



VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN

OFICINA DE INVESTIGACIÓN

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

REGISTRO DE TESIS PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO UNIVERSITARIO

I. DATOS GENERALES DE PREGRADO

Universidad	:	Universidad Nacional Agraria de la Selva
Facultad	:	Facultad de Agronomía
Título de Tesis	:	“Rendimiento del cultivo de sachaculantro (<i>Eryngium foetidum</i> L.) en un sistema hidropónico con tres sustratos en Tingo María”.
Autor	:	Erlith Fraxila Muñoz Garcia
Asesor de Tesis	:	Ing. Jorge Cerón Chávez
Escuela Profesional	:	Agronomía
Programa de Investigación	:	Especies agrícolas, sistemas de producción y protección vegetal.
Línea (s) de Investigación	:	Caracterización morfoquímica de los recursos filogenéticos, propagación, producción, técnicas de cultivos y conservación es situ.
Eje temático de investigación	:	Hidroponía
Lugar de Ejecución	:	Buenos Aires – Tingo María
Duración	:	Seis meses
Fecha de Inicio	:	Mayo, 2016
Término	:	Noviembre, 2016
Financiamiento	:	
	FEDU	: No
	Propio	: Si
	Otros	: No

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE AGRONOMÍA



TESIS

**“RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE SACHA CULANTRO
(*Eryngium foetidum* L.) EN UN SISTEMA HIDROPÓNICO CON
TRES SUSTRATOS EN TINGO MARÍA”**

Para optar el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Elaborado por:

ERLITH FRAXILA MUÑOZ GARCIA

Tingo María – Perú

2020



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María
FACULTAD DE AGRONOMÍA



Av. Universitaria Km 1.5 Telf. (062) 562341 (062) 561136 Fax. (062) 561156 E. mail: fagro@unas.edu.pe

"Año de la Universalización de la Salud"

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

N° 003 -2020-FA-UNAS

BACHILLER : ERLITH FRAXILA MUÑOZ GARCIA

TÍTULO : "RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE SACHA CULANTRO (*Eryngium foetidum* L.) EN UN SISTEMA HIDROPÓNICO CON TRES SUSTRATOS EN TINGO MARÍA"

JURADO CALIFICADOR

PRESIDENTE : Dr. JOSE WILFREDO ZAVALA SOLORZANO
VOCAL : M.Sc. JORGE ADRIAZOLA DEL AGUILA
VOCAL : Ing. CARLOS MIGUEL MIRANDA ARMAS

ASESOR : Ing. JORGE CERON CHAVEZ

FECHA DE SUSTENTACIÓN : VIERNES 24 DE JULIO 2020

HORA DE SUSTENTACIÓN : 6 PM

LUGAR DE SUSTENTACIÓN : VIRTUAL PLATAFORMA TEAM

CALIFICATIVO : MUY BUENO

RESULTADO : APROBADO

OBSERVACIONES A LA TESIS : EN HOJA ADJUNTA

TINGO MARÍA, 24 DE JULIO DEL 2020

PRESIDENTE
Dr. José W. Zavala Solorzano

VOCAL
M.Sc. Jorge Adriazola Del Aguila

VOCAL
Ing. Carlos M. Miranda Armas

ASESOR
Ing. Jorge Ceron Chávez

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 Merlith
García Fasabi y Octavio Muñoz
Rivera, por su apoyo, su gran
amor, su confianza, sus consejos,
sus valores y la motivación
constante para ser una persona
de bien.

A mi hermano Lenin y Stalin Muñoz
García y a todos aquellos que me
apoyaron directa o indirectamente

A mi querido hijo Dylam Eduardo
Del Aguila Muñoz quien me
motivó a seguir adelante frente a
las adversidades.

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. CERON CHAVEZ, Jorge por su valiosa colaboración como asesor.
- A todos los trabajadores de las diversas áreas tanto administrativa, biblioteca, asistente social, laboratorios, vivero Agronómico, Fundo, etc., que me facilitaron el trabajo en algún momento.
- A Segundo Lenin Soto Vásquez y Malú Muñoz García Por ser unos grandes amigos y su valiosa colaboración en cortado y sellado de las mangas, Ever Colchado Romero, por ser un gran compañero y amigo por su valiosa colaboración en la evaluación final del experimento, Y a todas aquellas personas que en forma directa e indirecta colaboraron para la culminación del presente trabajo y agradecer a mi querida amiga Cinthya Karina Ricra Aldava por su valiosa incentivación durante el trabajo.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN.....	13
II. REVISIÓN DE LITERATURA	15
2.1.El cultivo de Sacha culantro (<i>Eryngium foetidum</i> L.)	15
2.1.1. Origen.....	15
2.1.2. Clasificación taxonómica	15
2.1.3. Sinonimias	16
2.1.4. Descripción botánica.....	16
2.1.5. Importancia alimenticia, medicinal y química	18
2.1.6. Propagación del culantro	20
2.1.7. Germinación de semilla	20
2.1.8. Condiciones climáticas	21
2.1.9. Fertilización del “Sacha culantro”	21
2.2.Concepto de hidroponía	22
2.2.1. Sistemas de cultivo hidropónico	22
2.3. Sustratos para hidroponía.....	23
2.3.1. Características que deben tener los sustratos hidropónicos	23
2.3.2. La capacidad de campo.....	25
2.3.3. Capacidad de retención de humedad máximo:.....	25
2.4. Tipos de sustratos para hidroponía	26
2.5. Nutrientes	30

2.5.1. Solución nutritiva.....	31
2.6. Investigaciones realizadas	32
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	33
3.1. Ubicación del campo experimental.....	34
3.2. Componentes en estudio.....	35
3.3. Diseño experimental.....	36
3.3.1. Modelo Aditivo Lineal.....	36
3.3.2. Análisis de variancia	37
3.4. Características del campo experimental.....	37
3.5. Ejecución del experimento	38
3.5.1. Preparación de la solución nutritiva	38
3.5.2. Preparación del área experimental	41
3.5.3. Obtención del sustrato.	41
3.5.4. Llenando y colocación de las mangas en camas	42
3.5.5. Construcción del tinglado para tanques de solución nutritiva....	42
3.5.6. Trasplante del sachá culantro.....	43
3.5.7. Control y manejo de la solución nutritiva	43
3.5.8. Manejo del cultivo	44
3.5.9. Variables registradas	45
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	48
4.1. Altura de planta (cm), diámetro (mm) y número de hojas por planta.....	48
4.2. Largo de hoja (cm), ancho de hoja (cm) y número de ramas por planta.....	56

4.3. Volumen radicular (ml), peso de raíz fresca (gr) y peso de raíz seca (gr)	62
4.4. (%) de raíz seca, peso de hoja fresca (gr) y peso de hoja seca (gr).....	67
4.5. (%) de material seca y rendimiento	72
V. CONCLUSIONES	78
VI. RECOMENDACIONES.....	79
VII. RESUMEN.....	80
ABSTRACT	82
VIII. BIBLIOGRAFÍA.....	84
IX. ANEXO	89

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
1. Contenido alimenticio de culantro “sacha culantro” cantidad en 100 g de hojas frescas.	19
2. Capacidad de retención de agua a capacidad de campo de sustratos. ¡Error	Marcador no de
3. Propiedades químicas y físicas del sustrato fibra de coco.	27
4. Propiedades químicas y físicas del sustrato fibra de coco.	28
5. Propiedades químicas y físicas del sustrato cascarilla de arroz.	30
6. Datos meteorológicos registrados durante el experimento en el periodo de Mayo – Julio del 2016.	35
7. Tratamientos en estudio.	36
8. Esquema del ANVA.	37
9. Fórmula de fertilización usada en el trabajo de investigación.	39
10. Formulación para preparar 1000 litros de solución nutritiva.	39
11. Cantidad de macronutrientes y micronutrientes usados en el experimento. .	41
12. Resumen del ANVA para la altura, diámetro y número de hojas por planta..	48
13. Cuadro comparativo de (DUNCAN 0.05) para la altura, diámetro y número de hojas/planta.	54
14. Resumen del ANVA para el largo de hoja, ancho de hoja y numero de ramas por planta.	57
15. Cuadro comparativo de (DUNCAN 0.05) para el largo de hoja, ancho de hoja y número de ramas/planta.	60

16. Resumen del ANVA para el volumen radicular, peso de la raíz fresca y peso raíz seca.....	63
17. Cuadro comparativo (DUNCAN 0.05) para el volumen radicular, peso de raíz fresca y peso de raíz seca.	65
18. Resumen del ANVA para el porcentaje de la raíz seca, peso de la hoja fresca y peso de hoja seca.	67
19. Cuadro comparativo (DUNCAN 0.05) para el porcentaje de raíz seca, peso de hoja fresca y peso de hoja seca.....	70
20. Resumen del ANVA para el porcentaje de materia seca y rendimiento.	72
21. Cuadro comparativo (DUNCAN 0.05) para el porcentaje de materia seca y rendimiento.....	76
22. Datos meteorológicos registrados diariamente en el mes de mayo durante el experimento.	90
23. Datos meteorológicos registrados diariamente en el mes de junio durante el experimento.	91
24. Datos meteorológicos registrados diariamente en el mes de julio durante el experimento.	92
25. Promedios del tratamiento T1 (arena de río lavado puro al 100 %).	94
26. Promedios del tratamiento T2 (Cascarilla de arroz puro al 100 %).	95
27. Promedios del tratamiento T3 (Fibra de coco puro al 100 %).	96
28. Promedios del tratamiento T4 (arena de río + cascarilla de arroz al 50 % c/u).	97
29. Promedios del tratamiento T5 (arena de río + fibra de coco al 50 % c/u).	98

30. Promedios del tratamiento T6 (Cascarilla de arroz + fibra de coco al 50 % c/u).....	..99
31. Promedios del tratamiento T7 (arena de rio + fibra de coco + cascarilla de arroz al 33.3 % c/u).....	100
32. Promedios de volumen (mm), peso de raíz fresco (gr), peso de raíz seco (gr), raíz seca (%), peso de hoja fresca (gr), peso de hoja seca (gr), materia seca (%) y productividad (kg/ha).	101
33. Volumen de agua retenido por cada sustrato y mezclas en (%).	102
34. ANVA, promedio altura de planta del sachaculantro.	102
35. Cuadro comparativo (DUNCAN 0.05), altura de planta.....	103
36. ANVA, promedio diámetro de tallo del sachaculantro.	103
37. Cuadro comparativo (DUNCAN 0.05), diámetro del tallo.	103
38. ANVA, promedio de número de hojas por planta.....	104
39. Cuadro comparativo (DUNCAN 0.05), numero de hojas por planta.....	104
40. ANVA, promedio largo de hoja del sachaculantro.	104
41. Cuadro comparativo (DUNCAN 0.05), largo de hoja.....	105
42. ANVA, promedio de ancho de hoja de sachaculantro.	105
43. Cuadro comparativo (DUNCAN 0.05), ancho de hoja.....	105
44. ANVA, promedio número de ramas de sachaculantro.	106
45. Cuadro comparativo (DUNCAN 0.05), numero de ramas.....	106
46. ANVA, promedio de volumen radicular del sachaculantro.	106
47. Cuadro comparativo (DUNCAN 0.05), volumen radicular.....	107
48. ANVA, promedio del peso de raíz fresca del sachaculantro.	107
49. Cuadro comparativo (DUNCAN 0.05), peso raíz fresca.....	107

50. ANVA, promedio del peso de raíz seca del sachaculantro.	108
51. Cuadro comparativo (DUNCAN 0.05), peso de raíz seca.	108
52. ANVA, promedio del % de raíz seca del sachaculantro.	108
53. Cuadro comparativo (DUNCAN 0.05), % de raíz seca.	109
54. ANVA, promedio de peso de hoja fresca del sachaculantro.	109
55. Cuadro comparativo (DUNCAN 0.05), peso de hoja fresca.	109
56. ANVA, promedio peso de hoja seca del sachaculantro.	110
57. Cuadro comparativo (DUNCAN 0.05), peso de hoja seca.	110
58. ANVA, promedio del % de materia seca del sachaculantro.	110
59. Cuadro comparativo (DUNCAN 0.05), % de materia seca.	111
60. ANVA, promedio del rendimiento kg/ha. Del sachaculantro.	111
61. Cuadro comparativo (DUNCAN 0.05), rendimiento kg/ha.	111

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
1. Ubicación del experimento.....	34
2. Altura de planta en (cm).....	55
3. Diámetro de tallo en (mm).....	55
4. Número de hojas por planta.....	56
5. Largo de hojas (cm).....	61
6. Ancho de hoja (cm).	61
7. Número de ramas de la planta.	62
8. Volumen radicular (A), peso de raíz fresca (B) y peso de raíz seca (C).....	66
9. Porcentaje de raíz seca(A), peso de hoja fresca (B) y peso de hoja seca (C).....	71
10. Porcentaje de materia seca.	77
11. Rendimiento (kg/ha) de sachá culantro.	77
12. Croquis del campo experimental.	113
13. Croquis de la parcela experimental.	114

I. INTRODUCCIÓN

Está confirmado que bajo condiciones de Tingo María se pueden obtener grandes rendimientos de cultivos hortícolas mediante tecnologías de sistemas de cultivos sin suelo, o sistema hidropónico y sustratos aptos para que las plantas tengan un crecimiento y desarrollo normal. Sin embargo no siempre un sustrato reúne todas las características deseables; por ello a veces se recurre a mezclar diversos materiales, buscando que unos aporten lo que les falta a otros, con la finalidad de que se oxigene la raíz de la planta que es una necesidad para una correcta respiración (RESH, 1997), por lo tanto se hace esencial buscar la mejor capacidad de drenaje del sustrato puesto que esta relacionada con la oxigenación del mismo en consecuencia, el sustrato debe presentar determinadas características, que permitan un adecuado desarrollo radicular, por lo cual se necesita que posea buena textura, aireación y retención de humedad (BELTRANO y GIMENEZ, 2015). En este sentido en el valle del Alto Huallaga existen sustratos que pueden ser empleados en cultivos hidropónicos como la arena de río lavado, fibra de coco y cascarilla de arroz, los mismos que se pueden utilizar solos o en mezclas en cultivos hortícolas como el Sachaculantro hierba medicinal, aromática del trópico húmedo (BRUNNER *et al.*, 2013). Utilizado en la alimentación popular como sazonador de platos típicos amazónicos, su producción es estrictamente casera, utilizando para ello un lugar en el jardín familiar visitado constantemente por los animales domésticos, entre ellos los perros, aves de corral y otros que no garantizan la salubridad del producto, poniendo en peligro la salud del consumidor. Frente a esta problemática surge una

alternativa de producción utilizando técnicas modernas de hidroponía, donde la tierra es reemplazada por un sustrato neutro y las condiciones de salubridad están garantizadas tanto para la planta como para el consumidor.

Frente a las limitaciones que se presentan, es que no todo los sustratos y sus mezclas generan un adecuado crecimiento y desarrollo de la planta de sachaculantro, que redundaría en un mayor rendimiento de hoja fresca, de los cuales al menos algún sustrato o su mezcla generan un buen crecimiento y desarrollo de la planta de sachaculantro. En consecuencia, el presente trabajo de investigación persigue los siguientes objetivos.

Objetivo general

Evaluar el rendimiento del cultivo de sachaculantro (*Eryngium foetidum* L.) en un sistema hidropónico con tres sustratos en Tingo María.

Objetivos específicos

- a. Determinar el mejor sustrato y mezcla de sustratos hidropónicos en el rendimiento de hojas frescas del cultivo de sachaculantro en un sistema hidropónico.
- b. Determinar las características biométricas del sachaculantro (*Eryngium foetidum* L.) bajo un sistema hidropónico.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. El sachá culantro (*Eryngium foetidum* L.)

2.1.1. Origen

Según BRUNNER *et al.*, (2013), El cilantro se originó en las regiones tropicales de las Américas, probablemente ubicado entre Panamá, Veracruz (México) y las islas del Caribe. Los nativos americanos lo han utilizado ampliamente como condimento y planta medicinal desde la antigüedad, pero no se conocía fuera del hemisferio occidental hasta la llegada de los europeos a finales del siglo XV. Los europeos llevaron semillas de cilantro a otras partes del mundo; en el siglo XVII, se sembró en Asia y Europa, y luego se trasladó a regiones tropicales de todos los continentes, en las Américas y países asiáticos como Bangladesh, Camboya, India, Indonesia, Laos, Malasia, Singapur, Tailandia y Vietnam.

2.1.2. Clasificación taxonómica

VARGAS (2003), da a conocer que el *Eryngium foetidum* L "sachá culantro" tiene la siguiente clasificación taxonómica:

REINO : Vegetal

CLASE : Dicotiledónea

ORDEN : Umbelales

FAMILIA : Apiaceae

SUB FAMILIA : Salniculoideae

GENERO : Eryngium L.

ESPECIE : *Eryngium foetidum*

2.1.3. Sinonimias

WIKIMEDIA ARGENTINA (2015), informa que el sachá culantro es conocido en el mundo con diferentes nombres comunes como: "alcapate" (Guatemala), "cilantro de monte"(Venezuela), "culantro de pata" (Honduras), "culantro" o "chicoria"(Nicaragua, Panamá y Cuba), "cilantro ancho"(República Dominicana), "recao"(Puerto Rico), "cilantro mexicano" y en otras zonas del país "cilantro habanero"(México), "culantro coyote" y en unas partes del país "alcapate" (El Salvador), "orégano de Cartagena", "cilantro habanero"(España), "culantro cimarrón, cilantro de tierra"(Colombia), "Chillangua"(Ecuador) y "culantro coyote"(Costa Rica)

2.1.4. Descripción botánica

WIKIMEDIA ARGENTINA (2015), indica "que son hierbas profusamente ramificadas, que alcanzan un tamaño de 0.5 a 6 cm de altura. Hojas lanceoladas a oblanceoladas, de 3 a 30 cm de largo y 1 a 5 cm de ancho, crenadas a finamente espinuloso-serradas, adelgazadas en la base formando un pecíolo corto y alado. Inflorescencias dicasios ampliamente ramificados, con capítulos 7 a 11 mm de largo y 3 a 5 mm de ancho, verde-amarillentos, brácteas involucreales 5 a 6, lanceoladas, foliáceas, 1 a 4 cm de largo, excediendo los capítulos lineares o lanceoladas, 2 a 3 mm de largo" excediendo VARGAS (2003), Agregó que es un árbol anual perenne que crece rápido y recto, el sistema radicular es frágil al principio, pero una vez

establecido, brinda buenas capacidades de fijación y extracción, no se repone muy bien al trasplante una vez que se establece, además indica que el tallo es corto y compacto durante el crecimiento vegetativo quedando las hojas en forma de roseta cerca del suelo, el tallo floral crece en el centro de la roseta, alcanza entre 30 y 50 cm de alto. La inflorescencia es una umbrela que descansa en el tallo floral y contiene las flores, que son muy pequeñas y están ordenadas en una estructura de apariencia cónica alargada las semillas son pequeñísimas y toma unas dos semanas para germinar cuando son frescas.

Las hojas son alargadas y casi rectangulares, aplanadas, con bordes aserrados, de color verde claro u oscuro. (VARGAS, 2003).

Para TRAMIL (2017), menciona “que es una hierba perenne, de hasta 60 cm. Hojas lanceoladas a oblanceoladas de hasta 30 cm de largo, crenadas a finamente espinuloso serradas, adelgazadas en la base formando un pecíolo corto, alado. Inflorescencias en dicasios, ampliamente ramificados con capítulos verde-amarillentos; brácteas involucrales, lanceoladas foliáceas, excediendo los capítulos. Fruto globoso, comprimido lateralmente, densamente escamoso”.

El cilantro es una hierba perenne. Todas las partes de la planta producen aceites esenciales que les dan un aroma fuerte. **Las raíces gruesas pueden llegar crecer hasta 31 cm de distancia del tallo.** En la etapa vegetativa el tallo es corto pero en la floración y fructificación pueden llegar a medir 61 cm de altura. Las hojas son de tipo aserradas, estas aparecen en la base del tallo formando una roseta, son alargadas, llegando a medir de 13 a 31cm de largo y

5 cm de ancho. En su etapa adulta la planta tiene de siete a diez hojas. En la etapa adulta, la planta posee de siete a diez hojas. Las plantas empiezan a florecer alrededor de los 3 meses después de la siembra, siendo plantas más tempranas que crecen a pleno sol o aquellas que crecen en días largos y calurosos (verano), mientras que las que crecen con sombra 60-70%, es más tardía. Las flores son pequeñas y blancuzcas, y salen en grupos en las puntas de ramas del tallo, sobre estructuras en forma de cabezuelas o cilindros de hasta media pulgada (1.3 cm) de largo y 1/5 de pulgada (0.5 cm) de diámetro. Las semillas son pequeñísimas y livianas (de aproximadamente 66,000 a 78,500 semillas por onza), de color pardo cuando están maduras (MORALES-PAYÁN *et. al.*, 2013).

2.1.5. Importancia alimenticia, medicinal y química

El contenido relativamente alto de aceites esenciales o aromáticos en el cultivo está asociado con sus usos como condimento y planta medicinal. Por lo general, las hojas y los tallos se utilizan como condimento y toda la planta tiene usos medicinales. Culinario, el cilantro se usa ampliamente en la cocina caribeña, latinoamericana y asiática tropical, similar al cilantro, en salteados, salsas y pastas. Nutricionalmente, las hojas de cilantro contienen un 90% de agua, pero tienen una alta concentración de caroteno, calcio, hierro, vitamina B1 (tiamina), vitamina B2 (riboflavina), vitamina C, vitamina A y proteínas (BRUNNER *et al.*, 2013).

En el Perú es un componente fundamental en las comidas de la amazónica, por lo que se le conoce como "sachaculantro", para diferenciarlo

del *Coriandrum sativum*, que es de uso común en los platillos peruanos conocido como culantro.

En países como Panamá se mezcla con perejil, ajo, cebolla y cebollino para preparar el "recao verde", condimento común en la preparación de diversas comidas. Actualmente su cultivo en Panamá se produce comercialmente, debido a que su demanda en la gastronomía panameña es bastante alta.

- **Medicinal**

Su principal uso es para solucionar diversos problemas gástricos como diarreas, disentería, meteorismo y como aperitivo. Las hojas se utilizan en cocción, vía oral o por lavados rectales.

- **Química**

El aceite esencial que contienen las hojas y flores de *E. foetidum* tienen componentes fenílicos 4-hidroxi-3-5-dimetil-acetofenona, 2-4-5-trimetil-benzaldehído y ácido 3-4-dimetil-benzoico; los monoterpenos para-cimeno, y alfa-pineno y el ácido graso raro ácido cáprico. Se describe en la literatura que la raíz contiene saponinas, y las partes aéreas, caroteno.

