-Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS). Cuyas coordenadas UTM son:

- Este : 0390689 m.
- Norte : 896778 m.
- Altitud : 660 msnm.

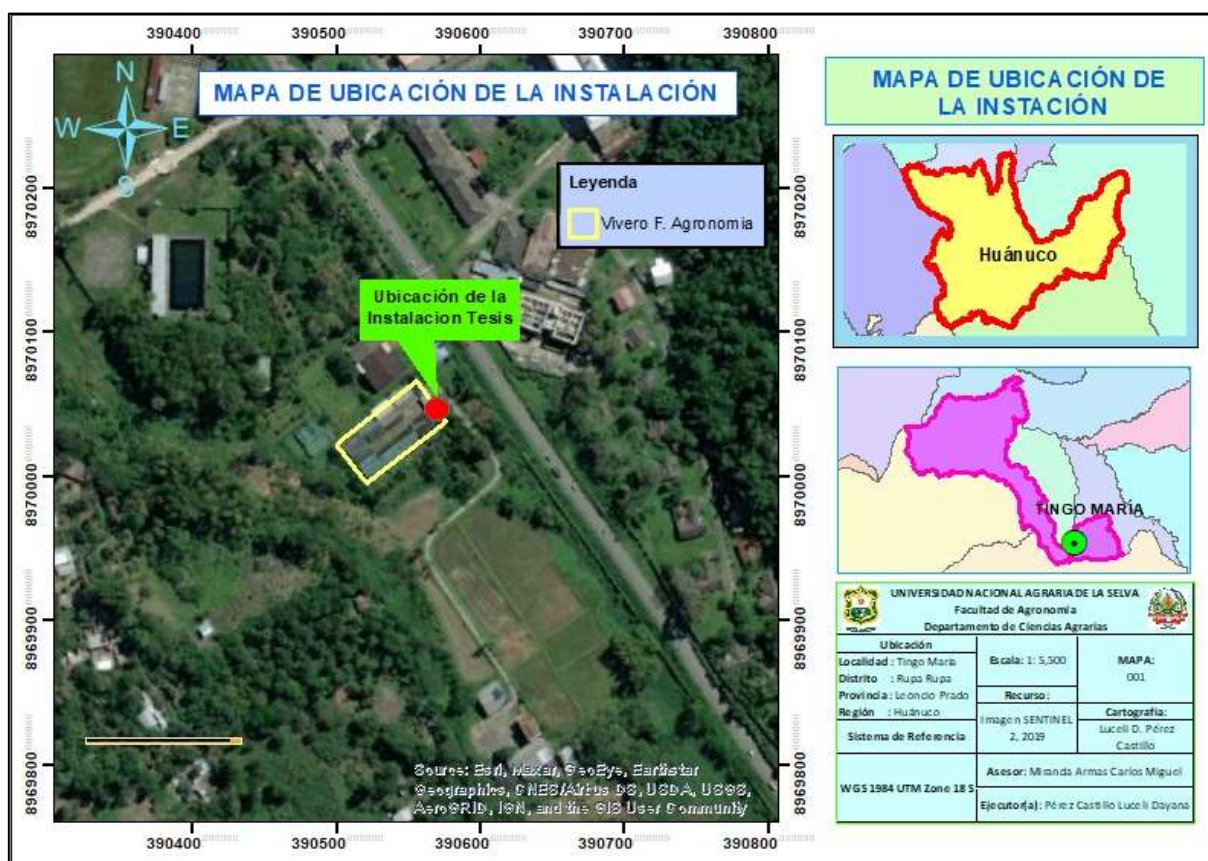


Figura 1. Mapa de ubicación del experimento.

#### 3.1.1. Datos climatológicos

En la Tabla 3, se presentan los datos climatológicos ambientales que corresponden a los promedios mensuales de la campaña que duró el experimento (agosto del 2019 hasta marzo del 2020), los cuales fueron registrados en la “Estación Meteorológica de Tingo María, Convenio UNAS – SENAMHI, José Abelardo Quiñones”.



**Tabla 3.** Datos meteorológicos registrados en la estación de la UNAS.

Meses	Año	Temperatura		H.R. (%)	Precipitación mm/mes
		Max	Min		
Agosto	2019	30.20	21.89	82.00	64.50
Setiembre	2019	30.00	21.25	82.00	122.80
Octubre	2019	29.70	21.80	83.00	485.50
Noviembre	2019	31.01	21.10	81.92	333.03
Diciembre	2019	29.55	21.08	85.84	578.20
Enero	2020	30.64	21.54	84.72	494.01
Febrero	2020	29.62	21.55	86.31	373.90
Marzo	2020	31.73	21.39	82.50	380.90
Total		242.45		1008.00	3613.90
Promedio		30.31	21.45	83.54	354.11

Fuente: Estación Meteorológica: José Abelardo Quiñonez – Tingo María, convenio UNAS – SENAMHI.

Las características climáticas del campo de ensayo corresponden a un clima de bosque húmedo tropical con una temperatura promedio de 25,8 °C y una precipitación promedio de 354,11 mm/mes. Debido a las altas precipitaciones durante los meses del experimento, la enfermedad prevaleció tanto a nivel de brotes como dentro de las bolsas, pero el uso de fungicidas redujo los daños.

### 3.1.2. Análisis físico-químico de los abonos utilizados en el experimento.

Los análisis químicos de los fertilizantes orgánicos se realizaron al inicio del estudio en el Laboratorio de Suelos de la UNAS. Los análisis químicos de los fertilizantes orgánicos utilizados como sustratos (Tabla 4) muestran que la gallinaza y el humus de lombriz logran el mejor contenido de M. O. y nutrientes, mientras que la gallinaza es superior en cuanto a contenido de nutrientes.

**Tabla 4.** Análisis químico de los abonos orgánicos.

Parámetro	Gallinaza	Bocashi	Humus de lombriz
M.O %	42,92	17,13	49,83
P. %	4,23	1,20	4,13
Ca %	4,58	0,40	1,11
Mg %	0,75	0,19	0,52
K %	1,79	0,13	0,36
Cu ppm	125,00	19,00	43,00
Fe ppm	599,00	10572,00	748,00
Zn ppm	1494,00	151,00	364,00
Mn ppm	3511,00	2341,00	1543,00

Fuente: Laboratorio de Suelos de la Facultad de Agronomía

### 3.2. Metodología

#### 3.2.1. Componente en estudio

##### Factor A (Abonos orgánicos)

a<sub>1</sub> = Gallinaza.

a<sub>2</sub> = Humus de lombriz.

a<sub>3</sub> = Bocashi

##### Factor B (Relación Suelo: Abono)

b<sub>1</sub> = 9:1

b<sub>2</sub> = 8:2

b<sub>3</sub> = 7:3

#### 3.2.2. Tratamientos en estudio

Los tratamientos generados fueron de acuerdo al Diseño Completamente al Azar (DCA) factorial 3A x 3B + un testigo, y fueron considerados diez tratamientos (Tabla 5).

**Tabla 5.** Distribución y descripción de los tratamientos en estudio.

Tratamientos		Descripción	Relación	
Interacción	Clave		sustrato: Abono	Relación S: A
a <sub>1</sub> x b <sub>1</sub>	T <sub>1</sub>	Gallinaza (9:1)	9:1	1800 g :200 g
a <sub>1</sub> x b <sub>2</sub>	T <sub>2</sub>	Gallinaza (8:2)	8:2	1600 g :400 g
a <sub>1</sub> x b <sub>3</sub>	T <sub>3</sub>	Gallinaza (7:3)	7:3	1400 g :600 g
a <sub>2</sub> x b <sub>1</sub>	T <sub>4</sub>	Humus de lombriz (9:1)	9:1	1800 g :200 g
a <sub>2</sub> x b <sub>2</sub>	T <sub>5</sub>	Humus de lombriz (8:2)	8:2	1600 g :400 g
a <sub>2</sub> x b <sub>3</sub>	T <sub>6</sub>	Humus de lombriz (7:3)	7:3	1400 g :600 g
a <sub>3</sub> x b <sub>1</sub>	T <sub>7</sub>	Bocashi (9:1)	9:1	1800 g :200 g
a <sub>3</sub> x b <sub>2</sub>	T <sub>8</sub>	Bocashi (8:2)	8:2	1600 g :400 g
a <sub>3</sub> x b <sub>3</sub>	T <sub>9</sub>	Bocashi (7:3)	7:3	1400 g :600 g
Testigo	T <sub>0</sub>	Testigo (Sin abono)	10:0	-

Sustrato = Suelo agrícola (70 %) + Arena fina (30%). S = Sustrato A = Abono orgánico

#### 3.2.3. Diseño experimental

En este trabajo fue el Diseño Completamente al Azar (DCA), con un arreglo factorial 3A x 3B conformando nueve tratamientos y un control absoluto distribuido en

tres repeticiones. Las medias se sometieron a análisis de varianza (ANVA) y prueba de comparación de medias de Duncan ( $\alpha = 0,05$ ).

**Tabla 6.** Esquema del análisis de variancia

Fuente de variación	Grados de libertad
Tratamientos	T - 1
Factorial	((a*b) - 1)
A (Abonos orgánicos)	a - 1
B (Relación sustrato: abono)	b - 1
A x B	(a - 1)*(b - 1)
Factorial vs Testigo	t
Error experimental	((a*b) + t)*(r - 1)
Total	((a*b) + t)*r - 1

T = Tratamientos; a = Abonos orgánicos; b = Sustrato: abono; t = Testigos; F = Factorial; r = Repetición.

### 3.2.4. Modelo aditivo lineal

El diseño para el experimento fue Diseño Completamente al Azar (DCA), cuyo modelo matemático es la siguiente ecuación:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \epsilon_{ijk} \text{ (Condo y Pazmiño, 2015)}$$

**Donde:**

$Y_{ijk}$  = Es la respuesta obtenida de la k - ésima repetición, del i-ésimo abono con la j - ésima relación sustrato: abono.

$\mu$  = Es el efecto de la media general.

$\alpha_i$  = Efecto del i - ésimo abono.

$\beta_j$  = Es el efecto de la j - ésima relación sustrato: abono.

$(\alpha\beta)_{ij}$  = Es el efecto de la interacción entre el i-ésimo abono y la j-relación sustrato: abono.

$\epsilon_{ijk}$  = Es el efecto aleatorio del error experimental obtenido en la unidad experimental del k - ésima repetición, la cual se aplicó el i - ésimo abono con la j-ésima relación sustrato: abono.

**Para:**

i = 1, 2..., 3 Abonos orgánicos.

j = 1, 2..., 3 Relación sustrato: abono.

k = 1, 2..., 3 Repeticiones.

### **3.2.5. Detalles del experimento**

#### **A. Campo experimental**

- Largo total del experimento : 13,80 m.
- Ancho total del experimento : 1,45 m.
- Área total del experimento : 20,01 m<sup>2</sup>
- Número de tratamientos : 10

#### **B. Bolsas**

- Total de bolsas por tratamiento : 27
- Total de bolsas con sustrato orgánico : 243
- Total de bolsas del testigo : 27
- Total de bolsas : 270

### **3.3. Ejecución del experimento**

#### **3.3.1. Obtención de los frutos de los patrones en estudio**

La colecta de los frutos maduros de cítricos se realizó la primera semana de junio del 2019; el material vegetativo que se colectó fue de plantas sanas, frutos fieles a la variedad, donde se tuvo en cuenta el alto grado todas las características que se deseaba propagar. En la selección de los frutos se tuvo en cuenta el tamaño, forma, color, que tenían que ser uniformes; recomendándose obtener los frutos de la parte intermedia de la planta madre.

#### **3.3.2. Extracción de semillas**

Luego de la colección de los frutos se procedió a la extracción de sus semillas; esta labor se realizó en el laboratorio de control de semillas de la Facultad de Agronomía-UNAS; los frutos fueron cortados con un cuchillo superficialmente en su parte central y todo el diámetro, seguidamente se le dio una torsión hasta sacar las dos mitades, esto con la finalidad de evitar cortar las semillas, luego se procedió a exprimir en un colador y un recipiente para obtener semillas y jugo.

#### **3.3.3. Preparación de la semilla y eliminación de semillas vanas**

Las semillas fueron preparadas mediante tamizado de la pulpa y lavadas para eliminar todos los restos del mucilago adheridos a ellas, una vez obtenidas las semillas se procedió a realizar la prueba de flotación, sumergiéndolas en agua, donde las semillas que flotaban (pequeñas + vanas) fueron consideradas no aptas para su propagación, las semillas seleccionada se dejó secar a la sombra sobre una capa delgada de papel blanco; 24 h después se voltearon las semillas para ir logrando un secado uniforme.

### **3.3.4. Desinfección de la semilla y siembra o almacigado**

El germinador se construyó a base de bambú con dimensiones de 2 m de largo, 1 m de ancho y una altura de 20 cm, donde se llenó con arena fina. La siembra en el germinador se realizó la quincena de agosto del 2019, donde las semillas tratadas con Fungicida Agrícola (Homai® W.P) a una dosis de 7.8 g/kg de semilla, se sembraron en un almacigo, 800 semillas, con 10 hileras de 80 semillas/hilera. Cabe indicar que antes y después de realizar la siembra se procedió a regar la cama germinadora.

### **3.3.5. Ubicación y demarcación del experimento**

La demarcación del experimento se realizó en paralelo al germinador, en una cama almaciguera ubicado en el vivero de la Facultad de Agronomía, la cama contaba con un piso de tierra de 1.6 x 15 m, el cual estaba rodeada por un muro de cemento de 10 cm de espesor y 20 cm de alto; el techo del vivero fue de una altura de 3 m con una sombra de malla raschel.

### **3.3.6. Obtención de los sustratos**

El bocashi es fabricado por Selva Ecológica S.A.C. base. (Mayorista de materias primas agrícolas) Se abasteció de humus de lombriz y estiércol de aves o gallinaza de la granja de Zootecnia. Por otro lado, las tierras de cultivo procedían de una parcela en la aldea de Naranjillo, y el análisis del suelo indicó una textura franco-arenosa.

### **3.3.7. Análisis físico – químico de los abonos orgánicos y tierra agrícola**

Este se realizó de acuerdo a Florido (2018), donde se sacaron pequeñas muestras de cada uno de los abonos orgánicos, para posteriormente ser secado a temperatura ambiente. Las muestras secas fueron llevadas al Laboratorio de Suelos – UNAS para su análisis físico – químico.

### **3.3.8. Desinfección y preparación del sustrato**

Una vez obtenidos los tres abonos (gallinaza, humus de lombriz, bocashi) a utilizar, más tierra agrícola y arena fina se procedió preparar las mezclas según las relaciones de sustrato: abono como se llega a indicar en los tratamientos en estudio (Tabla 4). Para esta preparación se utilizó un recipiente de 4 L (balde), con el que se mezcló los sustratos en términos de volumen, por ejemplo, para obtener una relación 9:1 se procedió a mezclar 9 baldes de tierra agrícola con un balde de sustrato, para las demás proporciones se hizo de manera similar. Finalmente, las mezclas fueron desinfectadas con Pentacloro Nitrobenzeno a una dosis de 5 g/kg de mezcla.

### **3.3.9. Embolsado**

Luego de mezclar los sustratos con sus respectivos abonos según indican los tratamientos en estudio se procedió al embolsado, para el cual se utilizó bolsas de color negro de 2 kg, esta labor se realizó teniendo en cuenta los cuidados de llenado, como no compactarlo demasiado y al ras de la bolsa. Finalmente, las bolsas llenas fueron distribuidas de acuerdo al croquis experimental (Figura 17).

### **3.3.10. Repique a las bolsas**

El repiqué se realizó aproximadamente la primera semana de octubre del 2019 (60 DDS), donde en primera instancia se regó la cama de germinación, seguidamente se extrajo las plántulas con mucho cuidado teniendo en cuenta que estas debían ser bien formadas, sanas, tamaño uniforme, raíces erectas y con tres a cuatro hojas verdaderas. Una vez seleccionadas las plántulas se efectuó la apertura de un pequeño hoyo en la parte central de las bolsas, en el cual se depositó las plántulas utilizando un repicador calibrado de 3 cm de diámetro; finalmente se le mejora el porcentaje de prendimiento.

### **3.3.11. Riego de los plantones**

La frecuencia de riegos en los plantones, dependieron de las condiciones climáticas del lugar y necesidad de la planta. Esta labor se realizó teniendo en cuenta la uniformidad del riego de modo que cada planta recibía la misma cantidad de agua, para el cual se utilizó una manguera.

### **3.3.12. Control de malezas**

El control de malezas se realizó de manera manual, en toda el área del experimento, con lo que se logró disminuir la competencia por nutrientes y la incidencia de plagas y enfermedades.

### **3.3.13. Sanidad**

Para el control de enfermedades se aplicó metalaxyl, y azoxystrobin + difenoconazole, contra el ataque de *Phytophthora spp.*, *Alternaria alternata*, *Phthium spp.*, *Rhizoctonia solani* a una dosis de 20 g/ 20 L. También se realizó el control de plagas insectiles, aplicando abamectina y benfuracarb contra las plagas *Phyllocnistis citrella*, *Tylenchulus sp.* y *Toxoptera spp.* A una dosis de 20 ml/ 20 L. de agua.

### **3.4. Observaciones registradas**

#### **3.4.1. Altura de planta, diámetro de tallo y número de hojas**

Estas observaciones se registraron a partir de los 30 días después del trasplante con una frecuencia de 15 días. La altura de planta se determinó utilizando una regla graduada desde el cuello hasta la intersección de las dos últimas hojas; la unidad de medida fue en centímetros (cm). El diámetro de tallo se determinó, haciendo uso de un vernier digital a una altura adecuada según el tamaño de la plántula; la unidad de medida fue en milímetros (mm). El número de hojas por planta se determinó por simple conteo.

