



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO DE INGENIERIA AMBIENTAL

INFLUENCIA DE SEIS SUSTRATOS INORGANICOS DIFERENTES EN EL
CRECIMIENTO DE LA ALBAHACA (*Ocimum basilicum L.*) UTILIZANDO LA
TECNICA HIDROPONICA, SJL. 2018.

TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO
AMBIENTAL

AUTOR:

Gavilán Quispe Denis

ASESOR:

Mg. Fernando Sernaqué Auccahuasi

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y Gestión de los Recursos

LIMA – PERÚ

2018

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don
(a) Donis Gavilan Quipe
cuyo título es: Influencia de seis Sustratos inorgánicos diferentes en el
Crecimiento de la albahaca (*ocimum basilicum L.*) utilizando
la técnica Hidropónica. S.J.L. 2018.

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por
el estudiante, otorgándole el calificativo de: ..13..
(Número) Trece (letras).

Lima ..11.. de ..12.. del 2018.



.....
Mg. Cesar Francisco Honores Balcazár
PRESIDENTE



.....
Mg. Marco Antonio Herrera Díaz
SECRETARIO



.....
Mg. Fernando Antonio Sernaqué Aucchuasi
VOCAL

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

Dedicatoria

Dedico con mucho cariño este trabajo a mis padres quienes me han apoyada incondicionalmente siempre desde mi inicio hasta el día de hoy, a mi hija quien es mi inspiración, mi motor, mi motivo y mi razón de ser, y a mi esposo quien es mi sostén.

Agradecimientos

Agradezco primeramente a Dios, quien es el que hace que todo sea posible y quien me da sabiduría, en segundo lugar, a mis padres por su apoyo incondicional, a mis maestros que me ayudaron en mi formación académica, a mi asesor el Mgs. Fernando Sernaqué Auccahuasi por su apoyo en el desarrollo del proyecto de investigación, a mi esposo por su gran apoyo en todo el proceso y a mi hija por existir.

PRESENTACIÓN

la documentación que acompaño es veraz y autentica. Así mismo declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces. En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad Cesar Vallejo.

Lima, 10 de diciembre del 2018

Denis gavlán Quispe
DNI: 46965700

Declaratoria de autenticidad

Yo, Denis Gavilán Quispe con DNI N° 46965700, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela profesional de Ingeniería Ambiental, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica. Así mismo declaro bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces, En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponde ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, 10 de diciembre del 2018



FIRMA

Denis Gavilán Quispe

Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo Evaluar la influencia de los seis sustratos inorgánicos diferentes en el crecimiento de la albahaca (*Ocimum basilicum* L.) utilizando la técnica hidropónica, para lo cual se utilizó seis sustratos inerte, se realizó seis tratamientos y tres repeticiones, T1: ladrillo 100%; T2: arena gruesa 100%; T3: mayólica 100%, T4: arcilla expandida 100%, T5: plástico 20%+arena gruesa 80% y T6: vidrio 20 + arena fina 80%. Teniendo como resultado un rendimiento significativo en el tratamiento T1: ladrillo 100%, tanto en altura de planta con 65cm y 70 cm, diámetro de tallo 2.6cm y 3cm y masa fresca 108 gr y masa seca 9.3 gr, seguido de la arena gruesa T2. Como sustrato no recomendable se encontró al T4 y T6. Debido que el rendimiento no fue lo esperado, esto debido a sus propiedades químicas y físicas. Por lo tanto se concluye que las propiedades físicas y químicas del ladrillo y la influyen positivamente en el crecimiento de la albahaca, mientras que las propiedades físicas de la arena fina influye negativamente y la propiedad química de la arcilla expandida y la mayólica de igual manera, debido a que tiene una alta conductividad (salinidad).

Palabras clave:

Hidroponía, Solución nutritiva, Sistema, Suelo, Cultivo, Humedad, albahaca, Sustrato, Fertilización, Porosidad.

Índice general

The objective of this research was to evaluate the influence of the six different inorganic substrates on the growth of basil (*Ocimum basilicum* L.) using the hydroponic technique, for which six inert substrates were used, six treatments and three repetitions were carried out, t1 : 100% brick; T2: 100% coarse sand; T3: 100% majolica, T4: 100% expanded clay, T5: 20% plastic + 80% coarse sand and T6: 20% glass + 80% fine sand. Resulting in a significant performance in the T1 treatment: 100% brick, both in plant height with 65cm and 70cm, diameter of stem 2.6cm and 3cm, fresh mass 108 gr and dry mass 9.3 gr, followed by coarse sand T2. As a non-recommendable substrate, T4 and T6 were found. Because the performance was not expected, this due to its chemical and physical properties. Therefore it is concluded that the physical and chemical properties of the brick and influence it positively on the growth of the basil, while the physical properties of the fine sand influences negatively and the chemical property of the expanded clay and the majolica in the same way, because it has a high conductivity (salinity).

Keywords:

Hydroponics, Nutrient Solution, System, Soil, Cultivation, Moisture, Basil, Substrate, Fertilization, Porosity.

I.	INTRODUCCION	Abstract	13
1.1	Realidad problemática		13
1.2	Trabajos previos	¡Error! Marcador no definido.	
1.3	TEORIAS RELACIONADAS AL TEMA		18
1.3.1.1	Hidroponía		18
1.3.1.2	Sistemas de Hidroponía		19
1.3.1.3	Ventajas y desventajas de los cultivos hidropónicos		20
1.3.2	Temas asociados a la variable independiente		22
1.3.2.1	Sustratos		22
1.3.2.2	Sustratos para usos en hidroponía		22
1.3.2.3	Características de un buen sustrato		23
1.3.3	Temas relacionados a tipos de cultivo		24
1.3.3.1	Albahaca		24
1.3.3.2	Descripción botánica		25
1.3.3.3	Formas de propagarse		25
1.3.3.4	Especies		26
1.3.3.5	Condiciones medio ambiental favorable para la albahaca		26
1.3.3.6	Demanda hídrica de la albahaca		27
1.3.3.7	Fenología		28
1.3.3.8	Manejo		29
1.3.3.9	Parte empleada de la albahaca		30
1.3.3.10	Usos y propiedades		31
1.3.3.11	Solución nutritiva		31
1.3.3.12	Aplicación de solución nutritiva		32
1.4	Formulación del problema		32
1.4.1	Problema general		32
1.4.1.1	Problemas específicos		33
1.5	Justificación del estudio		33
1.5.1.1	Justificación teórica		33
1.5.1.2	Justificación metodológica		33
1.5.1.3	Justificación tecnológica		34
1.5.1.4	Justificación económica		34
1.6	Hipotesis		34

Índice general

1.6.1.1	Hipótesis general	34
1.6.1.2	Hipótesis específicas	35
1.6.2	Objetivos	35
1.6.2.1	Objetivo general	35
1.6.2.2	Objetivos específicos	35
II.	METODO	36
2.1	Diseño de la investigación	37
2.2	Variables, Operacionalización	37
2.2.1	<i>Variables</i>	37
2.2.2	<i>Operacionalización de las variables</i>	38
2.2.3	<i>Matriz de Operacionalización de las variables</i>	39
2.3	POBLACIÓN Y MUESTRA	41
2.3.1	Población	41
2.3.2	Muestra	41
2.3.3	Unidad de análisis	41
2.4	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	42
2.4.1	Técnicas de recolección de datos	42
2.4.2	Instrumento de recolección de datos.....	¡Error! Marcador no definido.
2.4.3	Validez y confiabilidad de instrumento.	¡Error! Marcador no definido.
2.5	METODOLOGIA DE ANALISIS DE DATOS	43
2.5.1	Recojo de datos	49
2.5.2	Procesamiento de datos	50
2.6	Aspectos éticos	¡Error! Marcador no definido.
III.	RESULTADOS	51
3.1	Resultado del análisis de los sustratos	52
3.2	Resultado de las variables biométricas de la planta	53
3.3	Resultado de las variables de producción de la planta	54
3.4	ANALISIS ESTADISTICO	55
IV.	CONCLUSIONES	76
V.	DISCUSION	77
VI.	REFERENCIA	78
VII.	ANEXOS	86
	Tabla II-1	39
	Tabla V-1 Matriz de consistencia	87

Índice de anexos

Anexo 1: Matriz de consistencia Abstract	87
Anexo 3: Instrumento de recolección de datos.....	87
Anexo 4: Título del anexo 4	91

I. INTRODUCCION

El presente trabajo de investigación está orientado al reuso de materiales inerte en el cultivo de un sistema hidropónico. Cuya generación es continuo, este es originado generalmente en las construcciones y son desechados como desmonte a los lagos, ríos y mares sin darle una opción de reuso alguno de tal manera que contribuye a la contaminación del medio ambiente.

Por otro lado, la generación de residuos sólidos como el plástico y el vidrio son continuos en la vida cotidiana, este material es muy contaminante ya que tarda mucho tiempo en biodegradarse y por ende permanece mucho tiempo en el ambiente como residuo contaminante. Por ello el interés de reusar en el ámbito agronómico, utilizando como un sustrato hidropónico en el crecimiento de una hortaliza como es la albahaca.

La hidroponía es un sistema, el cual está compuesto por la planta, el sustrato, la solución nutritiva, contenedor, condiciones climáticas, el riego y el drenaje, donde cada uno tiene una función particular para lograr obtener un cultivo de calidad. La planta es el resultado y por ello el sustrato debe tener características óptimas para ser considerado como buen sustrato, este debe ser poroso y debe tener una buena capacidad de retención de agua para mantenerse húmedo y abastecer el agua que la planta necesita, un pH tolerable por la planta, una densidad no mayor a 0.2g/ml esto con el fin de que las raíces puedan avanzar con facilidad y anclarse en él. La solución nutritiva es una solución de macro y micro nutriente el cual es regado a la planta por medio del riego por goteo, de esta manera se garantiza la nutrición de la planta.