Cuadro 1. Contenido alimenticio de culantro "sacha culantro" cantidad en 100 g de hojas frescas.

Composición	cantidad	magnitud
Valor energético	38	Cal
Agua	87	%
Proteínas	1.9	g

Lípidos	0.5	g
Carbohidratos	8.1	g
Fibra	2.1	g
Calcio	195	mg
Fierro	4.9	mg
Fósforo	68	mg
Caroteno	0.76	mg
Tiamina	0.06	mg
Riboflavina	0.22	mg
Niacina :	1	mg
Ácido ascórbico	0.7	mg

Fuente: (COLLAZOS, C. et. al.1975).

- Alimenticio

COLLAZOS *et al.* (1975). Indica que la parte comestible del culantro “sacha culantro” principalmente en su follaje. Las hojas frescas son ricas en caroteno y calcio, presenta en el cuadro 3 el valor nutritivo del sachá culantro.

2.1.6. Propagación del culantro

Su propagación es mediante semilla sexual, estas pueden germinar 7 días después de la siembra, no obstante también se puede propagar por secciones de tallo especialmente los de la base.

2.1.7. Germinación de semilla

En un a investigación VÍCTOR *et al.* (1996), después de 12 meses de almacenadas las semilla de *Eryngium foetidum* L. (Apiaceae), evaluó su germinación cada dos días después de la siembra. En todas las parcelas se calcularon el porcentaje de germinación, duración de la germinación y la velocidad de germinación. Se determinó que las semillas tienen un buen porcentaje de germinación con un tiempo de almacenamiento de seis y ocho

meses; mayor a este último , el porcentaje de germinación disminuye hasta ser totalmente inviables.

2.1.8. Condiciones climáticas

2.4.6.1. Temperatura

HERNÁNDEZ (1995), indica que el "sacha culantro" prospera en climas cálidos y fríos, alcanzando su óptimo crecimiento entre temperaturas de 15-30 ° C. La combinación de altas temperaturas y luz directa tiende a hacer que el cilantro de hoja ancha florezca más rápido y con mayor intensidad.

2.4.6.2. Luz

Las plantas bajo sol directo tienden a producir hojas más cortas, de color verde más claro y a florecer más rápido que aquellos que florecen bajo sombra (HERNÁNDEZ, 1995)

2.4.6.3. Agua

Prefiere contenidos relativamente altos de humedad en el suelo. La sequía prolongada retarda el crecimiento y parece estimular la floración prematura, el sustrato debe mantenerse con un nivel de humedad adecuado entre un 75 y 80% de capacidad de campo (HERNÁNDEZ, 1995).

2.1.9. Fertilización del “Sacha culantro”

Se ha encontrado que este cultivo responde bien a la fertilización, sin embargo no se ha realizado una curva de absorción para determinar con exactitud los requerimientos del cultivo, no obstante, existen fórmulas que han

dado buenos resultados y que algunos agricultores lo están utilizando, la primera fertilización se realiza a un mes después de la germinación con la aplicación alta de fosforo de 10-30-10 o 12-24-12 a razón de 8 sacos por hectárea de 46 kg, es decir 368 kg/ha. La segunda se realiza un mes después se aplica algún abono nitrogenado a razón de 368 kg por hectárea. La tercera se hace a los 22 días después de la segunda fertilización se aplica una formula completa de 20-7-12-6-1.2 o 18-5-15-6-2 a razón de 368 kg/ha (ALVARADO *et al.*, 1999).

2.2. Concepto de hidroponía

Etimológicamente, el concepto de hidroponía deriva del griego y significa cultivo (ponos) en agua (hidros). En su concepción más amplia, incluye cualquier sistema de cultivo en el que las plantas completen su ciclo vegetativo sin necesidad de utilizar el suelo, aportando la nutrición hídrica y total o parcial de la nutrición mineral a través de una solución en la que se disuelven los diversos nutrientes esenciales para su desarrollo. (ALPIZAR, 2004).

Las hortalizas son susceptibles de ser más o menos cultivada en hidroponía, de esta forma las condiciones agroclimáticas disponibles, así como los circuitos de comercialización presentes en la zona, son las que determinan los cultivos a instalar, se pueden citar por orden de aceptación de las hortalizas: lechuga, tomate, rábano, pimiento, pepino, remolacha, pimiento, frijol, etc. (HOYOS *et al.*, 2002).

2.2.1. Sistemas de cultivo hidropónico

Cerradas, que son aquellas en las que se recircula la solución nutritiva aportando más o menos continuamente los nutrientes que consume la planta, estas son las más utilizadas.

Solución abierta o con fugas, donde se tiran los drenajes de la plantación. Este sistema incluye sistemas de riego por goteo, microtúbulos, subirrigación, circulación de solución nutritiva, tubos de exudación, contenedores estancos de solución nutritiva, etc. (ALPIZAR, 2004),

2.3. Sustratos para hidroponía

El sustrato es un medio sólido inerte, que tiene dos funciones: la primera, anclar y agarrar las raíces, protegiéndolas de la luz y dejándolas respirar, y la segunda, contener el agua y los nutrientes que necesitan las plantas. ; por tanto, permite anclar la raíz de la planta, desempeñando un papel de apoyo (LLERENA, 2007). El sustrato ideal no existe; Cada uno tiene una serie de ventajas e inconvenientes y su elección dependerá de las características del cultivo a plantar y de las variables ambientales (RODRIGUEZ *et al.*, 2001). Los sustratos se pueden dividir en orgánicos (subproductos o desechos naturales, sintéticos, agrícolas, industriales y urbanos) e inorgánicos o minerales (de origen natural, transformados o tratados, y residuos o subproducto industriales) (LLERENA ,2007).

2.3.1. Características que deben tener los sustratos hidropónicos

CALDERON *et al.*, (2001), Indica que el sustrato hidropónico debe reunir un conjunto de características que lo hagan apto para el cultivo. El sustrato no siempre tiene todas las propiedades deseadas; por esta razón, en

ocasiones se utiliza para mezclar diferentes materiales, buscando algún aporte que otros carecen. El mejor medio de cultivo depende de numerosos factores como son el tipo de material vegetal en el que trabaja (semillas, plantas y estacas), especie, condiciones climáticas, sistema de riego, fertilización y aspectos económicos. La tasa de movimientos de agua y aire a través del sustrato es determinada en gran medida por el tamaño de poros (BELTRANO y GIMENEZ, 2015). Según MORA (1999), menciona las características generales que debe cumplir el sustrato de cultivo hidropónico. Debe ser un sustrato estéril o permitir que sea estéril, sus características físicas no cambiarán en poco tiempo, permitir buena oxidación, debe tener buen drenaje y buena capacidad de retención de agua. , Homogéneo, fácil de manipular, debe mantener la relación entre sistema radicular, oxidación sólida, líquida, estable (30:40:30) y fácil recuperación

2.2.1.1. La retención de humedad

MORA (1999), Muestra que el mantenimiento de la humedad por parte del sustrato determina la posibilidad de que las plantas utilicen el agua como medio de obtención de nutrientes en el proceso productivo. Según RESH (1997), Se afirma que la arena y la escoria son excelentes mezcladores para asegurar la distribución de la humedad, pero sus proporciones y elementos dependen del análisis de cada componente específico. El tamaño de partícula (tamaño de partícula) y la porosidad (espacio en las partículas) del sustrato determinan su retención de humedad.

2.3.2. La capacidad de campo.

Se refiere a la cantidad de agua que puede contener el sustrato después de que se haya eliminado el agua.

2.3.3. Capacidad de retención de humedad máximo:

Esta es la cantidad máxima de agua que un sustrato puede absorber al 100% de saturación. La capacidad de campo es de vital importancia, ya que determina la cantidad de humedad que se retiene alrededor de las raíces y su relación con la circulación de oxígeno.

En general, la partícula del sustrato retiene la humedad de dos maneras, las que la retienen en su superficie (arena) y las que almacenan agua en su interior, en espacios porosos (piedra pómez, carbón vegetal) Fibra de coco, etc. Se debe considerar la retención de humedad en el medio de cultivo dependiendo de la trayectoria del agua a través del sistema de cultivo. Si los caminos son largos y horizontales (canales), son necesarios sustratos con buena permeabilidad (escoria gruesa, grava, etc.). Oxigenar las raíces de las plantas para una respiración adecuada es esencial para el éxito de la hidroponía. La capacidad de drenaje del sustrato está estrechamente relacionada con su oxigenación.

CALDERÓN *et. al.* (2001), indican que para juzgar correctamente los materiales disponibles, es muy útil conocer la capacidad de agua saturada y la tasa de retención de la capacidad de campo, es decir, la cantidad total de agua que puede contener el sustrato y la cantidad de agua retenida después de que se haya eliminado el líquido. por gravedad bajo presión cero. La última

información es importante porque nos dice cuánta humedad retiene el material alrededor de las raíces y cuánto aire puede circular.

Cuadro 2. Capacidad de retención de agua en relación con la capacidad de campo de los sustratos.

Sustrato	% en peso	% en volumen
Arena	12.0	16.0
Cascarilla de arroz (cruda)	40.0	11.0
Cascarilla se arroz (quemada)	50.0	14.0
Cáscara de coco	780	70

Fuente; CALDERÓN *et. al.* (2001)

La tasa de retención de agua en peso indica cuánta agua puede contener 1 kg del sustrato, y la tasa de retención de agua en volumen indica cuánta agua puede contener una unidad de volumen del sustrato. Por ejemplo, 100 gramos de cáscara de arroz pueden contener 40 gramos de agua y 100 mililitros de cáscara de arroz pueden contener 11 mililitros de agua.

Además de la cantidad de agua retenida, el segundo concepto a considerar es la retención, que generalmente se mide en centibares, y para condiciones específicas del sustrato, se mide en centímetros de agua. La planta comienza a extraer agua del sustrato y la tensión de la humedad aumenta hasta el punto en que la planta ya no puede absorber más agua.

2.4. Tipos de sustratos para hidroponía

Según HYDRO ENVIRONMENT (2016), clasifica a los sustratos en grupos:

- **Sustratos Inorgánicos**

Este grupo incluye sustratos con partículas de más de 2 mm de diámetro.

- **Arena de río**

HYDRO ENVIRONMENT (2016), precisa que este material heterogéneo tiene un 56% de capacidad de retención de agua y es para uso en hidroponía. Se recomienda obtener de 0,5 a 2 mm de arena. De igual manera, FAO (2003) destaca que la arena tiene una capacidad de retención de humedad mucho mayor que la de la cascarilla de arroz, por lo que es su función principal en la mezcla del sustrato”.

MORA LUIS (1999), ha mencionado que entre la amplia variedad de arenas existentes, la arena de río proporciona las mejores propiedades para cultivos sin suelo. El tamaño de partícula está entre 0,5 y 2 mm. La fuente de estas arenas debe provenir de ríos que no estén contaminados ni mezclados con materiales arcillosos. Una cosa para recordar es que la arena de río no debe contener altos niveles de carbonato de calcio, ya que destruirán la solución nutritiva.

Cuadro 3. Propiedades químicas y físicas del sustrato fibra de coco.

Variable	Rango
Tamaño de las partículas	0.02-2 mm
Densidad aparente de	1.5 g /cm ³
Espacio poroso	<50%
CIC	<5 meq/100 g.
carbonato cálcico	>10%

- **Sustratos orgánicos**

- **Fibra de coco**

Según HYDRO ENVIRONMENT (2016), “la fibra de coco se encuentra dentro de los residuos agroindustriales de origen tropical, se genera después de que el fruto del cocotero ha sido procesado con fin de obtener las fibras más larga. Esta fibra de coco es empleada en hidroponía la cual tiene una alta relación de carbono/nitrógeno, esto permite que se mantenga químicamente estable. La retención de humedad que tiene es muy buena con un 57%”.

MORA (1999), indica que la fibra de coco es un sustrato excelente, debido a su buena capacidad para retener la humedad, ofreciendo grandes ventajas para mezclar con otros sustratos. La fibra de coco es un excelente sustrato para el desarrollo de las raíces; De hecho, es posible tratarlo directamente sin la necesidad de utilizar tratamientos especiales o medios para sembrar o plantar las plántulas de Pascua. A diferencia de otros tipos de sustratos de cultivo, la fibra de coco conserva una alta capacidad de ventilación incluso cuando está completamente saturada. El efecto buffer o tampón, que dispone le permite a las plantas superar cortos períodos de deficiencias nutricionales y/o hídricas (PAULITZ, 2001). Además, este sustrato ofrece una mayor retención de humedad (66%) en comparación con otros sustratos como cáscaras de arroz, mazorcas de maíz molidas, fibras de palma africana, etc. (ANSORENA, 1994).

Cuadro 4. Propiedades químicas y físicas del sustrato fibra de coco.

Variable	Rango
Capacidad de intercambio catiónico (meq.100g-1)	60-130
Conductividad Eléctrica (mS.cm-1)	0,06-2,9
Lignina (ppm)	60-70
Nitrógeno (ppm)	17
Fosforo (ppm)	15

Potasio (ppm)	253
Calcio (ppm)	70
Magnesio (ppm)	460
Azufre (ppm)	25
Hierro (ppm)	1,2
Manganeso (ppm)	1,1
Cobre (ppm)	0,4
Zinc (ppm)	0,7
Boro (ppm)	0,1
Aluminio (ppm)	1,0
Cloro (ppm)	26-1000
Tamaño de grano (mm)	0,2-3
Densidad aparente (Kg.m ⁻³)	0,08-0,12
Porosidad total (% volumen)	82-92
Capacidad de aire (% volumen)	30-50
Agua fácilmente disponible (% volumen)	20-30
Agua de reserva (% volumen)	2
Agua difícilmente disponible (% volumen)	1
Capilaridad	Buena

Fuente: Mora (1999)

Según ALARCÓN y URRESTARAZU (2006), muestran que la relación C / N es inferior a 80 es un material joven típico, y aún no ha alcanzado el estado de equilibrio maduro y bioquímico para garantizar un rendimiento estable. Se señala que la relación C / N de la fibra de coco es 100 , por lo que tiene una mayor durabilidad y degradación antimicrobiana..

- **Cascarilla de arroz**

HYDRO ENVIRONMENT (2016), indica que la cascarilla de arroz se utiliza fundamentalmente con grava, ya que este es muy liviano y su capacidad de retención de humedad es baja, con un 40%, ya mezclado. **Con relación a la relación C/N** la cascarilla de arroz presenta un valor de 60 por lo que tiene menor resistencia degradación microbiana (PNUD-INFAT, 2002)

La principal función de esta mezcla es favorecer la oxigenación del sustrato. Si utilizas cáscara de arroz es recomendable hacer un proceso de

desinfección química o anaerobia, con el fin de eliminar partículas pequeñas, así como hongos, larvas de insectos u otro microorganismo que pueda ocasionarnos una contaminación a nuestro cultivo hidropónico.

Cuadro 5. Propiedades químicas y físicas del sustrato cascarilla de arroz.

Variable	Rango
Capacidad de intercambio catiónico (meq.100mL-1)	02-mar
Nitrógeno (%)	0,50 – 0,60
Fosforo (%)	0,08 – 0,10
Potasio (%)	0,20 – 0,40
Calcio (%)	0,10 – 0,15
Magnesio (%)	0,10 – 0,12
Azufre (%)	0,12 – 0,14
Cenizas (%)	12 – 13
Silicio (SiO ₂) (%)	10 – 12
Hierro (ppm)	200 – 400
Manganeso (ppm)	200 – 800
Cobre (ppm)	3 – 5
Zinc (ppm)	15 – 30
Boro (ppm)	4 – 10
Tamaño de grano (mm)	3 – 6
Densidad aparente (Kg.m-3)	0,12
Porosidad total (% volumen)	85 – 95
Capacidad de aire (% volumen)	40– 60
Agua fácilmente disponible (% volumen)	5 – 15
Agua de reserva (% volumen)	1 – 5
Agua difícilmente disponible (% volumen)	0,5
Capilaridad	Mala

Fuente: Fuente: Calderón y Cevallos (2001)

2.5. Nutrientes

Las plantas se alimentan de elementos bajo la forma de compuestos inorgánicos simples (solo desdoblados como o en forma de iones de la solución suelo) los elementos químicos que necesariamente necesitan son:

- Macro elementos: (H), (O), (C), (N), (P) , (K) , (Ca) , (Mg) y (S).
- Micro elementos: (Fe), (Mn), (Cu), (Zn), (B), (Cl), (Na), (Mo), (Co) (RESH, 2001).

Los macronutrientes y micronutrientes también se denominan nutrientes esenciales, porque el crecimiento y desarrollo de las plantas requiere necesariamente la presencia de estos elementos o nutrientes. Estos elementos para ser aprovechados por la planta deben estar en su forma disponible (RESH, 2001).

2.5.1. Solución nutritiva

La solución nutritiva (SN) consiste en agua que contiene oxígeno y nutrientes esenciales en forma de iones. Algunos compuestos orgánicos como los quelatos de hierro forman parte de SN. Para que NS tenga nutrientes utilizables, debe ser una solución real y debe disolver todos los iones. Una o más formas iónicas de nutrientes se pierden debido a la precipitación, lo que puede hacer que las plantas carezcan de estos nutrientes. Además, este problema puede provocar un desequilibrio en la relación entre los iones. El agua con buena calidad del agua tendrá una tasa de drenaje más baja (mejor uso de los recursos hídricos), y el agua salada solo nos permitirá cultivar especies más o menos tolerantes a la sal (tomates, melones) en lugar de especies sensibles a la sal (lechuga). Frijoles), fresas) y también es necesario reservar una mayor cantidad de drenaje para evitar un aumento excesivo de CE en el sustrato y la acumulación de elementos fitotóxicos. (RESH, 2001).

El pH, la relación, la conductividad eléctrica (CE), $\text{NO}_3^-:\text{NH}_4^+$, la relación mutua entre los aniones, la relación mutua entre los cationes y la temperatura de la solución nutritiva son características que afectan el desarrollo de los cultivos (LARA, 2000).

- a. **pH del agua:** Este parámetro permite conocer que tan disponibles se encuentran los nutrientes en la SN y por ende su disponibilidad en las plantas, por lo que es necesario que el pH de en la solución este de 5.5 a 6.5, no obstante este valor variará dependiendo de las condiciones ambientales, el tipo de cultivo, así como su estado de crecimiento. Para regular el contenido de HCO_3^- y solubilizar al H_2PO_4^- , el pH debe de estar entre 5.5 y 6.0 (RESH, 2001).

- b. **Conductividad eléctrica:** Es una medida de fuerza de la solución. Los niveles de CE recomendados para todos los cultivos han sido cada vez menores en los últimos años, por lo que pasaron 3.0 mS/cm a 1.8 mS/cm (MARULANDA e IZQUIERDO, 1997).

2.6. Investigaciones realizadas

LLERENA (2007), probó diferentes mezclas de sustratos (Humus, Arena, Cascarilla) en la producción de *Lycopersicum esculentum* donde no se encontró diferencias en el crecimiento de la planta por efecto de los sustratos, no obstante el rendimiento el sustrato Pomina + Turba con el híbrido Pyrrip fue el que alcanzó mejores resultados.

RODRÍGUEZ (2013), realizó una investigación con cuatro sustratos a base de bagazo, bagazo de lechuguilla, bagazo de maguey y Tillandsia o "paxtle", utilizando fibra de coco como control, con dos tamaños de partícula (<2 mm y > 2 mm). Los mejores tratamientos para el crecimiento de la planta de pepino fueron la fibra de coco comercial (control), el bagazo de caña de azúcar

y el bagazo de lechuguilla, y posteriormente el bagazo de maguey y el paxtle. No hay diferencia estadística en el rendimiento.

MAMANI (2015), realizó investigaciones en la producción de *Fragaria vesca*, bajo un sistema hidropónico probando tres soluciones nutritivas diferentes de la FAO, La Molina y también La Molina pero la formulación esencialmente para frutilla (La Molina (frutilla)) y a esto el sustrato de cascarilla mezclada con arena en tres diferentes proporciones que eran (30% arena + 70% cascarilla de arroz) (50% de arena + 50% cascarilla de arroz) (70% arena + 30% cascarilla de arroz). Con respecto a las soluciones nutritivas pudo destacar que la influencia que tuvieron no fue muy alta, por el contrario los sustratos influyeron en las variables de respuesta, tal que para el parámetro del número de hojas, el que genero más cantidad fue (70% cascarilla + 30% arena).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación del campo experimental

La presente investigación se realizó en la urbanización de Buenos Aires, ubicado en Tingo María, distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado, región Huánuco cuyas coordenadas en UTM son: 0390560 m. Este y 8970048 m. a una altitud de 664 msnm. La temperatura tiene un máximo de 29.4 °C y un mínimo de 19.2 °C. La precipitación media anual es de 3629.6 mm (SEDEMHI, 2015).



Figura 1. Ubicación del experimento.

Tingo María se encuentra en la formación vegetal de bosque muy húmedo tropical (bmh-T) (ONERN, 1975 y HOLDRIDGE, 1982). La investigación se realizó desde mayo 2016 hasta octubre del 2016.

3.1.1. Datos Climatológicos

Los datos meteorológicos se obtuvieron de la estación meteorológica José Abelardo Quiñonez (Tingo Maria), desde mayo del 2016 a Julio del 2016 (Cuadro 6). Donde la temperatura, humedad relativa, precipitación y horas de sol en promedio fueron 25.06 °C, 82.3 %, 145.8 mm y 189 horas de sol, respectivamente.

Cuadro 6. Datos meteorológicos registrados durante la investigación en el periodo de Mayo – Julio del 2016.

Meses (2016)	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)	Precipitación (mm)	Horas de sol
Mayo	25.6	82	207.4	169.7
Junio	24.7	83	172.7	185.2
Julio	24.9	82	57.5	212.1
Total	75.2	247	437.6	567
promedio	25.06	83.2	145.8	189

Fuente: Estación Meteorológica José Abelardo Quiñones de Tingo Maria.2016.

3.2. Componentes en estudio

a. Tipos de sustratos

- Arena de rio lavado
- Cascarilla de arroz
- Fibra de coco

- Porcentaje de mezclas de sustratos

- 100%
- 50%
- 33.3%

b. Cultivo

- Sacha culantro

c. Tratamientos en estudio

Los tratamientos en estudio estuvieron constituidos por tres tipos de sustratos y sus respectivas mezclas, tal como se indica en el Cuadro 7.