#### **3.4.2. Evaluación del peso fresco de la parte aérea y radicular**

Esta labor se realizó el 7 de marzo del 2020, donde se evaluó cuatro plantas de cítricos por tratamiento y en cada repetición, se lavaron con agua de caño y se pesaron en una balanza analítica. Luego se pesó tanto la parte aérea como radicular de cada tratamiento.

#### **3.4.3. Evaluación del peso seco de la parte aérea y radicular**

Para determinar el peso seco se colocó las muestras en la estufa a una temperatura de 70° durante 72 h, luego fueron pesados en una balanza analítica. Esta se realizó el 7 de marzo del 2020 a los 198 días después de realizar el almácigo.

#### **3.4.4. Evaluación del volumen radicular, longitud de raíz**

Estas labores se realizaron al final del experimento (7 de marzo del 2020), a los 198 días después de realizar el almácigo. La longitud de raíz se determinó con una regla graduada y para determinar el volumen de raíz, esta se sumergió en una probeta graduada con agua y, el aumento del agua se tomó como el volumen. Cabe indicar que estas evaluaciones se realizaron a las mismas plantas que se le determinó el peso seco y fresco.

#### **3.4.5. Área foliar**

Se utilizó el método de los discos o sacabocado con el siguiente procedimiento: Se escogió tres plantones al azar de cada tratamiento y se extrajo el mayor número de discos posibles del área foliar de la muestra empleando un sacabocado de área conocida. Se determinó el área y peso total de discos, luego con una regla de tres simples se calculó el área foliar total.

#### **3.4.6. Área debajo de la curva**

Se utilizó la ecuación propuesta por Hernández (1986), para poder determinar el área debajo de la curva de crecimiento del diámetro (ADCCD) y altura (ADCCA).

$$ADC = \sum_{i=1}^n \frac{(E_i + E_{i+1})}{2} [T_{i+1} + T_i]$$

Dónde:

$E_i$  = Medida de la variable en la  $i$ -ésima observación.

$T_i$  = Tiempo (días) en la  $i$ -ésima observación.

$n$  = Número total de observaciones.

### 3.4.7. Análisis de rentabilidad

Se llevó a cabo utilizando el método de “Comparación de ingresos y costos de producción”. El Índice de Rentabilidad (B/C) de cada tratamiento se determinó mediante la siguiente fórmula: El rendimiento total del procesamiento se evaluó multiplicando el número de árboles producidos/ha (1000 árboles) por el precio por árbol. Se asume que el costo de producción es de 1,0 ha, y se determinó considerando la cantidad de M. O., la diferencia en el área utilizada y el tipo de M. O. cuyo precio por tonelada fluctúa en el mercado.



## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Evaluación de la altura de las plantas de cítricos

Al evaluar estadísticamente la altura de planta a los 198 DDS y el área debajo de la curva de crecimiento de la planta, se determinó que entre los distintos tratamientos existió diferencias estadísticas altamente significativas ( $\alpha > 0,05$ ); así mismo entre los componentes de los factores A (abono), B (proporción), con excepción de los componentes del factor dosis para la variable área debajo de la curva de crecimiento de la altura (ADCCA) que resultó no significativa; asimismo para la interacción se halló diferencias estadísticas altamente significativas y significativas para la altura y área debajo de la curva de crecimiento de la altura ADCCA respectivamente. Los coeficientes de variabilidad (1,75 y 9,05 %) indican una buena y excelente homogeneidad entre sus unidades experimentales; esto indica que las muestras evaluadas en campo fueron homogéneas (Condo y Pazmiño, 2015).

**Tabla 7.** Análisis de variancia para el promedio de altura (cm) y área debajo de la curva de crecimiento de la altura en plantones de cítricos a los 198 días después de la siembra.

F. variación	G.L	Altura		ADCCA	
		C.M	Sig.	C.M	Sig.
Tratamientos	9	1098,66	AS	2337806	AS
Factorial	8	624,48	AS	1688610	AS
Abono	2	1951,6	AS	5917593	AS
Proporción	2	8,99	S	142598,5	NS
Abono*Proporción	4	268,67	AS	347123,6	S
Testigo vs Factorial	1	4892,05	AS	7531376	AS
Error	20	2,34		108506	
Total	29				
C.V		1,75		9,05	

**S:** Significación altamente estadística al 5% de probabilidad.

**AS:** Significación altamente estadística al 1% de probabilidad.

**NS:** No existe diferencias estadísticas significativas

**ADCCA:** Área debajo de la curva de crecimiento de la altura

**DDS:** Días después de la siembra

De acuerdo a la prueba de Duncan (Tabla 8), para la altura de planta a los 198 DDS se encontró que la gallinaza estadísticamente obtuvo la mayor altura por planta en comparación con los demás abonos, esto es debido a su alto contenido de M. O., N, P y micronutrientes, lo cual propicia la mayor altura de planta, si bien es cierto que el contenido de

M. O. en el humus es levemente superior al de la gallinaza, no obstante, esta última proporciona mayor concentración de micronutrientes (Ca (4,58 %), Mg (0,75 %), Na (0,70 %), Cu (125 ppm), Mn (3511 ppm) y Zn(1494 ppm)), para Awotundun (1994); Meléndez, (2003); Murrillo (1996), la aplicación de gallinaza, proporciona M. O., N, Ca, Mg, P, K, y Na, asimismo mejoran las propiedades físicas del suelo, esto se puede observar al final del experimento donde la aplicación de M. O. mejoró las propiedades químicas del suelo siendo mayor el contenido de P, K, N y micronutrientes en comparación del testigo (N = 0,13, P = 6,83 ppm y K = 111,40) asimismo según los análisis especiales de la gallinaza y el humus presenta alto contenido de M. O. y por ende el N. Por otro lado, se documentó que el tamaño de la muestra de cítricos alcanza un tamaño mayor al 80 % del nivel de suscriptores. Otras proporciones fueron muy similares pero superiores a los controles, alcanzando un valor de talla mínima estadísticamente de  $49 \pm 0,27$  cm. , los fertilizantes orgánicos se producen por la descomposición de proteínas y carbohidratos complejos como la celulosa y la lignina en compuestos más simples como aminoácidos y almidones, que luego se convierten en moléculas asimilables en las plantas (iones  $\text{NO}_3$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{NH}_4^+$ ), presentes en el suelo, por los jugos digestivos y las enzimas de los organismos microbianos (González et al., 1996). En cuanto al control, podemos decir que no superó el sustrato a pesar del medio. Este es aparentemente más bajo que el contenido de P al final del experimento (39,22 ppm) (Apéndice). Bioactividad insuficiente en el suelo.

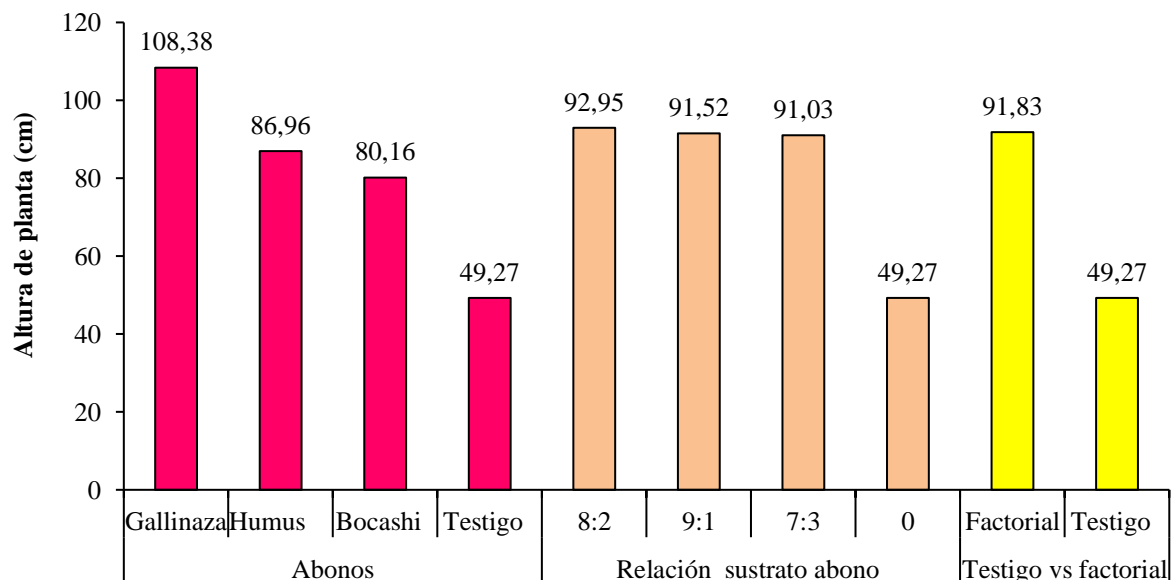
**Tabla 8.** Prueba de Duncan ( $\alpha > 0,05$ ) para el efecto principal de los sustratos y relación sustrato abono en la altura y área debajo de la curva de crecimiento de la altura de las plantas de cítrico.

<b>Abono</b>	<b>Altura</b>	<b>Sig.</b>	<b>Abono</b>	<b>ADCCA</b>	<b>Sig.</b>
Gallinaza	108,38	a	Gallinaza	4718,22	a
Humus	86,96	b	Humus	3534,31	b
Bocashi	80,16	c	Bocashi	3166,42	c
<b>Proporción (%)</b>	<b>Altura</b>	<b>Sig.</b>	<b>Proporción (%)</b>	<b>ADCCA</b>	<b>Sig.</b>
8:2	92,95	a	8:2	3939,57	a
9:1	91,52	b	7:3	3789,96	a
7:3	91,03	b	9:1	3689,42	a
<b>Testigo vs factorial</b>	<b>Altura</b>	<b>Sig.</b>	<b>Testigo vs factorial</b>	<b>ADCCA</b>	<b>Sig.</b>
Factorial	91,83	a	factorial	3806,32	a
Testigo	49,27	b	Testigo	2136,17	b

Entre tratamientos unidos por la misma letra no existe significación estadística.

ADCCA: Área debajo de la curva de crecimiento de la altura, Proporción = Sustrato: abono

El mayor valor de ADCCA, también lo obtuvo la gallinaza (4718,22 u<sup>2</sup>), demostrando que fue superior a los demás tratamientos en las diferentes evaluaciones, asimismo se encontró que entre el bocashi (3166,42 u<sup>2</sup>) y el humus (3534,31 u<sup>2</sup>) existió diferenciación estadística. Se confirman que la gallinaza fue superior a los 198 DDS, sino que demostró superioridad en todas las evaluaciones, lo que no sucede con el ADCCA para las proporciones de abono/tierra (9:1, 8:2 y 7:3), que fueron muy similares, es decir no existió efecto de las proporciones de abono para altura de planta de cítricos, sin embargo, casi en todas las evaluaciones aritméticamente la relación 8:2 demostró superioridad. Es decir que un exceso de abono (gallinaza) sin realizar compostaje podría traer efectos negativos en la altura de los plántones de cítricos, ya que al mezclarlos con el sustrato podrían suministrar altas cantidades de sales y ácidos húmicos, (Julca et al., 2002), así en el interior de las bolsas de polietileno se crea un ambiente de alta temperatura lo que propicia el quemado de las raíces y por ende la muerte del plánton. Los resultados muestran que con aplicación de gallinaza las plantas incrementaron 59,11 cm comparado con el tratamiento testigo, con aplicación de humus las plantas incrementan en 37,69 cm y con aplicación de bocashi las plantas incrementan en 30,89 cm; asimismo con aplicación de relación sustratos abono las plantas obtuvieron similar altura a diferencia del tratamiento testigo donde se determinó plantas pequeñas, por lo que se determinó mayor altura de plántones en los factoriales vs el testigo (Figura 2). Quedando demostrado que el tratamiento de gallinaza y humus influenciaron mas según sus análisis por tener mayor contenido de M. O. y N.



**Figura 2.** Efecto de los sustratos y la relación sustrato abono en la altura de la planta.

Del ANVA de efectos simples (Tabla 9), se determinó que para la altura de plantas la fuente de variación A en b y B en a, tuvieron diferencias estadísticas altamente significativas, mientras que para el ADCCA solo hubo diferencias estadísticas en la fuente de variación A en b. A los 198 días después del trasplante; se observa que: en el carácter altura de planta la fuente de M. O. gallinaza en las tres proporciones de abonamiento ocupó el primer lugar con un valor de 100,82, 118,05 y 106,26 cm, diferenciándose estadísticamente del resto de las fuentes de M. O. en las proporciones de abonamiento 7:3, 8:2 y 9:1 respectivamente. Para el ADCCA se observó que la fuente de M. O. gallinaza en las tres proporciones de abonamiento ocupó el primer lugar, diferenciándose estadísticamente de las demás fuentes de M. O. en todas las proporciones de abonamiento, con excepción en el nivel abonamiento de 7:3 donde las fuentes de Gallinaza (4453,73 u<sup>2</sup>) y Humus (3570,46 u<sup>2</sup>) tuvieron valores similares (Figura 3). Debido a la mayor cantidad de M. O. que tiene la gallinaza y el humus, según los análisis especiales.

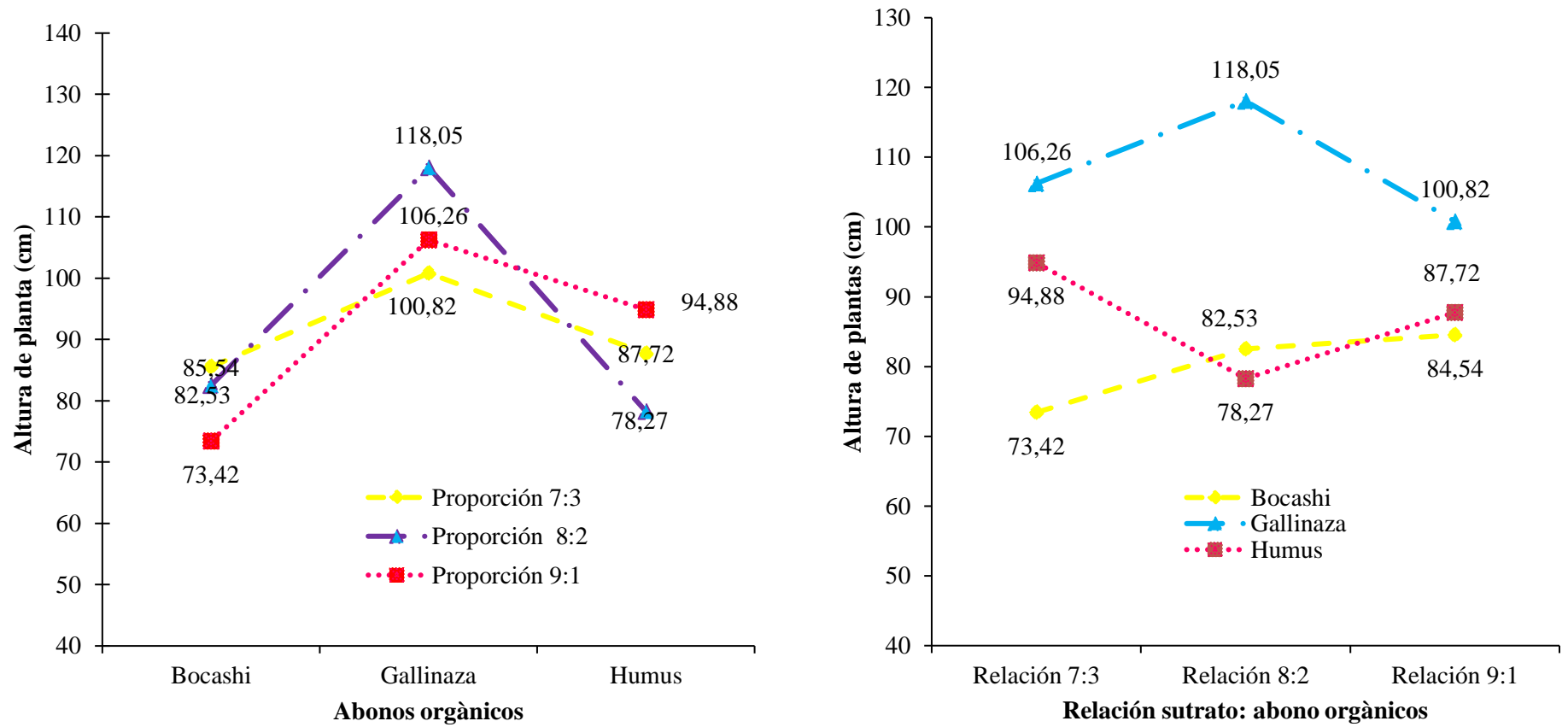
**Tabla 9.** Análisis de varianza para los efectos simples de la altura y área debajo de la curva de crecimiento de la altura de planta de cítricos.

F. variación	G.L	Altura			ADCCA		
		C.M	Fc	Sig.	C.M	Fc	Sig.
<b>A en b</b>							
A en b1 (Proporción 7:3)	2	223,34	54,3	AS	1029211	4,92	NS
A en b2 (Proporción 8:2)	2	1431,34	1998,71	AS	3331489	60,9	AS
A en b3 (Proporción 9:1)	2	834,25	619,86	AS	2251140	25,76	AS
<b>B en a</b>							
B en a1 (Bocashi)	2	105,35	23,22	AS	281836	4,51	NS
B en a2 (Gallinaza)	2	232,83	227,01	AS	438082	2,1	NS
B en a3 (Humus)	2	208,14	339,9	AS	116929	1,46	NS
Error experimental	20	2.34					

ADCCA: Área debajo de la curva de crecimiento de la altura

Al respecto, este resultado se debe a dos factores posibles: en primer lugar, al buen contenido de macro y micronutrientes por parte de la gallinaza que determinó el mayor crecimiento y desarrollo vegetativo durante el experimento, lo que no sucede con el humus que a pesar de tener un buen contenido de M. O. (Figura 20), el crecimiento se ve mermado por algunas deficiencias de

micronutrientes y el incremento de la humedad; asimismo los resultados para el bocashi fueron inferiores a los demás sustratos debido a que tuvo menor contenido de M. O. (Figura 20) y macro y micronutrientes, según Arévalo et al. (2004), el éxito del desarrollo de los plántones, depende de la riqueza nutritiva del sustrato a usar en los viveros; el segundo factor, se debe a la proporción de M. O., donde resulta mejor, utilizar proporciones intermedias (8:2) ya que se logra mejor tamaño de planta, por el contrario proporciones bajas da como resultado plantas de menor porte, debido a la baja concentración de macro y micronutrientes; también es debido a la disponibilidad de los nutrientes a la solución de suelos, en función del pH del suelo en el caso de la aplicación de proporciones altas, esta produce amarillamiento debido al exceso de N, sin embargo no cabe duda de que la M. O. en el sustrato influyó sobre las propiedades físicas, químicas y biológicas de la tierra agrícola, y por ende la capacidad nutricional del sustrato en comparación del testigo, es decir que existe resultados muy satisfactorios al aplicar M. O. en especial en condiciones de viveros (Adriazola, 2007).