En la investigación se utilizó seis tipos de sustratos inorgánicos con tres repeticiones cada uno, el objetivo principal de la investigación fue evaluar la influencia físico y químico de los seis sustratos en el crecimiento de la albahaca., El instrumento de recolección de datos en el proceso de desarrollo de la planta fue la ficha de observación, el cual fue analizado mediante el análisis estadístico ANOVA. Para ver si existe o no diferencia significativa entre los tratamientos realizados. Ya que el interés es saber cuál de los sustratos es mejor y porque.

1.1 Realidad problemática

La generación de los residuos sólidos, tanto orgánicos como inorgánicos cada día va en aumento a nivel de nuestro país y todo el mundo. Uno de los problemas ambientales que más aqueja es la generación de plásticos en sus diferentes formas tales como, bolsas, botellas, etc. Esto genera como consecuencias la contaminación de ríos, lagos, y mares ya que estos pueden permanecer por largo tiempo debido a que su degradación es muy lenta. Por otro lado, está la generación de las botellas de vidrio, debido al alto consumo de las bebidas energizantes y otros alimentos, se sabe que estas botellas son reciclables, sin embargo, no todos lo practican y se va generando día a día este residuo, así mismo la generación del residuo de las mayólicas que son quebrados y son desechados, del mismo modo el ladrillo, desperdicios de arena gruesa y fina que son utilizados en la construcción, estos materiales son considerados como desmonte sin darle uso alguno, la mayoría de veces tienen como destino final el botadero informal o el relleno sanitario, generándose un exceso de acumulación de residuos.

El diario El Comercio realizando la investigación de estos materiales buscó las rutas que realizan los cientos de volquetes que recogen grava, ripio, piedra y escombros de las construcciones o demoliciones de la capital. Y aseguró que, en la mayoría de casos, estas son llevadas a las laderas de los principales ríos de Lima y al mar del Callao. (El Comercio, 2017)

Por lo tanto, el fin de esta investigación es reutilizar estos materiales inertes como sustrato para cultivar plantas aromáticas en sistemas hidropónicos. Además, mencionando que esta técnica es muy rentable económicamente y ambientalmente ya que los materiales que lo componen muchas veces pueden ser materiales reciclados y de bajo coste, favoreciendo así la economía y apoyando el re uso de los residuos para contribuir con el cuidado del medio ambiente.

1.2 Trabajos previos

Antecedentes Nacionales

VELARDE y María (2013) en su trabajo realizado se planteó como objetivo: evaluar el rendimiento del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) var. Rio Grande utilizando 5 sustratos hidropónicos, a demás comparar sus diferencias fenológicas, morfológica y la calidad extrema del fruto del cultivo. Para ello aplico el diseño estadístico de bloques completos al azar con cinco tratamientos y cuatro repeticiones. De tal manera que, t0: arena 60% + cascarilla de arroz 60%; t1: arena 50% + ladrillo 50%; t2: arena 60% + musgo 40%; t3: ladrillo 40% + cascarilla de arroz 60%; t4: perlita 100%. Obteniendo como resultado que, los tratamientos t4 y t2 dieron mayor rendimiento en cuanto a la cosecha, los días de floración y fructificación, mientras que en los tratamiento t0, t3, t2 se obtuvo mayor altura, en el t1, t2 y t4 mayor diámetro en tallo. Sin embargo el mayor diámetro y longitud del fruto se obtuvo con el t4.

SOMOCURCIO Daniela (2018) en su tesis realizado tuvo como objetivo medir los efectos de siete sustratos en el crecimiento del tomate cherry var. 6122, el cual fue realizado en condiciones semicontroladas donde cada sustrato contenía con diez plantas, esto se realizó en el periodo mayo – octubre del año 2016 con evaluaciones de cada siete días. Los tratamientos constaban de: t1: arena 100%; t2: arena 50% + musgo 50%; t3: turba 100%; T4: turba 50% + musgo 50%; t5: arena 30% + musgo 70%; t6: fibra de coco 100% y t7: musgo 100%. Como resultado se obtuvo que, el mayor rendimiento en producción y peso total fue en el t6 el cual estaba compuesto de fibra de coco 100%.

HUARCAYA, P. (2014) en su tesis realizado tuvo como objetivo evaluar el efecto de los diferentes tipos de sustrato en la producción de la semilla prebásica de papa (*Solanum tuberosum* L.) en condiciones de invernadero. Acobamba – H Huancavelica, para lo cual se utilizó tres tipos de sustratos, t1: tierra agrícola; t2: turba y t3: arena, estos sustratos fueron mezclados con un cuarto sustrato musgo respectivamente, cada tratamiento contenía cuatro plántulas el mismo que se obtuvo del laboratorio. El resultado en cuanto a la altura se obtuvo mayor rendimiento en el tratamiento t2: turba, seguido de la tierra agrícola; sin embargo

en cuanto a la fructificación se encontró un mayor rendimiento en el tratamiento que se realizó con la arena, seguidamente de la turba y por último la tierra agrícola.

AQUINO, J. (2017) en su tesis realizado tuvo como objetivo fue determinar el efecto que tiene la turba (peat moss) en la fase vegetativa de un cultivo el cual estuvo compuesto de: turba + arena + aserrín (2.1.1), en esta investigación se empleó un diseño completamente al azar teniendo 5 tratamientos y 10 repeticiones y se analizó con el diseño estadístico ANDEVA, además se aplicó la prueba de tukey a una significancia de 5 y 1 por ciento. Se valoraron las variables de emergencia, altura de la planta y longitud de la raíz en un periodo de siembra de tres meses posterior a la emergencia. Obteniendo como resultado un buen rendimiento de la turba en cuanto a la altura, diámetro, longitud de raíz, biomasa fresca y seca. Concluyendo que el sustrato turba comercial es muy rentable en producción de plántulas de papaya en vivero ya que este brinda mejores condiciones para el óptimo crecimiento y desarrollo de la planta.

ISLA, C. (2013) realizó su tesis en el que tuvo como objetivo identificar el efecto que causa tres sustratos en el crecimiento y propagación del pino chucho (*Schizolobium amazonicum huber ex Ducke*) esto se realizó en condiciones de un vivero. Para lo cual hizo uso de los siguientes sustratos: estiércol de cuy, hojaras de mantillo, suelo agrícola, aserrín, cascarilla de arroz y arena gruesa, aplicando un diseño completamente al azar. Teniendo como resultado mayor rendimiento en cuanto a presencia de hojas y altura de la planta en el suelo agrícola y el mantillo, sin embargo el suelo agrícola fue que presentó mayor mortalidad en cuanto a las seguido al estiércol de cuy, así mismo en el sustrato de estiércol de cuy se encontró un elevado valor de pH y menor en el aserrín.

Antecedentes Internacionales

DE PAZ, E. (2015) en su tesis realizado plantea un objetivo de evaluar el efecto de tres sustratos sólidos y tres dosis de solución nutritiva de Steiner en el rendimiento y calidad del cultivo de lechuga (*Lactuca sativa L.*) bajo condiciones hidropónicas, en la Escuela de Agricultura de Nororiente, Zacapa. Los sustratos

empleados fueron: arena de río, arena blanca y piedra pómez; y los programas de fertilización fueron: 3, 4 y 5 cc de solución nutritiva de Steiner por cada litro de agua por planta. El diseño experimental fue bloques al azar, con arreglo en parcelas divididas, con nueve tratamientos y tres repeticiones. Las variables a evaluar fueron: porcentaje de pegue de plántulas de lechuga, altura, diámetro, longitud y peso de las cabezas de lechuga, el rendimiento y la tasa de retorno marginal. Obteniendo como resultados en el porcentaje de pegue grandes diferencias entre los tratamientos; el tratamiento con buen rendimiento en, diámetro, longitud, peso de las cabezas de lechuga y tasa de retorno marginal fue el sustrato arena de río y dosis de 5 cc de SN/litro de agua/planta, con valores de 23,675 kg/ha, 17.71 cm/cabeza, 3.03 cm/tallo, 18.87 cm/cabeza, 173.33 g/cabeza y 802.72% respectivamente.

ÁLVAREZ Herrera, Rodríguez, S., [et al.], 2007 en un artículo publicado tuvo como objetivo evaluar efectos de diferentes tamaños de esqueje y sustratos en la propagación del romero, para lo cual empleo 3 tamaños de esquejes los cuales fueron: 3,8 y 10 cm. Y se tomaron de la planta de un año de edad. Los cuales fueron plantados en en cuatro tipos de sustratos diferentes. 1: suelo negro; 2: cascarilla de arroz quemada; 3: cascarilla de arroz quemada 50% + suelo negro 50%; 4: turba rubia canadiense. Se tuvo doce tratamientos y cuatro repeticiones cada uno. Se obtuvo como resultado el que, el sustrato de esquejes afecto la fitomasa fresca y seca de los tallos y hojas ya que no hubo una buena proliferación de la raíz y el tallo. Mientras que el tratamiento 4: turba rubia canadiense dio un resultado favorable en el peso fresco y seco de las plantas de romero, sin embargo el mayor rendimiento fue en el tratamiento 3: cascarilla de arroz quemada 50% + suelo negro 50%.

LUIS, D. Ortega, Josset Sanchez O. [et al.] 2010. En su artículo publicado tuvo como objetivo evaluar el ciclo agrícola con los sustratos estiércol de ovino, aserrín de pino, tierra agrícola, tezontle rojo en el rendimiento y crecimiento del tomate durante los años de 2008 a 2009, tomo un diseño experimental de bloques completamente al azar se evaluaron diez tratamientos con cuatro repeticiones de un volumen de 1x 1 cada experimento, el cual contenía 4 planta, aplico el análisis estadístico ANOVA, en cual se observaron diferencias

significativas entre tratamientos, donde dio como respuesta negativo el sustrato aserrín que afectó a la planta en cuanto al rendimiento de la altura y de igual manera en cuanto a frutos, sin embargo fue sobresaliente en cuanto a la floración.