Cuadro 7. Tratamientos en estudio.

Tratamiento	Sustrato	Mezcla (%)
T ₁	Arena de río lavado	100%
T ₂	Cascarilla de arroz	100%
T ₃	Fibra de coco	100%
T ₄	Arena + cascarilla arroz	50% c/u
T ₅	Arena + Fibra de coco	50% c/u
T ₆	Cascarilla arroz + fibra de coco	50% c/u
T ₇	Arena + cascarilla de arroz + fibra de coco	33.3% c/u

3.3. Diseño experimental

El modelo matemático utilizado fue el Diseño Experimental Completamente Randomizado (DCR) con 7 tratamientos y 3 repeticiones. Las repeticiones estuvieron conformadas por 9 unidades experimentales de donde se tomó 6 unidades para su respectiva evaluación. El ANVA de las características observadas se realizó por la prueba F. y la comparación de medias por la prueba de DUNCAN a un nivel de confianza del 95%.

3.3.1. Modelo Aditivo Lineal

En esta investigación se utilizó el Diseño Experimental Completamente Randomizado (DCR), cuyo modelo matemático según DI RIENZO *et al.* (2011) es el siguiente:

$$Y_{ij} = U + T_j + E_{ij}$$

Donde:

I = 1.....7

J = 1.....3

U = Efecto medio de la u.e.

T_i = Efecto del i-ésimo tratamiento.

E_{ij} = Error experimental de la u.e del tratamiento i y repetición j.

3.3.2. Análisis de variancia

Cuadro 8. Grados de libertad en el ANVA.

Fuente de variación	Grados de libertad
Tratamiento	6
Error	14
Total	20

3.4. Características del área experimental

N° de tratamientos	7
N° de repeticiones	3
N° de unidades experimentales por repetición	9

N° de unidades experimentales a evaluar por repetición	6
Distanciamiento entre plantas	0.20 m
Distanciamiento entre líneas	0.20 m
N° de plantas del experimento	189
N° de Unidades experimentales por tratamiento	27
Ancho del experimento	1.30 m
Largo del experimento	12.60 m
Área del experimento	16.38 m ²
Ancho de la parcela	1.20 m
Largo de la parcela	1.80 m
Área de la parcela	2.16 m ²

3.5. Ejecución del experimento

3.5.1. Preparación de la solución nutritiva

La preparación de la solución nutritiva se realizó en base a lo recomendado por la Universidad Nacional Agraria La Molina para cultivos hortícolas (RODRÍGUEZ *et al.*, 2001), que consiste en preparar 2 soluciones nutritivas madres A y B. Las soluciones de nutrientes se dan normalmente en ppm de las concentraciones de cada uno de los elementos esenciales. Según (RODRÍGUEZ *et al.*, (2001), la formulación corresponde a lo siguiente:

Cuadro 9. Fórmula de fertilización usada en el trabajo de investigación.

Elemento	N	K	P	Ca	S	Mg	Fe	B	Zn	Cu	Mo
ppm	190	35	210	150	70	45	1	0.5	0.15	0.1	0.1

Estas concentraciones obedecen a muchos trabajos de investigación realizadas en la UNALAM (Universidad Nacional Agraria la Molina) la misma que se reajustan para especies que se cultivan por sus hojas y son:

N = 140 ppm.

P = 40 ppm

K = 150 ppm.

Cuadro 10. Formulación para preparar 1000 litros de solución nutritiva.

Solución Concentrada A: (para 5.0 litros de agua, volumen final)	Cantidad (g)	Riqueza (%)
Nitrato de potasio	550.0 g	46
Nitrato de amonio	350.0 g	33
Superfosfato triple	180.0 g	46
Solución Concentrada B: (para 2.0 litros de agua, volumen final)	Cantidad (g)	Riqueza (%)
Sulfato de magnesio	220.0 g	32
Quelato de hierro 11% Fe	9.3 ml	6
Solución de Micronutrientes	400 ml	-
1.0 litro de micronutrientes		Riqueza (%)
Sulfato de Manganeso	5 g	20
Ácido Bórico	4.5 g	18
Sulfato de Zinc	1,7 g	21
Sulfato de Cobre	1,0 g	25
Molibdato de Amonio	0,2 g	54

Fuente: (RODRÍGUEZ *et al.*, 2001).

Seguidamente se describe el procedimiento para preparar la solución A y B.

3.5.1.1. Preparación de la solución “A” (150L)

La solución “A” fue preparada con 117 L agua de mesa.

El Cuadro 11 se muestra la preparación de 150 L de solución A, basada en la formulación de la Universidad Agraria La Molina. Una vez sacada todos los cálculos se pesó por separado y se diluyó de igual manera por separado para evitar algún tipo de reacción entre ellos de las cuales se usó el agua de los 150 litros, una vez que todo estuvo diluido se colocó para extraer algunas partículas innecesarias y se realizó la mezcla de los tres en un bidón de 200 L que contenía el resto de agua hasta enrazar los 150 litros y por último se tapó para evitar que se volatilicen los nutrientes.

3.5.1.2. Preparación de la solución “B” (20L)

El Cuadro 11 se muestra la preparación de 20 L de solución B, basada en la formulación de la Universidad Agraria La Molina. Seguidamente se procedido a mezclar las soluciones teniendo las recomendaciones por FAO (2003). El sulfato de magnesio se disolvió en 10 litros de agua en un recipiente graduado, en otro recipiente se echó la mezcla de micronutrientes (4 L), agitándose hasta disolverlo totalmente, seguidamente se mezcló estas dos soluciones, a esta mezcla se le agrego el quelato de hierro agitando continuamente, finalmente se hecho agua hasta completar un volumen final de 20 L almacenando la solución concentrada B para mayor duración.

Cuadro 11. Cantidad de macronutrientes y micronutrientes usados en el experimento.

Solución Concentrada A: (para 150 L de agua, volumen final)	Cantidad (kg)
Nitrato de potasio	16.50
Nitrato de amonio	10.50
Superfosfato triple	5.40

Solución Concentrada B: (para 20 L de agua, volumen final)	Cantidad (kg)
Sulfato de magnesio	2.20
Quelato de hierro 11% Fe	93.00 ml
Solución de Micronutrientes	4.00 L

litros de micronutrientes para 20 L de agua, volumen final	Cantidad (g)
Sulfato de Manganeso	20.00
Ácido Bórico	18.000
Sulfato de Zinc	6.80
Sulfato de Cobre	4.00
Molibdato de Amonio	0.80

3.5.2. Preparación del área experimental

El área experimental estaba constituida por camas de bambú levantadas a 30 cm de altura del 2^{do} piso de concreto de la vivienda. Se colocaron trozos de bambú de 2,0 m de largo para separarlo del suelo sobre el que se colocaron las mangas con los sustratos en estudio.

3.5.3. Obtención del sustrato.

El sustrato arena de río lavado (200 kg) se obtuvo de las orillas del río Huallaga empleando herramientas como lampas derechas y picos y luego trasladadas al Fundo agrícola de la UNAS para su desinfección y llenado en mangas porta sustratos y luego ser trasladadas al lugar donde se ejecutó el

experimento. La cascarilla de arroz (96 kg) se obtuvo de la piladora ubicada en Santa rosa de Shapajilla, de los cuales se usó 10 costales llenos de cascarilla de arroz. La fibra de coco (80 kg) se obtuvo de la pequeña empresa Ubicada en Santa Rosa de Shapajilla quien tiene una desfibradora mecánica.

3.5.3.1. Desinfección del sustrato

Se aplicó como desinfectante el hipoclorito de sodio (Lejía) a una concentración de 10%, teniendo en cuenta que por cada litro de agua se utilizará 10 cm cubico de lejía hasta que los sustratos estén completamente mojados. Al tercer día será lavado para eliminar los contenidos de lejía que se haya quedado en los sustratos para ello se lavará con abundante agua.

3.5.4. Llenando e instalación de las mangas en camas

Los contenedores de sustrato (mangas) fueron cortadas a 0.8 metros de largo y se doblaron 5 cm por cada lado, tiene como ancho 30 cm por 10 cm de alto, en el cual se llenó los sustratos en estudio. Luego se colocaron en las camas horizontales de bambú de acuerdo a los tratamientos explicados en el gráfico respectivo.

3.5.5. Construcción del tinglado para tanques de solución nutritiva

Para la elaboración del tinglado de soporte del tanque de solución nutritiva se utilizó el bambú haciendo uso de 6 bambús de 2 metros de altura para los postes y 6 bambús de 2.6 metros para darle soporte a la plataforma, asimismo se usó el sistema de riego por goteo constituido por un recipiente de 1000 litros de los cuales se utilizó tuberías de conducción de 16 mm de diámetro.

3.5.6. Trasplante del sachá culantro

Esta labor se realizó manualmente colocando una planta en cada hoyo de las mangas con sustratos, una vez realizada el trasplante se procedió a regar, con la finalidad de garantizar una menor mortalidad de plántulas en esta fase. Las plántulas de sachá culantro se obtuvieron de la empresa “VELAFLOOR” ubicada en Santa Rosa de Shapajilla del señor Vela, se seleccionaron 230 plántulas de 2 hojas (edad 40 días después del trasplante) para realizar el trasplante. La densidad de siembra fue de acuerdo al tamaño de las mangas en este caso fue de 0.2 x 0.4 m haciendo un total de 9 plantas para un área de 0.72 m².

3.5.7. Control y manejo de la solución nutritiva

3.5.7.1. Conductividad eléctrica (C.E.)

Se realizó semanalmente este control en la etapa de trasplante a campo definitivo de los cuales se ha mantenido en los rangos de 1.5 a 2.25 ms/cm lo que indicó que se encontró en un buen rango para el crecimiento del cultivo de los cuales se encuentra en el rango citado por (MARULANDA e IZQUIERDO, 1997).

3.5.7.2. pH

Para medir este parámetro se usó un peachimetro, con la finalidad de controlar el pH en la solución, los cuales tenía un rango de 6 a 6.4 durante el experimento de los cuales mantiene el rango citado por RESH (2001).

3.5.7.3. Manejo de la solución nutritiva

Se usó un sistema de riego por micro túbulos conformado por un tanque de 1000 L, donde, para la preparación de la solución al 100 % se llenó el tanque de 1 m³ hasta los 950 L, luego se incorporó cada uno de las soluciones nutritivas teniendo en cuenta que para 1000 L, se utiliza 5 L de la solución A y 2 L de la solución B (Cuadro 8), seguidamente se enrazó a 1000 L. El sistema utilizado fue un sistema abierto ya que no existe reingreso del agua de riego, durante el experimento se aplicó la dosis completa de la solución nutritiva; la frecuencia de riego fue de tres veces al día (mañana, medio día y por las tardes), y en los días de precipitación abundante se suspendieron las aplicaciones, Para esta tarea se abrieron las llaves de paso de cada manga y se transportó la solución nutritiva a cada tratamiento para cada planta a través del tubo de polietileno negro (2 "de diámetro) y microtúbulos (0,6 mm de diámetro). El tiempo de riego fue de 10 minutos.

3.5.8. Manejo del cultivo

3.5.8.1. Sombra

Una vez ya trasplantadas las plántulas de sachá culantro, paralelo al riego se realizó el manejo de sombra, para el cual se utilizó malla rashell de color negro (50% de sombra), por un lapso de 15 días, luego se quitó la malla para el resto de crecimiento y desarrollo de la planta.

3.5.8.2. Control de malezas

Debido a la poca presencia de malezas, el control de estas se realizó manualmente, con la finalidad de evitar competencia al cultivo.

3.5.8.3. Control plagas y enfermedades

Debido a la buena nutrición y otros factores favorables que ofrece la hidroponía, no se reportó plagas ni enfermedades para este experimento.

3.5.9. Variables registradas

A. Altura de planta

Esta variable se midió después de haberse realizado la siembra, cada siete días se tomaron 5 plantas por unidad experimental de la parcela neta, la evaluación se realizó desde el cuello de la planta (nivel del sustrato) hasta la punta de la hoja más larga, la el cual se utilizó un regla graduada.

B. Diámetro de tallo

Se realizó sobre 5 plantas anotándose cada 7 días desde el trasplante hasta la cosecha para lo cual se utilizó una cinta graduada en centímetros de los cuales este dato se registró a partir de la séptima semana de evaluación.

C. Largo, ancho y número de hojas

Esta evaluación se realizó en 5 plantas de cada unidad experimental con una frecuencia de 7 días, para el cual se utilizó una regla graduada, donde se medía desde la base de la hoja hasta su ápice y el ancho de la hoja central de la planta. Además se contó todas las hojas de las plantas

D. Volumen de raíces

Se determinó al final del experimento, esto consistía en sumergir una probeta llena de agua destilada hasta el cuello de la raíz para

determinar el volumen a partir de la diferencia, se tomaron medidas en las cinco plantas de la parcela neta.

E. Cosecha y rendimiento (Número de hojas /planta)

La cosecha se realizó una sola vez manualmente los 60 días después del trasplante, donde se contaron y pesaron el número de hojas frescas por unidad experimental en el campo por simple conteo. Luego se estimó en gabinete la productividad en kg/ha y atados/hectárea con las siguientes formulas:

$$\text{Rendimiento (kg/ha)} = \frac{10000 \text{ m}^2 * \text{peso fresco por repetición (kg)}}{\text{área de una repetición (0.4 m}^2\text{)}}$$

$$\text{Rendimiento (atados/ha)} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de } \frac{\text{hojas}}{\text{planta}}}{\text{N}^\circ \text{ hojas/atado (5)}} * \text{N}^\circ \text{ de } \frac{\text{plantas}}{\text{cama}} * \text{N}^\circ \text{ camas/ha}$$

F. Peso de raíz fresco y seco

Esta variable se determinó al final del experimento, se usó las mismas plantas estudiada en las variables anteriores, se le extrajo del sustrato teniendo cuidado de no dejar impregnada la raíz, seguidamente se lavó, corto y peso las raíces de las cinco plantas correspondientes a cada tratamiento. Para determinar el peso seco, las muestras se colocaron en el horno a 70 ° C durante 48 horas hasta alcanzar peso constante, se pesaron las muestras secas y se calculó por diferencia el porcentaje de humedad y materia seca.

G. Peso de hoja fresca y seca

Esta variable se determinó al final del experimento, de los cuales se efectuó tomando las hojas de las mismas plantas estudiadas en las

variables anteriores, se cortó las hojas en la parte de la inserción del peciolo con el tallo, e inmediatamente se pesaron las hojas de cada unidad experimental, y se obtuvo el valor correspondiente a cada tratamiento.

Para obtener el peso seco de las hojas se utilizó las mismas plantas de la variable anterior, estas se llevaron a estufa a 70 °C durante 48 horas a cada tratamiento para así obtener el porcentaje de humedad y materia seca.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Altura de planta (cm), diámetro (mm) y número de hojas por planta

Los resultados en las diferentes variables evaluadas se asume que son por efecto de los sustratos, aunque el clima podría tener influencia bajo otro escenario, haciendo variar los resultados, no obstante en esta investigación se puede indicar que la temperatura (25.06 °C) y humedad (83.2%) (Cuadro 6), estuvieron en el rango favorable para el cultivo tal como menciona **HERNÁNDEZ (1995), que el sachaculantro requiere una temperatura de 15 a 30 °C una humedad relativa 75 a 80%. Por otro lado, ACUÑA (1998), citado por VALLEJO y ESTRADA (2004), indican que temperaturas de 20-26°C propician un mejor desarrollo del follaje con una mayor producción de material fresco.** Para determinar si existe superioridad de algún tratamiento en estudio, respecto a la altura de la planta (cm), diámetro de tallo y número de hojas por planta de sachaculantro a los 63 días después de la siembra se realizó el análisis de varianza (ANVA).

Cuadro 12. Resumen del ANVA para la altura, diámetro y número de hojas por planta.

FV	GL	Altura de la planta (cm)		Diámetro del tallo (mm)		Número de hojas/ planta	
		CM	Sig.	CM	Sig.	CM	Sig.
Tratamiento	6	6.88	AS	0.35	S	81.29	AS
Error experimental	14	1.173		0.14		11.48	
Total	20						
CV (%)		5.97		5.81		14.51	

AS; altamente significativo, S; es significativo, AS; altamente significativo

En el Cuadro 12, se observa que el diseño utilizado resulta altamente significativo ($p < 0.05$), es decir rechaza de la hipótesis nula. Para altura de la planta (cm), diámetro de tallo y número de hojas por planta resultaron al menos significativos ($p < 0.05$), lo cual indica que existen diferencias para cada parámetro. Cabe asimismo indicar que para altura de la planta (cm) y diámetro de tallo presenta 5.97% y 5.81% de coeficiente de variabilidad (CV), calificado como excelente homogeneidad de datos observados; mientras para el número de hojas presento 14.51% de CV, calificado como muy buena homogeneidad de los datos observados.

Se comparó los promedios de los tratamientos utilizando la prueba de Duncan para cada uno los parámetros evaluados (Cuadro 13) y los gráficos de tendencia (Figura 2, 3 y 4). Donde podemos observar que la altura de las plantas de sachá culantro más alta lo tienen los tratamientos T₃ (Fibra de coco 100%), T₇ (Arena 33.3% + cascarilla de arroz 33.3% + fibra de coco 33.3%), T₄ (Arena 50% + cascarilla de arroz 50%) y T₅ (Arena 50% + fibra de coco 50%), donde las plantas alcanzaron 19.47, 19.46, 19.20 y 19.20 cm respectivamente, sin diferenciarse estadísticamente entre ellos. El rápido crecimiento de la planta es un indicador de que el medio aporta la cantidad necesaria y suficiente de elementos minerales para permitir el crecimiento vigoroso de la planta de cilantro. El buen efecto que obtiene la fibra de coco se debe a que la fibra de coco puede mantener una alta capacidad de aireación incluso cuando está

completamente saturada. También tiene una capacidad amortiguadora (efecto amortiguador o amortiguador), que las plantas pueden superar sin consecuencias. Nutrición a corto plazo y / o escasez de agua (PAULITZ, 2001), esta capacidad de amortiguación también se manifiesta en los demás tratamientos pero en menor intensidad debido a que están influenciadas por la arena y cascarilla de arroz que en mezcla proporcionan diferentes propiedades al sustrato, al respecto ANSONERA (1994), Señale que la fibra de coco y la cáscara de arroz producirán características diferentes cuando se mezclan, lo que proporciona mejores condiciones para el desarrollo de la planta. La arena en mezcla con los demás sustratos (T₇, T₅ y T₃) resultó mejor debido a su capacidad de retención de agua es media (56%) por lo cual es su principal función en la mezcla del sustrato. (BELTRANO y GIMENEZ, 2015; HYDRO ENVIRONMENT, 2016; FAO, 2003). Por su parte LLERENA (2007), probó diferentes mezclas de sustratos en la producción de *Lycopersicum esculentum* donde encontró que los sustratos arena + cascarilla (1:1), Humus + Arena + Cascarilla (1:1:1) y Arena + Turba (1:1), no se diferenciaron estadísticamente para la altura de la planta sobresaliendo arena + cascarilla con 71.69 cm.

Para el parámetro diámetro de planta, se encontró que los tratamientos T₃ (Fibra de coco 100%), T₄ (Arena 50% + cascarilla de arroz 50%), T₅ (Arena 50% + fibra de coco 50%), T₁ (Arena 100%) y T₇ (Arena 33.3% + cascarilla de arroz 33.3% + fibra de coco 33.3%), alcanzaron los mejores resultados con valores de 6.77, 6.60, 6.50, 6.30 y 6.23 mm respectivamente, sin

diferenciarse estadísticamente entre ellos. La importancia del diámetro también está relacionada con factores como el tamaño de partícula, distribución de poros, tamaño de poro y capacidad de aireación, porque todos estos factores afectarán el desarrollo y crecimiento de las plantas, lo que también corresponde a la diferencia estadística en altura de planta mencionada. , Existe una clara correlación con este parámetro. Según CALDERON *et. al.* (2001); BELTRANO y GIMENEZ (2015), Señalan que una de las propiedades de los buenos sustratos es la alta retención de agua, la cual está fácilmente disponible para el cultivo, con la capacidad de la planta de extraer agua para sus funciones vitales, propiedades que ofrece principalmente la fibra de coco, que es la alta retención de agua que proporciona una alta ventilación del sistema radicular, así como alta estabilidad de los valores de pH y conductividad eléctrica del medio (HARTMANN, 1987 MORA, 1999), asimismo HYDRO ENVIRONMENT (2016); ANSORENA (1994), indican que la fibra de coco tiene mayor retención de humedad (57 - 66%) en comparación a otros sustratos, tales como la cascarilla de arroz, olote molido, fibra de palma africana, etc.

Con respecto al parámetro de los números de hojas por planta el tratamiento T₃ (Fibra de coco 100%), alcanzó la máxima cantidad de hojas el tener un valor de 30.07, siendo estadísticamente diferenciándose de los demás tratamientos, con excepción de los tratamientos T₇ (Arena 33.3% + cascarilla de arroz 33.3% + fibra de coco 33.3%) y T₅ (Arena 50% + fibra de coco 50%), que obtuvieron valores de 30.07 y 28.33 respectivamente. como ya se vio en párrafos

anteriores la aireación de las raíces influye mucho en el desarrollo de las plantas, puesto que las raíces necesitan respirar, también ayuda a un buen desarrollo radicular, es decir que existe una correlación positiva entre la producción de hojas y el peso de las raíces , este hecho se puede observar en el tratamiento T₄(Fibra de coco) quien ocupó el primer lugar para los dos parámetros mencionados, en ese sentido BELTRANO y GIMENEZ (2015), menciona que la porosidad de un sustrato debería ser aproximadamente el 25%, debido a que la falta de oxígeno a nivel de sustrato provoca disminuciones en el crecimiento radical, Asimismo, la compactación reduce la porosidad total y aumenta el estrés mecánico del medio, reduciendo así su aireación y aumentando el riesgo de encharcamiento e hipoxia para las plantas (NICHOLS, 2009), además de esto la retención de mucha humedad conlleva a la proliferación de plagas y enfermedades.

Por otro lado la utilización de arena al 100% conjuntamente con la cascarilla de arroz al 100%, resultan con valores bajos con respecto a los demás tratamientos, según la FAO (2003) y HYDRO ENVIRONMENT (2016), mencionan que la cascarilla es un material que ayuda a la fácil infiltración de las soluciones y la arena fina a la retención de los líquidos, sin embargo no solo las características físicas definen un sustrato sino la buena CIC, el poder tampón, baja salinidad y la menor velocidad de descomposición son características químicas de un buen sustrato.