**Figura 3.** Interacción de los sustratos con la relación sustrato abono en la altura de planta.

En lo que se refiere a efectos simples de las proporciones de abonamiento en cada una de las fuentes de material orgánico se observa que a el nivel 7:3 ocupó el primer lugar con un valor de 84,54 cm, pero sin diferenciarse con el nivel 8:2 que tuvo un valor de 82,53 cm en la fuente bocashi, asimismo los proporciones 8:2 y 9:1 ocuparon el primer lugar en las fuentes gallinaza y humus con un valor de 118,05 y 94,88 cm respectivamente, diferenciándose estadísticamente de los demás proporciones de abonamiento. Para el ADCCA no se encontró diferencias estadísticas significativas, esto indica que no existe efecto de las proporciones de abonamiento en la altura de la planta.

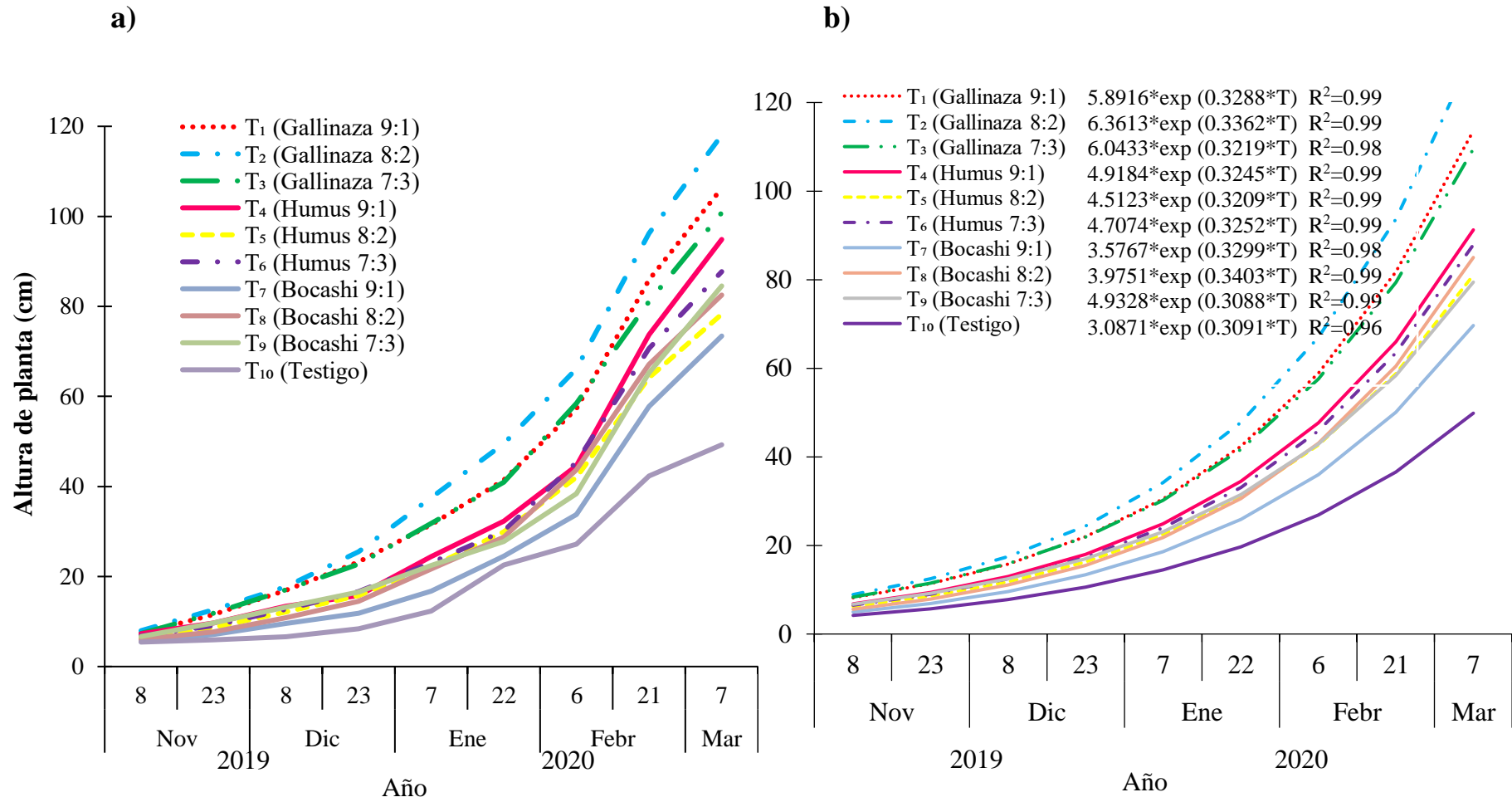
Las curvas de crecimiento de la altura de planta (Figura 4), evaluadas cada 15 días por cinco meses, muestran que los tratamientos a base de gallinaza logran un mayor tamaño de plantones a partir de los 15 días después del trasplante, posteriormente la superioridad sobre el humus y el bocashi es constante en todas las evaluaciones, la mejor respuesta de la gallinaza, se le puede atribuir a la alta tasa de mineralización y mayor actividad biológica en el suelo como también al buen contenido de nitrógeno (2,14 %), según Jaramillo (2016), la gallinaza en dos meses se mineraliza casi el 32 %, posteriormente la mineralización se hace más lenta tendiéndose a igualarse con las no aplicadas. Para Restrepo (2001), este sustrato es la principal fuente de nitrógeno en la elaboración de abonos fermentados ya que mejora las características de la fertilidad del suelo, principalmente con P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu y B tal como podemos ver en los análisis especiales que se hizo en el laboratorio de la UNAS, y a los análisis de suelos finales donde incrementa la M. O., P y N. Por otro lado, el humus de lombriz tuvo resultados intermedios con respecto a los demás sustratos, es decir superó al bocashi, debido a que contenía mayor cantidad de M. O. (49.83 %) y nutrientes (P = 4,13 %, Ca = 1,11 %, Mg = 0,52 %, k = 0.36 %, Cu = 43 ppm, Fe = 718 ppm, Zn = 364 ppm)

Cabe indicar que el contenido de elementos en el humus depende del sustrato que dieron origen a la alimentación de las lombrices, no obstante, algunos sustratos pueden tener hasta cinco veces más N, siete veces más P, cinco veces más K y dos veces más Ca que la M. O. que ingirieron (Novak, 1990). Las curvas de crecimiento de la altura de planta, con los datos de la evaluación realizada cada 15 días durante la ejecución de la investigación por cuatro meses y medio, indica lo siguiente: la Figura (4.a), muestra los datos originales y la Figura (4.b), muestra el ajuste exponencial donde se puede ver que la tasa de crecimiento de la altura es el parámetro que multiplica al tiempo, en nuestro caso para el tratamiento T2 (Gallinaza 9:1), que es el mejor tratamiento siendo:

$$0,3362 * e^{(0,3362 * T)}$$

Donde:

La tasa de crecimiento es de 33,6% diario



**Figura 4.** Comportamiento del crecimiento de la altura de planta de cítricos en vivero.



#### 4.2. Evaluación del diámetro de las plantas de cítricos

Al evaluar el ANVA para el diámetro de tallo a los 198 días después de trasplante y el ADCCD (Tabla 10), podemos indicar que existe diferencia estadística altamente significativa ( $\alpha < 0,05$ ) para el factor A (Abonos); mas no se halló diferencia estadística en el factor B (proporciones de abonamiento); la significancia en la interacción A x B fue altamente significativa en ambos parámetros. El coeficiente de variación hallado para el diámetro de tallo en plantones de cítricos y el ADCCD fue de 7,85 y 6,3 % respectivamente, lo que nos indica que las muestras están dentro de los parámetros de homogeneidad (Condo y Pazmiño, 2015).

**Tabla 10.** Análisis de variancia del promedio de diámetro (mm) a los 198 días después de la siembra.

F. variación	G.L	Diámetro		ADCCD	
		C.M	Sig.	C.M	Sig.
Tratamientos	9	3,04	AS	12169,55	AS
Factorial	8	27425,00	AS	8633273,00	AS
Abono (A)	2	8,45	AS	28136,53	AS
Proporción (B)	2	0,09	NS	1231,73	NS
Abono*Proporción(AxB)	4	1,22	S	2582,42	S
Testigo vs Factorial	1	5,44	AS	40459,81	AS
Error	20	0,32		730,06	
Total	29				
C.V		7,85		6,30	

S: Significación altamente estadística al 5% de probabilidad.

AS: Significación altamente estadística al 1% de probabilidad.

ADCCD: Área debajo de la curva de crecimiento del diámetro

DDS: Días después de la siembra

De acuerdo a la prueba de Duncan (Tabla 11), para el diámetro de planta a los 198 DDS, se encontró que la gallinaza estadísticamente obtuvo el mayor diámetro (8,44 mm) por planta en comparación con los demás abonos, esto debido a que tuvo un buen contenido de M. O. tanto en base seca (42,92 %) como en base humedad (37,28 %), así también al mayor contenido de nutrientes como el P (4,23 %) y K (1,79 %); en muchas investigaciones se han encontrado que la gallinaza es el mejor abono animal debido a su gran contenido de N y P; y rápida acción (Hernández y Cruz, 1993) asimismo influye en el incremento de los suelos con respecto al contenido de N y P, lo que se nota en los análisis de suelos al final del experimento. Por otro lado, se verifica que el diámetro de tallo de los plantones de cítricos obtuvo un tamaño

muy similar con las distintas proporciones de abonado con un valor de 7,39, 7,38 y 7,22 mm en las proporciones 7:3, 8:2 y 9:1, pero si superior al testigo que obtuvo estadísticamente el menor tamaño con un valor de 5,91 cm.

**Tabla 11.** Prueba de Duncan ( $\alpha > 0,05$ ) para el efecto principal de los sustratos y relación sustrato abono en el diámetro de tallo de las plantas de cítrico.

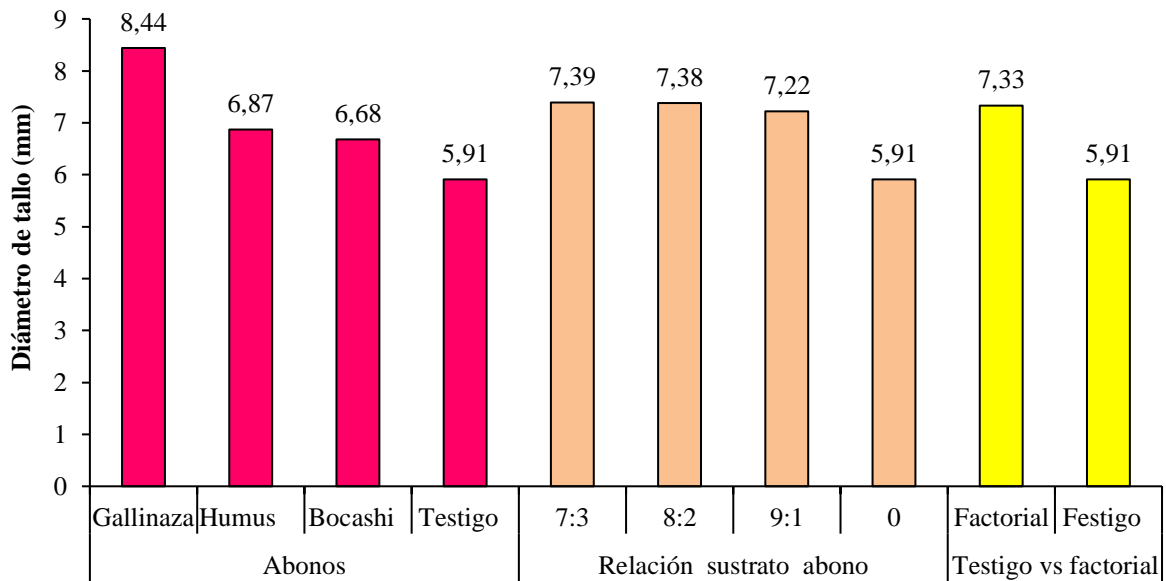
<b>Abono</b>	<b>Diámetro</b>	<b>Sig.</b>	<b>Abono</b>	<b>ADCCD</b>	<b>Sig.</b>
Gallinaza	8,44	a	Gallinaza	504,57	a
Humus	6,87	b	Humus	420,77	b
Bocashi	6,68	b	Bocashi	398,55	b
<b>Proporción (%)</b>	<b>Diámetro</b>	<b>Sig.</b>	<b>Proporción (%)</b>	<b>ADCCD</b>	<b>Sig.</b>
7:3	7,39	a	8:2	449,46	a
8:2	7,38	a	7:3	446,54	a
9:1	7,22	a	9:1	427,89	a
<b>Testigo vs factorial</b>	<b>Diámetro</b>	<b>Sig.</b>	<b>Testigo vs factorial</b>	<b>ADCCD</b>	<b>Sig.</b>
Factorial	7,33	a	Factorial	441,3	a
Testigo	5,91	b	Testigo	318,88	b

Entre tratamientos unidos por la misma letra no existe significación estadística.

ADCCD: Área debajo de la curva de crecimiento del diámetro, Proporción = Sustrato/abono

Esto posiblemente se deba a que se probó proporciones bajas y cercanos de M. O., con lo que no se visualiza el efecto diferencial para el diámetro de planta, al respecto (González, 2018), encontró diferencias entre las proporciones de M. O. al aplicar 50 % como proporción más alta. Estadísticamente el mayor valor de ADCCD, lo obtuvo a fuente de M. O. gallinaza (504,57 u<sup>2</sup>) diferenciándose de las demás fuentes de M. O., demostrando que fue superior a los demás tratamientos en las diferentes evaluaciones; entre las fuentes bocashi (398,55 u<sup>2</sup>) y el humus (420,77 u<sup>2</sup>), no existió diferenciación estadística, estos resultados para el ADCCD confirman lo encontrado para la variable diámetro de planta a los 198 DDS. De lo anterior se puede indicar que el contenido mayor o menor de un elemento en los sustratos dependen básicamente del material y de las cantidades que utilizo en su elaboración (Novak, 1990); (González, 2018), por lo que no resultaría extraño que el bocashi tenga buenos resultados en otras investigaciones, en todo caso antes de aplicar un sustrato debemos realizar análisis especial previo, con la finalidad de ver su calidad. Asimismo, el ADCCD para las proporciones (9:1, 8:2 y 7:3), fueron estadísticamente similares, pero superiores al testigo (Figura 5), la

agricultura orgánica es una forma de producir sosteniblemente, disminuyendo el uso de fertilizantes y plaguicidas, en ese sentido los abonos orgánicos son una alternativa económica y viable para terminar paulatinamente con la dependencia de los abonos sintéticos. En promedio, al igual que la altura de plantas, también se determinó mayor diámetro de plantas con aplicación de gallinaza, seguido de humus y bocashi, en relación al sustrato abono se determinó similar diámetro en plantones, asimismo, se determinó mayor diámetro en factoriales vs testigo.



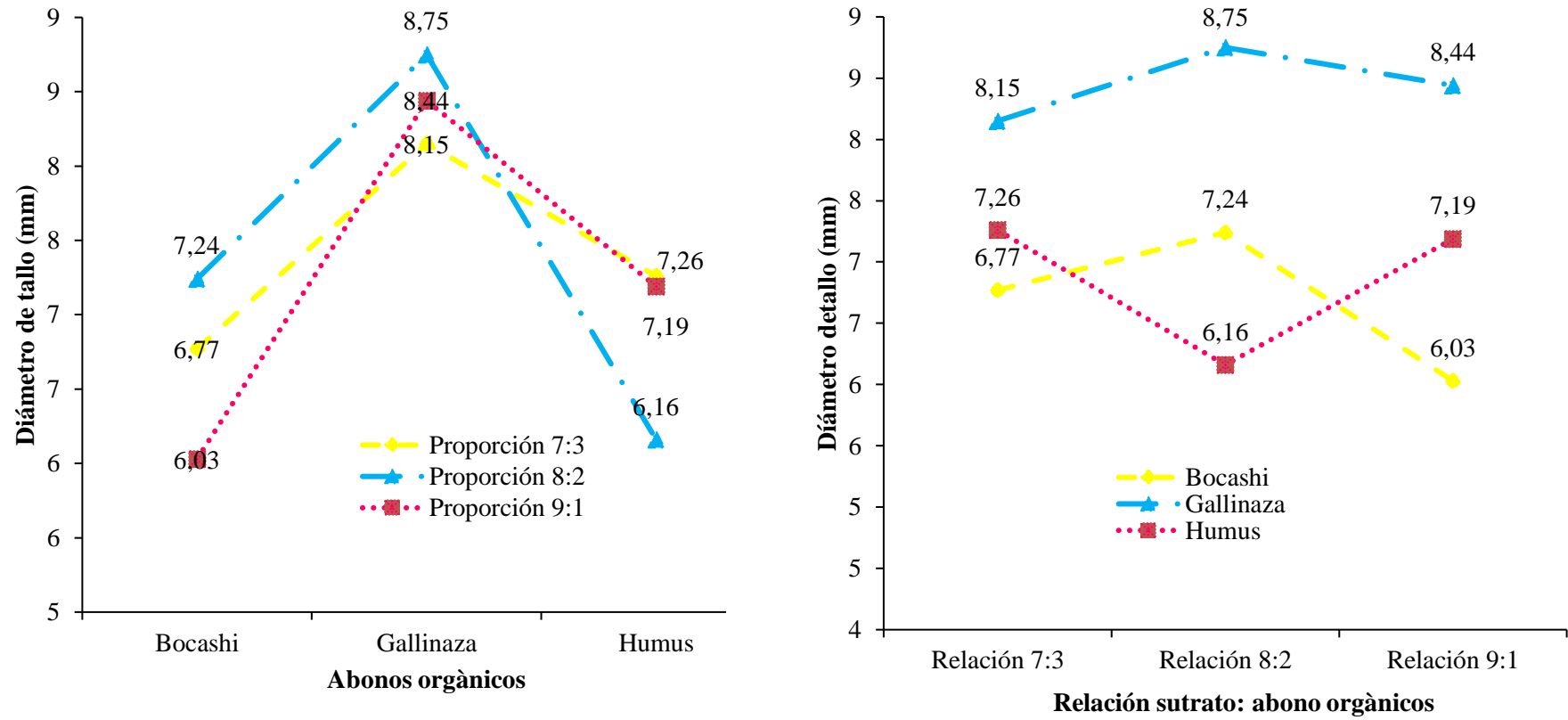
**Figura 5.** Efecto de los sustratos y la relación sustrato abono en el diámetro de tallo.