ORTEGA MARTINEZ, Luis Daniel [et al.] en su artículo publicado tuvo como objetivo evaluar la eficiencia de diferentes sustratos tales como: t1: tezontle; t2: fibra de coco; t3: aserrín composta esto en un sistema hidropónico. Obtuvo como resultado, el mayor rendimiento de plantas en el sustrato tezontle con promedio de 25.2kg m²

VALLES RIGIO, G.J; Lugo González [et al.] en su artículo tuvo como objetivo evaluar el crecimiento vegetativo en función de la distancia de la siembra y el uso de sustratos. Los tratamientos se utilizaron fueron: t1: fibra de coco 100%; t2: fibra de coco 50% + pergamino de café 50%. Al cual se le otorgó dos distancias de 30 y 60 cm entre cada planta. El diseño estadístico aplicado fue completamente al azar, con un arreglo factorial de 2x2 y cinco repeticiones cada uno, obteniendo como resultado en el t1: fibra de coco 100% mayor rendimiento en masa seca de hoja, tallo, raíz y planta total con distancia de 60 cm entre cada planta, el índice de área foliar a los 62 días presentó un incremento y disminuyó a los 77 días, mientras que su crecimiento fue incrementado hasta los 47 días, luego tuvo un alto hasta los 62 días y posterior a este se incrementó hasta los 77 días.

1.3 TEORIAS RELACIONADAS AL TEMA

1.3.1.1 Hidroponía

La hidroponía es una técnica que sustituye al suelo, denominada también cultivo sin suelo, la cual permite diseñar estructuras que favoreciendo las condiciones óptimas para producir o cultivar cualquier planta de tipo herbácea, aprovechando así cualquier área en su totalidad (Malca 2001), (Bosques, 2010) mencionó que, en hidroponía el suelo es reemplazado por un sustrato inerte, esto es, un medio que no interviene en forma alguna con la planta. Su función principal es permitir el anclaje de las raíces y el soporte mecánico de la planta. Por su parte (Nancy Ross, 2016) expresó que, la hidroponía es un proceso en el que se distribuye el

agua con nutrientes que necesita la planta, con el fin de mantener la calidad del mismo para alcanzar su pleno potencial.

Principios de la Hidroponía

Según (Alpizar, 2004) El concepto de hidroponía no es nuevo, ya que se tiene conocimiento de que los aztecas cultivaron en jardines flotantes. A principios del siglo pasado algunos científicos demostraron que la hidroponía es una buena técnica de cultivo ya que brindándole a la planta los elementos necesarios para su crecimiento este da buenos resultados sin la necesidad del uso de la tierra. Después de la segunda guerra mundial la armada de los EE.UU. Construyo 100 acres enormes invernaderos en Japón para proveer a sus tropas con vegetales frescos. Las fincas hidropónicas operaron hasta mediados de los años 60. Actualmente, en países desarrollados existe una gran cantidad de invernaderos dedicados a la producción de cultivos hidropónicos.

1.3.1.2 Sistemas de Hidroponía

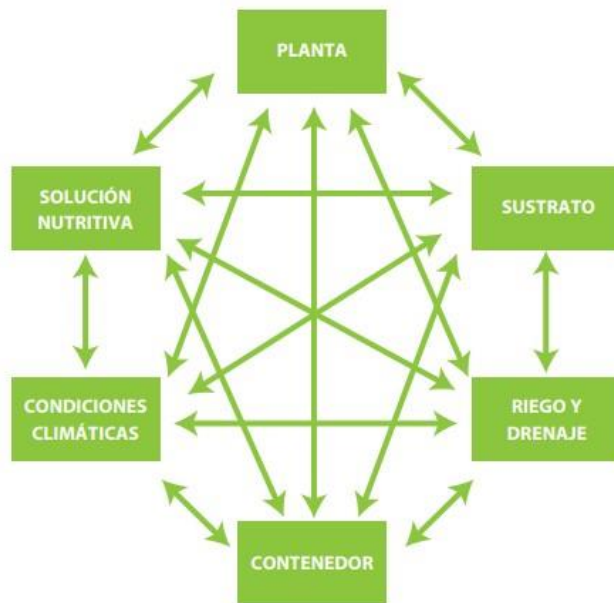
Un sistema hidropónico es un aparato construido el cual es para remplazar el cultivo en tierra y presenta por lo general lo siguiente: planta, solución nutritiva, contenedor, sustrato, riego y drenaje. (Manual de hidroponía: oasis easy plant, 2008)

Figura N° 1. Sistema hidropónico con riego por goteo



Fuente: Centro de investigación de hidroponía y nutrición mineral UNALM.

Figura N° 2 Componentes del sistema hidropónico



Fuente: Manual de hidroponía: oasis easy plant, 2008

El sistema hidropónico es considerado como un proceso en el que se distribuye el agua, asegurándose de mantener la calidad, y seguir proporcionando los nutrientes que la planta necesita para alcanzar su pleno potencial. (Nancy Ross, 2016).

Según Martínez y García (2005), mencionan que, la hidroponía es una técnica en cual se tiene el control sobre el desarrollo de las plantas. La planta necesita nutrientes para su óptimo desarrollo, el nitrógeno es uno de elementos indispensables para su desarrollo, la cantidad necesaria de este depende a la especie que se va a cultivar, por ello para cultivar hortalizas, flores o frutos con hidroponía es necesario conocer los requerimientos de estas mismas.

1.3.1.3 Ventajas y desventajas de los cultivos hidropónicos

Según (Alpizar, 2004) La técnica hidropónica o hidroponía nos ofrece algunas ventajas positivas ya que permite manejar el cultivo en todo su desarrollo hasta la etapa de la cosecha, se puede cultivar vegetales, hortalizas, flores etc. de esta manera se puede obtener un producto de calidad sin dejar de lado las prácticas agrícolas. Mientras que (Zárate, 2014) menciona que una de las ventajas más resaltantes es que este se puede adaptar en espacios pequeños y acondicionar

el clima que necesita el cultivo. A continuación, menciona algunas ventajas y desventajas.

Ventajas:

- Permite cultivar la misma especie cuantas veces sean necesarias.
- Ahorra significativamente el consumo de agua
- Facilita el control de pH y otras necesidades de la planta.
- Permite corregir deficiencias y excesos de fertilizantes.
- Permite lograr productos de mayor calidad
- Reduce los costos de producción.
- Acorta el tiempo para la cosecha.
- No requiere mano de obra calificada.
- Favorece en cuanto a la reducción de la contaminación ya que evita la erosión del suelo

Desventajas:

- Se debe tener conocimiento básico acerca del producto que se va a cultivar
- Las instalaciones del sistema deben pasar por un mantenimiento cada cierto tiempo

1.3.2 Temas asociados a la variable independiente

1.3.2.1 Sustratos

El sustrato es un material inerte el cual sustituye o reemplaza el suelo para cumplir una función el cual es servir como sostén de la raíz y retener la humedad. (Zárate, 2014). Por su parte (Bosque, 2010) Menciona que, en hidroponía el suelo es reemplazado por un sustrato inerte, esto es, un medio que no interviene en forma alguna con la planta. Su función principal retener humedad, anclar la raíz de la planta de manera que es como un soporte mecánico para la planta.

OSAIS EASY PLANT, 2008 definió a los sustratos como materiales inertes distintos al suelo ya sea orgánico o inorgánico, estos materiales ayudan a que las semillas germinen y a su vez en la etapa de su desarrollo ya que favorece en el anclaje de sus raíces. Es recomendable usar sustratos para germinar las plantas desde un principio para que cuando se trasplante no exista contaminación alguna en la solución nutritiva.

1.3.2.2 Sustratos para usos en hidroponía

- Para la técnica hidropónica se puede usar variedad de sustratos, pueden ser puros o en mezcla. Los sustratos más comunes y más utilizados son: arena fina, arena mediana o arena gruesa, de cuarzo o de construcción, arena de río, lana de roca, arcilla, turba, cascarilla de arroz, etc. (Bosques, 2010).

OASIS EASY PLANT clasifica los sustratos por su origen:

Sustratos orgánicos:

- Sustratos Naturales: estos son materiales formados producto a la descomposición biológica.
- Sustratos de Subproductos y residuos de actividad agrícola, industrial y urbana: se les denomina así a los sustratos tales como: corteza, fibra de coco, viruta, aserrín, cascarilla de arroz, entre otros.

- Sustratos de Sintéticos: dentro de este tipo de sustrato se encuentran sustratos o material no biodegradable, tales como: espuma de poliuretano expandido, espuma fenólica, etc.

Sustratos inorgánicos:

- Sustratos Naturales: estos se obtienen de los minerales de diversos orígenes y no son procesados ni transformados en otro material tales como: arena, grava, etc.
- Sustratos Procesados: estos materiales son obtenidos a través de un proceso o transformación de otro material tales como: perlita, vermiculita, arcilla, ladrillo, arcilla expandida, entre otros.
- Sustratos de Residuos y sub productos industriales: tales como: escorias de alto horno, estériles de carbón, etc.
- A continuación, se describe cada uno de los materiales que sirven como sustrato.

Arena : es un material que es considerado como un agregado para la construcción, procedente de canteras o ríos. (Vecilla, 2010).

Ladrillos: este material como sustrato es buena, puesto que es un buen retenedor de humedad, debido a la porosidad que tiene, la partícula de molienda conforma una buena granulometría.

Concreto: el concreto utilizado en la construcción de inmuebles y diversos, es una mezcla de arena, cemento, grava y agua.

1.3.2.3 Características de un buen sustrato

Un buen sustrato es considerado este produce un producto de calidad. Entonces un buen sustrato debe cumplir ciertas características esenciales y necesarias. Ya sea en para cuestiones de espacio y calidad del producto, por ello es necesario conocer, evaluar las principales características de los sustratos tales como físicas y químicas para así de esa manera poder reconocer y determinar si el sustrato es bueno o no para el cultivo en hidroponía y obtener un buen resultado en el desarrollo de su crecimiento de la planta. (Martínez, 2014).

a) Propiedades físicas

Un buen sustrato desde punto de vista físico debe ser liviano, esponjoso, y con buena capacidad de almacenar agua. (Martínez, 2014).