Cuadro 13. Cuadro comparativo de (DUNCAN 0.05) para los parámetros biométricos (altura, diámetro, N° de hojas/planta).

Tratamiento	Altura de planta		Tratamiento	Diámetro		Tratamiento	Número de hojas/planta	
T ₃	19.47	a	T ₃	6.77	a	T ₄	30.07	a
T ₇	19.46	a	T ₄	6.60	ab	T ₇	28.33	ab
T ₄	19.20	ab	T ₅	6.50	ab	T ₅	26.10	ab
T ₅	19.20	ab	T ₁	6.30	abc	T ₃	22.47	bc
T ₆	17.27	b c	T ₇	6.23	abc	T ₆	22.27	bc
T ₁	16.46	c	T ₆	6.03	bc	T ₁	17.73	c
T ₂	16.03	c	T ₂	5.77	c	T ₂	16.17	c

T₁ Arena 100%

T₂ Cascarilla de arroz 100%

T₃ Fibra de coco 100%

T₄ Arena 50% + cascarilla de arroz 50%

T₅ Arena 50%+ fibra de coco 50%

T₆ Cascarilla de arroz 50% + fibra de coco 50%

T₇ Arena 33% + cascarilla de arroz 33% + fibra de coco 33%

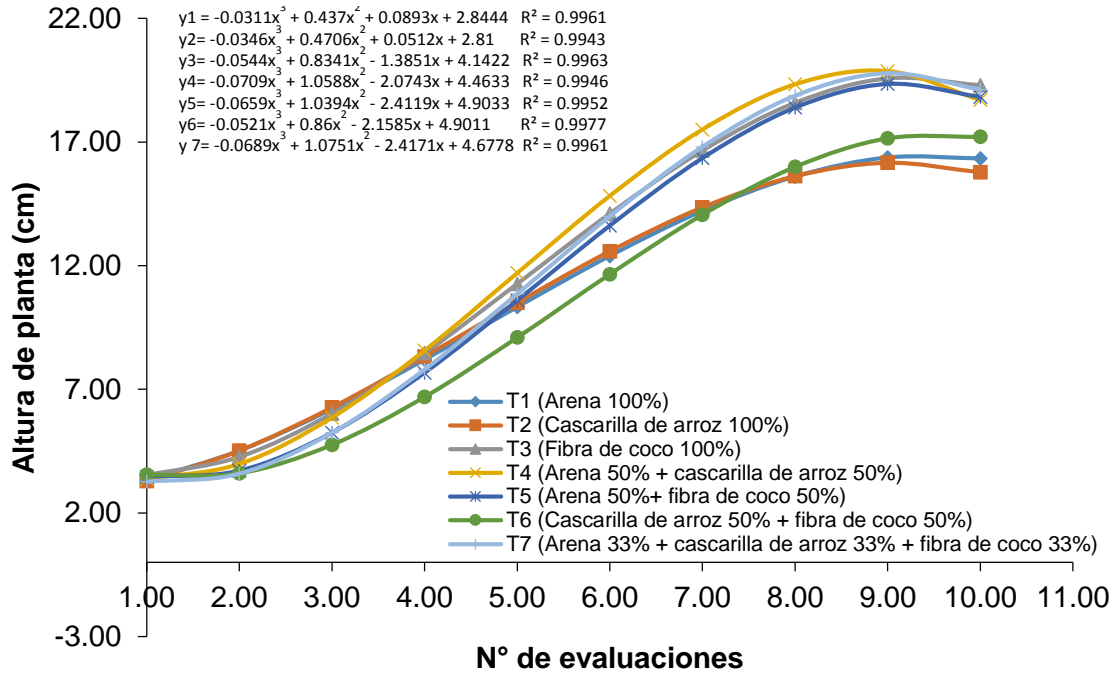


Figura 2. Altura de planta en (cm).

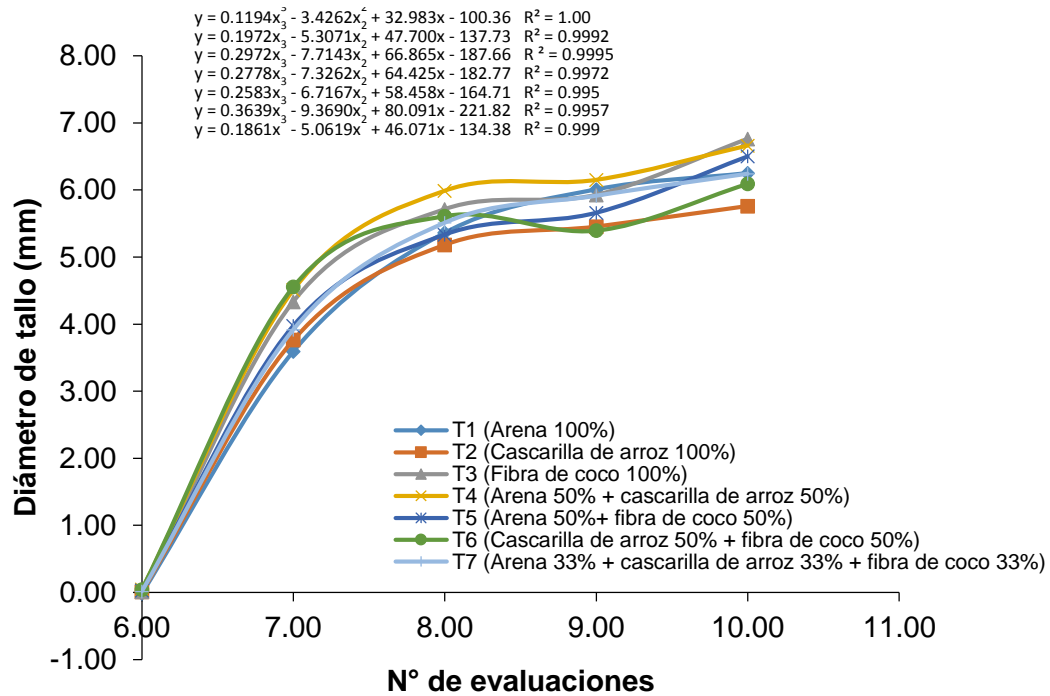


Figura 3. Diámetro de tallo en (mm).

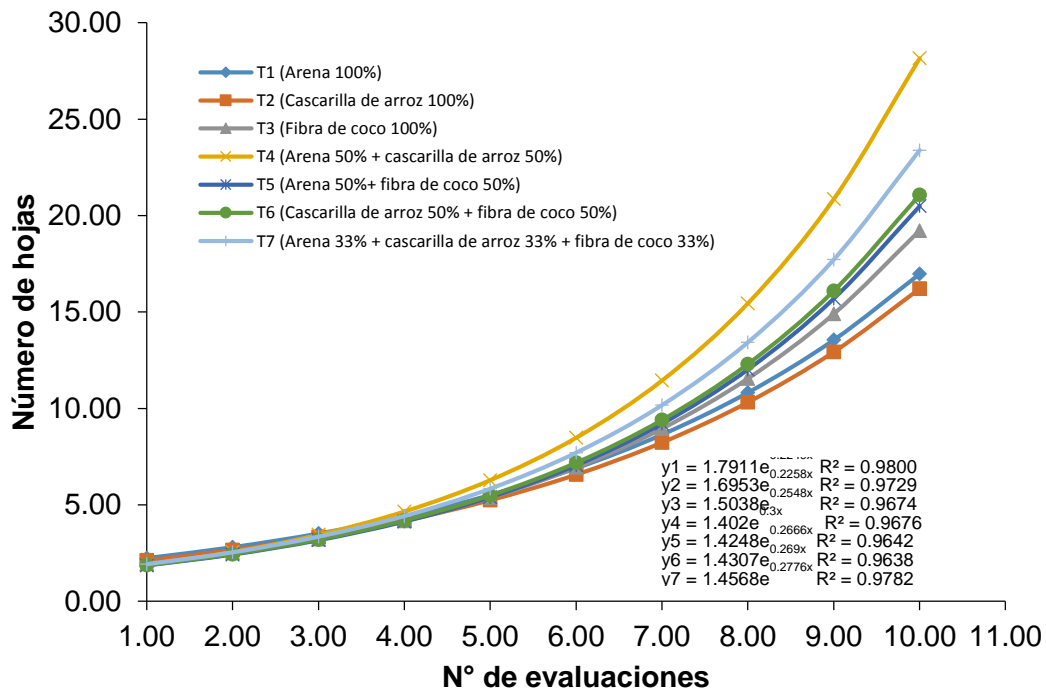


Figura 4. Número de hojas por planta.

4.2. Largo de hoja (cm), ancho de hoja (cm) y numero de ramas por planta

El Cuadro 14 muestra el análisis de variancia para los parámetros ancho de hoja y numero de ramas existen diferencias significativas, mientras que para el largo de hoja las diferencias son altamente significativas, a priori se puede decir que al menos un tratamiento fue diferente a los demás. Los coeficientes de variabilidad (largo de hoja = 6.14% y ancho de hoja = 5.00%) señalan excelente homogeneidad de lo resultados por efecto de los tratamientos aplicados a las plantas de sachaculantro; respecto al coeficiente de variabilidad (número de ramas/planta = 14.42%) indica buena homogeneidad,

Cuadro 14. Resumen del ANVA para el largo de hoja, ancho de hoja y número de ramas por planta.

FV	GL	Largo de hoja (cm)		Ancho de hoja (cm)		Número de ramas/planta	
		CM	Sig.	CM	Sig.	CM	Sig.
Tratamiento	6	5.14	AS	0.24	S	6.64	S
Error experimental	14	1.11		0.061		1.83	
Total	20						
CV (%)		6.14		5.004		19.19	

AS; altamente significativo, S; es significativo

Al realizar la prueba de comparación múltiple de Duncan ($\alpha=0.05$) (Cuadro 15) y el gráfico de tendencias (Figura 3,6 y 7) para los tres parámetros ya mencionados en plantas de sachaculantro. Podemos observar que para el largo de las hojas la longitud más alta lo alcanzó el tratamiento T₇ (Arena + cascarilla de arroz + fibra de coco) con un valor de 18.57 cm, diferenciándose de los demás tratamientos, con excepción de los tratamientos T₃ (Fibra de coco 100%), T₅ (Arena 50% + fibra de coco 50%) y T₄ (Arena 50% + cascarilla de arroz 50%) que alcanzaron valores de 18.20, 17.90 y 17.87 cm respectivamente, asimismo el tratamiento que menos valor obtuvo fue el T₂ (Cascarilla de arroz 100%) con un valor de 15.40 cm y sin diferenciarse de los tratamientos T₆ y T₁ que alcanzaron valores de 16.50 y 15.53 cm respectivamente. Para el parámetro ancho de hoja el tratamiento T₄ (Arena 50% + cascarilla de arroz 50%), alcanzó el mejor resultado con 5.20 cm, sin embargo no se diferenció de los demás tratamientos que también alcanzaron valores similares, con excepción del tratamiento T₂ (Cascarilla de arroz 100%) que alcanzó un valor de 4.37

cm. Uno de los factores por el cual las hojas no crecen es cuando hay deficiencias o exceso de algún elemento; las hojas empiezan a cambiar de color y detener su crecimiento por lo que se debería controlar de manera regular el sustrato, según FAO (2008), propone lavar el sustrato con agua para eliminar las sales. El crecimiento de las hojas depende básicamente de la translocación de los nutrientes hacia las diferentes partes de la planta y de la disponibilidad de las mismas en ese sentido BELTRANO y GIMENEZ (2015), señalan que la fase líquida depende de la disponibilidad de agua de la planta y del soporte y transporte de nutrientes. Los resultados obtenidos para estos parámetros estuvieron influenciados en principio por los sustratos, donde la fibra de coco posee propiedades similares a los que ofrece las mezclas de arena más cascarilla de arroz y arena más fibra de coco, por lo que se podría utilizar uno de los dos sustratos en la producción de sachaculantro, en ese sentido RESH (1997), recomienda como sustrato a la cascaría de arroz mezclado con arena a una proporción de 1:1 y cascaría de arroz mezclado con tierra a una proporción 4: 1, por su parte RODRÍGUEZ (2013), encontró que las plantas de pepino se desarrollaron mejor en la fibra de coco (Testigo) con una altura de 226.27 cm. además consideró que para el desarrollo de las hojas en hidroponía los macro poros son de suma importancia respecto a la aeración y al drenaje del sustrato, al respecto MAMANI (2015), encontró que el sustrato (70% cascarilla de arroz + 30% arena) y (50% cascarilla de arroz + 50% arena) presentaron un mismo tamaño de hojas, mientras que el sustrato (70% de arena + 30% de cascarilla de arroz) presento hojas mucho más verdes y grandes. Según la FAO (2003), señala que la arena tiene

más retención de humedad que la cascarilla de arroz por lo cual es su principal función en la mezcla del sustrato.

Con respecto al número de ramas por planta se encontró que el tratamiento T₄ (Arena 50% + cascarilla de arroz 50%) obtuvo el mejor valor con 9.53, sin diferenciarse estadísticamente de los tratamientos T₂ (Cascarilla de arroz 100%), T₇ (Arena 33% + cascarilla de arroz 33% + fibra de coco 33%) y T₆ (Cascarilla de arroz 50% + fibra de coco 50%) con valores 7.67, 7.53 y 7.53 respectivamente. El número de ramas esta correlacionado con en número de hojas como se logra observar en los Cuadros 7 y 9. En este sentido, por su porosidad, la cáscara de arroz puede proporcionar un buen ambiente de aireación para las raíces y las fibras de coco. Debido a su gran retención de agua, proporciona un ambiente perfecto para la absorción y circulación de agua y nutrientes. La fisiología correcta de plantas Necesarias para el desarrollo (GUERRERO, 2014).

Cuadro 15. Cuadro comparativo de (DUNCAN 0.05) para el largo de hoja, ancho de hoja y número de ramas/planta.

Tratamiento	Largo de hoja (cm)		Tratamiento	ancho de hoja (cm)		Tratamiento	Número de ramas/planta	
T ₇	18.57	a	T ₄	5.20	a	T ₄	9.53	a
T ₃	18.20	ab	T ₅	5.13	a	T ₂	7.67	ab
T ₅	17.90	ab	T ₇	5.03	a	T ₇	7.53	ab
T ₄	17.87	ab	T ₁	5.03	a	T ₆	7.53	ab
T ₆	16.50	bc	T ₃	4.97	a	T ₃	6.23	b
T ₁	15.53	c	T ₆	4.80	a	T ₅	5.57	b
T ₂	15.40	c	T ₂	4.37	b	T ₁	5.23	b

T₁ Arena 100%

T₂ Cascarilla de arroz 100%

T₃ Fibra de coco 100%

T₄ Arena 50% + cascarilla de arroz 50%

T₅ Arena 50%+ fibra de coco 50%

T₆ Cascarilla de arroz 50% + fibra de coco 50%

T₇ Arena 33% + cascarilla de arroz 33% + fibra de coco 33%

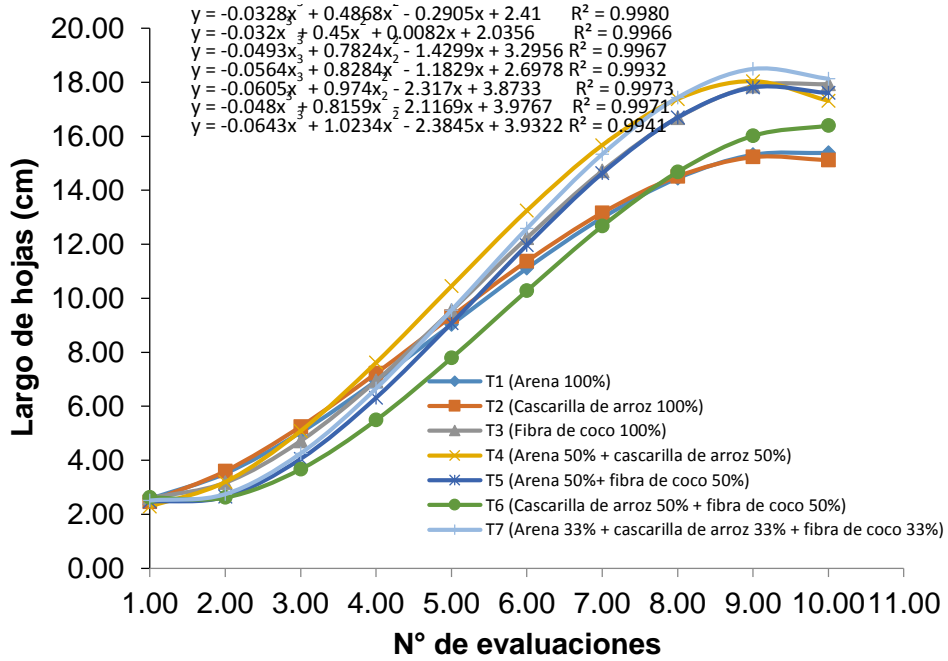


Figura 5. Largo de hojas (cm).

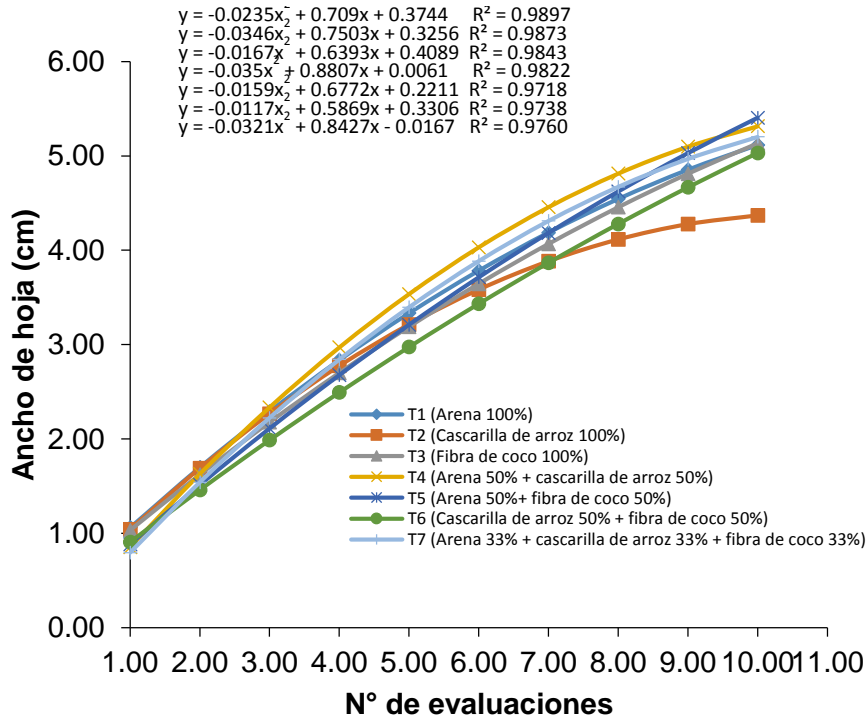


Figura 6. Ancho de hoja (cm).

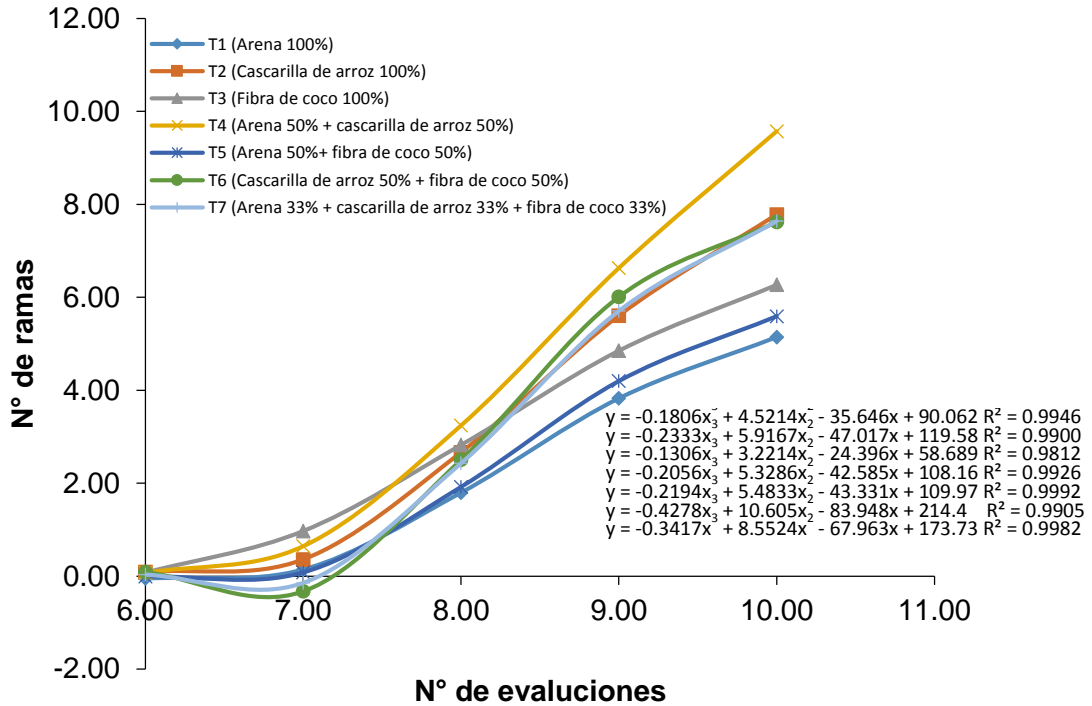


Figura 7. Número de ramas de la planta.

4.3. Volumen radicular (ml), peso de raíz fresca (gr) y peso de raíz seca (gr)

En el Cuadro 16, se demuestra que al menos hay significancia ($p < 0.05$), para el volumen radicular, peso de la raíz fresca y peso de la raíz seca de las plantas de sachaculantro es decir se rechaza de la hipótesis nula. Cabe asimismo mencionar que para el volumen radicular (ml) presentó un CV de 4.09% indicando muy buena homogeneidad de los resultados en cada unidad experimental, mientras que para el peso de raíz fresca (34.32) y peso de raíz seca (25.28), los coeficientes de variabilidad alcanzaron valores altos indicando resultados variables y muy variables. Para comparar los promedios de cada tratamiento utilizó la prueba de medias de Duncan para cada parámetro evaluado (Cuadro 16).

Cuadro 16. Resumen del ANVA para el volumen radicular, peso de la raíz fresca y peso raíz seca.

FV	GL	Volumen radicular (ml)		Peso de raíz fresca (gr)		Peso de raíz seca (gr)	
		CM	Sig.	CM	Sig.	CM	Sig.
Tratamiento	6	109.29	AS	352.65	S	2.39	AS
Error experimental	14	0.369		94.29		0.34	
Total	20						
CV (%)		4.095		34.32		25.28	

AS; altamente significativo, S; es significativo.