Del ANVA de efectos simples (Tabla 12) se determinó que para el diámetro de tallo de los plantones de cítricos y el área debajo del crecimiento del diámetro de tallo (ADCCD) la fuente de variación A en b, indica que entre sus componentes hay diferencias estadísticas desde significativas a altamente significativas; para la fuente de variación B en a, se determinó diferencias estadísticas significativas en las interacciones B en a3 y B en a1 esto en las variables diámetro de tallo y el área debajo del crecimiento del diámetro de tallo (ADCCD) respectivamente.

**Tabla 12.** Análisis de varianza para los efectos simples del diámetro y área debajo de la curva de crecimiento del diámetro de planta.

F. variación	G.L	Diámetro			ADCCD		
		C.M	Fc	Sig.	C.M	Fc	Sig.
<b>Abono (A)</b>							
A en b <sub>1</sub> (Proporción 7:3)	2	1,47	17,77	0,00	5272,86	6,72	0,03
A en b <sub>2</sub> (Proporción 8:2)	2	5,06	11,28	0,01	13374,69	28,46	0,00
A en b <sub>3</sub> (Proporción 9:1)	2	4,35	21,50	0,00	14653,82	13,87	0,01
<b>proporción de Abono (B)</b>							
B en a <sub>1</sub> (Bocashi)	2	1,12	2,12	0,20	4555,49	5,47	0,04
B en a <sub>2</sub> (Gallinaza)	2	0,27	2,14	0,20	1061,16	1,42	0,31
B en a <sub>3</sub> (Humus)	2	1,14	13,61	0,01	779,90	1,07	0,40
Error experimental	20	0,32					

ADCCD: Área debajo de la curva de crecimiento del diámetro

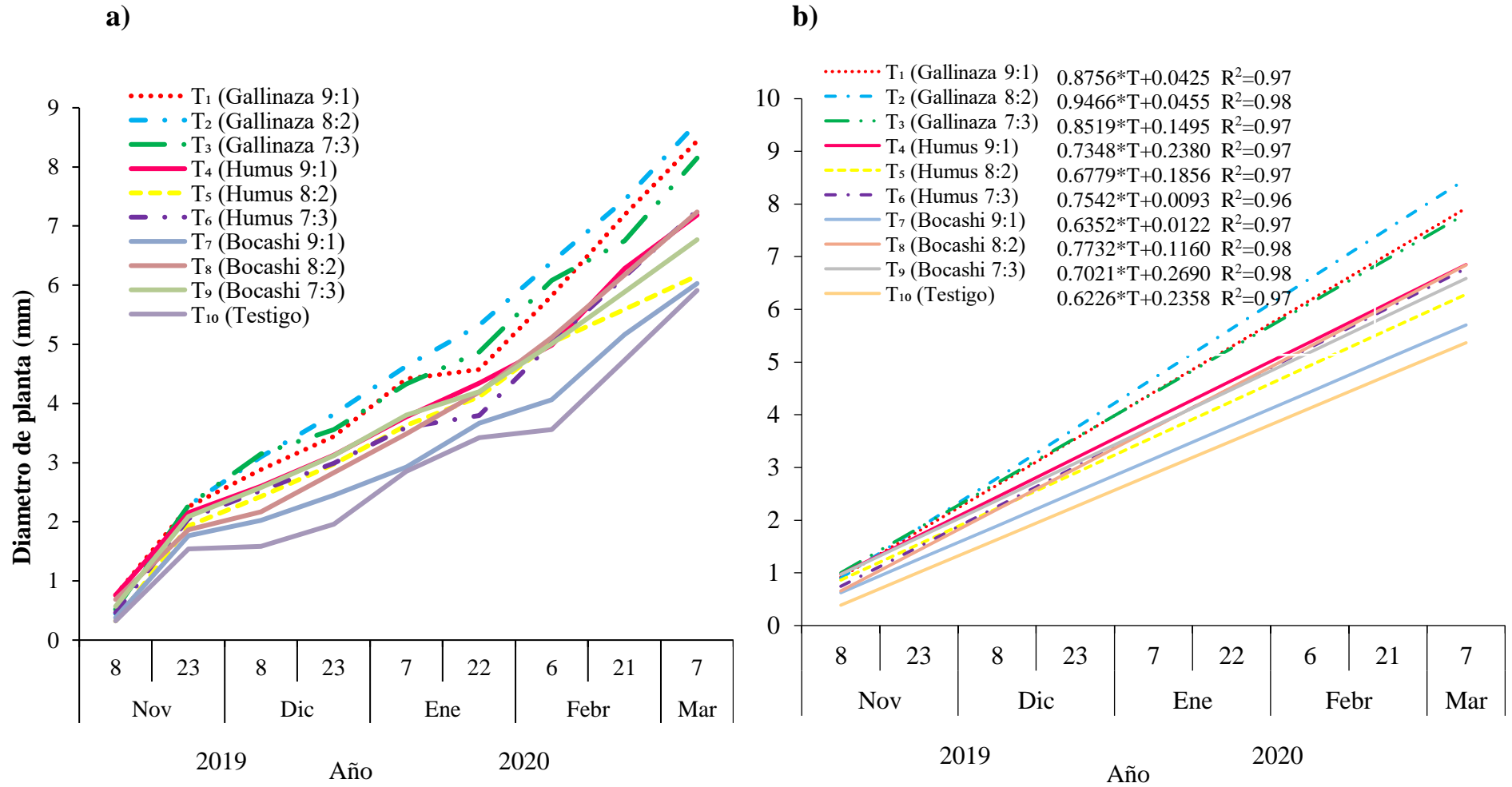


**Figura 6.** Interacción de los sustratos con la relación sustrato: abono en el diámetro de tallo.

A los 198 DDS; se observa que: en el carácter diámetro de tallo la fuente de material orgánico gallinaza en las tres proporciones de abonamiento ocupó el primer lugar con un valor de 8,15, 8,75 y 8,44 mm (Figura 6), diferenciándose estadísticamente del resto de las fuentes de M. O. en las proporciones de abonamiento 7:3, 8:2 y 9:1 respectivamente. Este hecho es debido a que la gallinaza es un fertilizante relativamente concentrado y de rápida acción, así como a su >contenido de M. O., N y P, lo mismo que el estiércol, contiene todos los nutrientes básicos indispensables para la planta, pero en mucha mayor cantidad (Yagodin, 1986). Para Berrocal (2016), el efecto significativo en esta variable se debe a los factores ambientales y nutricionales del suelo, el grosor del tallo depende de la variedad, las condiciones ambientales y nutricionales del suelo, esto en parte se debe al buen contenido de M. O. (base húmeda = 37,28 y base seca = 42,92) que tuvo este sustrato, que le dio mayor vigor a las plantas.

Para el ADCCD se observó que la fuente de M. O. gallinaza en los proporciones de abonamiento 7:3 y 8:2 ocupó el primer lugar, diferenciándose estáticamente de las demás fuentes de M. O., mientras que las fuentes de M. O. gallinaza y humus no se encontró diferencias estadísticas a un nivel de abonamiento de 9:1, demostrándonos que a mayores concentraciones de estos sustratos, las plantas tienen un menor diámetro, esto probablemente debido a que existe una mayor concentraciones ácidos húmicos y sales, que interfieren en el desarrollo de los plantones, resultados similar encontró (Florido, 2018), donde la aplicación del 50 % de gallinaza inhibió el crecimiento de los platones de café, por su parte Salmerón y García (1994), menciona que en la descomposición se pierde mucho nitrógeno por volatilización, pero mezclados con 60 a 70 % se mantiene los nutrientes. En algún caso la preparación del abono gallinaza se realiza con aserrín y cascarilla de arroz recolectados de las camas de engorde de las aves.

En lo que se refiere a efectos simples de los proporciones de abonamiento en cada una de las fuentes de M. O. se observa que los proporciones 7:3, 8:2 y 9:1 tuvieron mejor diámetro en la fuente gallinaza; por su parte el nivel 7:3 ocupó el primer lugar con un valor de 7,26 mm pero sin diferenciarse con el nivel 9:1 que tuvo un valor de 7,19 mm en la fuente humus, para el ADCCA se encontró diferencias estadísticas significativas, donde los proporciones de 7:3 y 8:2 superaron estadísticamente al nivel de abonamiento 9:1 en la fuente de M. O. bocashi, los demás proporciones de abonamiento tuvieron resultados similares en las diferentes fuentes de abonamiento.



**Figura 7.** Comportamiento del crecimiento del diámetro de planta de cítricos en vivero.

Las curvas de crecimiento del diámetro de planta, con los datos de la evaluación realizada cada 15 días durante la ejecución de la investigación por cuatro meses y medio indica lo siguiente: la Figura (7.a), muestra los datos originales y la Figura (7.b), muestra el ajuste lineal, donde se puede ver que la tasa de crecimiento del diámetro es la pendiente de la ecuación lineal siendo igual en cada punto de evaluación, en nuestro caso para el tratamiento T<sub>1</sub> (gallinaza 8:2) que es el de mayor valor, su tasa es de 0,946 mm de incremento diario.

### 4.3. Evaluación del número de hojas

Al evaluar el análisis de variancia para el número de hojas a los 198 días después de trasplante y el área debajo de la curva de incremento del número de hojas ADCIH (Tabla 13), podemos observar que para el factor A (Abonos); existe diferencia estadística altamente significativa ( $\alpha < 0,05$ ); para el factor B (proporciones de abonamiento) existe solo diferencias estadísticas significativas en la variable número de hojas, mientras que el ADCIH no se encontró diferencias estadísticas; la significancia en la interacción A x B fue altamente significativa y significativa para el número de hojas y ADCIH respectivamente. El coeficiente de variación hallado para el diámetro de tallo en plántones de cítricos y el ADCIH fue de 1,75 y 8,75 % respectivamente, lo que nos indica que las muestras están dentro de los parámetros de homogeneidad.

**Tabla 13.** Análisis de variancia para el número de hojas y el área debajo de la curva de incremento del número de hojas en plantas de cítricos a los 198 días después de la siembra.

F. variación	G.L	N° de hojas		ADCIH	
		C.M	Sig.	C.M	Sig.
Tratamientos	9	203,14	AS	562398,60	AS
Factorial	8	115,46	AS	393126,00	AS
Abono	2	360,85	AS	1366113,00	AS
Proporción	2	1,66	S	34114,01	NS
Abono*Proporción	4	49,68	AS	86138,60	S
Testigo vs Factorial	1	904,54	AS	1916580,00	AS
Error	20	0,43		28760,76	
Total	29				
C.V		1,75		8,75	

S: Significación altamente estadística al 5% de probabilidad.

AS: Significación altamente estadística al 1% de probabilidad.

NS: No existe diferencias estadísticas significativas

ADCIH: Área debajo de la curva de incremento del número de hojas

DDS: Días después de la siembra



De acuerdo a la prueba de Duncan (Tabla 14), para el número de hojas en plántones de cítricos a los 198 DDS, se encontró resultados similares a las variables altura de planta y diámetro de tallo, donde la fuente de M. O. gallinaza estadísticamente obtuvo la mayor cantidad de hojas por planta en comparación con los demás abonos, debido a su alto contenido de M.O., P y micronutrientes. Según Cubero y Vaeira (1999), menciona que los nutrientes se concentran de acuerdo a las camas que se realiza a las aves, no obstante, estas pueden estar para el P en un 10 % y para el K de 1 a 3 %, en nuestra investigación el contenido de P y K. En la gallinaza estuvieron con valores de 4,23 y 1,79 %, siendo superior al humus (P = 4,13 %) y (K = 0,36 %) y bocashi (P = 1,02 % y K = 0,13 %). Por otro lado, se verifica que el número de hojas de los plántones de cítricos fue mayor a una proporción de 80 %, entre las demás proporciones el número de hojas fue muy similar, mientras que el testigo fue estadísticamente inferior a las demás proporciones con un valor de 21,18 hojas/planta. Estadísticamente el mayor valor de ADCIH, lo obtuvo la fuente de M. O. gallinaza (2456,2 u2) diferenciándose de las demás, en resumen, se demuestra la superioridad de esta durante el todo experimento, debido al mayor contenido de M.O., P y macro y micro nutrientes especialmente el P que fue mayor tanto a nivel de sustrato como al final del experimento donde las proporciones 8:3 y 7:3 superaron a los demás tratamientos con un valor de 78,37 y 136,86 ppm respectivamente (Figura 20) influyendo también en los análisis de suelos al final del experimento; por su parte entre las fuentes bocashi (1701,85 u2) y humus (1909,94 u2) existió diferenciación estadística. Asimismo, el ADCIH para las proporciones (9:1, 8:2 y 7:3), fueron estadísticamente similares, pero superiores al testigo.

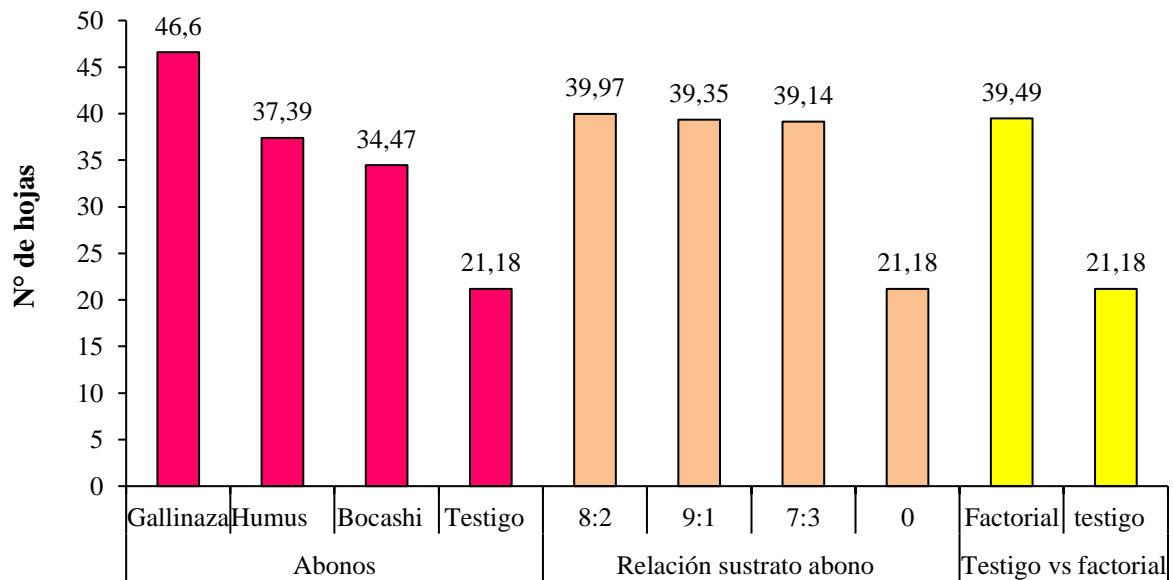
**Tabla 14.** Prueba de Duncan ( $\alpha > 0,05$ ) para el efecto principal de los sustratos y relación sustrato abono en el número de hojas de las plantas de cítricos.

<b>Abono</b>	<b>N° de hojas</b>	<b>Sig.</b>	<b>Abono</b>	<b>ADCIH</b>	<b>Sig.</b>
Gallinaza	46,6	a	Gallinaza	2456,2	a
Humus	37,39	b	Humus	1909,94	b
Bocashi	34,47	c	Bocashi	1701,85	c
<b>Proporción (%)</b>	<b>N° de hojas</b>	<b>Sig.</b>	<b>Proporción (%)</b>	<b>ADCIH</b>	<b>Sig.</b>
8:2	39,97	a	8:2	2091,58	a
9:1	39,35	a b	7:3	2003,33	a
7:3	39,14	b	9:1	1973,08	a
<b>Testigo vs factorial</b>	<b>N° de hojas</b>	<b>Sig.</b>	<b>Testigo vs factorial</b>	<b>ADCIH</b>	<b>Sig.</b>
Factorial	39,49	a	Factorial	2022,66	a
Testigo	21,18	b	Testigo	1180,14	b

Entre tratamientos unidos por la misma letra no existe significación estadística.

ADCIH: Área debajo de la curva de incremento del número de hojas, Proporción = Sustrato/abono

Al igual que las evaluaciones de altura y diámetro, también se muestra mayor emisión de hojas con aplicación de gallinaza, seguido de humus y bocashi, asimismo las relaciones sustrato abono muestran, la emisión de hojas es similar y mayor hoja de confirma en las factoriales vs testigo (Figura 8).