- ❖ **Porosidad:** la porosidad de un sustrato es el porcentaje de ausencia de la masa de un material sólido, es decir el volumen vacío que ocupa una masa sólida. La porosidad total se calcula a partir de la medida de la densidad aparente. La cantidad de poros se expresa en términos de porcentajes. (Martínez, R. 2008)
- ❖ **Densidad de masa:** la densidad de masa es el peso de cierto volumen de sustrato. Es importante ya que facilita la operación en los almácigos y evita que el fertiriego no se distribuya de manera uniforme. La densidad óptima para un almacigo no debe superar a 0.2 g/ml. (Martínez, R. 2008)

b) Propiedades químicas

Algunos aspectos químicos importantes son el pH y el nivel de salinidad que se mide por la conductividad eléctrica. (Martínez, 2014).

Según OASIS EASY PLANT 2008 Las características de un buen sustrato son:

- Sustratos que retengan humedad y este aporta oxígeno
- sustratos que no se disgreguen, degraden o descompongan.
- Sustratos sin microorganismos perjudiciales las plantas.
- Sustratos no contaminados ya sea por desechos industriales o humanos.
- Sustratos de fáciles adquirir, transportar y manejar en las áreas donde se establecerá el cultivo.
- Que no contengan productos que puedan dañar al medio ambiente y a las personas que la manipulan.
- Sustratos de costo rentable.

1.3.3 Temas relacionados a tipos de cultivo

1.3.3.1 Albahaca

Su nombre científico es (*Ocimum basilicum L.*) conocido también como Basílico, albahaca dulce, alfábega, manjericao, hierba real. El lugar de

su origen no es conocido con certeza, probablemente es Asia Meridional. Actualmente se cultiva en las regiones subtropicales y en toda el área mediterránea. (Fernández 2003, pg. 205)

Tabla 1 Clasificación la albahaca

Taxonomía de la albahaca	
Clase	Magnoliopsida
Familia	Tracheobionta
Subreino	Tracheobionta
Genero	<i>Ocimum</i>
División	Magnoliophyta
Tribu	<i>Lamiaceae</i>
Subfamilia	Nepetoideae
Especie	<i>Ocimum basilicum</i>
Reino	Plantae
Subfamilia	Nepetoideae
Orden	Ocimeae

Fuente: Cole y Hilger, 2010

1.3.3.2 Descripción botánica

Es una planta anual con un tamaño de 20-60 cm de altura de, con tallos erectos y ramificados, sus hojas son ovalanceoladas miden de 2 a 5 cm, las flores son blancas o blanco rosa, generalmente cuenta con 4 a 7 flores por vertículo, florece en verano a diciembre. El fruto contiene 4 semillas. Tiene un olor aromático. (Fernández, V. 2003)

1.3.3.3 Formas de propagarse

La propagación y su crecimiento de esta hortaliza se da mediante las semillas secas de esta. Bien mediante la previa germinación o en siembra directamente al suelo o al sustrato inicialmente, es una planta que generalmente crece en primavera hasta finales del verano (Muñoz, 2002).

1.3.3.4 Especies

Existen una gran variedad de albahacas, por ello (Flores y Lucero 2012) mencionaron que, esta especie se clasifica en más de 50 variedades, sus diferencias se encuentran en el sabor, color, tamaño y apariencia, dentro de ello se encuentra la albahaca Ligure, (*Ocimum basilicum*), esta tiene hojas grandes, rizadas y redondeadas, lo más resaltante es su agradable sabor dulce y es muy usada grandemente en la gastronomía, así mismo se encuentra la especie albahaca santa (*O. sanctum*), posee un aroma agradable la albahaca genovesa (*O. minimum*), esta tiene las hojas pequeñas. Mientras que Lopez (2005) menciona las variedades clasificando según la importancia económica y el tamaño de sus hojas, tales como hoja de lechuga (*Ocimum basilicum* var. *Crispum*), menciona que esta especie posee las hojas largas de 15 cm de longitud, por otro lado menciona a la especie “grande verde” el cual tiene una alta demanda en la gastronomía.

1.3.3.5 Condiciones medio ambiental favorable para la albahaca

a) Clima

La albahaca es una especie que requiere una condición de temperatura semi templado a templado cálida, es una especie que se desarrolla mejor en un ambiente soleado. (Lopez, 2005)

En cuanto a la germinación, este se realiza mejor en una temperatura entre 20 – 25 °C. Y toma un tiempo de 15 días. La temperatura para su buen desarrollo es de 15° C - 25 °C. (Ardila 2003, citado por López 2005) no obstante (Casing y Santillán 2012) mencionaron que la albahaca puede desarrollarse en un rango más amplio de temperatura que va de 7 a 27°C y poseen una temperatura más adecuada de 20°C.

Por otro lado (Ruiz et al 2008) mencionan algunos factores que limitan el óptimo desarrollo de la albahaca tales como: la humedad, radiación solar y temperatura, dando lugar prioritario la etapa de la producción y la floración para obtener las semillas analizando estos factores durante 3

años en una zona árida concluyeron que la temperatura y la humedad relativa juegan un papel importante de manera que existe una relación directa para el crecimiento óptimo, además señalaron que a de 32°C - 58% de humedad relativa se puede alcanzar un alto rendimiento de este cultivo.

b) Suelos

La albahaca es una especie que puede crecer bien en suelos fértiles con una textura ligera, expuesta al sol, con buena oxigenación del suelo y circulación de aire. (Fernández, V. 2003) sin embargo, (Martínez A. y Torres J. 2005) al realizar un estudio de comportamiento de régimen de humedad de tres tipos de sustratos con diferentes características y efecto de propagación. Concluyo que, la propagación de la albahaca concierne varios factores como: el sustrato, la semilla, el agua y el manejo para formar plántulas con características deseadas.

1.3.3.6 Demanda hídrica de la albahaca

Un suelo con baja humedad, en la albahaca provoca la reducción de la humedad o el contenido de agua de la planta trayendo como consecuencia la pérdida del potencial hídrico foliar de la planta y algo más importante aún la pérdida de la biomasa fresca, el cual es lo más importante en este cultivo, sin embargo el exceso de agua también produce la pérdida del rendimiento de la masa fresca y seca de la planta (Bonilla y Guerrero, 2010).

En el mismo sentido (Jerez y Barroso 2002) realizaron estudios a la albahaca en cuanto a las reducciones de la cantidad de agua aplicada en cada fase durante su ciclo de vida, la aplicación fue en tres fases, concluyendo que la especie es sensible al estrés hídrico, sin embargo al proporcionarle condiciones normales de humedad este puede recuperarse con facilidad. Además mencionaron que con un contenido de humedad de 805 – 100% presenta mejores resultados en altura y acumulación de masa seca, mientras que si disminuye a 40% la producción disminuye.

Al realizar investigaciones sobre el cultivo de la albahaca (Fernández 2004) expreso que la albahaca es una especie que demanda un alto consumo de agua para el buen desarrollo y la acumulación de masa fresca y seca, además de la humedad hídrica foliar y estimo requerimientos de 300 a 400 mm repartidos en periodo vegetativo.

a) Evaporación

La evaporación es un proceso natural donde el agua pasa de un estado líquido a un estado gaseoso (vapor) en condiciones naturales (Villela y Mattos, 1978).

b) Transpiración

Es un proceso de trasferencia, donde la planta pierde agua y transfiere hacia la atmosfera (Barceló et al., 2001)

c) Evapotranspiración

La evaporación de un suelo húmedo es principalmente determinada por la radiación solar que alcanza la superficie de la tierra. Este disminuye después del periodo de crecimiento del cultivo y el área foliar cubre cada vez más del área mojada. Cuando el cultivo es pequeño, el agua es predominantemente perdida por la evaporación del suelo, pero una vez que el cultivo se desarrolla y cubre éste, la transpiración se vuelve el proceso principal. La ET es un factor importante en los estudios de recursos hidráulicos e hidrológicos, y para estimar los requerimientos de agua en el riego en la planeación, diseño y programación de sistemas de riego, especialmente en condiciones áridas y semiáridas. Desafortunadamente, existe un gran número de métodos que con frecuencia son mal aplicados (Garatuza-Payan J. Watts, 2003).

1.3.3.7 Fenología

La albahaca es una planta que crece indeterminadamente, el meristemo terminal permanece vegetativo durante su desarrollo de tal manera que puede nacer otra planta sin haber terminado su ciclo de vida. (Cansing

y Santillán 2012). Por otro lado (Borroso y Jerez 2002) mencionaron como es el estado de desarrollo de la albahaca.

1. Germinación: consta desde la siembra hasta la aparición de la plántula al 70% el tiempo es de 15 días aproximadamente
2. Aparición de la primera hoja verdadera: tiempo que toma 15 días al 70%
3. Aparición o emisión de las primeras ramas: son los días que se demora en aparecer las dos primeras ramas auxiliares.
4. Inflorescencia en el tallo central: días que transcurre donde la planta emite la primera inflorescencia en el tallo central
5. Inflorescencia de las ramas: es el número de días transcurridos donde a parecer al 70 % la inflorescencia en las ramas.