Para el volumen radicular se puede observar (Cuadro 17 y Figura 8) que el tratamiento T₄ (Arena + cascarilla de arroz) alcanzó el mayor resultado con 26.10 cm³ diferenciándose estadísticamente de los demás tratamientos, asimismo el menor valor lo obtuvo el tratamiento T₂ (Cascarilla de arroz 100% = 7.97). Como ya se vino increpando en párrafos anteriores existen una buena capacidad de retención de agua y aireación en el tratamiento T₄ (Arena 50% + cascarilla de arroz 50%), en ese sentido RESH (1997), indican que la arena y la escoria son excelentes mezcladores para asegurar la distribución de la humedad, pero sus proporciones y elementos dependen del análisis de cada componente específico. Por su parte para el parámetro peso de raíz fresca se encontró que el T₄ (Arena 50% + cascarilla de arroz 50%) alcanzo el mejor valor con 48.73 gr diferenciándose estadísticamente con los demás tratamientos, este parámetro se puede relacionar con la parte área de la planta tal como se puede observar en el

Cuadro 17, donde el T₄ resulto con un peso fresco de hojas de 136.23 gr, este hecho es corroborado por NAVARRO *et al.* (2003); NOVAK (1990) y BROUDEAU (1981), quienes manifiestan que el desarrollo radicular está muy relacionado con la parte aérea de las plantas, asimismo VALENCIA (2005), afirma que un buen sistema radicular permite a la planta explorar el volumen suficiente para recibir agua y nutrientes, en efecto existe un buen desarrollo vegetativo.

Para el peso de raíz seca los tratamientos T₆ (Cascarilla de arroz 50% + fibra de coco 50%) y T₃ (Fibra de coco 100%) resultaron con mayores pesos al tener valores de 3.83 y 2.83 gr sin diferenciarse entre ellas. Con respecto a los tratamientos T₁ (Arena 100%) y T₂ (Cascarilla de arroz 100%) se puede observar que ambos sustratos muestran valores bajos para estos tres parámetros, en la arena principalmente el inconveniente es que retiene mucha humedad evitando la aeración de las raíces el cual coincide con FAO (2003), quien indica que la aireación influye mucho en el desarrollo de las plantas, puesto que las raíces necesitan respirar, también ayuda a un buen desarrollo radicular., además de esto PADILLA (1983), encontró otro inconveniente es que las plantas no pueden permanecer mucho tiempo en la almaciguera, porque la arena carece de reservas nutritivas, en la cascarilla de arroz, mientras que CALDERÓN (2001) y HYDRO ENVIRONMENT (2016), mencionan que la baja capacidad de retención de humedad por parte de la cascarilla es uno de los principales inconvenientes al usalo como sustrato.

Cuadro 17. Cuadro comparativo (DUNCAN 0.05) para el volumen radicular, peso de raíz fresca y peso de raíz seca.

Tratamiento	Volumen radicular (ml)		Tratamiento	Peso de raíz fresca (gr)		Tratamiento	Peso de raíz seca (gr)	
T ₄	26.10	a	T ₄	48.73	a	T ₆	3.83	a
T ₅	17.20	b	T ₇	30.43	b	T ₃	2.83	ab
T ₇	16.93	b	T ₅	29.53	b	T ₇	2.70	bc
T ₆	13.87	c	T ₆	27.83	b	T ₅	2.23	bcd
T ₃	11.97	d	T ₁	24.63	b	T ₄	1.73	bcd
T ₁	9.80	e	T ₃	24.53	b	T ₂	1.63	cd
T ₂	7.97	f	T ₂	12.37	b	T ₁	1.20	d

T₁ Arena 100%

T₂ Cascarilla de arroz 100%

T₃ Fibra de coco 100%

T₄ Arena 50% + cascarilla de arroz 50%

T₅ Arena 50%+ fibra de coco 50%

T₆ Cascarilla de arroz 50% + fibra de coco 50%

T₇ Arena 33% + cascarilla de arroz 33% + fibra de coco 33%

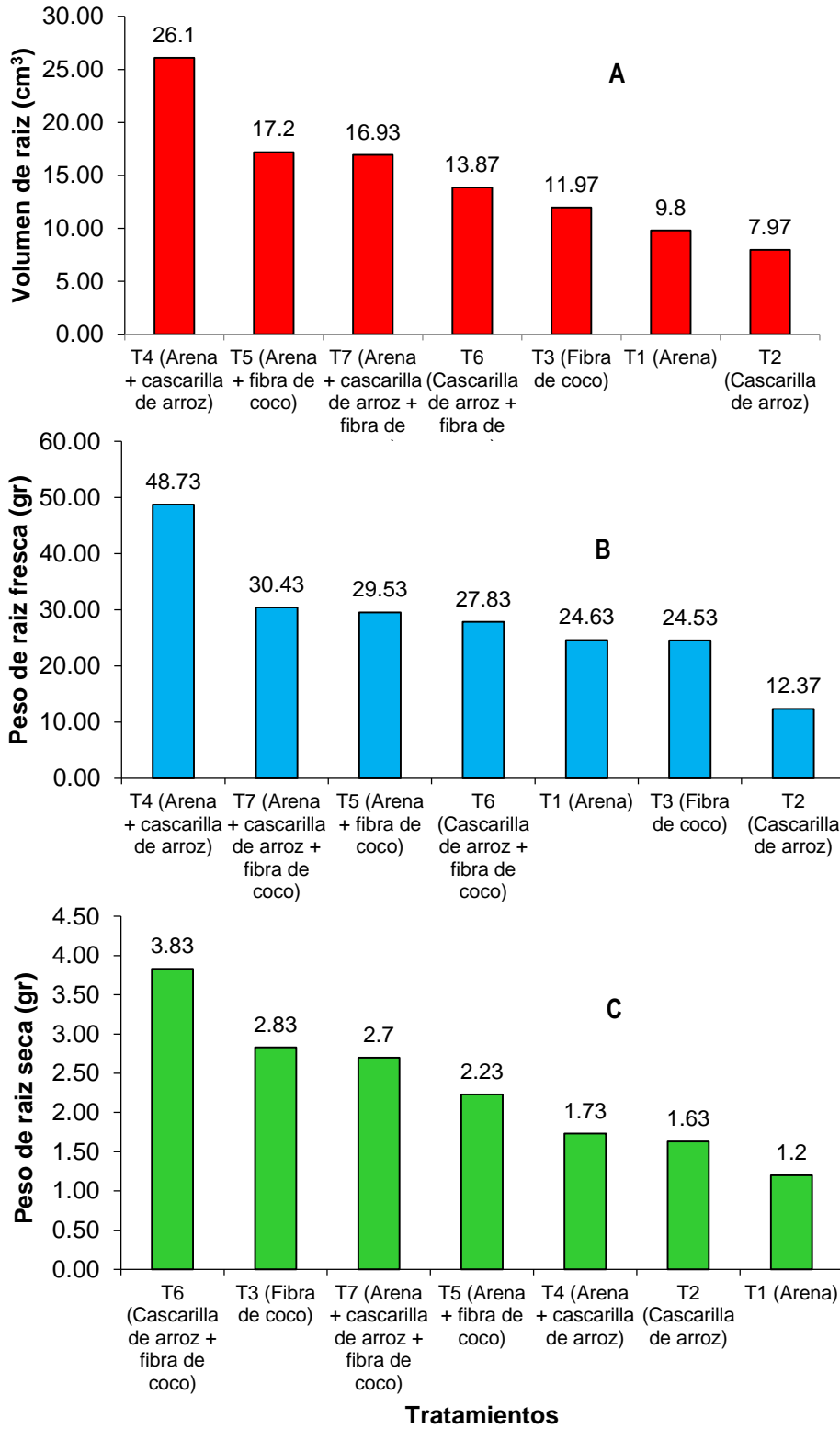


Figura 8. Volumen radicular (A), peso de raíz fresca (B) y peso de raíz seca (C).

4.4. (%) de raíz seca, peso de hoja fresca (gr) y peso de hoja seca (gr)

En el análisis de variancia (Cuadro 18) para los parámetros porcentaje de raíz seca y peso de hoja fresca existen diferencias altamente significativas, mientras que para el peso hoja seca las diferencias son significativas; a priori se puede decir que al menos un tratamiento fue diferente a los demás, los coeficientes de variabilidad (peso de hoja fresca = 23.05% y peso de hoja seca = 29.46%) indican resultados muy variables entre sus unidades experimentales de los tratamientos aplicados a las plantas de sachaculantro; respecto al coeficiente de variabilidad del porcentaje de raíz seca = 23.05% indica resultados variables.

Cuadro 18. Resumen del ANVA para el porcentaje de la raíz seca, peso de la hoja fresca y peso de hoja seca.

FV	GL	% de raíz seca		Peso hoja fresca		Peso hoja seca	
		CM	Sig.	CM	Sig.	CM	Sig.
Tratamiento	6	51.82	AS	2082.38	AS	32.79	S
Error experimental	14	11.48		399.91		11.04	
Total	20						
CV (%)		35.31		23.05		29.46	

AS; altamente significativo, S; es significativo

La prueba de comparación múltiple de Duncan ($\alpha=0.05$) (Cuadro 19) para los tres parámetros ya mencionados en plantas de sachaculantro. Donde podemos observar que para el peso de hoja fresca el tratamiento T₄ (Arena 50% + cascarilla de arroz 50%) resultó mejor y estadísticamente diferente a los demás tratamientos, con un valor de 136.23 gr, la aplicación de los demás sustratos no se

diferenciaron estadísticamente entre sí, fluctuando de 94.60 gr en el tratamiento T₃ (Fibra de coco 100%) a 58.43 gr en el T₁ (Arena 100%) (Figura 9). Asimismo para el peso de hoja seca el tratamiento T₄ alcanzó el mayor valor pero no se diferenció estadísticamente de los tratamientos T₃ (Fibra de coco 100%), T₇ (de arroz 33% + fibra de coco 33% + arena 33%) y T₆ (Cascarilla de arroz 50% + fibra de coco 50%). Estos resultados indican que aritméticamente los sustrato de Arena 50% + cascarilla de arroz 50% y fibra de coco alcanzaron los mejores resultados en la producción, debido a que estos parámetros son determinantes en el rendimiento del sachaculantro. Además los resultados fueron influenciados por las características de cada sustrato en mezcla e individualmente por lo que PAULITZ (2001), Mencionó que la fibra de coco es una fibra compuesta por celulosa y madera, que tiene baja conductividad, resistencia al impacto, resistencia a bacterias y agua, mientras que la cáscara de arroz significa que es una matriz orgánica y tiene una baja tasa de descomposición debido a su alto contenido en sílice. Es muy liviano y el costo principal es el transporte porque es un desperdicio para el molinero (ÁLVAREZ, 2004).

Por otro lado experimentos realizados por NIETO y FLÓREZ (2006), Muestran que utilizando el sustrato de cáscara de arroz en llamas, fibra de coco y sus mezclas en cultivos de clavel, no se observaron diferencias estadísticas en el rendimiento y la calidad de los tallos de flores. El rendimiento de tallos de flores de las plantas observado en rosas es 100% mayor. Arroz en llamas tratar con cáscara. Otro de los factores que influenciaron en los resultados del experimento

fue el tamaño de poros en los sustratos por lo que el tratamiento T₂ (Cascarilla de arroz 100%) ocupó el último lugar debido a la poca retención de la solución nutritiva, por lo que antes de seleccionar un sustrato se deben considerar muchos factores tal como señalan BELTRANO y GIMENEZ (2015), el medio de crecimiento óptimo depende de muchos factores, como el tipo de material vegetal (semillas, plantas y esquejes), especies, condiciones climáticas, sistema de riego, fertilización y aspectos económicos. La velocidad del movimiento del agua y del aire a través del sustrato depende en gran medida del tamaño del agujero

Cuadro 19. Cuadro comparativo (DUNCAN 0.05) para el porcentaje de raíz seca, peso de hoja fresca y peso de hoja seca.

clave	Tratamiento	% de raíz seca	Clave	Peso de hoja fresca	Peso de hoja (gr)	Clave	Peso de hoja seca (gr)
T ₂	Cascarilla de arroz 100%	14.43 a	T ₄	136.23 a	T ₄	16.57 a	
T ₆	Cascarilla de arroz 50% + fibra de coco 50%	14.26 a	T ₃	94.60 b	T ₃	15.07 a b	
T ₃	Fibra de coco 100%	11.63 a	T ₇	92.77 b	T ₇	10.73 a b c	
T ₅	Arena 50% + fibra de coco 50%	8.93 a b	T ₆	85.03 b	T ₆	10.53 a b c	
T ₇	Arena 33% + cascarilla de arroz 33% + fibra de coco 33%	8.93 a b	T ₅	81.40 b	T ₅	9.83 b c	
T ₁	Arena 100%	5.23 b	T ₂	58.73 b	T ₂	8.53 c	
T ₄	Arena 50% + cascarilla de arroz 50%	3.73 b	T ₁	58.43 b	T ₁	7.70 c	

T₁ Arena 100%

T₂ Cascarilla de arroz 100%

T₃ Fibra de coco 100%

T₄ Arena 50% + cascarilla de arroz 50%

T₅ Arena 50%+ fibra de coco 50%

T₆ Cascarilla de arroz 50% + fibra de coco 50%

T₇ Arena 33% + cascarilla de arroz 33% + fibra de coco 33%

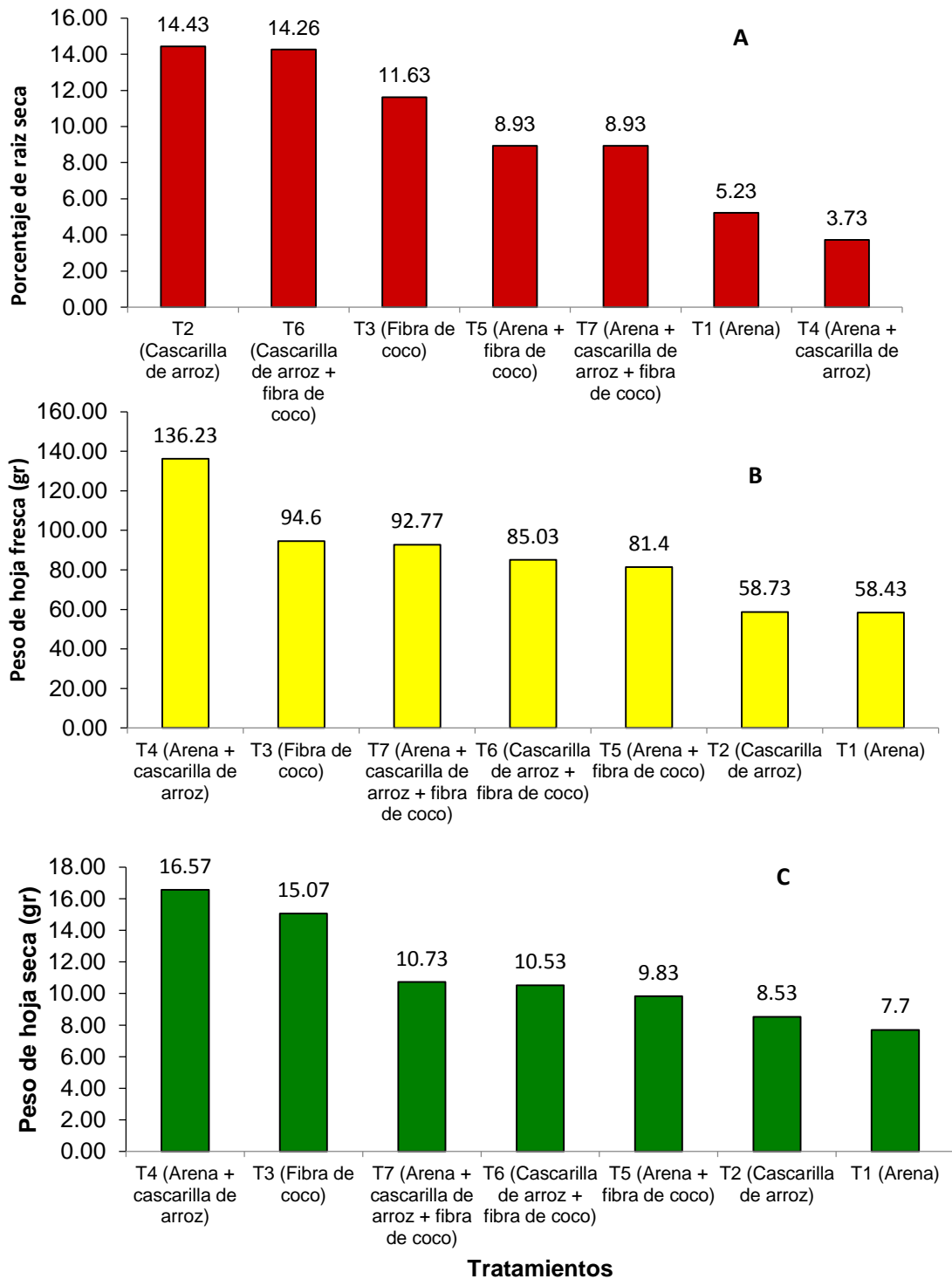


Figura 9. Porcentaje de raíz seca(A), peso de hoja fresca (B) y peso de hoja seca (C).

4.5. (%) de material seca y rendimiento

En el Cuadro 20, el modelo propuesto resulta altamente significativo ($p < 0.05$), para el parámetro rendimiento (kg/ha) indicando rechazo de la hipótesis nula, mientras que para el porcentaje de materia seca no se encontró a priori diferencias significativas de que al menos un tratamiento sea diferente al otro. Cabe asimismo mencionar que para el rendimiento (kg/ha) presentó un CV de 22.61% calificado como regular homogeneidad de los resultados en cada unidad experimental, por su parte el porcentaje de materia seca obtuvo un coeficiente de variabilidad de 17.52% indicando resultados con buena homogeneidad. Para comparar las medias de cada tratamiento se utilizó la prueba de Duncan (Cuadro 21).

Cuadro 20. Resumen del ANVA para el porcentaje de materia seca y rendimiento.

FV	GL	% de materia seca		N° de atados/ha		Rendimiento (kg/ha)	
		CM	Sig.	CM	Sig.	CM	Sig.
Tratamiento	6	7.608	0.28	99377046.72	AS	266533.96	AS
Error experimental	14	5.407		12754234.08		45373.06	
Total	20						
CV (%)		17.52		13.45		22.61	

AS; altamente significativo, S; es significativo

Para el rendimiento (kg/ha) de sachaculantro se encontró que T₄ (Arena 50% + cascarilla de arroz 50%) alcanzó el mejor resultado con 1514.82 kg/ha, diferenciándose estadísticamente de los demás tratamientos mientras que el más bajo valor lo obtuvo el T₂ (Cascarilla de arroz 100%), con un rendimiento de 582.47

kg/ha y esta a su vez no se diferencia estadísticamente con las demás aplicaciones de sustratos; similar tendencia ocurre con el número de atados por planta donde el T₄ (Arena 50% + cascarilla de arroz 50%) alcanza el mayor valor (34095.60 atados/ha) sin diferenciarse estadísticamente de los tratamientos T₇ y T₅ con **32130.00 y 29597.40 atados por planta**, tal como se puede observar existen diferencias aritméticas marcadas entre los tratamientos (Figura 11). por lo que es evidente que los sustratos influenciaron en el rendimiento de sachá culantro al respecto MAMANI (2015), probó proporciones de sustratos en la producción hidropónica de fresa donde encontró que el sustrato (50% cascarilla de arroz + 50% arena) destacó con una mayor producción de frutos extras coincidiendo con lo encontrado en esta investigación esto puede atribuirse que la cascarilla se subió arriba de las camas y la arena en la parte de debajo de las camas, por lo cual esto favoreció mucho a la planta porque al momento de remover el sustrato se pudo notar que las raíces contaban con humedad constante en la parte de abajo, mientras que una buena aireación en la parte de arriba, favoreciendo a la hora de la formación de las hojas y más aun de la calidad.

Por otro lado si se observa los demás tratamientos donde se utilizó cascarilla de arroz y arena no se encontraron buenos rendimientos debido a que la concentración de arena y la cascarilla de arroz afectó el rendimiento, esto se da a causa de que en tratamientos donde hubo una mayor proporción cascarilla de arroz la solución se drenaba muy fácilmente, por lo cual la planta no contaba con la suficiente suministración nutritiva debido a que la cascarilla de arroz tiene una baja

tasa de retención de agua, según MORA (1999), La retención de humedad por parte del sustrato determina la capacidad de las plantas para utilizar el agua como medio de obtención de nutrientes para los procesos de producción. La cascarilla tiene una baja tasa de retención que varía entre los (10 – 12%), esto según (FAO 2003).

Por otro lado se observa que la fibra de coco alcanzó un rendimiento de 924.46 kg/ha, se cree que es debido a sus características físicas y químicas del mismo tal como indica BELTRANO y GIMENEZ (2015) que las fibras de coco tienen una capacidad de retención de agua de hasta 3 a 4 veces su propio peso, su valor de pH es ligeramente ácido (6,3 - 6,5) y su porosidad es buena.. Investigaciones realizadas por CERQUEDA *et al.*, (2004), probaron la fibra de coco como sustrato para la producción de tomate bajo condiciones de invernadero, encontrando como mejores tratamientos a la fibra coco nuevo, fibra de coco utilizado y arena con valores de 3.41, 3.55 y 2.72 kg/planta respectivamente. Uno de los beneficios que tiene la aplicación de fibra de coco es la baja incidencia de enfermedades tal como lo confirma BUNT, (1988); BARROS (1997) y PAULITZ (2001), quienes realizaron una siembra de pascua y donde evaluaron diferentes sustratos, finalmente comprobaron que la fibra de coco reduce la incidencia de hongos en el cultivo, debido a que aumenta la aireación y minimiza el encharcamiento.

Con respecto al porcentaje de materia seca no se encontró diferencias estadísticas entre los tratamientos confirmando lo encontrado en el análisis de varianza, los resultados varían desde 15.90% en el tratamiento T₃

(Fibra de coco 100%) a 11.60% en el tratamiento T₇ (Arena 33% + cascarilla de arroz 33%+ fibra de coco 33%). Al igual que para el parámetro de rendimiento la cantidad de materia seca estuvo influenciado básicamente por el efecto de los sustratos y las proporciones de las mismas, es así que CERQUEDA *et al.*, (2004), realizó la aplicación de fibra de coco como sustrato en la producción de tomate bajo condiciones de invernadero y el mejor valor en la producción lo obtuvo la fibra de coco nueva con un valor 626.7 gr/m² sin diferenciarse estadísticamente de la arena, por lo que la arena puede ser sustituida por la fibra de coco.