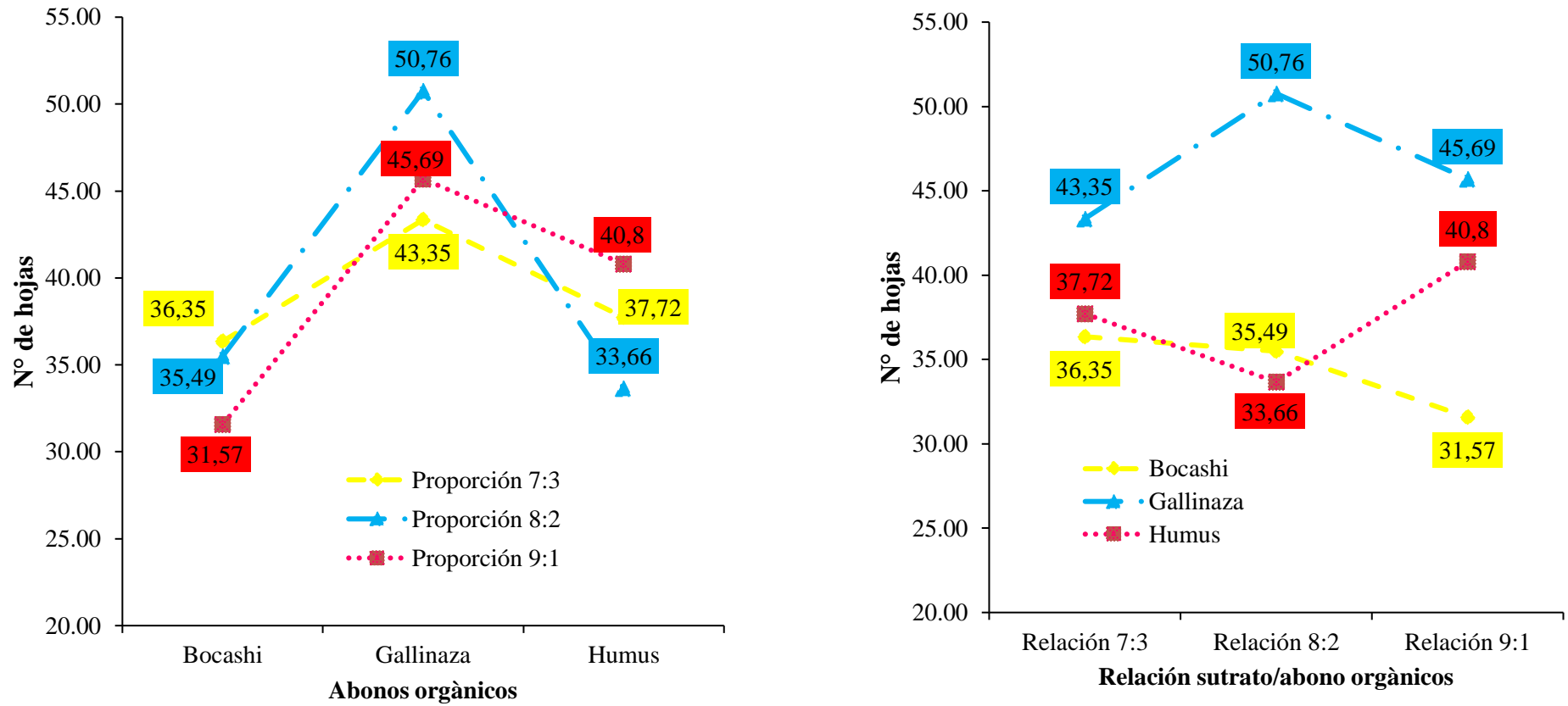
**Figura 8.** Efecto de los sustratos y la relación sustrato abono en el número de hojas.

Del ANVA de efectos simples (Tabla 15) se determinó que para el número de hojas de los plántones de cítricos y el ADCIH la fuente de variación A en b, indica que entre sus componentes hay diferencias estadísticas desde significativas a altamente significativas; para la fuente de variación B en a, se determinó diferencias estadísticas significativas en las interacciones B en a<sub>1</sub>, B en a<sub>2</sub> y B en a<sub>3</sub> esto en las variables diámetro de tallo, mientras en el ADCIH no se encontró diferencias estadísticas.

**Tabla 15.** Análisis de varianza para los efectos simples del número de hojas.

F. variación	G.L	Nº de hojas			ADCIH		
		C.M	Fc	Sig.	C.M	Fc	Sig.
<b>Abono (A)</b>							
A en b <sub>1</sub> (Proporción 7:3)	2	41,30	54,30	AS	273946,41	5,58	S
A en b <sub>2</sub> (Proporción 8:2)	2	264,66	1998,71	AS	744356,10	38,79	AS
A en b <sub>3</sub> (Proporción 9:1)	2	154,25	619,86	AS	520087,44	20,85	AS
<b>proporción de Abono (B)</b>							
B en a <sub>1</sub> (Bocashi)	2	19,48	23,22	AS	67921,12	3,73	NS
B en a <sub>2</sub> (Gallinaza)	2	43,05	227,01	AS	99505,11	2,04	NS
B en a <sub>3</sub> (Humus)	2	38,49	339,90	AS	38964,98	1,49	NS
Error experimental	20	0,43					

ADCIH: Área debajo de la curva de incremento del número de hojas



**Figura 9.** Interacción de los sustratos con la relación sustrato/abono en el número de hojas.

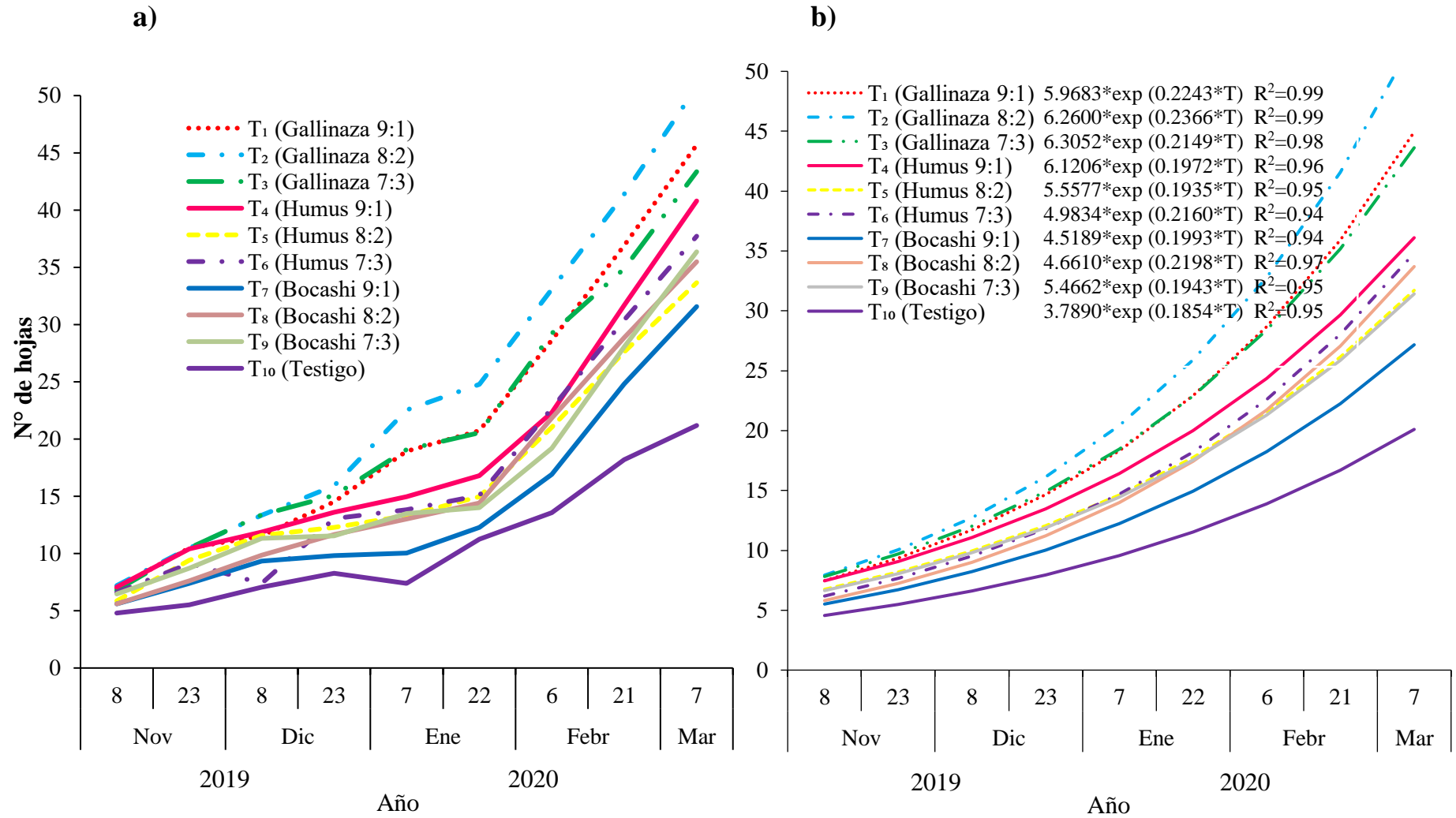
A los 198 DDS; se observa que: en el carácter número de hojas la fuente de M. O. gallinaza en las tres proporciones de abonamiento ocupó el primer lugar con un valor de 43,35; 50,76 y 45,69 hojas (Figura 10), diferenciándose estadísticamente del resto de las fuentes de M. O. en las proporciones de abonamiento 7:3, 8:2 y 9:1 respectivamente. Para el ADCCA se observó que la fuente de M. O. gallinaza en las proporciones de abonamiento 7:3 y 8:2 ocupó el primer lugar, diferenciándose estáticamente de las demás fuentes de M. O., mientras que las fuentes de M. O. gallinaza y humus no se encontró diferencias estadísticas a un nivel de abonamiento de 9:1. En lo que se refiere a efectos simples de las proporciones de abonamiento en cada una de las fuentes de M. O. se observa que los proporciones 8:2 y 9:1 tuvieron mayor número de hojas en la fuente gallinaza y humus respectivamente; por su parte el nivel 7:3 ocupó el primer lugar con un valor de 36,35 hojas pero sin diferenciarse con el nivel 8:2 que tuvo un valor de 35,49 hojas en la fuente bocashi, En el ADCCA no se encontró diferencias estadísticas significativas, donde los proporciones de 7:3, 8:2 y 9:1 tuvieron resultados similares para el número de hojas en las diferentes fuentes de M. O., no obstante superaron aritméticamente al testigo. Las curvas de aparición de hojas de planta, con los datos de la evaluación realizada cada 15 días durante la ejecución de la investigación por cuatro meses y medio, indican lo siguiente: la Figura (7.a), muestra los datos originales y la Figura (7.b), muestra el ajuste exponencial donde se puede ver que la tasa de crecimiento de la altura es el parámetro que multiplica al tiempo, en nuestro caso para el tratamiento T<sub>2</sub> (gallinaza 9:1), que es el mejor tratamiento, siendo:

$$0,2366 * e^{(0,2366 * T)}$$

Donde:

La tasa de crecimiento es del 23,66 % diario.

En conclusión se deduce que el mejor sustrato para tener mayor altura de planta, diámetro y número de hojas es la gallinaza debido a que con el nivel más bajo (9:1) logra superar, al testigo e incluso al humus y al bocashi, debido a que tiene un buen contenido de M. O. y mayor contenido de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (4,23 %), Ca (4,58 %), Mg (0,75 %), Na (0,70 %), K(1,79 %), Cu (125 ppm) y Zn (1494 ppm). Sin embargo, los efectos negativos de la aplicación de estiércol avícola a 30 °C o gallinaza se observaron en estudios previos, donde se atribuyeron al aumento de la salinidad (conductividad eléctrica) ò B aumento de los problemas fitosanitarios. También cabe destacar la influencia de Julca et al. (2002), demostraron en varios estudios que el uso de sustratos de gallinaza afectó negativamente a las plantas de café debido a su alta salinidad de M. O. (Apéndice), altas concentraciones pueden afectar negativamente el desarrollo y crecimiento de los cítricos debido al alto contenido de ácidos húmicos.



**Figura 10.** Comportamiento del incremento de hojas en las plantas de cítricos en vivero.

#### 4.4. Peso seco y fresco

Del análisis de variancia para el peso fresco del tallo, peso fresco de la raíz y peso fresco total el diámetro de tallo (Tabla 16), podemos indicar que existe diferencia estadística altamente significativa ( $\alpha < 0,05$ ) para el factor A (Abonos); en el factor B (proporciones de abonamiento), se encontró diferencias significativas para todas las variables, con excepción en el peso fresco de la raíz que resultó no significativa; la significancia en la interacción A x B fue no significativa. El coeficiente de variabilidad fluctuó de 19,44 a 23,40 %, indicándonos regular homogeneidad de los resultados (Condo y Pazmiño, 2015).

**Tabla 16.** Análisis de variancia del peso fresco (g) de la parte aérea y parte radicular de la planta de cítricos.

F. variación	G.L	Peso fresco tallo		Peso fresco raíz		Peso fresco total	
		C.M	Sig.	C.M	Sig.	C.M	Sig.
		Tratamientos	9	1791,75	AS	279,38	AS
Factorial	8	1570,39	AS	249,16	AS	3009,13	AS
Abono	2	5910,52	AS	805,49	AS	11077,62	AS
Proporción	2	326,16	S	97,80	NS	779,33	S
Abono*Proporción	4	22,44	NS	46,67	NS	89,79	NS
Testigo vs Factorial	1	3562,63	AS	521,14	AS	6809,33	AS
Error	20	92,52		30,61		184,95	
Total	29						
C.V		20,77		23,40		19,44	

S: Significación altamente estadística al 5% de probabilidad.

AS: Significación altamente estadística al 1% de probabilidad.

NS: No existen diferencias estadísticas.

En el Tabla 17, se muestra los efectos principales de la materia fresca (raíz y tallo) de los plantones de cítrico en vivero, donde se observa que existe diferencia estadística significativa entre los sustratos (gallinaza, bocashi y humus); la gallinaza estadísticamente tuvo mejores resultados con valor de 77,69, 35,17 y 112,86 g de peso fresco del tallo, peso fresco raíz y peso fresco total respectivamente. Debiéndose a que la gallinaza aporta mayor cantidad de M.O., fosforo y nutrientes y por ende mayor N (Figura 20), haciendo que los plantones de cítricos tengan un mayor peso fresco, debido a que el P influye en la división celular con mayor formación de ATP. En cuanto a las proporciones de abonamiento se observó que estadísticamente las proporciones 8:2 y 7:3 fueron superiores al nivel 9:1 y al testigo, sin

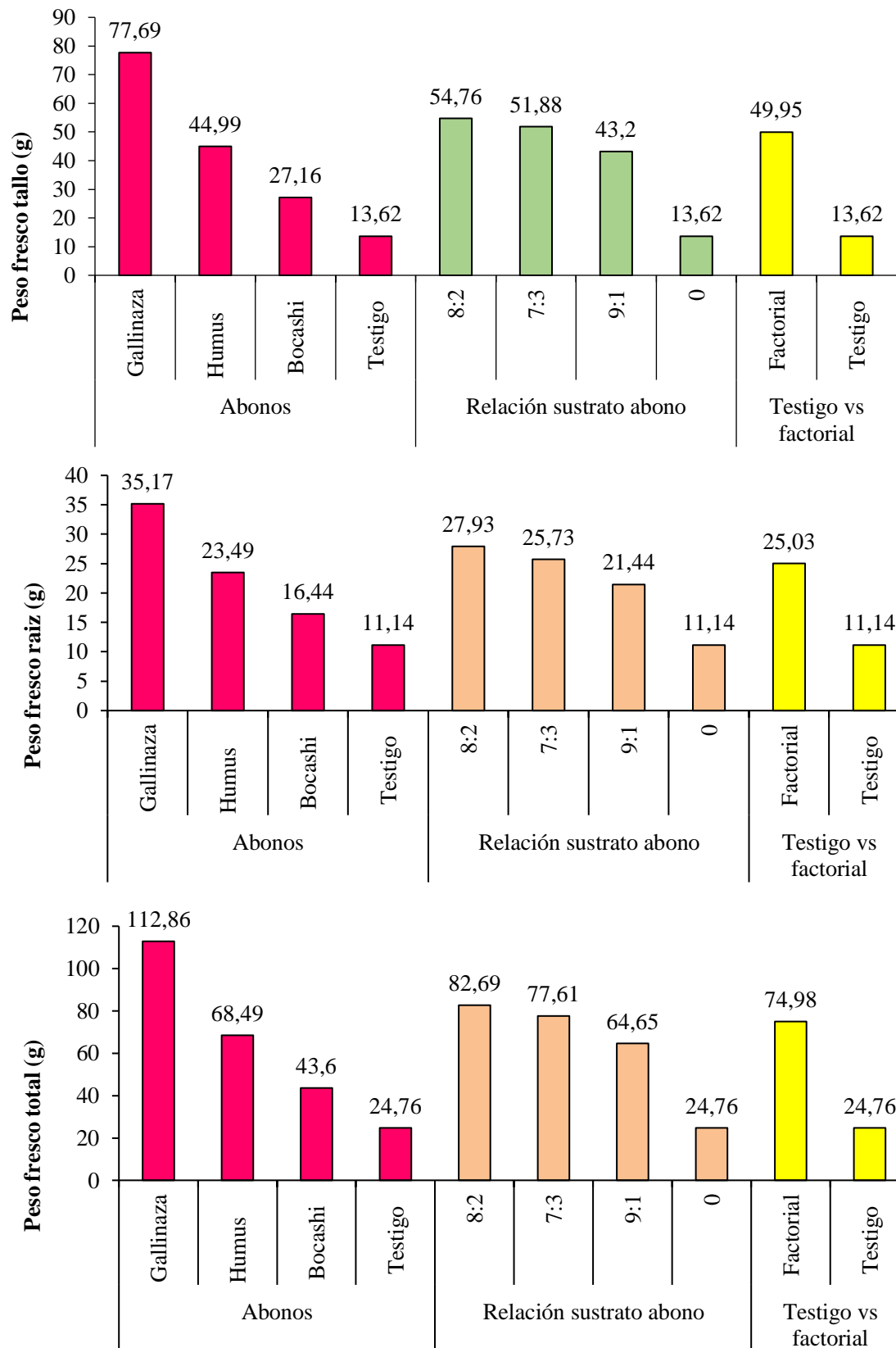
diferenciarse entre ellos en todos los pesos de materia fresca. Las diferencias alcanzadas en la producción de materia fresca por la aplicación de las proporciones de sustrato no fueron tan notorias.