1.3.3.8 Manejo

a) Siembra

La siembra de esta especie se puede realizar en suelos fértiles de manera directa o mediante el trasplante este guardando una determinada distancia entre sí. Para (Lopez 2005) la siembra se puede realizar por golpe de a a 5 semillas guardando una distancia de 20 cm, mientras que (Siura y Ugaz 1993) señalaron que si se puede sembrar de 2 a 3 semillas por golpe siempre y cuando se guarde una distancia de 50 cm, dejando al final una planta por golpe, en cuanto a la siembra indirecta es recomendable realizarlo en un semillero en un vivero, donde se puede sembrar unos 125g en un cama de 50m² para sembrar posteriormente en una hectárea; el trasplante se realiza cuando la planta tiene 15cm de altura. Por otro lado (Goites 2008) menciona que el trasplante se realiza cuando la planta tiene una altura de 10 cm o 6 a 8 hojas verdaderas y se debe realizar dejando un espacio de 50cm entre surcos y 30 cm entre plantas.

b) Riego

Se recomienda un sistema de riego por goteo, los riegos se sugieren cada tercer día, con una duración de tiempo por riego de 1 a 2 horas para asegurar el riego productivo al 90% en todo el campo, iniciando

desde la etapa de la plantación hasta la etapa del brote y a un 75% en el resto de la etapa dependiendo del estado vegetativo de la planta, las condiciones ambientales y del tipo de suelo que se trate (Briseño et al., 2013).

c) Fertilización

Según (Fernández, V 2003) La albahaca es una planta que aporta y necesita nitrógeno esencialmente por ello se incorpora en la siembra de 80 a 120 unidades, en cultivos que se realizan dos cortes se adiciona luego del primer corte. Además de este se agrega fosforo y potasio de 100 a 120 unidades de cada elemento. Mientras que (Muñoz, citado por Lopez 2005) hace una recomendación en el uso de nitrógeno en 100 – 150 unidades en tres aplicaciones en forma de sulfato amónico. Fosforo: 100-140 y potasio en forma de sulfato potásico: 12-12-12 en dosis de 1kg/Ha.

Sin embargo (Hamasaki, citado por Cansing y Santillán 2012) señalaron que la fertilización consta de los macronutrientes NPK, de tal manera que abarca los requerimientos nutricionales de la albahaca y recomienda que la aplicación debe ser 250-500 kg/Ha de nitrógeno.

Tabla 2 requerimiento de nutrientes para la albahaca (mg/l) en cultivos hidropónicos.

Parámetros	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Mn	Zn	B	Mo
Nutriente Requerido	150	50	200	150	80	60	0.2	2.8	0.8	0.3	0.7	0.1
Aporte del agua	2	0	9	32	4	12	0.0	0	0	0	0	0
Solución nutritiva	150	50	191	45.4	80	256	0.3	0	1.1	0.1	0.7	0.8
Aporte de la solución final	152	50	200	77.4	84	268	0.3	0	1.1	0.1	0.7	0.8

Fuente: Samperio (1997)

1.3.3.9 Parte empleada de la albahaca

La parte más aprovechable de la albahaca son las hojas frescas en ámbito gastronómico, las hojas secas como medicina y a base de la destilación obtienen el aceite que es usado en la industria cosmética y perfumería.

1.3.3.10 Usos y propiedades

Principalmente es usada en la gastronomía como aromatizante de diversos platillos con alto valor, también es utilizado en la medicina natural, muchas veces se usa como un mate que alivia el dolor estomacal, el aceite que se obtiene es utilizada para perfumes y cosméticos ya que este contiene linalool, eugenol y metilchavicol. El contenido del aceite varía según la especie, el momento de recolección y el contenido de humedad de la planta.

1.3.3.11 Solución nutritiva

La solución nutritiva son elementos que las plantas requieren para su óptimo desarrollo. Estas se encuentran disueltos en el agua. Estos elementos son esenciales y necesarios y es suministrado mediante la solución nutritiva para que la planta lo absorba o asimile mediante las raíces. El nitrógeno, el potasio y el fósforo son denominados los macronutrientes, el calcio, el azufre y el magnesio son los micronutrientes estos deben ser añadidos a la planta mediante la solución nutritiva. (PNUD, 1997, citado por Barrios, 2004).

Una solución nutritiva está compuesta de agua con oxígeno y de todos los nutrientes esenciales para la planta, algunos en forma única y otras de algunos compuestos orgánicos tales como los quelatos de fierro y de algún en otro micronutriente que puede estar presente (Steiner, 1968). Una solución nutritiva verdadera es aquella que contiene los elementos necesarios en la solución, esto mediante la formulación de solución nutritiva. (Steiner, 1961; citado por Favela, 2006).

La buena selección de elementos nutritivos de una solución nutritiva se puede explicar fisiológicamente y técnicamente, para que las plantas puedan obtener los niveles máximos de rendimiento, la solución nutritiva debe cubrir todos los requerimientos nutricionales, de tal manera que se eviten deficiencias o el exceso de estos nutrientes. (Favela, 2006)

Según (Santander 2007, citado por Mizraim, 2015), existen diversas fórmulas para preparar la solución nutritiva muchos de ellos han sido usadas en distintos países con mucho éxito. Una de las formas de

preparar la solución nutritiva consta de la preparación de dos soluciones madres concentradas denominadas (Solución concentrada A) y (Solución concentrada B).

La Solución concentrada A son los macronutrientes y aporta a las plantas los elementos que más consume. La Solución concentrada B son los elementos micronutrientes que consumen menos o son menos requeridos por la planta. (Santander, 2007 citado por Mizraim, 2015).

Para preparar un litro de solución nutritiva se debe seguir los siguientes pasos: en un litro de agua añadir 5ml de solución concentra A y 2ml de solución concentrada B. (Red de hidroponía UNALM)

1.3.3.12 Aplicación de solución nutritiva

Si se quiere regara almacigo la preparación de la solución nutritiva debe ser la mitad de la dosis el cual es: solución A: 2.5ml/L y solución B: 1.0 ml/L., este debe ser aplicado diariamente hasta ver la aparición de la primera hoja verdadera, el cual consta de 5-7 días, posterior a este se continua con la dosis normal hasta el final del su ciclo de vida.

Esta solución nutritiva puede ser utilizada en hortalizas de hoja tales como: lechuga. Apio. Albahaca, etc.

1.4 Formulación del problema

Hernández Sampieri, Fernández y Baptista (2014) mencionan que el planteamiento de un problema no es otra cosa sino reformular la idea que se tiene a investigar, lo que uno quiere descubrir. Este se puede plantear mediante una pregunta y puede resultar de manera inmediato o tardar un tiempo de acuerdo a la complejidad del tema a investigar.

1.4.1 Problema general

¿Cómo influye los seis sustratos inorgánicos diferentes en el crecimiento de la albahaca (*Ocimum basilicum L.*) utilizando la técnica hidropónica?

1.4.1.1 Problemas específicos

¿Cuál es el efecto de las propiedades físicas de los seis sustratos inorgánicos diferentes en el crecimiento de la albahaca (*Ocimum basilicum L.*) utilizando la técnica hidropónica?

¿Cuál es el efecto de las propiedades químicas de los seis sustratos inorgánicos diferentes en el crecimiento de la albahaca (*Ocimum basilicum L.*) utilizando la técnica hidropónica?

1.5 Justificación del estudio

El estudio si bien es cierto es muy estudiado en términos de sustratos orgánicos, solución nutritiva y especies. Sin embargo, la aplicación de sustratos inorgánicos comunes es poco estudiado. Este estudio pretende mostrar el re uso de materiales inertes considerados como residuos desechables en cultivo hidropónico las cuales pueden ser aprovechables como sustrato.

1.5.1.1 Justificación teórica

Mediante la presente investigación se podrán obtener más conocimientos acerca del uso de sustratos inorgánicos diferentes en cultivos hidropónicos, en este caso en el crecimiento de la albahaca (*Ocimum basilicum L.*) el resultado de este estudio podrá servir como antecedente de próximos estudios referentes al tema de hidroponía utilizando material inerte considerado como residuo, de manera que será una técnica muy fomentada para solucionar algunos problemas agronómicos.

1.5.1.2 Justificación metodológica

La metodología empleada, es una metodología de bajo coste ya que se realiza con los residuos de algunos productos, esto es muy importante para la economía y el medio ambiente.

1.5.1.3 Justificación tecnológica

La tecnología o técnica utilizada en el trabajo de investigación es muy amigable con el ambiente ya que además del re uso de algunos materiales que son considerados como desechos o residuos, esta técnica ayuda ahorrar el agua considerablemente y que a su vez se puede evitar la erosión y la contaminación del mismo por el uso de fertilizantes.

1.5.1.4 Justificación económica

el estudio realizado en temas económicas es muy rentable, ya que es una técnica en el cual se usa materiales de reciclaje tales como, macetas, estas pueden ser elaboradas de botellas de plásticos, baldes de pinturas, las cuales muchas veces están en desuso, para el riego se utiliza tubos de PVC. Mangueras, etc. En cuanto al tiempo de la cosecha, este puede acelerarse, esta técnica es muy buena puesto que te permite manejarlo como uno mejor lo desea, ya sea en cuanto a los nutrientes y en cuanto al producto obtenidos está comprobado que es de muy buena calidad.

1.6 Hipotesis

Hernández Sampieri, Fernández y Baptista (2014) define qué. Las hipótesis en una investigación es el posible resultado de lo que tratamos de probar y se definen como explicaciones tentativas del fenómeno investigado. Se derivan de la teoría existente y deben formularse a manera de proposiciones, por lo tanto, la hipótesis es la respuesta provisional de la investigación.

1.6.1.1 Hipótesis general

HG: las propiedades físicas y químicas de los seis sustratos inorgánicos diferentes son los que influyen en el crecimiento de la albahaca (*Ocimum basilicum L.*) Utilizando la técnica hidropónica.

1.6.1.2 Hipótesis específicas

HE1: Las propiedades químicas de los seis sustratos inorgánicos diferentes tienen mayor influencia en el crecimiento de la albahaca (*Ocimum basilicum L.*) Utilizando la técnica hidropónica.

HE2: Las propiedades físicas de los seis sustratos inorgánicos diferentes tienen menor en el crecimiento de la albahaca (*Ocimum basilicum L.*) Utilizando la técnica hidropónica.

1.6.2 Objetivos

Según Hernández Sampieri, Fernández y Baptista (2010) Los objetivos deben expresarse con claridad, deben ser específicos, medibles, coherentes y realistas, es decir, algo que se puede lograr realmente. (pg. 37)

1.6.2.1 Objetivo general

Evaluar la influencia de los seis sustratos inorgánicos diferentes en el crecimiento de la albahaca (*Ocimum basilicum L.*) utilizando la técnica hidropónica.