Cuadro 21. Cuadro comparativo (DUNCAN 0.05) para el porcentaje de materia seca y rendimiento.

Tratamiento	% de materia seca		Tratamiento	N° de atados		Tratamiento	Rendimiento kg/ha	
T ₃	15.90	a	T ₄	34095.60	a	T ₄	1514.82	a
T ₂	14.50	a	T ₇	32130.00	a	T ₇	1008.65	b
T ₁	14.17	a	T ₅	29597.40	ab	T ₃	975.67	b
T ₆	12.40	a	T ₃	25477.20	bc	T ₆	924.46	b
T ₄	12.20	a	T ₆	25250.40	bc	T ₅	908.33	b
T ₅	12.13	a	T ₁	20979.00	cd	T ₁	679.96	b
T ₇	11.60	a	T ₂	18333.00	d	T ₂	582.47	b

T₁ Arena 100%

T₂ Cascarilla de arroz 100%

T₃ Fibra de coco 100%

T₄ Arena 50% + cascarilla de arroz 50%

T₅ Arena 50%+ fibra de coco 50%

T₆ Cascarilla de arroz 50% + fibra de coco 50%

T₇ Arena 33% + cascarilla de arroz 33% + fibra de coco 33%

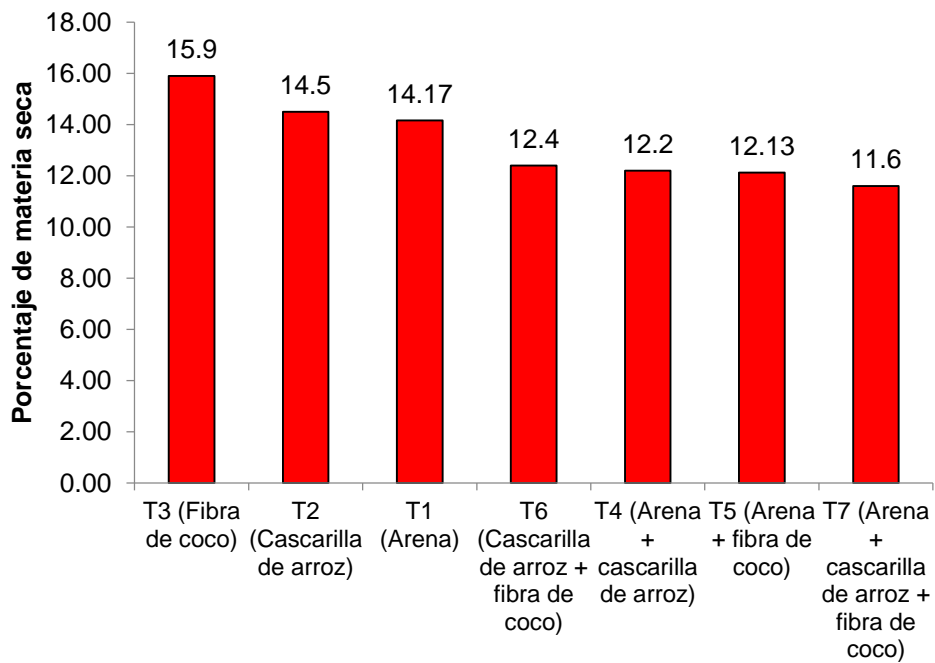


Figura 10. Porcentaje de materia seca.

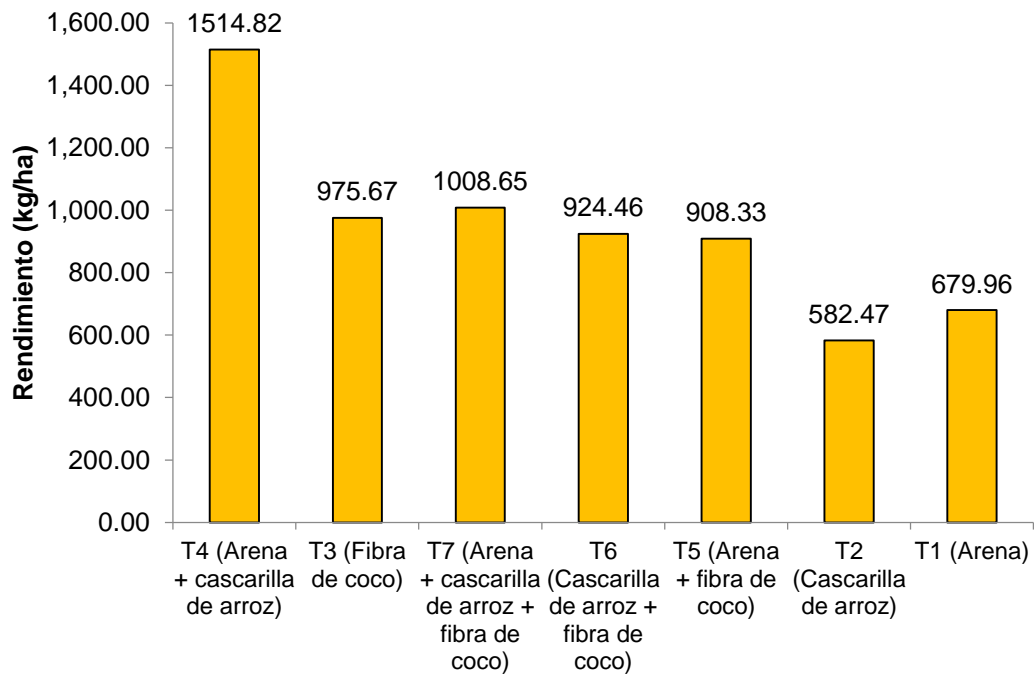


Figura 11. Rendimiento (kg/ha) de sachá culantro.

V. CONCLUSIONES

- 1 La mejor mayor producción de sachá culantro lo obtuvo el tratamiento T₄ (Arena 50% + cascarilla de arroz 50%), que resultó con un valor de 1514.82 kg/ha. Mientras que el mejor sustrato para producción de sachá culantro fue el tratamiento T₃ (Fibra de coco 100%) con un rendimiento de 924.46 kg/ha.
- 2 Para el volumen radicular, peso de hoja fresca y peso de raíz fresca se encontró que el tratamiento T₄ (Arena 50% + cascarilla de arroz 50%), resultó el mejor tratamiento con un valor de 26.10 ml, 136.23 gr y 48.73 gr respectivamente, asimismo para la variable porcentaje de materia seca total no se encontraron diferencias estadísticas significativas.

VI. RECOMENDACIONES

- 1 Se recomienda en primera instancia el uso de cascarilla de arroz en mezcla con arena a una proporción 1:1 como sustrato en la producción hidropónica de sachaculantro, esto permitirá tener una mejor aeración y disponibilidad de nutrientes, una segunda opción es el uso de fibra de coco ya que ofrece alta capacidad de retención de agua y una elevada aireación del sistema radicular.
- 2 Se debería establecer un experimento donde se prueben diferentes sustratos y soluciones con la finalidad de observar el efecto de ambos factores en el rendimiento de sachaculantro.
- 3 Es recomendable observar las frecuencias de riego, para evitar el desarrollo de enfermedades fungosas que afectan al cultivo, por el cual se debe realizar un manejo integrado de plagas, mediante utilización de trampas dentro y fuera del cultivo y de esta manera bajar la incidencia de plagas que podría ocasionar pérdidas económicas considerables en grandes extensiones.

VII. RESUMEN

El presente trabajo de investigación se desarrolló en la urbanización de Buenos Aires, ubicado en Tingo María, distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado, región Huánuco cuyas coordenadas son: 09°16'00" de Latitud Sur y 76° 01' 00" de longitud oeste y una altitud 664 msnm. La investigación tuvo como objetivo de Evaluar el rendimiento del cultivo de sachaculantro (*Eryngium foetidum* L.) en un sistema hidropónico con tres sustratos en tingo María, los tratamientos que se utilizaron fueron T₁ (Arena de río lavado 100%), T₂ (Cascajilla de arroz 100%), T₃ (Fibra de coco 100%), T₄ (Arena 50% + cascajilla arroz 50%), T₆ (Cascajilla arroz 50%+ fibra de coco 50%) y T₇ (Arena 33.3% + cascajilla de arroz 33.3% + fibra de coco 33.3%). El diseño empleado fue el diseño completamente al azar con 7 tratamientos y 3 repeticiones. Cada repetición está conformada por 9 unidades de los cuales se tomará al azar 6 unidades experimentales para evaluar altura de planta, diámetro de planta, número de hojas/planta, largo y ancho de hoja, peso seco y fresco de hoja, peso seco y fresco de raíz, porcentaje de materia seca total y rendimiento.

La mejor mayor producción de sachaculantro lo obtuvo el tratamiento T₄ (Arena 50% + cascajilla de arroz 50%), que resultó con un valor de 1514.82 kg/ha. Mientras que el mejor sustrato para producción de sachaculantro fue el tratamiento T₃ (Fibra de coco 100%) con un rendimiento de 924.46 kg/ha. asimismo los tratamientos T₃ (Fibra de coco 100%), T₇ (Arena 33.3% + cascajilla

de arroz 33.3% + fibra de coco 33.3%), T₄ (Arena 50% + cascarilla de arroz 50%) y T₅ (Arena 50% + fibra de coco 50%), para el carácter altura de planta alcanzaron 19.47, 19.46, 19.20 y 19.20 cm respectivamente y para el carácter diámetro de planta alcanzaron valores de 6.77, 6.23, 6.60 y 6.50 mm respectivamente, estos no se diferenciaron estadísticamente entre ellos. Para el carácter número de hojas/ plantas los tratamientos T₄ (Arena 50% + cascarilla de arroz 50%), T₇ (Arena 33.3% + cascarilla de arroz 33.3% + fibra de coco 33.3%), T₅ (Arena 50% + fibra de coco 50%), T₃ (Fibra de coco 100%), alcanzaron 30.07, 28.33, 26.10 y 22.47 respectivamente. Estos mismos tratamientos para el largo de la hoja obtuvieron valores de 17.87, 18.57, 17.90 y 18.57 cm respectivamente sin diferenciarse estadísticamente, mientras que para el ancho de hoja no se encontraron diferencias significativas.

ABSTRACT

This research work was developed in the urbanization of Buenos Aires, located in Tingo María, district of Rupa Rupa, province of Leoncio Prado, Huánuco region whose coordinates are: 09°16'00 " of South Latitude and 76° 01 '00' ' west longitude and an altitude of 664 meters above sea level. The objective of the research was to evaluate the performance of the cultivation of sacha coriander (*Eryngium foetidum* L.) in a hydroponic system with three substrates in tingo María, the treatments that were used were T1 (100% washed river sand), T2 (Cascaquilla 100% rice), T3 (100% coconut fiber), T4 (50% sand + 50% rice husk), T6 (50% rice husk + 50% coconut fiber) and T7 (33.3% sand + rice husk 33.3% + coconut fiber 33.3%). The design used was a completely randomized design with 7 treatments and 3 repetitions. Each repetition is made up of 9 units of which 6 experimental units will be taken at random to evaluate plant height, plant diameter, number of leaves / plant, leaf length and width, dry and fresh weight of leaves, dry and fresh weight root, percentage of total dry matter and yield.

The best production of sacha coriander was obtained by treatment T4 (Sand 50% + rice husk 50%), which resulted in a value of 1514.82 kg / ha. While the best substrate for the production of sacha coriander was the T3 treatment (100% coconut fiber) with a yield of 924.46 kg / ha. also treatments T3 (100% coconut fiber), T7 (33.3% sand + 33.3% rice husk + 33.3% coconut fiber), T4 (50% sand + 50% rice husk) and T5 (50% sand + 50% coconut fiber), for the plant height

character they reached 19.47, 19.46, 19.20 and 19.20 cm respectively and for the plant diameter character they reached values of 6.77, 6.23, 6.60 and 6.50 mm respectively, these did not differ statistically between them . For the character number of leaves / plants, treatments T4 (Sand 50% + rice husk 50%), T7 (Sand 33.3% + rice husk 33.3% + coconut fiber 33.3%), T5 (Sand 50% + fiber 50% coconut), T3 (100% coconut fiber), reached 30.07, 28.33, 26.10 and 22.47 respectively. These same treatments for the length of the leaf obtained values of 17.87, 18.57, 17.90 and 18.57 cm respectively without statistically differentiating, while for the width of the leaf no significant differences were found.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

1. AGRIOS, G. 1998. Fitopatología. Traducido del Inglés por Manuel Guzmán Ortiz. Editorial Limusa, México. 990 p.
2. ALARCÓN, A.L. y M. URRESTARAZU. 2006. Cultivo en coco, pp: 117-130. En: Alarcón, V.A.L. (Coor.). Compendio de horticultura No. 17: Cultivos sin suelo. Ediciones de horticultura, S.L.
3. ALPIZAR, L. 2004. Hidroponía, cultivo sin tierra. Editorial tecnológica de Costa Rica. Cartago. Costa Rica. 104p.
4. ALVARADO, S.; SANABRIA, U.; VILLALOBOS, C. 1999. El cultivo de culantro coyote (*Eringyum foetidum* L.) para exportación, Costa Rica 30 p.
5. ÁLVAREZ. A.F. (2004) Producción de plantines de tomate. Elaboración de Semilleros. 500 p.
6. DI RIENZO J.A., CASANOVES F., BALZARINI M.G., GONZALEZ L., TABLADA M., ROBLEDO C.W. InfoStat versión 2011. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>.
7. ANSORENA, M. J. 1994. Sustratos. Propiedades y Caracterización. Ediciones Mundi-prensa. Madrid, España. 172 p.
8. BARROS, E. 1997. Sustratos para el cultivo sin suelo y fertirrigación. Ediciones Mundi-prensa. Madrid, España. 287 p.
9. BELTRANO Y GIMENEZ, 2015. Cultivo en hidroponía. Edit. Universidad nacional de la Plata. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Buenos Aires Argentina. 181 p.

10. BROUDEAU, J. 1981. El cacao. Técnicas agrícolas y producciones tropicales. Blume distribuidora. México. 296p.
11. BRUNNER. B.; MORALES-PAYÁN J, P.; FLORES L. y MARTÍNE, S. 2013. Culantro orgánico. Hoja informativa. Agricultura Orgánica. Veracruz. México. 11 p.
12. BUNT, A.C. 1988. Media and mixes for container grown plants. Unwin Hayman. London, UK. 309 p.
13. CALDERÓN SÁENZ FELIPE Y CEVALLOS FRANCISCO (2001) Los sustratos (http://www.drcalderonlabs.com/Publicaciones/Los_Sustratos.htm)
14. CALDERÓN, F. 2001. Los sustratos. Bogotá D.C., Colombia S.A. Disponible en: http://www.drcalderonlabs.com/Publicaciones/Los_Sustratos.htm; consulta: octubre 2017.
15. DE LA MORA, R. 2011. Manejo de riego en hidroponía en diferentes tipos de sustratos y sus mezclas. Especialización en química aplicada. Centro de investigación en química aplicada, Santillo, México, 43 p.
16. CERQUEDA H., ZARATE B. H. Y MASAGUER A. 2004. Evaluación de la fibra de coco para la producción de tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill) en hidroponía bajo condiciones de invernadero. 900: 692-696.
17. CHOQUE, F (1992). Épocas de propagación asexual de catorce especies forestales nativas y exóticas en diferentes mezclas de suelo. Tesis Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú Pp 28-32.
18. COLLAZOS C. RL. WHITE H.S. WHITE et. al (1975). Recetas ricas de la selva Ucayalina –Perú (2007) Sacha culantro y su valor nutritivo.

19. VALLEJO, F.A. & ESTRADA, E.I. 2004. Producción de hortalizas de clima cálido. Ediciones Mundi – Prensa, S.A. Cali, Colombia. Universidad Nacional de Colombia. p. 291-311.
20. VÍCTOR. R.; FUENTES F; NARCISO N.; RODRÍGUEZ M; RODRÍGUEZ F. (1996), Rev Cubana Plant Med v.1 n.2 Ciudad de la Habana Mayo-ago. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1028-47961996000200008.
21. FAO, 2003. la huerta hidropónica popular 3ª. Edición ampliada y revisada Santiago, Chile. 132 p.
22. FAO, 2013. Manual de compostaje del agricultor, experiencias en Latinoamérica, Chile. 112 p.
23. HERNÁNDEZ S. (1995) Guía para el cultivo de culantro coyote (*Eryngium foetidum*).Universidad Nacional Heredia. Costa Rica.17 p.
24. HOYOS, M; RODRIGUEZ-DELFIN, A. y CHANG, M. 2002. Manual de hidroponía escolar. CIHNM: UNALM. Lima, Peru.18 p.http://hydroenv.com.mx/catalogo/index.php?main_page=page&id=32
25. HYDRO ENVIRONMENT (2016). Tipos de sustratos para hidroponía.
26. LARA, A. 2000. Manejo de la solución nutritiva en hidroponía. Universidad Autónoma de Zacatecas. Terra Vol. 17 N° 3.
27. LLERENA LARA, E. 2007.conceptos de diferentes sustratos hidropónicos en yuyucocha. Tesis de grado previa la obtención del título de Ingeniero Agropecuario. Universidad Técnica del Norte, Ibarra – Ecuador.

28. MAMANI, R. (2015) Producción de frutilla (*fragaria vesca*) en un sistema hidropónico con diferentes proporciones de sustratos y la dosificación de tres concentraciones comerciales de soluciones nutritivas. Tesis para optar el grado de ingeniero Agrónomo. La Paz Bolivia. 109 p.
29. MARULANDA, C. e IZQUIERDO, J. 1997. La huerta hidropónica popular. 2^{da} ed. Oficina Regional de la FAO para América Latina y El Caribe. Santiago.Chile.118 p.
30. MORA, L.(1999) Sustratos para cultivos sin suelo o hidroponía. INDAGRO, San José, Costa Rica. Conferencia 7
file:///C:/Users/CASE/Downloads/Documents/a50-6907 -III_095.pdf3.
31. MORALES-PAYÁN, J. P. B. BRUNNER, L. FLORES Y S. MARTÍNEZ (2013), culantro orgánico, <http://prorganico.info/culantro.pdf>.
32. RODRÍGUEZ., N. D. 2013. Evaluación de sustratos orgánicos alternativos en la producción de pepino (*Cucumis sativus* L.) en invernadero. Tesis presentada como requisito parcial para obtener el grado de Maestro en Producción Agropecuaria. Universidad Autónoma De San Luis Potosí. Bolivia 85 p.
33. NAVARRO, G.; SANCHEZ, L. y MENDEZ, P. 2003. Química agrícola. El suelo y los elementos químicos esenciales en la vida vegetal. 2° Editorial Mundi Prensa. España. 76p.
34. NICHOLS, M.A. 2009. Recent. Advances in coir as a growing medium. Acta Hort. 843: 333-336.

35. NIETO, D. y FLÓREZ. V. 2006. Producción y calidad de rosa y clavel cultivados en cascarilla de arroz y fibra de coco. Avances sobre fertirriego en la floricultura colombiana. Universidad Nacional de Colombia, Asocolflores. 129 p.
36. NOVAK, A. 1990. La lombriz de tierra. Curso básico lombricultura ciencia y tecnología. Lima, Perú. 27p.
37. OFICINA NACIONAL DE EVALUACIÓN DE RECURSOS NATURALES (ONERN). 1975. Perú. Evaluación e integración del potencial económico y social de la zona Perené - Satipo - *Ene*. Lima, Perú
38. PAULITZ, T.C. 2001. Biological control in greenhouse systems. *Phytopath* 39: 103-133.
39. HOLDRIDGE, L. R. 1967. Life zone ecology. *life zone ecology* 200 p.
40. RESH, H. 2001. Cultivos hidropónicos, nuevas técnicas de producción. 5^{ta} ed. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. España. 558 p
41. RESH, P. 1997. Cultivos Hidropónicos. Nuevas técnicas de producción. Cuarta edición. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. Barcelona. México 100 p.
42. RODRIGUEZ-DELFIN, A.; HOYOS, M. y CHANG, M. 2001. Soluciones Nutritivas en Hidroponía: Formulación y preparación CIHNM.UNALM. Lima. Perú.100p.
43. TRAMIL, 2017, programa de investigación aplicada a la medicina popular del caribe), <http://www.tramil.net/es/plant/eryngium-foetidum>
44. VALENCIA, G. 2005. Fisiología, nutrición y fertilización del cafeto. Consultor privado. Colombia. 10 p.

45. VARGAS A. 2003. Manual de Buenas Prácticas Agrícolas en Culantro Coyote. Servicio Fitosanitario de Estado MAG. Costa Rica, 35 p.
46. WIKIIMEDIA ARGENTINA (2015) Eryngium foetidum https://es.wikipedia.org/wiki/Eryngium_foetidum.
47. SENHAMI. 2015. Tiempo y pronóstico del clima. [En línea]: Canacacao. (<https://www.senamhi.gob.pe/?p=pronostico-detalle&dp=10&localidad=> documento del 2 de octubre del 2019).

IX. ANEXO

Anexo A. Datos registrados

Cuadro 22. Datos meteorológicos registrados diariamente en el mes de mayo durante el experimento.

	Temperaturas (°C)			Humedad Relativa (%)	Precipitación (mm)			Horas de sol
	Máxima	Mínima	Media		07:00 a.m.	07:00 p.m.	Total	
1	30.0	19.0	24.5	80				5.2
2	30.5	20.7	25.6	79				7.0
3	31.7	18.0	24.8	74	6.6		6.6	8.0
4	32.0	18.2	25.1	74				8.3
5	31.2	20.0	25.6	78				6.7
6	31.2	20.4	25.8	77				6.8
7	31.5	21.3	26.4	78				5.7
8	31.0	20.4	25.7	84	31.0	0.8	31.8	5.8
9	30.2	20.6	25.4	86	4.6	0.3	4.9	3.9
10	31.5	19.0	25.2	76				9.2
11	31.7	19.6	25.6	77		1.1	1.1	6.5
12	28.0	19.8	23.9	83			0.3	9.9
13	31.2	21.2	26.2	83	5.7		5.7	7.4
14	32.7	20.8	26.7	86	3.6		3.6	3.1
15	32.3	20.4	26.3	83	0.4		0.4	6.7
16	31.0	21.8	26.5	83	11.8		11.8	5.2
17	32.2	21.3	26.7	81				7.0
18	30.4	21.2	26.7	84	62.0	4.2	66.2	5.4
19	31.0	21.6	26.3	81	0.5		0.5	6.5
20	31.3	21.8	26.5	81	0.3		0.3	6.7
21	30.9	21.3	26.1	82				3.9
22	30.8	21.4	26.1	81	0.4		0.4	5.8
23	28.0	21.6	24.8	95	1.9	38.0	39.9	
24	30.9	20.4	26.6	82	0.4		0.4	7.0
25	31.2	21.8	26.5	80				6.8

26	31.3	22.0	26.6	81	2.1	2.1	5.4
27	29.2	21.2	16.2	87	22.5	22.5	3.7
28	29.5	20.5	26.0	82	0.2	0.2	5.4
29	29.5	19.8	24.6	85			5.3
Temperaturas (°C)				Humedad Relativa	Precipitación (mm)		Horas de sol

30	28.9	20.6	24.7		6.9	1.8	8.7	2.0
31	29.7	19.9	24.8					2.4
\bar{x}	30.7	20.6	25.6		160.9	46.5	207.4	169.7

Fuente: Estación Meteorológica José Abelardo Quiñones de Tingo Maria.2016

Cuadro 23. Datos meteorológicos registrados diariamente en el mes de junio durante el experimento.