**Tabla 17.** Prueba de Duncan ( $\alpha > 0,05$ ) para el efecto principal de los sustratos y relación sustrato abono en el peso fresco de las plantas de cítricos a los 198 días después de la siembra

<b>Abono</b>	<b>Peso fresco tallo (g)</b>	<b>Sig.</b>	<b>Abono</b>	<b>Peso fresco raíz (g)</b>	<b>Sig.</b>	<b>Abono</b>	<b>Peso fresco total (g)</b>	<b>Sig.</b>
Gallinaza	77,69	a	Gallinaza	35,17	a	Gallinaza	112,86	a
Humus	44,99	b	Humus	23,49	b	Humus	68,49	b
Bocashi	27,16	c	Bocashi	16,44	c	Bocashi	43,6	c
<b>Proporción (%)</b>	<b>Peso fresco tallo (g)</b>	<b>Sig.</b>	<b>Proporción (%)</b>	<b>Peso fresco raíz (g)</b>	<b>Sig.</b>	<b>Proporción (%)</b>	<b>Peso fresco total (g)</b>	<b>Sig.</b>
8:2	54,76	a	8:2	27,93	a	8:2	82,69	a
7:3	51,88	a b	7:3	25,73	a b	7:3	77,61	a b
9:1	42,2	b	9:1	21,44	b	9:1	64,65	b
<b>Testigo vs factorial</b>	<b>Peso fresco tallo (g)</b>	<b>Sig.</b>	<b>Testigo vs factorial</b>	<b>Peso fresco raíz (g)</b>	<b>Sig.</b>	<b>Testigo vs factorial</b>	<b>Peso fresco total (g)</b>	<b>Sig.</b>
Factorial	49,95	a	Factorial	25,03	a	Factorial	74,98	a
Testigo	13,62	b	Testigo	11,14	b	Testigo	24,76	b

Proporción = Sustrato/abono





**Figura 9.** Efecto de los sustratos y la relación sustrato: abono en el peso fresco de la planta.

Los mejores resultados se obtuvieron con la relación 8:2, mientras que a una relación 7:3 se redujo la materia fresca; lo cual se justifica por varias razones, una es por el

exceso de humedad, que especialmente se da cuando se aplica en exceso el material, reduciendo sustancialmente la evapotranspiración, al respecto. AGRO ESTRATEGIAS (2017) afirma que el exceso de humedad en suelos con alto contenido de M. O. aumenta la concentración de microorganismos respirables por unidad de volumen de suelo y provoca la acumulación de nitritos tóxicos en las raíces de las plantas. En relación al efecto principal factorial vs testigo se halló diferencias estadísticas altamente significativas, lo que justifica la utilización de algún tipo de fuente de M. O en la producción de plantones de cítricos, ya que estos garantizan una mayor calidad de materia fresca, esto también es corroborado con el análisis de los suelos al final del experimento, donde es notable la superioridad de los tratamientos con M. O. frente al testigo que tuvo los más bajos valores en las propiedades fisicoquímicas (pH = 5,87, N = 0,13 P = 6,82 ppm, K = 111,40 ppm, Ca = 10,03, Mg = 8,20). Efectos similares encontraron (Navarro y Navarro, 2003), que con aplicaciones de M. O. en plantaciones en vivero mostraron una buena distribución de sus raíces, el cual determina la obtención de agua y nutrientes dándole vigorosidad, número de hojas y mayor fruto.

Del ANVA para el peso seco del tallo, peso seco de la raíz y peso seco total el diámetro de tallo (Tabla 18), podemos indicar que existe diferencia estadística altamente significativa ( $\alpha < 0,05$ ) para el factor A (Abonos); asimismo en el factor B (proporciones de abonamiento), se encontró diferencias significativas para todas las variables con excepción del peso seco de la parte aérea que fue no significativo; por su parte para la significancia en la interacción A x B fue no significativa. El C.V. fluctuó de 19,19 a 23,04 %, indicándonos regular homogeneidad de los resultados.

**Tabla 18.** Análisis de variancia del peso seco (gramos) de la parte aérea y radicular de las plantas de cítricos.

F. variación	G.L	Peso seco tallo		Peso seco raíz		Peso seco total	
		C.M	Sig.	C.M	Sig.	C.M	Sig.
Tratamientos	9	481,85	AS	86,1	AS	961,88	AS
Factorial	8	473,89125	AS	77,99625	AS	923,2888	AS
Abono	2	1808,7	AS	261,9	AS	3446,73	AS
Proporción	2	64,23	NS	27,67	S	175,73	S
Abono*Proporción	4	11,32	NS	11,21	NS	35,34	NS
Testigo vs Factorial	1	545,51	AS	150,92	AS	1270,62	AS
Error	20	19,35		5,18		32,58	
Total	29						
C.V		22,15		23,04		19,19	

S: Significación altamente estadística al 5% de probabilidad.

AS: Significación altamente estadística al 1% de probabilidad.

NS: No existen diferencias estadísticas.

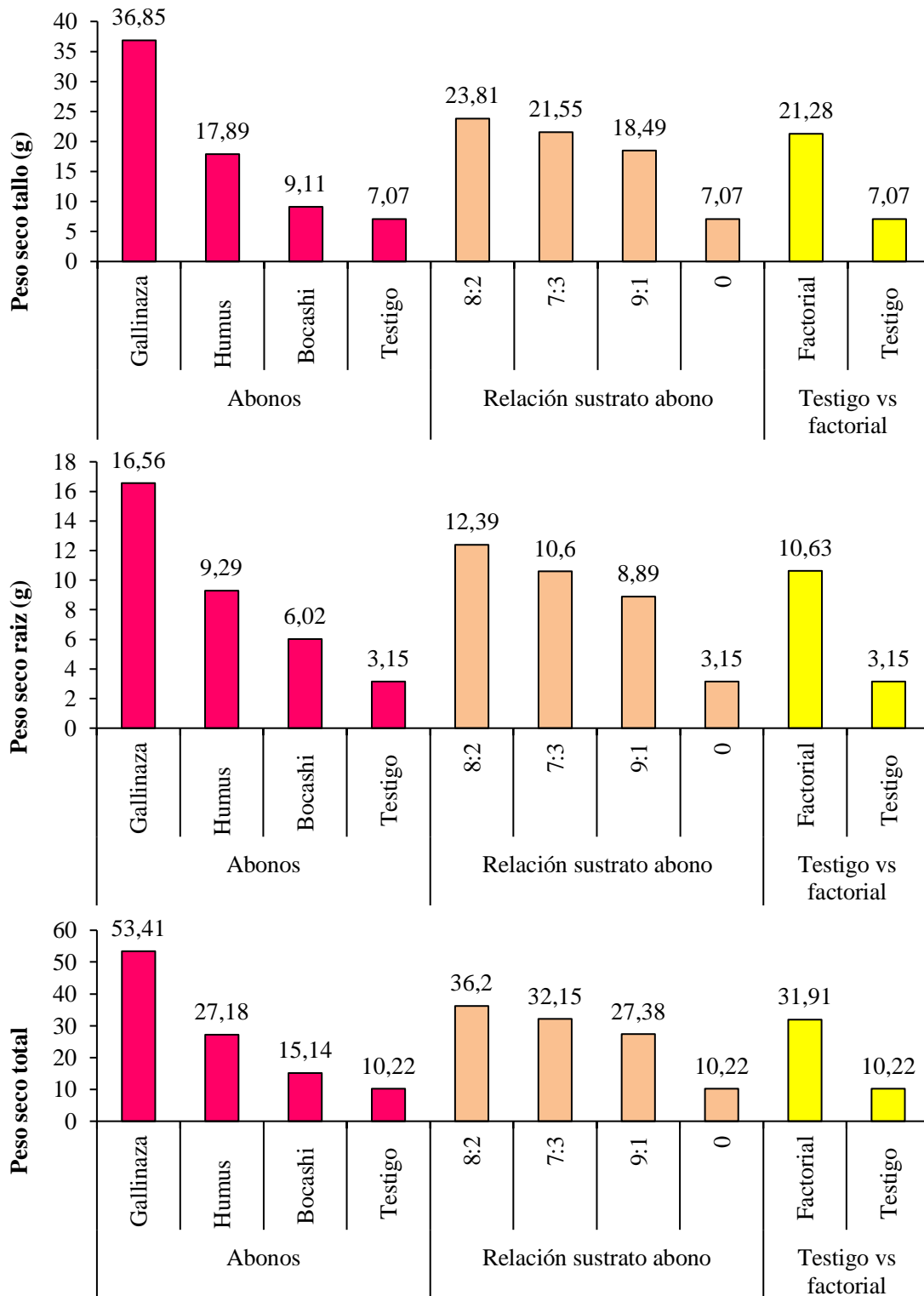
En la Tabla 19, se muestra los efectos principales de la materia seca (raíz y tallo) de los plántones de cítrico en vivero, donde, se observa que para el efecto principal existe diferencia estadística significativa en los sustratos (gallinaza, bocashi y humus); la gallinaza estadísticamente tuvo mejores resultados con un peso de 36,85, 16,56 y 53,41 g de peso seco del tallo, peso seco raíz y peso seco total respectivamente. Estos resultados corroboran lo encontrado en los parámetros diámetro, número de hojas y altura de planta, donde la gallinaza mostró mucha eficiencia, lo que es atribuido a la mayor concentración de nutrientes que tiene la gallinaza, lo cual es confirmado con análisis del sustrato, para Restrepo (1998), la gallinaza aporta mejorando las características de fertilidad del suelo, con la incorporación de M.O., N, P, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu y B; lo cual hace que existan cambios importantes en la fisiología de la planta, como el incremento de biomasa, Binkley, (1993); Peñuelas y Ocaña (1996), Asimismo, en base a los análisis especiales se tiene mayor M.O y P que aporta al suelo. En cuanto a las proporciones de abonamiento se observó que estadísticamente las proporciones 8:2 y 7:3 fueron superiores al nivel 9:1 y al testigo, sin diferenciarse entre ellos, esto para el peso seco de raíz y peso seco total, mientras que para el peso seco del tallo no se halló diferencias estadísticas entre las proporciones de abonamiento, con excepción del testigo que tuvo el resultado menos favorable. La diferencia alcanzada por cada nivel de M. O., llegaron a ser más notorias en el parámetro materia seca total, donde exactamente la proporción 8:2 fue superior con 36,20 g; sin embargo, fue muy similar a la proporción 7:3 que alcanzó un peso seco de 32,15 g tendencia muy similar encontró Florido (2018), donde encontró que a mayor concentración de sustrato menor era la producción de materia seca. En relación al efecto principal factorial versus testigo se halló diferencias estadísticas altamente significativas, lo que justifica la utilización de algún tipo de fuente de M. O. en la producción de plántones de cítricos.

Los mejores resultados se obtuvieron con la relación 8:2, mientras que a una relación 7:3 se redujo la materia fresca; lo cual se justifica por varias razones, una es por el exceso de humedad, que especialmente se da cuando se aplica en exceso del material, reduciendo sustancialmente la evapotranspiración, al respecto. AGRO ESTRATEGIAS (2017) afirma que el exceso de humedad en suelos con alto contenido de M. O. aumenta la concentración de microorganismos respirables por unidad de volumen de suelo y provoca la acumulación de nitritos tóxicos en las raíces de las plantas.

**Tabla 19.** Prueba de Duncan ( $\alpha > 0,05$ ) para el efecto principal de los sustratos y relación sustrato abono en el peso seco(gramos) de la parte aérea y radicular de las plantas de cítrico.

<b>Abono</b>	<b>peso seco tallo (g)</b>	<b>Sig.</b>	<b>Abono</b>	<b>Peso seco raíz (g)</b>	<b>Sig.</b>	<b>Abono</b>	<b>Peso seco total (g)</b>	<b>Sig.</b>
Gallinaza	36,85	a	Gallinaza	16,56	a	Gallinaza	53,41	a
Humus	17,89	b	Humus	9,29	b	Humus	27,18	b
Bocashi	9,11	c	Bocashi	6,02	c	Bocashi	15,14	c
<b>Proporción (%)</b>	<b>peso seco tallo (g)</b>	<b>Sig.</b>	<b>Proporción (%)</b>	<b>Peso seco raíz (g)</b>	<b>Sig.</b>	<b>Proporción (%)</b>	<b>Peso seco total (g)</b>	<b>Sig.</b>
8:2	23,81	a	8:2	12,39	a	8:2	36,2	a
7:3	21,55	a	7:3	10,6	a b	7:3	32,15	a b
9:1	18,49	a	9:1	8,89	b	9:1	27,38	b
<b>Testigo vs factorial</b>	<b>peso seco tallo (g)</b>	<b>Sig.</b>	<b>Testigo vs factorial</b>	<b>Peso seco raíz (g)</b>	<b>Sig.</b>	<b>Testigo vs factorial</b>	<b>Peso seco total (g)</b>	<b>Sig.</b>
Factorial	21,28	a	Factorial	10,63	a	Factorial	31,91	a
Testigo	7,07	b	Testigo	3,15	b	Testigo	10,22	b

Proporción = Sustrato/abono



**Figura 10.** Efecto de la fertilización orgánica en el peso seco de la planta.

En relación al efecto principal factorial vs testigo se halló diferencias estadísticas altamente significativas, lo que justifica la utilización de algún tipo de fuente de M. O. en la producción de plantones de cítricos, ya que estos garantizan una mayor calidad de materia

fresca, esto también es corroborado con el análisis de los suelos al final del experimento, donde es notable la superioridad de los tratamientos con M. O. frente al testigo que tuvo los más bajos valores en las propiedades físico químicas ( $\text{pH} = 5,87, \text{N} = 0,13 \%, \text{P} = 6,82 \text{ ppm}, \text{K} = 111,40 \text{ ppm}, \text{Ca} = 10,03, \text{Mg} = 8,20$ ), debido al aporte de la gallinaza y humus con altos contenidos de M.O. y P. Según Navarro (2003), que con aplicaciones de M. O. en plantaciones en vivero mostraron una buena distribución de sus raíces, el cual determina la obtención de agua y nutrientes dándole vigorosidad, número de hojas y mayor fruto

#### 4.5. Longitud de raíz, volumen radicular y área foliar

Del ANVA (Tabla 20) se observa que: con el volumen de raíz se encontró diferencias estadísticas altamente significativas al menos en el factor sustrato; para el área foliar de los platones de cítricos a los 198 días después del trasplante, se encontró diferencias altamente significativas en todas las fuentes de variación. Los C. V. para el volumen radicular fue 19,74 y 23,45 % respectivamente indicando regular homogeneidad, mientras para el área foliar fue de 1,65 % indicando muy buena homogeneidad de los datos.

**Tabla 20.** Análisis de variancia del volumen radicular y área foliar de las plantas de cítricos.

F. variación	G.L	Volumen radicular		Área foliar	
		C.M	Sig.	C.M	Sig.
Tratamientos	9	377,08	AS	68866,65	AS
Factorial	8	347,61	AS	45124,33	AS
Abono	2	1146,81	AS	161080,20	AS
Proporción	2	104,8	NS	570,50	AS
Abono*Proporción	4	69,41	NS	9423,32	AS
Testigo vs Factorial	1	612,82	AS	258805,15	AS
Error	20	40,65		71,47	
Total	29				
C.V		23,45		1,65	

S: Significación altamente estadística al 5% de probabilidad.

AS: Significación altamente estadística al 1% de probabilidad.

NS: No existen diferencias estadísticas.

En el Tabla 21, se muestra los efectos principales donde se encontró diferencia estadística significativa en los sustratos (gallinaza, bocashi y humus), la fuente de M. O. gallinaza al igual que en las demás variables biométricas estadísticamente tuvo mejores resultados para el volumen de raíz y área foliar de los plantones de cítrico en vivero, con un

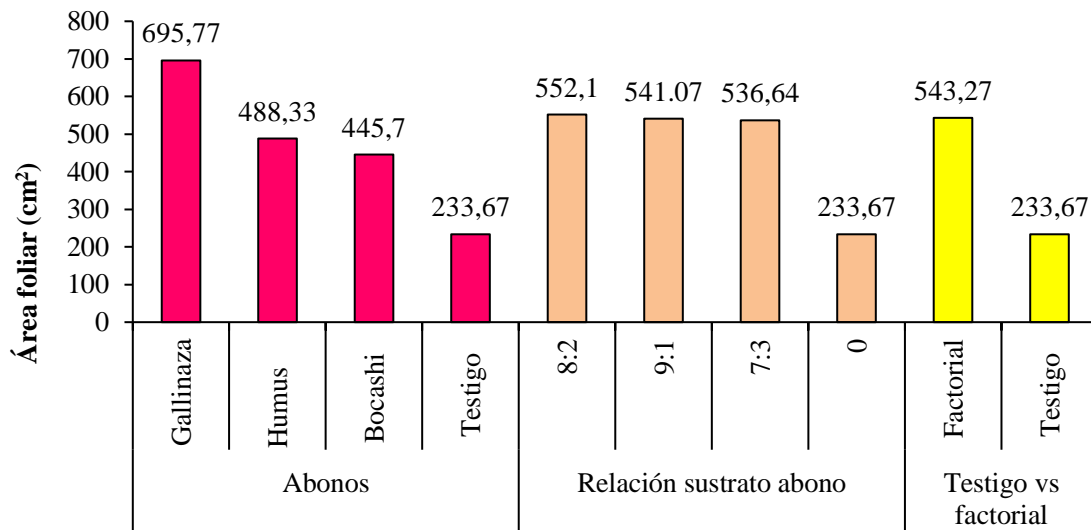
valor de 41,25 ml y 695,77 cm<sup>2</sup> respectivamente. Al respecto Navarro et al. (2003); Novak (1990), indican, que la parte está muy relacionada con el desarrollo radicular, de lo que se puede afirmar que cuanto mayor sea el volumen, mayor es la materia seca y fresca de parte aérea de los plátanos de cítricos, esto debido a que un buen sistema radicular les permite a las plantas explorar suficiente volumen para obtener agua y nutrientes, lo que se traduce en buen desarrollo vegetativo (Valencia, 2005).