1.6.2.2 Objetivos específicos

- identificar cuál de las propiedades químicas de los seis sustratos inorgánicos diferentes influye en el crecimiento de la albahaca (*Ocimum basilicum L.*) utilizando la técnica hidropónica.
- descubrir las propiedades físicas de los seis sustratos inorgánicos diferentes que influye en el crecimiento de la albahaca (*Ocimum basilicum L.*) utilizando la técnica hidropónica.

II. METODO

2.1 Diseño de la investigación

El presente trabajo de investigación es de tipo explicativo con un diseño metodológico experimental con carácter cuasi-experimental. Es explicativo porque se explicarán los fenómenos que ocurran en cada una de las plantas de los diferentes sustratos durante el desarrollo del crecimiento de la albahaca.

El diseño de investigación es experimental ya que se operan dos variables una dependiente y otra independiente para la variable independiente se estableció evaluar las propiedades físico y químicos de los seis sustratos inorgánicos diferentes, para la variable dependiente se evaluará las variables biométricas, y variables de producción de la albahaca (*Ocimum basilicum L.*). Esto debido a que, Hernández Sampieri, Fernández y Baptista (2010) mencionan que el diseño experimental es donde ambas variables son manipuladas para ver las consecuencia o sucesos que ocurren en el. (p. 160). Así pues, en esta investigación se hará una manipulación de la variable independiente con la finalidad de causar un efecto o influencia en la variable dependiente. En este caso los seis sustratos inorgánicos quienes servirán como soporte de las raíces de la planta serán regados mediante una solución nutritiva con la finalidad de proporcionarle nutrientes a la planta para su optimo crecimiento y desarrollo.

2.2 Variables, Operacionalización

2.2.1 Variables

Variable independiente:

VI: Sustratos inorgánicos diferentes

Variable dependiente:

VD: Crecimiento de la albahaca.

2.2.2 Operacionalización de las variables

Variable independiente: siete sustratos inorgánicos diferentes

En hidroponía el suelo es reemplazado por un sustrato inerte, esto es, un medio que no interviene en forma alguna con la planta. Su función principal es permitir el anclaje de las raíces y el soporte mecánico de la planta. (Bosques, 2010)

Variable dependiente: Crecimiento de la albahaca (*Ocimum basilicum* L.)

La propagación y el crecimiento de la albahaca se da a través de las semillas de este, bien mediante la previa germinación o en siembra directamente al suelo o al sustrato inicialmente, es una planta que generalmente crece en primavera hasta finales del verano (Muñoz, 2002).

2.2.3 Matriz de Operacionalización de las variables

Tabla 3

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES					
"INFLUENCIA DE SEIS SUSTRATOS INORGANICOS DIFERENTES EN EL CRECIMIENTO DE LA ALBAHACA (<i>Ocimum basilicum L.</i>), UTILIZANDO LA TECNICA HIDRÓPONICA, SJL. 2018"					
VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENCIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDIDA
SUSTRATOS INORGANICOS DIFERENTES	En hidroponía el suelo es reemplazado por un sustrato inerte, esto es, un medio que no interviene en forma alguna con la planta. Su función principal es permitir el anclaje de las raíces y el soporte mecánico de la planta. (Bosques, 2010)	Se utilizó seis sustratos inorgánicos, los sustratos fueron lavados con una solución de 100ml de hipoclorito de sodio en 20L de agua, esto con el fin de eliminar microorganismos que puedan estar presentes, luego de este proceso fueron evaluados sus propiedades físicas y químicas, para ser acondicionados en bolsas de almácigos, se realizaron tres repeticiones de cada tipo de sustrato.	Propiedades Físicas de los sustratos	Capacidad de retención de agua	g/ml
				Porosidad total	%
				Densidad de masa	g/ml
			Propiedades Químicas de los sustratos	pH	0
				Conductividad Eléctrica	µS

CRECIMIENTO DE LA ALBAHACA	El crecimiento y la propagación de la albahaca se hace a través de semillas, bien mediante la previa germinación o en siembra directamente al suelo o al sustrato inicialmente, es una planta que generalmente crece en primavera hasta finales del verano (Muñoz, 2002).	Las semillas de la albahaca, producto de las flores de este. Se germinaron previamente en bolsas de almacigo con tierra preparada, luego estos fueron trasplantados en las bolsas de almácigos que contenían sustratos previamente tratados, luego se siguió con el riego periódico con solución nutritiva, la evaluación biométrica se realizó a los 70 días después de la germinación y las variables de producción se evaluaron después de la cosecha.	variables de producción	peso húmedo de la planta	gr
				peso seco de la planta	gr
Variables biométricas			Variables biométricas	longitud de raíz	cm
				diámetro del tallo	cm
				longitud de Tallo	cm
				Altura de la Planta	cm

Fuente: Elaboración propia.

2.3 POBLACIÓN Y MUESTRA

2.3.1 Población

Los seis sustratos inorgánicos usados en hidroponía para el crecimiento de la albahaca (*Ocimum basilicum L.*).

2.3.2 Muestra

La muestra se consideraron los sustratos inorgánicos usados en hidroponía para el crecimiento de la albahaca (*Ocimum basilicum L.*). Los cuales tienen la composición de: arena, plástico, ladrillo, vidrio, arcilla expandida, arena fina y mayólica, todos estos trozados a una dimensión de 1cm aproximadamente, con excepción a la arena fina

Arena gruesa: es un material utilizado en la construcción, es producto de la desintegración de las rocas o residuo de la trituración.

Plástico: es un material no biodegradable que en su composición contiene petróleo crudo.

Ladrillo: el ladrillo es una pieza de arcilla cocida que generalmente se usa para la construcción, esta pieza es trozada en un Diámetro de 1 cm aproximadamente, el cual es usado como sustrato.

Vidrio: es un material duro, es obtenida producto a la fundición de una mezcla de sílice con potasa o y pequeñas cantidades de otros bases.

Mayólica: es un material que tiene como materia prima la arcilla, es utilizado en acabado.

Arcilla expandida: es un material con una densidad de 0.2g/ml. Muy ligero y poroso.

2.3.3 Unidad de análisis

Para realizar los respectivos análisis se tomó una muestra de 500g de cada tipo de sustrato para realizar los análisis físicos y químicos.

2.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS

Hernández Sampieri, Fernández y Baptista (2010) menciona que, el proceso de recolectar datos es un plan, donde de llegar a obtener datos que nos ayude a conseguir lo que (pg., 231)

2.4.1 Técnicas de recolección de datos

Hernandez Sampieri (2010) menciona que la observacion no es otra cosa si no registrar sistemáticamente comportamientos de tal individuo, suceso o fenómeno estudiado. (p 316)

Basado en la afirmación de Sampieri, Fernández y Baptista (2010) Para la técnica de recolección de datos de esta investigación se empleó la observación, para lo cual se utilizó la ficha de observación, mediante el cual se evaluó los comportamientos y cambios que se presentaron en el proceso de desarrollo de la albahaca (*Ocimum basilicum L.*), se decidio utilizar esta técnica ya que es un investigacion experimental se utilizó esta técnica puesto que es una investigación experimental, donde la investigacion es controlada por el investigador.

2.4.2 Instrumento de recolección de datos

La recolección de datos se llevó a cabo mediante la ficha de observación (ver, anexo N°2) el cual sirvió para registrar los cambios que se generaron en el proceso de crecimiento de la albahaca (*Ocimum basilicum L.*) cultivada con la técnica hidropónica.

2.4.3 Validez y confiabilidad de instrumento

Sampieri, Fernández y Baptista (2010) en su libro de metodología menciona que un instrumento de medición confiable es aquel que al realizar varias pruebas aun mismo evento o acción este debe dar resultados iguales. En cuanto a la validez de un instrumento menciona que un instrumento es válido cuando este determina lo que se quiere lograr con tal instrumento. (pg. 233)

La validación del presente instrumento se realizó mediante el juicio de los expertos, quienes con su amplia experiencia dieron sus observaciones y estas fueron levantadas antes de ser aplicada el instrumento. (Ver anexo N°04)

2.5 METODOLOGIA DE ANALISIS DE DATOS

para el desarrollo de la investigación se ha recolectado materiales inertes tales como: ladrillo, arena gruesa (de construcción), mayólica, vidrio, botellas de plástico, todos estos como desechos no reutilizables, en caso de la arcilla expandida se compró ya que es un sustrato procesado para tal fin por ende no se encuentra al alcance de todos como un desecho. Estos materiales luego de ser recolectados pasaron por varios procesos para terminar en las bolsas de los almácigos y ser utilizados como sustrato.

Para ello se realizó el chancado de cada uno de los materiales a un diámetro de 1cm y posteriormente fue desinfectado con una solución de 100ml de hipoclorito de sodio en 20L de agua, esto con el fin de eliminar la presencia de microorganismo presentes, luego de su desinfección fue lavado nuevamente con agua y secado a luz solar.

Seguidamente fue acondicionado en bolsas de almácigos respectivamente para ser utilizados como sustrato en el cultivo hidropónico. Las evaluaciones que se realizaron a estos dentro de las propiedades físicas fueron: capacidad de retención de agua, porosidad total y densidad de masa y en cuanto a sus propiedades químicas fueron: pH y conductividad eléctrica.

Para determinar el crecimiento de la albahaca, este fue germinado en unas bolsas de almacigo con tierra preparada, los cuales tuvieron una duración de 15 días, posteriormente se realizó el trasplante de estas a las bolsas de almácigos contenidas con sustrato respectivamente, esto a los 30 días de germinación. A continuación, se describe los pasos de cada procedimiento del desarrollo de la investigación.

a) Preparación del área experimental

Se acondicionó un espacio aproximadamente de 10 m² en el cual se instaló el sistema, para lo cual se utilizó bolsas de almacigo, los cuales

fueron utilizados como recipiente o maceta, en él se acondicionó el sistema de riego por goteo. El experimento fue a cielo abierto.