	Máxima	Mínima	Media		07:00 a.m.	07:00 p.m.	Total	
1	29.7	21.1	25.4	86	7.8	0.3	8.1	4.6
2	29.2	20.6	24.9	83				3.7
3	30.6	20.8	25.7	79	0.9		0.9	8.9
4	31.6	20.5	26.0	79				5.7
5	31.5	21.0	26.2	79				7.5
6	30.6	20.6	25.6	83	4.5		4.5	5.9
7	29.0	21.1	25.0	85	2.9	0.9	3.8	3.5
8	30.6	21.4	26.0	83	10.8		10.8	6.4
9	30.0	19.3	24.6	84	72.1		72.1	6.4
10	30.0	20.4	25.2	83	0.2		0.2	4.9
11	30.7	20.4	25.5	82				7.8
12	29.4	20.3	24.8	81	2.6		2.6	7.4
13	29.5	19.7	24.6	83				6.7
14	29.0	19.7	24.3	83				6.8
15	30.2	18.0	24.1	80				
16	30.7	18.2	24.4	84				
17	31.0	18.0	24.5	81				
18	30.8	19.3	25.0	82				
19	28.3	19.0	23.6	82				
20	28.3	19.2	23.7	85				6.1
21	30.0	19.3	24.6	82	11.2		11.2	7.7
22	29.9	19.6	24.7	82				8.3
23	30.0	19.9	24.9	83	1.4		1.4	7.6
24	30.7	19.7	25.2	82				7.6
25	29.5	18.6	24.0	81				6.4
26	26.9	19.0	22.9	87				1.9
27	26.1	19.9	23.0	82	7.0	2.0	9.0	1.5
28	27.5	20.2	23.8	89	55.9		55.9	0.7
29	29.7	19.3	24.5	83				7.7
30	30.8	18.0	24.4	81				8.6
\bar{X}	29.7	19.7	24.7		Σ 169.5	3.2	172.7	185.2

Fuente: Estación Meteorológica José Ab

s de Tingo Maria.2016

Cuadro 24. Datos meteorológicos registrados diariamente en el mes de julio durante el experimento.

	Temperaturas (°C)			Humedad Relativa (%)	Precipitación (mm)			Horas de sol
	Maxima	Minima	Media		07:00 a.m.	07:00 p.m.	Total	
1	30.4	18.2	24.3	82				7.6

2	30.5	17.6	24.0	81					8.7
3	30.3	18.5	24.4	82					8.3
4	30.7	17.7	24.2	80					8.4
5	30.8	19.1	24.9	83					7.7
6	30.8	19.5	25.1	83					3.7
7	29.7	20.0	22.3	93	2.5	5.9	8.4	1.0	
8	29.9	19.8	24.8	83	0.3		0.3	4.2	
9	31.0	20.6	25.8	82	0.8		0.8	7.1	
10	31.0	18.9	24.9	82				3.6	
11	31.3	18.4	24.8	80				7.5	
12	31.7	18.5	25.1	81				7.8	
13	31.4	18.0	24.7	82				5.5	
14	31.2	20.6	25.9	83	26.9		26.9	3.2	
15	30.7	21.0	25.8	85	1.3		1.3	6.6	
16	31.3	19.7	25.5	82				6.7	
17	31.2	19.5	26.7	83	4.7		4.7	8.7	
18	30.5	21.0	25.7	83				6.6	
19	30.8	20.5	25.6	82	15.1		15.1	7.7	
20	31.5	18.4	24.9	83				8.4	
21	31.4	16.8	24.1	79				8.5	
22	31.3	17.6	24.4	80				8.7	
23	31.0	18.5	24.7	85				8.4	
24	31.0	17.7	24.5	81				9.0	
25	31.0	19.0	25.0	82				7.6	
26	30.7	18.2	24.4	83				8.1	
27	31.5	18.5	25.0	81				5.5	
28	32.5	19.2	25.8	85				8.3	
29	28.0	20.0	24.0	80				3.8	
30	31.5	19.9	25.7	78				7.2	
31	31.8	19.2	25.5	80				8.0	
\bar{X}	30.8	19.0	24.9	82	Σ	51.6	5.9	57.5	212.1

Fuente: Estación Meteorológica José Abelardo Quiñones de Tingo María.2016

Cuadro 25. Promedios del tratamiento T₁ (arena de río lavado puro al 100 %).

Fechas de evaluaciones	Atura de la planta (cm)			Diámetro del tallo (mm)			Número de hojas por planta			Largo y ancho de las hojas						Número de ramas			
										Largo (cm)			Ancho (cm)						
	T₁																		
	R₁	R₂	R₃	R₁	R₂	R₃	R₁	R₂	R₃	R₁	R₂	R₃	R₁	R₂	R₃	R₁	R₂	R₃	
12 de mayo trasplante	3.1	3.3	3.6	0.0	0.0	0.0	2.0	2.0	2.0	2.6	2.4	2.5	1.2	1.3	1.3	0.0	0.0	0.0	
(19 de mayo 2016)	4.1	4.3	4.6	0.0	0.0	0.0	3.0	3.0	3.0	3.6	3.8	3.5	1.4	1.5	1.5	0.0	0.0	0.0	
(26 de mayo 2016)	6.3	6.6	7.3	0.0	0.0	0.0	4.0	4.0	4.0	5.0	5.1	5.7	2.1	2.2	2.7	0.0	0.0	0.0	
(02 de junio 2016)	7.4	7.9	8.8	0.0	0.0	0.0	5.0	5.0	5.0	5.6	6.0	7.8	2.5	2.4	3.2	0.0	0.0	0.0	
(09 de junio 2016)	8.0	9.7	11.9	0.0	0.0	0.0	5.0	5.0	5.0	7.6	8.5	11.0	3.0	3.0	3.7	0.0	0.0	0.0	
(16 de junio 2016)	11.5	10.7	15.2	0.0	0.0	0.0	6.0	6.0	6.0	10.2	9.6	14.0	3.8	3.4	4.5	0.0	0.0	0.0	
(23 de junio 2016)	13.3	12.6	17.7	3.5	3.5	3.8	7.0	6.8	10.8	12.4	11.2	16.1	4.2	3.9	4.8	0.0	0.0	0.0	
(30 de julio 2016)	14.4	14.5	18.4	4.8	5.1	6.3	7.7	8.2	16.8	13.3	12.8	17.0	4.7	4.2	5.1	2.0	2.0	2.2	
(07 de julio 2016)	14.6	14.8	18.5	5.8	5.7	6.6	10.7	11.0	20.3	14.2	13.6	17.6	4.8	4.4	5.2	2.4	2.7	6.0	
(14 de julio 2016)	15.3	14.9	19.2	5.9	5.9	7.1	12.2	14.2	26.8	14.5	14.0	18.1	5.0	4.6	5.5	4.0	4.0	7.7	

Cuadro 26. Promedios del tratamiento T₂ (Cascarilla de arroz puro al 100 %).

Fechas de evaluaciones	Atura de la planta (cm)			Diámetro del tallo (mm)			Número de hojas por planta			Largo y ancho de las hojas						Número de ramas		
										Largo (cm)			Ancho (cm)					
T₂																		
	R₁	R₂	R₃	R₁	R₂	R₃	R₁	R₂	R₃	R₁	R₂	R₃	R₁	R₂	R₃	R₁	R₂	R₃
12 de mayo trasplante	3.4	3.4	3.3	0.0	0.0	0.0	2.0	2.0	2.0	2.5	2.5	2.4	1.3	1.3	1.2	0.0	0.0	0.0
(19 de mayo 2016)	4.5	4.2	4.4	0.0	0.0	0.0	3.0	3.0	3.0	3.8	3.8	3.6	1.5	1.4	1.4	0.0	0.0	0.0
(26 de mayo 2016)	7.2	6.1	6.2	0.0	0.0	0.0	3.8	3.7	3.8	5.8	4.7	5.0	2.4	2.1	2.0	0.0	0.0	0.0
(02 de junio 2016)	8.3	8.1	8.1	0.0	0.0	0.0	4.0	4.0	4.0	7.1	6.9	6.6	2.8	2.7	2.8	0.0	0.0	0.0
(09 de junio 2016)	9.9	10.0	10.2	0.0	0.0	0.0	5.0	5.0	5.0	9.2	9.2	9.5	3.4	3.0	3.3	0.0	0.0	0.0
(16 de junio 2016)	12.8	13.3	12.8	0.0	0.0	0.0	5.0	5.0	5.2	11.2	12.3	12.0	3.6	3.7	3.8	0.0	0.0	0.0
(23 de junio 2016)	14.4	15.4	14.9	3.4	4.1	4.0	8.2	9.7	7.8	12.5	13.9	13.9	3.8	4.1	4.0	0.0	0.0	2.0
(30 de julio 2016)	14.8	15.7	15.5	5.2	5.1	5.0	10.2	12.7	9.2	13.8	14.8	14.2	3.9	4.1	4.3	2.3	2.0	2.2
(07 de julio 2016)	15.2	15.8	15.8	5.5	5.5	5.6	13.2	15.0	14.7	14.2	15.3	15.0	4.0	4.3	4.3	6.3	4.7	6.7
(14 de julio 2016)	15.7	16.4	16.0	5.5	5.8	6.0	14.7	17.0	16.8	14.9	15.9	15.4	4.2	4.3	4.6	8.0	8.0	7.0

Cuadro 27. Promedios del tratamiento T₃ (Fibra de coco puro al 100 %).

Fechas de evaluaciones	Atura de la planta (cm)			Diámetro del tallo (mm)			Número de hojas por planta			Largo y ancho de las hojas						Número de ramas			
										Largo (cm)			Ancho (cm)						
T₃																			
	R ₁	R ₂	R ₃	R ₁	R ₂	R ₃	R ₁	R ₂	R ₃	R ₁	R ₂	R ₃	R ₁	R ₂	R ₃	R ₁	R ₂	R ₃	
12 de mayo trasplante	3.4	3.4	3.5	0.0	0.0	0.0	2.0	2.0	2.0	2.5	2.3	2.6	1.3	1.3	1.3	0.0	0.0	0.0	
(19 de mayo 2016)	4.5	4.1	4.7	0.0	0.0	0.0	3.0	3.0	3.0	3.5	3.4	3.8	1.4	1.5	1.5	0.0	0.0	0.0	
(26 de mayo 2016)	5.9	5.8	6.9	0.0	0.0	0.0	3.0	4.0	3.0	4.7	4.1	5.1	2.0	1.8	2.2	0.0	0.0	0.0	
(02 de junio 2016)	8.7	7.8	8.5	0.0	0.0	0.0	4.0	4.0	4.0	6.5	6.0	7.0	2.4	2.4	2.8	0.0	0.0	0.0	
(09 de junio 2016)	11.0	10.7	10.8	0.0	0.0	0.0	5.0	5.0	5.0	9.7	9.2	9.4	3.2	3.1	3.2	0.0	0.0	0.0	
(16 de junio 2016)	14.5	13.8	13.7	0.0	0.0	0.0	5.2	5.2	5.0	13.0	12.0	12.6	3.8	3.6	3.6	0.0	0.0	0.0	
(23 de junio 2016)	17.7	17.4	17.5	4.1	4.4	4.7	8.8	7.7	9.5	15.4	15.1	15.2	4.4	4.3	4.3	0.0	2.0	2.0	
(30 de julio 2016)	18.6	17.8	18.6	5.4	5.7	5.8	11.3	9.0	11.7	16.3	16.5	16.5	4.7	4.6	4.5	2.0	2.0	3.0	
(07 de julio 2016)	18.8	19.6	19.0	5.9	6.3	5.8	18.5	15.0	17.3	17.6	17.5	17.1	4.8	4.9	4.7	5.3	4.7	5.7	
(14 de julio 2016)	19.5	19.8	19.1	6.7	7.1	6.5	23.7	19.5	24.2	18.2	18.6	17.8	5.0	5.1	4.8	6.5	5.7	6.5	

Cuadro 28. Promedios del tratamiento T₄ (arena de río + cascarilla de arroz al 50 % c/u).

Fechas de evaluaciones	Atura de la planta (cm)			Diámetro del tallo (mm)			Número de hojas por planta			Largo y ancho de las hojas						Número de ramas			
										Largo (cm)			Ancho (cm)						
T₄																			
	R₁	R₂	R₃	R₁	R₂	R₃	R₁	R₂	R₃	R₁	R₂	R₃	R₁	R₂	R₃	R₁	R₂	R₃	
12 de mayo trasplante	3.3	3.3	3.5	0.0	0.0	0.0	2.0	2.0	2.0	2.3	2.4	2.4	1.1	1.2	1.3	0.0	0.0	0.0	
(19 de mayo 2016)	4.0	4.5	4.4	0.0	0.0	0.0	3.0	3.0	3.0	3.2	3.3	3.5	1.3	1.4	1.4	0.0	0.0	0.0	
(26 de mayo 2016)	4.6	6.3	5.7	0.0	0.0	0.0	3.0	4.0	3.0	4.1	5.5	5.1	1.9	2.5	1.9	0.0	0.0	0.0	
(02 de junio 2016)	7.1	9.3	8.0	0.0	0.0	0.0	4.0	5.0	5.0	6.2	8.0	6.7	2.8	3.0	2.8	0.0	0.0	0.0	
(09 de junio 2016)	10.8	13.4	11.3	0.0	0.0	0.0	5.0	6.0	6.0	9.9	11.9	10.0	3.3	3.7	3.5	0.0	0.0	0.0	
(16 de junio 2016)	13.5	17.2	14.6	0.0	0.0	0.0	5.5	5.3	6.0	13.3	15.4	13.2	4.0	4.3	4.1	0.0	0.0	0.0	
(23 de junio 2016)	17.5	19.3	18.1	4.6	4.6	4.7	11.5	16.3	12.3	15.8	17.4	15.3	4.7	4.9	4.6	0.0	3.0	0.0	
(30 de julio 2016)	18.5	19.6	18.6	5.9	5.8	5.6	12.7	20.0	15.3	16.6	17.9	16.2	4.9	5.1	4.8	2.0	3.7	2.6	
(07 de julio 2016)	18.6	19.9	18.9	6.2	6.5	6.1	19.3	24.0	24.3	16.9	18.2	16.8	5.0	5.2	4.8	6.7	8.0	6.3	
(14 de julio 2016)	18.8	19.9	18.9	6.7	6.7	6.4	28.8	32.7	28.7	17.6	18.6	17.4	5.2	5.3	5.1	7.8	10.5	10.3	

Cuadro 29. Promedios del tratamiento T₅ (arena de río + fibra de coco al 50 % c/u).

Fechas de evaluaciones	Atura de la planta (cm)			Diámetro del tallo (mm)			Número de hojas por planta			Largo y ancho de las hojas						Número de ramas			
										Largo (cm)			Ancho (cm)						
T₅																			
	R ₁	R ₂	R ₃	R ₁	R ₂	R ₃	R ₁	R ₂	R ₃	R ₁	R ₂	R ₃	R ₁	R ₂	R ₃	R ₁	R ₂	R ₃	
12 de mayo trasplante	3.2	3.7	3.4	0.0	0.0	0.0	2.0	2.0	2.0	2.4	2.4	2.5	1.2	1.2	1.2	0.0	0.0	0.0	
(19 de mayo 2016)	3.6	4.1	3.9	0.0	0.0	0.0	3.0	3.0	3.0	2.6	2.9	3.0	1.7	1.4	1.4	0.0	0.0	0.0	
(26 de mayo 2016)	4.3	6.0	5.6	0.0	0.0	0.0	3.0	3.0	3.0	3.3	4.5	4.4	1.2	2.1	1.7	0.0	0.0	0.0	
(02 de junio 2016)	6.2	8.1	7.4	0.0	0.0	0.0	4.0	4.0	4.0	5.2	6.4	6.0	2.5	2.4	2.6	0.0	0.0	0.0	
(09 de junio 2016)	9.4	11.5	10.8	0.0	0.0	0.0	5.0	5.0	5.0	8.1	9.7	9.4	3.0	3.3	3.1	0.0	0.0	0.0	
(16 de junio 2016)	12.1	14.6	14.1	0.0	0.0	0.0	5.0	5.5	5.3	10.9	13.2	12.6	3.5	4.0	3.8	0.0	0.0	0.0	
(23 de junio 2016)	15.4	19.5	16.9	3.8	5.0	3.7	8.3	9.3	9.7	13.9	15.6	15.7	4.3	4.7	4.5	0.0	0.0	0.0	
(30 de julio 2016)	16.8	19.5	17.9	5.1	5.5	4.7	9.8	12.2	10.5	15.3	17.9	16.4	4.6	5.2	5.0	2.0	2.0	2.0	
(07 de julio 2016)	17.3	20.2	18.5	5.8	6.1	5.7	16.7	17.0	15.8	16.0	18.6	17.1	4.7	5.3	5.0	4.7	4.3	3.3	
(14 de julio 2016)	17.9	20.3	19.4	6.6	6.6	6.3	25.2	26.8	26.3	16.6	18.9	18.2	4.9	5.3	5.2	6.0	6.7	4.0	

Cuadro 30. Promedios del tratamiento T₆ (Cascarilla de arroz + fibra de coco al 50 % c/u)

Fechas de evaluaciones	Atura de la planta (cm)			Diámetro del tallo (mm)			Número de hojas por planta			Largo y ancho de las hojas						Número de ramas			
										Largo (cm)			Ancho (cm)						
	T₆																		
	R ₁	R ₂	R ₃	R ₁	R ₂	R ₃	R ₁	R ₂	R ₃	R ₁	R ₂	R ₃	R ₁	R ₂	R ₃	R ₁	R ₂	R ₃	
12 de mayo trasplante	3.4	3.2	3.5	0.0	0.0	0.0	2.0	2.0	2.0	2.4	2.6	2.3	1.3	1.2	1.1	0.0	0.0	0.0	
(19 de mayo 2016)	4.0	3.8	4.3	0.0	0.0	0.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.1	1.5	1.3	1.3	0.0	0.0	0.0	
(26 de mayo 2016)	4.5	4.2	5.1	0.0	0.0	0.0	3.0	3.0	3.0	3.6	3.3	4.3	1.7	1.6	1.9	0.0	0.0	0.0	
(02 de junio 2016)	7.0	5.7	7.4	0.0	0.0	0.0	4.0	4.0	4.0	4.7	4.7	5.9	2.2	2.1	2.6	0.0	0.0	0.0	
(09 de junio 2016)	7.5	8.6	9.8	0.0	0.0	0.0	5.0	5.0	5.0	6.6	7.2	8.9	2.5	2.7	3.2	0.0	0.0	0.0	
(16 de junio 2016)	10.5	12.4	13.2	0.0	0.0	0.0	5.0	5.0	5.0	8.8	11.1	11.5	3.1	3.5	4.0	0.0	0.0	0.0	
(23 de junio 2016)	12.1	14.7	15.5	5.5	4.1	4.5	9.3	10.7	11.2	11.4	13.5	14.6	3.7	4.2	4.6	0.0	0.0	0.0	
(30 de julio 2016)	15.2	16.2	16.8	5.1	5.2	5.8	10.2	13.5	13.7	13.6	14.8	14.8	4.6	4.5	4.6	2.0	2.0	2.0	
(07 de julio 2016)	16.9	17.0	16.9	5.2	5.4	6.0	16.0	19.5	19.8	15.8	16.0	15.8	4.6	4.6	4.6	7.0	4.7	7.3	
(14 de julio 2016)	17.3	17.5	17.0	6.0	5.6	6.5	20.8	22.8	23.2	16.1	16.6	16.8	4.7	4.8	4.9	8.0	6.3	8.3	

Cuadro 31. Promedios del tratamiento T₇ (arena de río + fibra de coco + cascarilla de arroz al 33.3 % c/u).

Fechas de evaluaciones	Atura de la planta (cm)			Diámetro del tallo (mm)			Número de hojas por planta			Largo y ancho de las hojas						Número de ramas		
										Largo (cm)			Ancho (cm)					
T₇																		
	R₁	R₂	R₃	R₁	R₂	R₃	R₁	R₂	R₃	R₁	R₂	R₃	R₁	R₂	R₃	R₁	R₂	R₃
12 de mayo trasplante	3.3	3.2	2.8	0.0	0.0	0.0	2.0	2.0	2.0	2.5	2.4	2.6	1.1	1.3	1.1	0.0	0.0	0.0
(19 de mayo 2016)	4.5	4.1	3.9	0.0	0.0	0.0	3.0	3.0	3.0	2.9	2.9	3.3	1.3	1.4	1.3	0.0	0.0	0.0
(26 de mayo 2016)	5.3	4.9	4.5	0.0	0.0	0.0	3.0	4.0	3.0	4.1	4.0	3.8	2.0	1.9	1.8	0.0	0.0	0.0
(02 de junio 2016)	7.3	8.0	7.0	0.0	0.0	0.0	4.0	5.0	4.0	6.2	6.7	6.0	2.7	2.8	2.6	0.0	0.0	0.0
(09 de junio 2016)	11.0	10.7	10.8	0.0	0.0	0.0	5.0	6.0	5.0	9.5	9.3	9.4	3.3	3.4	3.3	0.0	0.0	0.0
(16 de junio 2016)	14.2	14.1	14.4	0.0	0.0	0.0	5.7	6.5	5.7	12.9	13.1	13.3	3.9	4.1	4.0	0.0	0.0	0.0
(23 de junio 2016)	17.1	17.3	17.6	4.2	3.6	4.2	10.2	9.8	10.5	16.0	16.3	16.0	4.4	4.8	4.8	0.0	0.0	0.0
(30 de julio 2016)	18.4	19.3	18.6	5.5	5.6	5.1	13.8	11.3	13.7	16.4	17.1	17.1	4.6	5.0	4.8	2.2	2.5	2.0
(07 de julio 2016)	18.4	19.5	19.4	6.0	6.2	5.8	18.5	15.8	19.3	17.3	17.8	18.2	4.7	5.1	4.9	6.7	4.7	6.2
(14 de julio 2016)	18.8	19.5	20.1	6.3	6.4	6.0	28.7	26.8	29.5	18.2	18.2	19.3	4.7	5.3	5.1	7.3	6.3	9.3

Cuadro 32. Promedios de volumen (mm), peso de raíz fresco (gr), peso de raíz seco (gr), raíz seca (%), peso de hoja fresca (gr), peso de hoja seca (gr), materia seca (%) y productividad (kg/ha).