En cuanto a las proporciones de abonamiento se observó que no hubo diferencias estadísticas para el volumen radicular, mientras que para el área foliar el nivel 8:2 resultó estadísticamente mejor que las demás proporciones con un área de 552,1 cm<sup>2</sup>. El mejor resultado del nivel 8:2 en el área foliar está prácticamente relacionado con el número de hojas. En relación al efecto principal factorial versus testigo se halló diferencias estadísticas altamente significativas.

**Tabla 21.** Prueba de Duncan ( $\alpha > 0,05$ ) para el efecto principal de los sustratos y relación sustrato abono en el área foliar, longitud de raíz y volumen radicular de las plantas de cítrico.

<b>Abono</b>	<b>Volumen de raíz</b>	<b>Sig.</b>	<b>Abono</b>	<b>Área foliar</b>	<b>Sig.</b>
Gallinaza	41,25	a	Gallinaza	695,77	a
Humus	25,44	b	Humus	488,33	b
Bocashi	19,38	b	Bocashi	445,70	c
<b>Proporción (%)</b>	<b>Volumen de raíz</b>	<b>Sig.</b>	<b>Proporción (%)</b>	<b>Área foliar</b>	<b>Sig.</b>
8:2	31,87	a	8:2	552,1	a
7:3	29,10	a	9:1	541,07	b
9:1	25,09	a	7:3	536,64	b
<b>Testigo vs factorial</b>	<b>Volumen de raíz</b>	<b>Sig.</b>	<b>Testigo vs factorial</b>	<b>Área foliar</b>	<b>Sig.</b>
Factorial	28,69	a	Factorial	543,27	a
Testigo	13,62	b	Testigo	233,67	b

Proporción = Sustrato/abono



**Figura 11.** Efecto de la fertilización orgánica en el área foliar y volumen radicular de la planta.

Asimismo en la Figura 12, se muestra los gráficos de barra para el área foliar y volumen radicular al final del experimento (198 DDS), en el cual muestra la superioridad de la fuente de M. O. gallinaza sobre los demás sustratos, asimismo el humus (N = 2,49 %, P = 4,13 %, Ca = 1,11 %, Mg = 0,52 %, Na = 0,28 %, K = 0,36 %, Cu = 43 ppm, Fe = 748 ppm, Zn = 364 ppm, Mn = 1534 ppm) fue superior al bocashi (N = 0,86 %, P = 1,02 %, Ca = 0,40 %, Mg = 0,19 %, Na = 0,28 %, K = 0,13 %, Cu = 19 ppm, Fe = 10572 ppm, Zn = 151 ppm, Mn = 2341 ppm); en cuanto a los proporciones de abonamiento los mejores resultados lo obtuvo la relación 8:2, mientras entre los proporciones 7:3 y 9:1 no existió diferencias. Al respecto Julca et al. (2002) argumentaron que el 60 % de M. O. en el sustrato no mejora su calidad, lo que indica que cantidades excesivas de M. O. pueden afectar negativamente el crecimiento de las raíces, por el contenido de sales y otros.

En la Figura 14 se observa que existe correlación débil entre la longitud de raíz con todas las variables, es decir que el volumen radicular de los plantones de cítricos no sincroniza con las demás características biométricas y pareciera que el crecimiento radicular estaría restringido por el tamaño de las bolsas, ya que la mayoría de los tratamientos superaron los 30 cm. Por tanto, el tamaño de envase es el material que influye más directamente en la formación del sistema radicular, Quispe (2019), en ese sentido solo quedaría en escoger un buen tamaño de bolsa especialmente para la producción de patrones de cítricos, considerando que estos tienen una buena longitud de raíz. según Quiquin (2007), manifiesta que la mayoría de



los contenedores están diseñados (con más o menos éxito) para crear un buen sistema radicular para las plantas en vivero, y así se transportan las raíces protegidas por dentro y hasta correctamente plantado a campo fijo. Además, se encontró que entre las variables volumen radicular y longitud de raíz existe una correlación positiva débil de 0,31, esto debido al efecto significativo que tienen los sustratos sobre el volumen radicular. En cuanto a las demás variables el C. V. fue positiva superando el valor de 0,70, lo que nos indica que plantones de cítricos con mayor altura mostraron mejor diámetro de tallo, más número de hojas, y por ende mayor materia fresca y seca, debido al uso de los abonos orgánicos como la gallinaza, el humus y el sustrato.

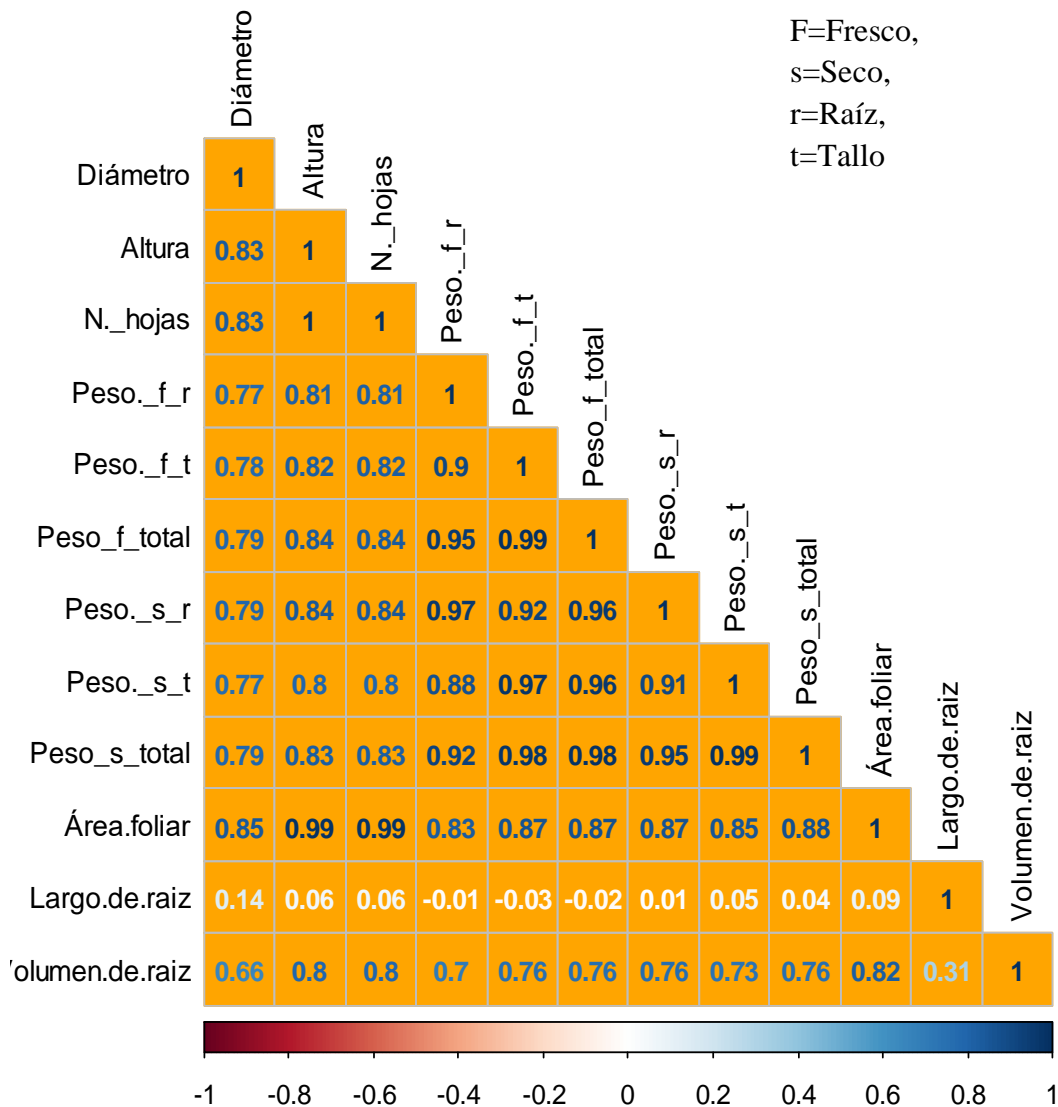


Figura 12. Correlación pearson para los distintos parámetros biométricos.

#### 4.6. Análisis rentabilidad

Para poder decidir los mejores tratamientos no solo basta con tener plantones de buena calidad, sino que estas deben ser rentables, en ese sentido el índice de rentabilidad y el costo beneficio nos ayudaran elegir el mejor tratamiento.

Donde el tratamiento T1 y T2 tuvieron mayores índices de rentabilidad 0,74 % y 0,67 %, con relación costo beneficio 1,74 y 1,67 frente al testigo que solo tiene -0.40 el índice de rentabilidad y una relación costo beneficio de 0,60 (Tabla 22).

En nuestra investigación se puede apreciar que la gallinaza a una proporción de 9:1 utilizada como sustrato para la producción de plantones de cítricos tuvo mayor rentabilidad al tener mayor índice de rentabilidad (0,74) y B/C (1,74) es decir que por cada un sol que se invierte retorna S/ 1.74 de ganancia, sin embargo, queda como segunda opción las aplicaciones del mismo sustrato en la proporción 8:2 y 7:3 que resultaron con retornos de S/ 1.67 y 1.61 respectivamente, esto es debido al buen tamaño y vigor que tenían estas plantas. Con respecto a las aplicaciones de humus, resultaron con retornos desde S/ 0.9 hasta S/ 1.10, lo que no sucedió con la fuente de M. O. bocashi que tuvo retornos inferiores a S/ 0.88 pero no menor de S/ 0.75. Con respecto al testigo se puede indicar que obtuvo una relación costo beneficio de 0,60, es decir que por cada S/ 1 invertido estaría perdiendo S/ 0,4, no siendo factible en la producción de plantones de cítricos. Sin embargo, un exceso de M. O. podría incurrir en un costo elevado de producción y obtener rentabilidades aun inferiores que el testigo, tal como lo demostró Florido (2018), al encontrar mayor rentabilidad en el testigo que con la aplicación de M. O. En ese sentido es importante encontrar una proporción óptima de M. O. que garantice plantones de buena calidad y rentabilidad económica, según Montañez (2018), el análisis de rentabilidad podría cambiar bajo otro escenario, debido a que están sujetas a muchos factores alguno de estos son el costo de producción y el precio.

**Tabla 22.** Análisis de rentabilidad de los tratamientos en estudio.

Clave	Costos de instalación mantenimiento	N° de plantas a producir	Ingreso Total (S/)	Utilidad Neta (S/)	Índice Rent. (%)	B/C
T <sub>1</sub>	864,44	1000,00	1500,00	635,56	0,74	1,74
T <sub>2</sub>	898,89	1000,00	1500,00	601,11	0,67	1,67
T <sub>3</sub>	933,33	1000,00	1500,00	566,67	0,61	1,61
T <sub>4</sub>	908,89	1000,00	1000,00	91,11	0,10	1,10
T <sub>5</sub>	987,78	1000,00	1000,00	12,22	0,01	1,01
T <sub>6</sub>	1066,67	1000,00	1000,00	-66,67	-0,06	0,94
T <sub>7</sub>	908,89	1000,00	800,00	-108,89	-0,12	0,88
T <sub>8</sub>	987,78	1000,00	800,00	-187,78	-0,19	0,81
T <sub>9</sub>	1066,67	1000,00	800,00	-266,67	-0,25	0,75
T <sub>10</sub>	830,00	1000,00	500,00	-330,00	-0,40	0,60

Precio de los sustratos (por kilo): Gallinaza: 0,4 S/, Humus = 0,8, Bocashi = 0,8 S/, Precio de plántones: Grande = 1,5 S/, Mediano = 1, Pequeño = 0,5, B/C = Relación costo beneficio S/

T<sub>1</sub> (Gallinaza 9:1)

T<sub>2</sub> (Gallinaza 8:2)

T<sub>3</sub> (Gallinaza 7:3)

T<sub>4</sub> (Humus 9:1)

T<sub>5</sub> (Humus 8:2)

T<sub>6</sub> (Humus 7:3)

T<sub>7</sub> (Bocashi 9:1)

T<sub>8</sub> (Bocashi 8:2)

T<sub>9</sub> (Bocashi 7:3)

T<sub>10</sub> (Testigo)

## V. CONCLUSIONES

1. El abono orgánico de la gallinaza en sus diferentes proporciones, supera al humus y al bocashi en los diferentes parámetros biométricos como altura, diámetro y volumen radicular del cítrico.
2. El fertilizante o abono orgánico de gallinaza produjo estadísticamente mayor tamaño de planta, diámetro de tallo, número de hojas, materia seca y materia fresca, que los plantones de cítricos fertilizados con humus y bocashi a los 198 días después de la siembra que produjo plantones de cítricos con longitud de raíz, área foliar y volumen de la raíz de menor tamaño.
3. La relación sustrato: abono de gallinaza obtuvo (8:2) con mayor tamaño de plantones, diámetro de tallo, número de hojas, materia seca y fresca, área foliar y volumen radicular de cítricos
4. Los tratamientos T<sub>1</sub> (gallinaza (9:1)), T<sub>2</sub> (gallinaza (8:2)) y T<sub>3</sub> (gallinaza (7:3)), con valores de S/ 1,74; 1,67 y 1,61; fueron los más rentables en la producción de plantones de cítricos.

## **VI. PROPUESTAS A FUTURO**

1. Se recomienda usar gallinaza como sustrato a una proporción de ocho partes de tierra con dos partes de gallinaza, en la producción de patrones de *C. jambhiri*, ya que garantiza un mejor crecimiento y desarrollo.
2. Realizar una nueva investigación donde se incluya como testigo la aplicación de fertilizantes químicos, para comparar y determinar a relación costo beneficio.
3. Realizar estudios similares utilizando diferentes especies de patrones de cítricos, con la finalidad de establecer el mejor sustrato y nivel para cualquier especie.
4. Efectuar trabajos de investigación con abonos orgánicos, gallinaza de postura y guano de isla en cítricos.

## VII. REFERENCIAS

- AGROESTRATEGIAS. (2017). *Efecto del exceso de humedad en suelos sobre la disponibilidad de nutrientes para los cultivos*. <https://goo.gl/8r99eh>.
- Arévalo M. (2013). *Determinaciones cuantitativas en naranja mediante tecnologías NIRS*, Máster en tecnología y calidad en las industrias agroalimentarias. Universidad Pública de Navarra. Navarra, 67 p.
- Arévalo, G.; Zúñiga, C.; Arévalo, A., Y Adriazola, J. (2004). Cacao, manejo integrado del cultivo cacao y transferencia de tecnología en la amazonia peruana. Edit. Arévalo, G. E. Perú. 167 p.
- Awotundum. (1994). Evaluación de campo del fósforo, potasio, calcio, aluminio y hierro en el abono de oveja, ganado, aves y conejos y la concentración de fósforo en las hojas de la lechuga y el amaranto. In: El amaranto y su potencial. (Traducción del inglés) Boletín No. 3-4 (Julio-diciembre). Editor General Dr. Ricardo Bressani.
- Barea, J., Olivares, J. (1998). Manejo de las propiedades biológicas del suelo. En: Jiménez Díaz, L.R. y R. Lamo de espínosa (ed.). Agricultura Sostenible. Editorial Mundi Prensa. Madrid 193 p.
- Binkley, D. (1993). Nutrición forestal, prácticas de manejo. Trad. Por Manuel Guzmán. Limusa, S.A. Balderas, México. 518p.
- Condo, P Y Pazmiño, G. (2015). Diseño de experimentos en el desarrollo del conocimiento científico de las ciencias agropecuarias. Instituto de investigaciones. Ecuador, Riobamba. Ecuador. 500 p.
- Cooke G. (1975). Fertilizin for maximum yield. En: Giardini, L.; F. Pimpini; M.; Borin; G. Gianquinto. 1992. Effects of poultry manure and mineral fertilizers on the yield of crops.
- Cubero D, V. M. (1999). Abonos orgánicos y Fertilizantes químicos ¿Son compatibles con la agricultura? Ed. CIAT.
- Delgado, R. y Salas, A. M. (2006). Consideraciones para el desarrollo de un sistema integral de evaluación y manejo de la fertilidad del suelo y aplicación de fertilizantes para una agricultura sustentable en Venezuela. *Agronomía Tropical*, vol. 56, pp. 289-323. ISSN 0002-192X.
- Espinoza, J. y Mite, F. (2002). Estado actual y futuro de la nutrición y fertilización del banano. *Revista Informaciones Agronómicas*, vol. 48, pp. 4-9.

- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, IT). (2015). Mercados principales de cítricos y jugos de cítricos orgánicos, Roma, Italia. 53p. Consultado 7 mayo. 2020. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-i5558e.pdf>
- Florido, Z. (2018). Aplicación de abonos orgánicos para la obtención de plántones de café (*Coffea arabica* L.) variedad caturra rojo, tesis para optar el grado de ingeniero agrónomo en la universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María Perú, 113 p.
- Garandilla, j. (1998). Empleo del estiércol de vacuno para mejorar un suelo improductivo de la Provincia de Camaguey. – Cuba. Tesis enviada a la A.C. Hungría para el grado de Doctor de Ciencias. 10 p.
- Gonzales Paniagua, V A; Gonzales Peña, J F; Montoya Sánchez, J A. (1996). Efecto de la aplicación de compost y sistemas de labranza sobre el suelo y en el rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L) San Luis Talpa La Paz. Tesis Ing. Agr. San Salvador, SV. Universidad de El Salvador. p 5,88.
- Gonzales, A. T. (2018). efecto de dos abonos orgánicos en el crecimiento de plántones de cacao (*Theobroma cacao* L.) de los clones CCN- 51 e IMC-67 en vivero. Tesis para optar el grado académico de ingeniero agrónomo. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 113 p.
- González, C. (2014). Identificación de materiales de naranja para la agroindustria de jugos y concentrados de exportación, adaptados a las condiciones agroecológicas de la zona cafetera central. Tesis de grado. Universidad Nacional Abierta y a Distancia Colombia. 1-123p.
- Guerrero, J. (1993). Abonos Orgánicos. Red de Acción en Agricultura Alternativa – RAAA. LIMA, PERÚ.
- GUÍA METODOLÓGICA DEL CULTIVO DE LIMONERO EN LA REGIÓN TUMBES. (2010). Desarrollo Económico – Sub Gerencia de Servicios Productivos – Gobierno Regional Tumbes – Tumbes- Perú 73 Pág.03, 18, 19, 20, 22, 23 y 30.
- Hernández, J.; Cruz, A. (1993). Boletín informativo sobre el uso de subproductos: Gallinaza. Ministerio de Agricultura y Ganadería. San José, Costa Rica. p. 5.
- Jaramillo González, C. X. (2016). Mineralización de la gallinaza y de los restos de cosecha en el suelo. Aplicación al cultivo de la coliflor en la Huerta de Valencia (Doctoral dissertation, Universitat Politècnica de València).
- Larico, C. (2015). Compatibilidad de patrones y yemas en injerto de cítricos en Echarati- La Convención- Cusco, Tesis para optar el grado académico de ingeniero agrónomo, Universidad Nacional de San Antonio Abad Del Cusco, Cuzco, Perú, 134 p.

- Monge, L. (1999). Manejo de la Nutrición y Fertilización del cultivo de café orgánico en Costa Rica. In XI Congreso Nacional Agronómico/III Congreso Nacional de Suelos (pp. 175-191).
- Montañez, P. (2018), Análisis de rentabilidad del cacao (*Theobroma cacao* L.), en el distrito de Rupa Rupa, Tingo María – Huánuco, Tesis para optar el grado de ingeniero agrónomo, Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María. Perú 128 p.
- Moreno, J. (2002). Evaluación de Bocashi y micorriza VAM en el desarrollo de plátano Curare Enano en vivero. Tesis Ing. en Ciencia y Producción Agropecuaria. Zamorano, Honduras. 64 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 García. I. ed. San José, Costa Rica: E~D, EUNA, 1996. pp.65-69.
- Navarro, G.; Sánchez, L. Y Méndez, P. (2003). Química agrícola. El suelo y los elementos químicos esenciales en la vida vegetal. 2º Editorial Mundi Prensa. España. 76p.
- Novak, A. (1990). La lombriz de tierra. Curso básico de lumbricultura Ciencia y Tecnología lima – Perú. S.N. 27 p.
- Orozco, M., Thienhaus, S. (1996). Efecto de la gallinaza en plantaciones de cacao (*Theobroma cacao* L.) en desarrollo. - 99- Universidad Nacional Agraria, Facultad de Agronomía, Escuela de Producción Vegetal. Managua, Nicaragua. 12 p.
- Ortiz, J. M. (1987). Principales variedades de cítricos cultivados en España. Levante Agrícola. 277 p.
- Peñuelas, J.; L. Ocaña. (1996). Cultivo de plantas forestales en contenedores, principios y fundamentos. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Centro de Publicaciones. Madrid, España. 190 p.
- PROABONOS. CARACTERISTICAS DEL GUANO. (2008). [En línea]. (<http://www.agrojunin.gob.pe/opds/proabonos/características/php>, 31 de marzo del 2010)
- Quiqui, R. (2007). Influencia del tamaño de bolsa en la producción de cinco ecotipos de tara (*Caesalpinia spinosa*) en condiciones de vivero, Ayacucho, Tesis para optar el grado de ingeniero forestal. Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho, Perú, 106 p.
- Quispe, G. (2019). Influencia del tamaño de bolsas en el crecimiento y desarrollo de patrones de cítricos en el vivero de la E.P. Ingeniería Agroforestal, 580 msnm – Pichari, Cusco.



- Tesis para optar el grado de ingeniero forestal. Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho, Per 144 p.
- Restrepo, J. (2001). Elaboración de Abonos orgánicos fermentados y biofertilizantes foliares. Experiencias con agricultores en Mesoamérica y Brasil. San José, Costa Rica. Pp. 1 - 49.
- Ríos Castaño D. (2006). Vivero Pro frutales Ltda. (<http://books.google.com.pe/books?id=419&sa=x&ei=upwcuftth4tm9asc7yhaaq&ved=0ce0q6aewbw/>, 7 de enero 2013).
- Rivera J. (2006). Patrones para la producción de cítricos en Colombia. CORPOICA. Editorial Litotamara Ltda. Colombia. Pp. 25.
- Salazar, E., López, J.D., Zúñiga, R., Vásquez, C., Fórtiz, M., Vital, J. (2002). Uso y aprovechamiento del estiércol como alternativa nutricional en invernadero. De la Facultad de Agricultura y Zootecnia (FAZ) de la Universidad Juárez del Estado de Durango. Tlahualilo, Durango. 10 p.
- Sánchez, C. (2005). “Producción y Comercialización de Cítricos”, ediciones Ripalme, Lima. p 25 a 29; 110,111.
- Shintani, M., Leblanc, H., Tabora, P. (2000). Bocashi (Abono orgánico fermentado). Tecnología tradicional adaptada para una agricultura sostenible y un manejo de desechos modernos. Guía para uso práctico. EARTH. Guácimo, Limón, Costa Rica. 25 p.
- Soler Aznar J. (2007). Cítricos, variedades y técnica de cultivo. [En línea] (<http://books.google.com.pe/books?id=5sVzvt2yGMoC&printsec=frontcover&dq=CITRICOS&hl=es419&sa=X&ei=gvocUanxNOO30gHUKYCAC&ved=0CCsQ6AEwAA#v=onepage&q=CITRICOS&f=fase/>, 29 de diciembre 2013).
- Soto, M. (2008). Bananos: técnicas de producción, manejo postcosecha y comercialización. [CDROM]. 4a ed. San José (CR): Litografía e Imprenta LIL. ISBN 9977-47-154-1.
- Tenecela, Y. (2012). Producción de humus de lombriz mediante el aprovechamiento y manejo de los residuos orgánicos. Tesis para optar el grado de ingeniero agropecuario. Universidad de Cuenca, Ecuador, 113 p.
- Valencia, G. (2005). Fisiología, nutrición y fertilización del cafeto. Consultor privado. Colombia. 10p.
- Yagodín B. (1986). Agroquímica 11. Ediciones MIR. Pág. 120. Moscú.

**ANEXO**

**Tabla 23.** Datos orinales de altura, diámetro y número de hojas por planta de cítricos a los 198 días después del trasplante en vivero.

<b>Tratamiento</b>	<b>Repe.</b>	<b>Diámetro</b>	<b>Altura</b>	<b>Número de hojas</b>
T1	1	7,94	105,60	45,41
T2	1	8,96	118,02	50,75
T3	1	7,85	100,68	43,29
T4	1	7,13	94,82	40,77
T5	1	5,73	77,02	33,12
T6	1	7,09	86,81	37,33
T7	1	5,72	72,54	31,19
T8	1	8,42	81,80	35,17
T9	1	6,61	82,42	35,44
T10	1	5,01	47,00	20,21
T1	2	8,65	107,98	46,43
T2	2	8,71	117,32	50,45
T3	2	8,02	100,40	43,17
T4	2	7,17	94,74	40,74
T5	2	6,10	79,00	33,97
T6	2	7,22	88,14	37,90
T7	2	5,60	72,78	31,30
T8	2	6,90	82,86	35,63
T9	2	6,64	88,45	38,03
T10	2	5,75	51,40	22,10
T1	3	8,73	105,20	45,24
T2	3	8,56	118,82	51,09
T3	3	8,58	101,38	43,59
T4	3	7,26	95,08	40,88
T5	3	6,64	78,80	33,88
T6	3	7,48	88,20	37,93
T7	3	6,77	74,94	32,22
T8	3	6,40	82,92	35,66
T9	3	7,06	82,76	35,59
T10	3	6,97	49,40	21,24

**Tabla 24.** Datos orinales de peso fresco y seco de plantones de cítricos a los 198 días después del trasplante en vivero.

Trat.	repe	Peso f. r.	Peso f.t.	Peso f. total	Peso s. r.	Peso s.t.	Peso s. total
T1	1	25,16	74,36	99,52	11,59	34,10	45,69
T2	1	44,02	101,38	145,40	20,23	51,16	71,38
T3	1	20,19	59,21	79,40	10,40	31,44	41,84
T4	1	22,05	49,03	71,08	9,39	20,32	29,71
T5	1	24,55	53,37	77,93	9,10	20,16	29,25
T6	1	24,13	46,21	70,34	10,03	19,11	29,14
T7	1	4,19	19,73	23,93	3,36	7,11	10,46
T8	1	19,03	36,17	55,20	9,55	13,55	23,10
T9	1	28,51	36,06	64,57	9,01	14,23	23,25
T10	1	10,49	5,25	15,74	3,06	7,71	10,77
T1	2	30,47	67,65	98,12	13,26	31,18	44,44
T2	2	36,09	72,22	108,31	18,01	31,27	49,28
T3	2	44,13	100,05	144,18	22,16	41,19	63,35
T4	2	24,39	35,18	59,57	10,33	14,15	24,48
T5	2	23,21	48,47	71,68	9,17	20,08	29,25
T6	2	25,64	45,49	71,13	9,20	16,18	25,38
T7	2	10,10	22,12	32,22	3,29	7,23	10,52
T8	2	17,30	33,24	50,54	7,10	13,31	20,41
T9	2	13,41	23,31	36,72	6,32	5,15	11,47
T10	2	11,46	15,38	26,84	3,08	6,20	9,28
T1	3	36,32	60,30	96,62	16,00	30,17	46,17
T2	3	45,02	78,82	123,84	22,22	38,02	60,24
T3	3	35,13	85,22	120,35	15,19	43,12	58,31
T4	3	24,09	38,06	62,16	9,30	16,13	25,43
T5	3	22,02	45,08	67,10	9,10	16,67	25,77
T6	3	21,33	44,06	65,39	8,02	18,19	26,21
T7	3	16,23	22,36	38,59	3,45	6,02	9,48
T8	3	20,10	24,12	44,22	7,05	10,10	17,15
T9	3	19,08	27,33	46,42	5,08	5,33	10,41
T10	3	11,47	20,24	31,71	3,31	7,30	10,60

r=raiz, t = tallo, s=seco, f=fresco

**Tabla 25.** Datos orinales de volumen radicular, longitud de raíz y área foliar plantones de cítricos a los 198 días después del trasplante en vivero.

<b>Tratamiento</b>	<b>repe</b>	<b>Área foliar</b>	<b>Largo de raíz</b>	<b>Volumen de raíz</b>
T1	1	677,94	42,10	40,36
T2	1	757,68	37,16	45,38
T3	1	646,36	60,44	50,21
T4	1	532,49	38,32	25,03
T5	1	432,53	36,16	27,37
T6	1	487,52	27,11	20,21
T7	1	403,32	28,11	10,73
T8	1	454,80	40,55	15,17
T9	1	458,25	40,23	20,06
T10	1	222,92	44,71	10,25
T1	2	693,22	45,18	30,65
T2	2	753,18	40,27	60,22
T3	2	644,56	26,19	40,05
T4	2	532,04	41,15	25,18
T5	2	443,65	40,08	25,47
T6	2	495,00	39,18	30,49
T7	2	404,65	30,23	20,12
T8	2	460,69	41,31	20,24
T9	2	491,76	34,15	30,31
T10	2	243,79	42,20	15,38
T1	3	675,37	38,17	38,30
T2	3	762,81	46,02	40,82
T3	3	650,85	26,12	25,22
T4	3	533,95	33,13	25,06
T5	3	442,53	32,67	30,08
T6	3	495,31	28,19	20,06
T7	3	416,66	32,02	10,36
T8	3	461,03	32,10	22,12
T9	3	460,14	43,33	25,33
T10	3	234,30	43,30	15,24



T <sub>1</sub> (Gallinaza 9:1)	T <sub>5</sub> (Humus 8:2)	T <sub>9</sub> (Bocashi 7:3)
T <sub>2</sub> (Gallinaza 8:2)	T <sub>6</sub> (Humus 7:3)	T <sub>10</sub> (Testigo)
T <sub>3</sub> (Gallinaza 7:3)	T <sub>7</sub> (Bocashi 9:1)	
T <sub>4</sub> (Humus 9:1)	T <sub>8</sub> (Bocashi 8:2)	

**Figura 13.** Correlación Pearson para los distintos parámetros biométricos.



**Figura 14.** Efecto de los diferentes tratamientos en el desarrollo y crecimiento de los plantones de cítricos a los 198 días después de la siembra.



**Figura 15.** Vista del campo experimental a los 120 días después de la siembra.






**Figura 16.** Preparación y embolsado de los sustratos para producción de plántones de cítricos.



**Figura 17.** Medición de diámetro y altura de los plántones de cítricos.





**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**

Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos, Aguas y Ecotoxicología

Carretera Central Km 1.21 - Tingo Maria - Celular 944407531

[analisisdesueloxunas@hotmail.com](mailto:analisisdesueloxunas@hotmail.com)



## ANALISIS ESPECIAL

SOLICITANTE:		PEREZ CASTILLO LUCELI DAYANA					PROCEDENCIA		TINGO MARIA						
DATOS DE LA MUESTRA		ANALISIS PROXIMAL					RESULTADOS EN BASE SECA								
		EN BASE HUMEDA			EN BASE SECA		PORCENTAJE (%)					PARTES POR MILLON (PPM)			
		Código	Tipo	Humedad Hd (%)	MATERIA SECA		Materia Organica (%)	Cenizas (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	Ca (%)	Mg (%)	Na (%)	K (%)	Cu ppm	Fe ppm
Materia Organica (%)	Cenizas (%)														
ME_0883	GALLINAZA	13.15	37.28	49.57	42.92	57.08	4.232	4.588	0.757	0.706	1.795	125	599	1494	3511
ME_0884	BOCASHI	4.13	16.42	79.45	17.13	82.87	1.025	0.408	0.192	0.280	0.137	19	10572	151	2341
ME_0885	HUMUS	14.84	42.43	42.73	49.83	50.17	4.135	1.112	0.527	0.280	0.366	43	748	364	1543

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE  
TINGO MARIA, 27 DE NOVIEMBRE 2020  
RECIBO N° 001-0615701

VND: VALOR NO DETECTABLE



Ing. LUIS MANSILLA MINAYA

**Figura 18.** Análisis especial de los sustratos utilizados en el experimento.

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**  
Carretera Central Km 1.21 - Tingo María - WhatsApp 941531359  
Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología  
[analisisdesuelosunas@hotmail.com](mailto:analisisdesuelosunas@hotmail.com)

**ANALISIS DE SUELOS**

SOLICITANTE: PEREZ CASTILLO LUCELI DAYANA										PROCEDENCIA: NARANJILLO												
N°	DATOS		ANALISIS MECANICO				pH	M.O.	N	P	K	CIC	CAMBIABLES Cmol(+)/kg						CICs	%	%	%
	COD LAB	Muestra	Fran	Arcilla	Limo	Textura							disponible			Ca	Mg	K				
							1:1	%	%	ppm	ppm	ppm										
1	S0886	T1	77	12	11	Arena Franca	5.95	2.94	0.15	67.22	112.65	10.52	8.50	1.42	0.36	0.24	--	--	--	100	0	0
2	S0887	T2	77	11	12	Arena Franca	6.40	3.87	0.19	76.37	121.20	11.82	9.56	1.63	0.38	0.25	--	--	--	100	0	0
3	S0888	T3	77	14	9	Arena Franca	6.55	3.27	0.16	136.86	122.65	12.07	9.73	1.67	0.41	0.26	--	--	--	100	0	0
4	S0889	T4	75	14	11	Arena Franca	6.65	3.75	0.19	59.60	124.20	12.91	10.46	1.75	0.44	0.27	--	--	--	100	0	0
5	S0890	T5	75	14	11	Arena Franca	6.70	3.33	0.17	53.02	124.45	13.50	10.85	1.92	0.45	0.29	--	--	--	100	0	0
6	S0891	T6	75	14	11	Arena Franca	6.62	3.15	0.16	91.85	125.95	11.52	9.14	1.88	0.43	0.28	--	--	--	100	0	0
7	S0892	T7	75	14	11	Arena Franca	6.76	3.57	0.18	41.30	126.93	16.04	13.33	2.00	0.41	0.30	--	--	--	100	0	0
8	S0893	T8	77	12	11	Arena Franca	6.70	3.99	0.20	75.00	126.51	15.73	13.03	2.04	0.37	0.29	--	--	--	100	0	0
9	S0894	T9	77	12	11	Arena Franca	6.86	3.63	0.18	55.83	129.94	16.25	13.44	2.08	0.42	0.30	--	--	--	100	0	0
10	S0895	T10	75	12	13	Arena Franca	5.87	2.60	0.13	6.82	111.40	10.03	8.20	1.30	0.33	0.20	--	--	--	100	0	0

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE  
RECIBO 001 N° 0615427  
TINGO MARIA, 24 DE OCTUBRE 2020


Figura 19. Análisis físico – químico de los tratamientos al final del experimento.