Imagen N° 3. Área experimental



Fuente: propio

b) Germinación de la semilla

Las semillas de la albahaca se compró de la UNALM, estos fueron remojadas previamente para quitar o eliminar las semillas muertas, seguidamente fueron sembradas en bolsas de almácigos, los cuales contenía tierra preparada la misma que se compró en la UNALM, la germinación duro 15 días y fue regado con agua potable durante los 7 días, esto con el fin de no dañar la semilla con la solución nutritiva, ya que si se aplica desde el inicio cabe la posibilidad de que las semillas se quemen por el alto contenido de nutrientes que contiene la solución nutritiva. Luego de los 7 días se regó con 100 ml de solución nutritiva por día, la cual contenía 2,5 de solución concentra A y 1,0 de solución concentrada B por litro de agua hasta los 30 días, pasado este tiempo se realizó el trasplante a las bolsas de almacigo que contenían sustrato.

Imagen N° 4. Semilla de albahaca comprada de la UNALM.



Fuente: propio

c) chancado y tamizado de los materiales

Los materiales utilizados tales como la mayólica, el ladrillo y vidrio fueron chancados con un martillo, con el fin de obtener un tamaño de 1 cm aproximadamente. En caso de la arcilla expandida fue moldeado para obtener el tamaño deseado con una cuchilla, mientras que las botellas de plástico fueron cortadas con una tijera en pequeñas porciones aproximados a 1cm, en cuanto a la arena no se alteró su estado físico. Luego de tener todos estos materiales en pequeños trozos se realizó el método granulométrico, para lo cual se utilizó el tamiz de 10000 μm , el cual permite obtener el tamaño de 1cm que es lo deseado.

d) Desinfección de los sustratos

Luego de ser chancados y tamizados cada uno de los sustratos, estos fueron desinfectados con el fin de eliminar microorganismos presentes, las cuales pueden intervenir en el cultivo y en el desarrollo de la investigación. Para tal procedimiento se preparó una solución de 100 ml de hipoclorito de sodio en 20L de agua. Con esta solución se lavó cada uno de los sustratos hasta percibir el agua clara, una vez que se observó que no existía ningún indicio de otro material que no sea del sustrato se procedió a enjuagar con agua potable para quitar el cloro luego se puso a secar a luz solar.

e) Análisis de las propiedades físicas y químicas de los sustratos

Los análisis se realizaron en guía de una metodología para la evaluación de sustratos para agricultura protegida (Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica, 2014).

Para realizar el análisis físico y químico se tomó una porción de 100ml cada uno de los sustratos y se procedió a realizar los respectivos análisis. Dentro de las propiedades físicas se evaluaron los siguientes.

- Porosidad total (%) =
$$\frac{(\text{Volumen húmedo} - \text{Volumen de agua}) + \text{Volumen de aire}}{\text{Volumen total}} \times 100$$

- Capacidad de retención de agua (%) =
$$\frac{\text{Volumen de agua}}{\text{Volumen total}} \times 100$$

- Densidad de masa (g/ml) =
$$\frac{\text{Masa}}{\text{Volumen}}$$

Dentro de las propiedades físicas se evaluaron los siguientes.

- pH.
- Conductividad Eléctrica.

f) Llenado o envasado de los sustratos

Luego de la evaluaciones de los sustratos realizados en el laboratorio de biotecnología de la Universidad Cesar Vallejo, estos fueron envasado en las bolsas de almacigo de la siguiente proporción respectivamente.

- **Arena gruesa** : 100%
- **Mayólica molida** : 100%
- **Arcilla expandida** : 100%
- **Ladrillo molido** : 100%
- **Vidrio molido + arena fina**: 20% - 80%.
- **Plástico molido + arena gruesa**: 20% - 80%.

Imagen N° 5. Llenado de los sustratos a las bolsas de almacigo luego de haber sido desinfectado y evaluado.



Fuente: propio

g) Trasplante de la albahaca a los sustratos

Una vez llenado cada uno de los envases con los respectivos sustratos se pasó al trasplante de la albahaca. Se realizó a los 15 días después de la germinación, cuando tenían las 2 hojas verdaderas. Para este proceso se eligió las plantas más vigorosas de la etapa de germinación. Las raíces de cada una de las plantas fueron lavadas con agua antes de su trasplante con el fin de evitar cualquier contaminación por microorganismos.

Imagen N° 6. Trasplante de la albahaca en sustratos inorgánicos



Fuente: propio

h) Riego y fertilizante

El fertilizante se preparó de acuerdo a la fórmula concentrada que proporciona UNALM.

En cuanto al riego se realizó riegos inter diarios durante la germinación hasta la primera emergencia de la planta, luego del trasplante se procedió a regar diaria, con una frecuencia de dos veces al día con un volumen de 500cm³. (Reyes Pérez et al., 2014)

La frecuencia del riego fue desde un principio un riego por goteo, en la etapa de germinación que fueron 15 días, los primeros 7 días fue regado con 250ml de agua potable en cada envase, luego se pasó a regar con solución nutritiva. Hasta que emerjan las primeras hojas verdaderas, con 500 ml de solución nutritiva por día, la cual contenía 2.5ml de solución concentra A y 1ml de solución concentrada B en un litro de agua. En la etapa de su desarrollo se regó con una frecuencia diaria con 750ml de solución nutritiva para cada maceta o envase, la cual contenía 5 ml de solución concentra A y 2ml de solución concentrada B en un L de agua.

Imagen N° 7. Las plantas se nutren mediante este sistema riego por goteo. La solución nutritiva se encuentra en las botellas.



Fuente: propio

i) Cosecha

La cosecha se realizó a los 70 días después de su germinación cuando la hoja de la, se realizó de forma manual

2.5.1 Recojo de datos

- Para evaluar las propiedades físicas y químicas de los sustratos, estos se realizaron en el laboratorio de biotecnología de la universidad cesar vallejo, antes del cultivo e incluso antes de su germinación de la albahaca. Todos estos datos serán registrados en el instrumento de la ficha de observación.
- Para evaluar las variables biométricas se realizó después de la cosecha, a los 70 días.
- Para determinara la altura de la planta se dio en dos diferentes momentos a los 35 y 70 días después de su germinación en los diferentes tratamientos, se realizaron con el material la wincha.
- Para determinar el Diámetro del tallo se realizó a los 70 días después de su germinación en los dos diferentes tratamientos, se realizó con el calibrador.

- Para determinar la longitud del tallo se realizó a los 70 días después de su germinación en los dos diferentes tratamientos, se realizó con el calibrador.
- Para la evaluación de la longitud de la raíz se realizó después de la cosecha, a los 70 días.

Para evaluar las variables de producción se realizó después de la cosecha.

- Para determinar el peso húmedo y peso seco de la planta se realizó después de la cosecha en el laboratorio de biotecnología de la Universidad Cesar Vallejo.

2.5.2 Procesamiento de datos

Para realizar los análisis estadísticos, se usó el paquete estadístico SPSS, en el cual se realizó el análisis de varianza ANOVA, para ver el nivel de significancia entre uno y otro tratamiento se realizó la prueba de Tukey a un nivel de confianza de 95% y significancia de 0.05%.

2.6 Aspectos éticos

La ética en una investigación es mantener el derecho del autor de otras investigaciones y no plagiar o copiar estas. Por lo tanto, en un trabajo de investigación no se admiten plagios, ya que la información obtenida es de especialistas, por ello para extraer la información deseada se cita debidamente a los autores con la finalidad de respetar la producción intelectual. En la presente investigación no realicé plagio, ya que la información extraída fue debidamente citada.

III. RESULTADOS

3.1 Resultado del análisis de los sustratos

Todos los sustratos fueron analizados para ver sus propiedades físicas y químicas de tal manera que se pueda identificar cuáles son los factores que favorecen el crecimiento de la albahaca y cuáles son los que no.

Tabla Nº 3. Resultado de las características físicas y químicas de los sustratos empleados

Sustratos	Porosidad total (%)	Capacidad de retención de agua (%)	Densidad de masa (g/ml)	pH	CE ($\mu\text{S/cm}$)
Arcilla expandida	88	48	0.2	3.4	1421
Ladrillo	78	38	1.2	3.2	4.2×10^{-3}
Mayólica	47	16	1.8	2.9	3.19×10^{-3}
Arena gruesa	65	24	1.2	7.2	1340
Vidrio	27	1.7	1.2	7.8	125.9
plástico	26	15	0.2	8.5	149

Fuente: elaboración propio

*Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica, 2014. En cuanto a la porosidad, un valor por encima de los 50 % es lo adecuado en la mayoría de los sustratos, Densidad = 0.2g/ml.

Como se observa la porosidad de los sustratos difieren en muchos de ellos y por ende la capacidad de retención, se puede decir que la capacidad de retención de agua es directamente proporcional al porcentaje de porosidad, ya que si hay una buena porosidad habrá una buena retención de agua.

En cuanto a la densidad muchos de los sustratos sobre pasan el valor ideal para ser considerado un buen sustrato, el pH y la conductividad eléctrica también tienen relación, ya que si la conductividad de un sustrato es alto y su pH es bajo esto indica que hay presencia sales disueltas o cantidad de iones.

3.2 Resultado de las variables biométricas de la planta

TABLA N° 4: Resultados de la altura de la planta y diámetro del tallo

Altura de la planta y Diámetro del Tallo			
Sustratos	Tratamientos	Diámetro (cm)	Altura(cm)
Ladrillo	R1	2,4	64
	R2	2,6	65
	R3	3	70
Arena gruesa	R1	1,2	58
	R2	1,58	60
	R3	1,6	62
Mayólica	R1	1,3	15,5
	R2	1,29	15
	R3	1,31	18
Arcilla expandida	R1	1,4	35,1
	R2	1,3	30
	R3	1,24	23,5
Plástico + arena gruesa	R1	1,41	49,8
	R2	1,45	49,3
	R3	1,43	48,5
Vidrio + Arena fina	R1	1,21	17,75
	R2	1,25	18,75
	R3	1,3	19,8

En este cuadro se puede observar que no en todos los sustratos hubo un buen rendimiento, se observa que el vidrio + arena fina presentan los datos más bajo en cuanto a diámetro y el sustrato mayólica en cuanto a la altura de la planta. A su vez el ladrillo y la arena gruesa muestran valores favorables.