Tr.	R	Volumen de raíces (ml)	Peso de raíz fresco (gr)	Peso de raíz seco (gr)	Raíz seca (%)	Peso de hoja fresca (gr)	Peso de hoja seca (gr)	Materia seca (%)	Productividad (kg/ha)
T₁	R ₁	8.75	32.86	1.1	3.3	41.7	5.4	13.0	5212.5
	R ₂	9.8	16.06	1.1	6.8	30.3	5.3	17.5	3787.5
	R ₃	10.8	24.85	1.4	5.6	103.3	12.4	12.0	12912.5
T₂	R ₁	7.7	9.03	1.6	17.3	51.01	7.2	14.14	6376.25
	R ₂	7.5	9.33	1.6	17.1	68.42	9.8	14.3	8552.5
	R ₃	8.7	18.8	1.7	8.9	56.77	8.6	15.1	7096.25
T₃	R ₁	11.7	22.85	2.2	9.7	77.32	10.2	13.25	9665
	R ₂	11.7	19.43	2.6	13.4	103.32	22.7	22.0	12915
	R ₃	12.5	31.27	3.7	11.8	103.2	12.3	12.4	12900
T₄	R ₁	25.8	37.85	1.7	4.5	110.5	13.3	12.05	13812.5
	R ₂	26.7	65.82	1.9	3.0	156.8	18.8	11.99	19600
	R ₃	25.8	42.53	1.6	3.7	141.38	17.6	12.45	17672.5
T₅	R ₁	16.6	20.8	2.2	10.5	70.1	9.11	13.0	8762.5
	R ₂	17.5	46.07	1.8	3.8	97.53	11.6	11.9	12191.25
	R ₃	17.5	21.67	2.7	12.5	76.55	8.8	11.5	9568.75
T₆	R ₁	14	21.92	2.5	11.6	76.04	9.12	12.0	9505
	R ₂	13.4	37.18	4.1	10.9	85.5	10.8	12.65	10687.5
	R ₃	14.2	24.42	4.9	20.3	93.57	11.7	12.5	11696.25
T₇	R ₁	16.7	28.38	2.5	8.6	88.48	10.4	11.75	11060
	R ₂	16.6	26.88	2.8	10.5	84.77	9.6	11.3	10596.25
	R ₃	17.5	35.97	2.8	7.7	104.99	12.2	11.65	13123.75

Dónde: Tr = tratamientos y R = repeticiones.

Cuadro 33. Volumen de agua retenido por cada sustrato y mezclas en (%).

Clave	Sustrato	Volumen de agua retenido en (%)
T ₁	Arena	22.42
T ₂	Cascarilla de arroz	34.98
T ₃	Fibra de coco	71.42
T ₄	Arena + cascarilla de arroz	48.9
T ₅	Arena+ fibra de coco	59.46
T ₆	Cascarilla de arroz + fibra de coco	55.59
T ₇	Arena + cascarilla de arroz + fibra de coco	41.52

Cuadro 34. ANVA, promedio altura de planta del sachaculantro.

FV	GL	SC	CM	Fc	Sig.
Tratamiento	6	41.29	6.88	5.86	0.0031
Error experimental	14	16.43	1.173		
Total	20	57.73			
CV. (%)			5.97		

Cuadro 35. Cuadro comparativo (DUNCAN 0.05), altura de planta.

Clave	Descripción	Altura de planta	Subconjunto
T ₃	Fibra de coco	19.47	a
T ₇	Arena + cascarilla de arroz + fibra de coco	19.46	a
T ₄	Arena + cascarilla de arroz	19.20	a b
T ₅	Arena+ fibra de coco	19.20	a b
T ₆	Cascarilla de arroz + fibra de coco	17.27	b c
T ₁	Arena	16.46	c
T ₂	Cascarilla de arroz	16.03	c

Cuadro 36. ANVA, promedio diámetro de tallo del sachaculantro.

FV	GL	SC	CM	Fc	Sig.
Tratamiento	6	2.12	0.35	2.62	0.0645
Error experimental	14	1.89	0.135		
Total	20	4.01			
CV. (%)			5.81		

Cuadro 37. Cuadro comparativo (DUNCAN 0.05), diámetro del tallo.

Clave	descripción	Diámetro del tallo	Subconjunto
T ₃	Fibra de coco	6.77	a
T ₄	Arena + cascarilla de arroz	6.60	a b
T ₅	Arena+ fibra de coco	6.50	a b
T ₁	Arena	6.30	a b c
T ₇	Arena + cascarilla de arroz + fibra de coco	6.23	a b c
T ₆	Cascarilla de arroz + fibra de coco	6.03	b c
T ₂	Cascarilla de arroz	5.77	c

Cuadro 38. ANVA, promedio de número de hojas por planta.

FV	GL	SC	CM	Fc	Sig.
Tratamiento	6	487.79	81.29	7.08	0.0013
Error experimental	14	160.78	11.484		
Total	20	648.57			
CV. (%)			14.54		

Cuadro 39. Cuadro comparativo (DUNCAN 0.05), numero de hojas por planta.

Clave	descripción	Numero de hojas	Subconjunto
T ₄	Arena + cascarilla de arroz	30.07	a
T ₇	Arena + cascarilla de arroz + fibra de coco	28.33	a b
T ₅	Arena+ fibra de coco	26.10	a b
T ₃	Fibra de coco	22.47	b c
T ₆	Cascarilla de arroz + fibra de coco	22.27	b c
T ₁	Arena	17.73	c
T ₂	Cascarilla de arroz	16.17	c

Cuadro 40. ANVA, promedio largo de hoja del sachaculantro.

FV	GL	SC	CM	Fc	Sig.
Tratamiento	6	30.85	5.14	4.64	0.0084 AS
Error experimental	14	15.5	1.107		
Total	20	46.35			
CV. (%)			6.14		

Cuadro 41. Cuadro comparativo (DUNCAN 0. 05), largo de hoja.

Clave	descripción	Largo de hoja	Subconjunto
T ₇	Arena + cascarilla de arroz + fibra de coco	18.57	a
T ₃	Fibra de coco	18.20	a b
T ₅	Arena+ fibra de coco	17.90	a b
T ₄	Arena + cascarilla de arroz	17.87	a b
T ₆	Cascarilla de arroz + fibra de coco	16.50	b c
T ₁	Arena	15.53	c
T ₂	Cascarilla de arroz	15.40	c

Cuadro 42. ANVA, promedio de ancho de hoja de sachaculantro.

FV	GL	SC	CM	Fc	Sig.
Tratamiento	6	1.41	0.24	3.86	0.0174
Error experimental	14	0.85	0.061		
Total	20	2.27			
CV. (%)			5.004		

Cuadro 43. Cuadro comparativo (DUNCAN 0.05), ancho de hoja.

Clave	descripción	Ancho de hoja	Subconjunto
T ₄	Arena + cascarilla de arroz	5.20	a
T ₅	Arena+ fibra de coco	5.13	a
T ₇	Arena + cascarilla de arroz + fibra de coco	5.03	a
T ₁	Arena	5.03	a
T ₃	Fibra de coco	4.97	a
T ₆	Cascarilla de arroz + fibra de coco	4.80	a
T ₂	Cascarilla de arroz	4.37	b

Cuadro 44. ANVA, promedio número de ramas de sachaculantro.

FV	GL	SC	CM	Fc	Sig.
Tratamiento	6	39.86	6.64	3.62	0.0221
Error experimental	14	25.67	1.833		
Total	20	65.53			
CV. (%)			19.19		

Cuadro 45. Cuadro comparativo (DUNCAN 0.05), numero de ramas.

Clave	Descripción	Numero de ramas	Subconjunto
T ₄	Arena + cascarilla de arroz	9.53	a
T ₂	Cascarilla de arroz	7.67	a b
T ₇	Arena + cascarilla de arroz + fibra de coco	7.53	a b
T ₆	Cascarilla de arroz + fibra de coco	7.53	a b
T ₃	Fibra de coco	6.23	b
T ₅	Arena+ fibra de coco	5.57	b
T ₁	Arena	5.23	b

Cuadro 46. ANVA, promedio de volumen radicular del sachaculantro.

FV	GL	SC	CM	Fc	Sig.
Tratamiento	6	655.76	109.29	296	< 0.001
Error experimental	14	5.17	0.369		
Total	20	660.93			
CV. (%)			4.095		

Cuadro 47. Cuadro comparativo (DUNCAN 0.05), volumen radicular.

Clave	descripción	Volumen radicular	Subconjunto
T ₄	Arena + cascarilla de arroz	26.10	a
T ₅	Arena+ fibra de coco	17.20	b
T ₇	Arena + cascarilla de arroz + fibra de coco	16.93	b
T ₆	Cascarilla de arroz + fibra de coco	13.87	c
T ₃	Fibra de coco	11.97	d
T ₁	Arena	9.80	e
T ₂	Cascarilla de arroz	7.97	f

Cuadro 48. ANVA, promedio del peso de raíz fresca del sachaculantro.

FV	GL	SC	CM	Fc	Sig.
Tratamiento	6	2115.94	352.66	3.74	0.0197
Error experimental	14	1320.67	94.29		
Total	20	3436.01			
CV. (%)			34.32		

Cuadro 49. Cuadro comparativo (DUNCAN 0.05), peso raíz fresca.

Clave	descripción	Peso de raíz fresca	Subconjunto
T ₄	Arena + cascarilla de arroz	48.73	a
T ₇	Arena + cascarilla de arroz + fibra de coco	30.43	b
T ₅	Arena+ fibra de coco	29.53	b
T ₆	Cascarilla de arroz + fibra de coco	27.83	b
T ₁	Arena	24.63	b
T ₃	Fibra de coco	24.53	b
T ₂	Cascarilla de arroz	12.37	b

Cuadro 50. ANVA, promedio del peso de raíz seca del sachaculantro.

FV	GL	SC	CM	Fc	Sig.
Tratamiento	6	14.32	2.39	7	0.0013
Error experimental	14	4.77	0.34		
Total	20	19.098			
CV. (%)			25.28		

Cuadro 51. Cuadro comparativo (DUNCAN 0.05), peso de raíz seca.

Clave	descripción	Peso de la raíz seca	Subconjunto
T ₆	Cascarilla de arroz + fibra de coco	3.83	a
T ₃	Fibra de coco	2.83	a b
T ₇	Arena + cascarilla de arroz + fibra de coco	2.70	b c
T ₅	Arena+ fibra de coco	2.23	b c d
T ₄	Arena + cascarilla de arroz	1.73	b c d
T ₂	Cascarilla de arroz	1.63	c d
T ₁	Arena	1.20	d

Cuadro 52. ANVA, promedio del % de raíz seca del sachaculantro.

FV	GL	SC	CM	Fc	Sig.
Tratamiento	6	310.94	51.82	4.51	0.0095
Error experimental	14	160.75	11.48		
Total	20	471.69			
CV. (%)			35.31		

Cuadro 53. Cuadro comparativo (DUNCAN 0.05), % de raíz seca.

Clave	descripción	% de raíz seca	Subconjunto
T ₂	Cascarilla de arroz	14.43	a
T ₆	Cascarilla de arroz + fibra de coco	14.26	a
T ₃	Fibra de coco	11.63	a
T ₅	Arena+ fibra de coco	8.93	a b
T ₇	Arena + cascarilla de arroz + fibra de coco	8.93	a b
T ₁	Arena	5.23	b
T ₄	Arena + cascarilla de arroz	3.73	b

Cuadro 54. ANVA, promedio de peso de hoja fresca del sachaculantro.

FV	GL	SC	CM	Fc	Sig.
Tratamiento	6	12494.3	2082.38	5.21	0.0052
Error experimental	14	5598.79	399.91		
Total	20	18093.1			
CV. (%)			23.05		

Cuadro 55. Cuadro comparativo (DUNCAN 0.05), peso de hoja fresca.

Clave	Descripción	Peso de hoja fresca	Subconjunto
T ₄	Arena + cascarilla de arroz	136.23	a
T ₃	Fibra de coco	94.60	b
T ₇	Arena + cascarilla de arroz + fibra de coco	92.77	b
T ₆	Cascarilla de arroz + fibra de coco	85.03	b
T ₅	Arena+ fibra de coco	81.40	b
T ₂	Cascarilla de arroz	58.73	b
T ₁	Arena	58.43	b

Cuadro 56. ANVA, promedio peso de hoja seca del sachaculantro.

FV	GL	SC	CM	Fc	Sig.
Tratamiento	6	196.79	32.79	2.97	0.0437
Error experimental	14	154.62	11.04		
Total	20	351.41			
CV. (%)			29.46		

Cuadro 57. Cuadro comparativo (DUNCAN 0.05), peso de hoja seca.

Clave	descripción	Peso de hoja seca	Subconjunto
T ₄	Arena + cascarilla de arroz	16.57	a
T ₃	Fibra de coco	15.07	a b
T ₇	Arena + cascarilla de arroz + fibra de coco	10.73	a b c
T ₆	Cascarilla de arroz + fibra de coco	10.53	a b c
T ₅	Arena+ fibra de coco	9.83	b c
T ₂	Cascarilla de arroz	8.53	c
T ₁	Arena	7.70	c

Cuadro 58. ANVA, promedio del % de materia seca del sachaculantro.

FV	GL	SC	CM	Fc	Sig.
Tratamiento	6	45.65	7.608	1.41	0.28
Error experimental	14	75.69	5.407		
Total	20	121.34			
CV. (%)			17.52		

Cuadro 59. Cuadro comparativo (DUNCAN 0.05), % de materia seca.

Clave	descripción	% de materia seca	Subconjunto
T ₃	Fibra de coco	15.90	a
T ₂	Cascarilla de arroz	14.50	a
T ₁	Arena	14.17	a
T ₆	Cascarilla de arroz + fibra de coco	12.40	a
T ₄	Arena + cascarilla de arroz	12.20	a
T ₅	Arena+ fibra de coco	12.13	a
T ₇	Arena + cascarilla de arroz + fibra de coco	11.60	a

Cuadro 60. ANVA, promedio del rendimiento kg/ha. Del sachaculantro.

FV	GL	SC	CM	Fc	Sig.
Tratamiento	6	4599080.41	766513.40	5.87	0.0031 AS
Error experimental	14	1826809.89	130486.42		
Total	20	6425890.30			
CV. (%)			22.61		

Cuadro 61. Cuadro comparativo (DUNCAN 0.05), rendimiento kg/ha.

clave	descripción	Rendimiento kg/ha	Subconjunto
T ₄	Arena + cascarilla de arroz	2568.89	a
T ₃	Fibra de coco	1654.58	b
T ₇	Arena + cascarilla de arroz + fibra de coco	1710.51	b
T ₆	Cascarilla de arroz + fibra de coco	1567.73	b
T ₅	Arena+ fibra de coco	1540.37	b
T ₂	Cascarilla de arroz	987.78	b
T ₁	Arena	1153.10	b

Anexo B. Panel fotográficos

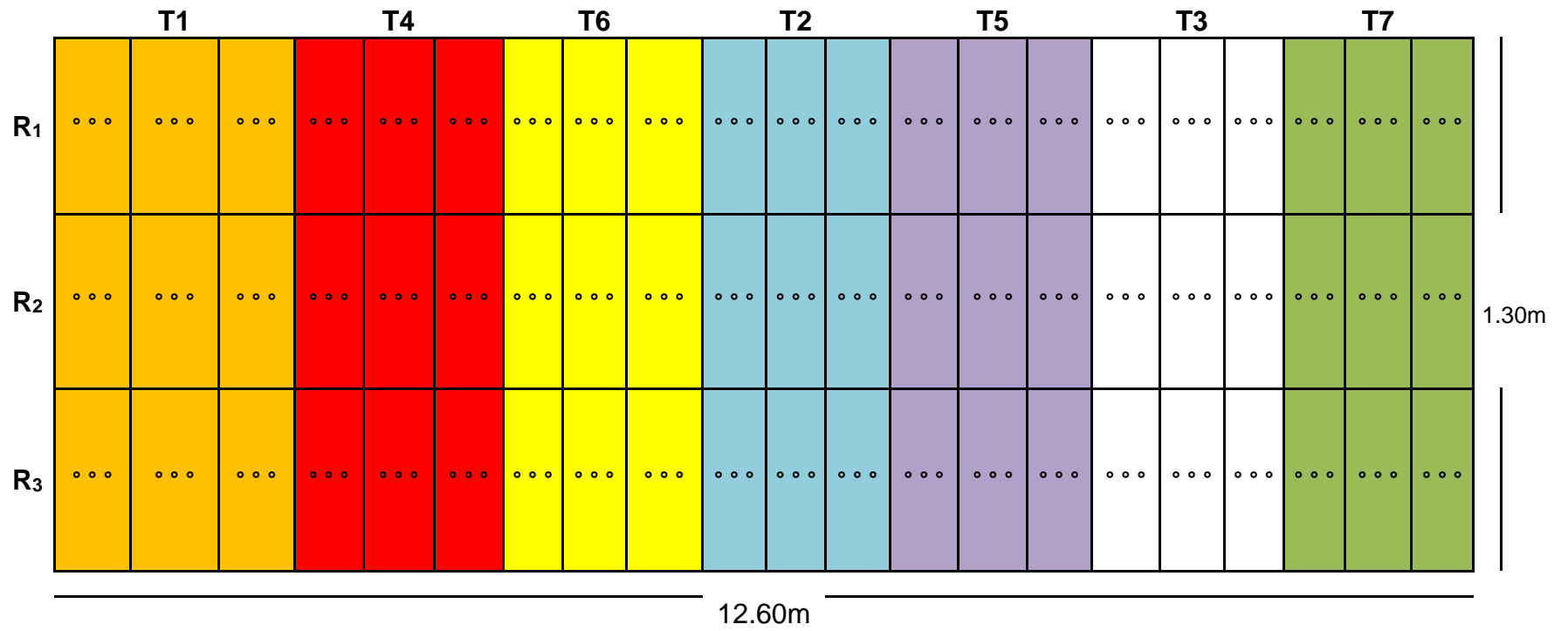


Figura 12. Croquis del área campo experimental.

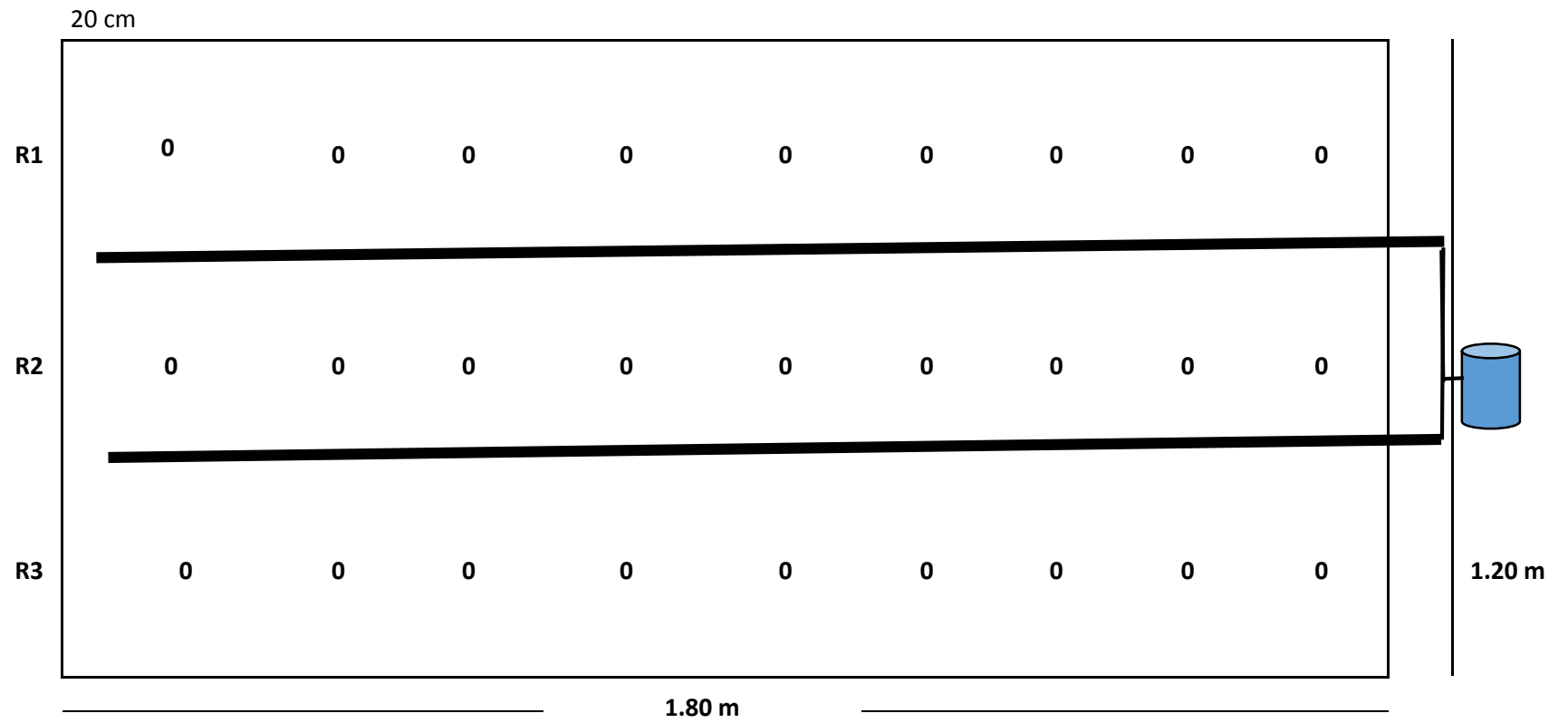


Figura 13. Croquis de la parcela experimental.