TABLA N° 5: Resultados de la longitud del tallo y longitud de la raíz

Longitud del Tallo y longitud de raíz			
Sustratos	Tratamientos	Longitud de tallo (cm)	Longitud de raíz (cm)
Ladrillo	R1	28	9,3
	R2	24	8,5
	R3	30	9,5
Arena gruesa	R1	28	9
	R2	24	8,5
	R3	28,2	9,3

Mayólica	R1	7,3	2,4
	R2	6,3	1,8
	R3	6	1,9
Arcilla expandida	R1	14	4,6
	R2	12	4
	R3	10	3,3
Plástico + arena gruesa	R1	17	5,6
	R2	17,3	5,7
	R3	16,5	5,5
Vidrio + Arena fina	R1	7,5	2,4
	R2	7,52	2,5
	R3	7	2,3

En cuanto a la longitud del tallo, la planta que fue cultivada en el sustrato mayólica fue menor y el tamaño más largo se obtuvo en el sustrato ladrillo. A sí mismo en cuanto a la longitud de la raíz los sustratos ladrillo y arena gruesa fueron más eficientes y el sustrato vidrio + arena fina siendo el más ineficiente.

3.3 Resultado de las variables de producción de la planta

TABLA N° 6: Resultados de la biomasa seca y biomasa húmedo de la planta

biomasa húmedo y biomasa seca de la planta (gr)			
Sustratos	Tratamientos	Peso húmedo(gr)	Peso seco (gr)
Ladrillo	R1	108	8
	R2	107	7
	R3	108,5	8,5
Arena gruesa	R1	108	8
	R2	107	7
	R3	108,5	8,5
Mayólica	R1	103,6	3,6
	R2	101,7	1,7
	R3	101,7	1,7
Arcilla expandida	R1	104	4
	R2	103,4	3,4
	R3	102,8	2,8
Plástico + arena gruesa	R1	104,8	4,8
	R2	104,8	4,8

	R3	104,7	4,72
Vidrio + Arena fina	R1	102,4	2,14
	R2	102,4	2,14
	R3	102,1	2

Se encontró la planta con mayor peso húmedo y seco en los sustratos ladrillo y arena gruesa. Mientras que el menor peso se encontró el sustrato vidrio más arena fina.

3.4 ANALISIS ESTADISTICO

TABLA N° 7: Prueba de normalidad para el diámetro del tallo

Pruebas de normalidad							
	Tratamientos	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	Gl	Sig.
Diámetro del tallo de la planta	Tratamiento con ladrillo	,253	3	,	,964	3	,637
	Tratamiento con arena gruesa	,369	3	,	,787	3	,085
	Tratamiento con mayólica	,175	3	,	1,000	3	1,000
	Tratamiento con arcilla expandida	,232	3	,	,980	3	,726
	Tratamiento con plástico más arena gruesa	,175	3	,	1,000	3	1,000
	vidrio más arena fina	,196	3	,	,996	3	,878

a. Corrección de significación de Lilliefors

La prueba de normalidad del cuadro N° 4 para diámetro del tallo dio un valor de significancia mayor a 0.05, es decir que los datos son normales, se usó Shapiro – Wilk ya que los datos son menores a 50. Para ver si existe o no diferencia significativa entre cada sustrato se aplicó ANOVA.

TABLA N° 8: Resultados estadísticos ANOVA Para el diámetro del tallo

ANOVA					
Diámetro del tallo de la planta					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig,
Entre grupos	4,420	5	,884	34,624	,000
Dentro de grupos	,306	12	,026		
Total	4,727	17			

Los resultados que muestra ANOVA para el diámetro del tallo es que el valor de significancia es menor a 0.05, quiere decir que si hay diferencia significativa, que al menos uno de los tratamientos es diferente. Para conocer la diferencia significativa que hay entre cada uno de los tratamientos se sometió a realizar la prueba de tukey a un alfa de 0.05%.

TABLA N° 9: Resultados comparaciones múltiples de tukey Para el diámetro del tallo

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: Diámetro del tallo de la planta						
HSD Tukey						
(I) Tratamientos	(J) Tratamientos	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig,	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Tratamiento con ladrillo	Tratamiento con arena gruesa	1,20667*	,13047	,000	,7684	1,6449
	Tratamiento con mayólica	1,36667*	,13047	,000	,9284	1,8049
	Tratamiento con arcilla expandida	1,35333*	,13047	,000	,9151	1,7916
	Tratamiento con plástico más arena gruesa	1,23667*	,13047	,000	,7984	1,6749
	vidrio más arena fina	1,41333*	,13047	,000	,9751	1,8516
Tratamiento con arena gruesa	Tratamiento con ladrillo	-1,20667*	,13047	,000	-1,6449	-,7684
	Tratamiento con mayólica	,16000	,13047	,816	-,2782	,5982

	Tratamiento con arcilla expandida	,14667	,13047	,862	-,2916	,5849
	Tratamiento con plástico más arena gruesa	,03000	,13047	1,000	-,4082	,4682
	vidrio más arena fina	,20667	,13047	,623	-,2316	,6449
Tratamiento con mayólica	Tratamiento con ladrillo	-1,36667*	,13047	,000	-1,8049	-,9284
	Tratamiento con arena gruesa	-,16000	,13047	,816	-,5982	,2782
	Tratamiento con arcilla expandida	-,01333	,13047	1,000	-,4516	,4249
	Tratamiento con plástico más arena gruesa	-,13000	,13047	,910	-,5682	,3082
	vidrio más arena fina	,04667	,13047	,999	-,3916	,4849
Tratamiento con arcilla expandida	Tratamiento con ladrillo	-1,35333*	,13047	,000	-1,7916	-,9151
	Tratamiento con arena gruesa	-,14667	,13047	,862	-,5849	,2916
	Tratamiento con mayólica	,01333	,13047	1,000	-,4249	,4516
	Tratamiento con plástico más arena gruesa	-,11667	,13047	,941	-,5549	,3216
	vidrio más arena fina	,06000	,13047	,997	-,3782	,4982
Tratamiento con plástico más arena gruesa	Tratamiento con ladrillo	-1,23667*	,13047	,000	-1,6749	-,7984
	Tratamiento con arena gruesa	-,03000	,13047	1,000	-,4682	,4082
	Tratamiento con mayólica	,13000	,13047	,910	-,3082	,5682
	Tratamiento con arcilla expandida	,11667	,13047	,941	-,3216	,5549
	vidrio más arena fina	,17667	,13047	,752	-,2616	,6149
vidrio más arena fina	Tratamiento con ladrillo	-1,41333*	,13047	,000	-1,8516	-,9751

	Tratamiento con arena gruesa	-,20667	,13047	,623	-,6449	,2316
	Tratamiento con mayólica	-,04667	,13047	,999	-,4849	,3916
	Tratamiento con arcilla expandida	-,06000	,13047	,997	-,4982	,3782
	Tratamiento con plástico más arena gruesa	-,17667	,13047	,752	-,6149	,2616
*, La diferencia de medias es significativa en el nivel 0,05,						

TABLA N° 10: Prueba de tukey para el diámetro del tallo

Diámetro del tallo de la planta			
HSD Tukey ^a			
Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0,05	
		1	2
vidrio más arena fina	3	1,2533	
Tratamiento con mayólica	3	1,3000	
Tratamiento con arcilla expandida	3	1,3133	
Tratamiento con plástico más arena gruesa	3	1,4300	
Tratamiento con arena gruesa	3	1,4600	
Tratamiento con ladrillo	3		2,6667
Sig,		,623	1,000
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos,			
a, Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000,			

Fuente: elaboración propia

En la tabla N°10, se observa que, el tratamiento con el sustrato ladrillo es diferente significativamente a los otros 5 tratamientos.

TABLA N° 11: Prueba de normalidad para la altura de la planta

Pruebas de normalidad							
	Tratamientos	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig,	Estadístico	gl	Sig,
Altura de la planta	Tratamiento con ladrillo	,328	3	,	,871	3	,298

	Tratamiento con arena gruesa	,175	3	,	1,000	3	1,000
	Tratamiento con mayólica	,328	3	,	,871	3	,298
	Tratamiento con arcilla expandida	,199	3	,	,995	3	,867
	Tratamiento con plástico más arena gruesa	,227	3	,	,983	3	,747
	vidrio más arena fina	,177	3	,	1,000	3	,973
a, Corrección de significación de Lilliefors							

La prueba de normalidad del cuadro N° 11 para altura de la planta dio un valor de significancia mayor a 0.05, es decir que los datos son normales, se usó Shapiro – Wilk ya que los datos son menores a 50. Para ver si existe o no diferencia significativa entre cada sustrato se aplicó ANOVA.

TABLA N° 12: Resultados estadísticos ANOVA Para la altura de la planta

ANOVA					
Altura de la planta					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig,
Entre grupos	6919,553	5	1383,911	159,068	,000
Dentro de grupos	104,402	12	8,700		
Total	7023,955	17			

Los resultados que muestra ANOVA para la altura de la planta es que el valor de significancia es menor a 0.05, quiere decir que si hay diferencia significativa, que al menos uno de los tratamientos es diferente. Para conocer la diferencia significativa que hay entre cada uno de los tratamientos se sometió a realizar la prueba de tukey a un alfa de 0.05%.

TABLA N° 13: Resultados de comparaciones múltiples de tukey Para la altura de la planta

Comparaciones múltiples
Variable dependiente: Altura de la planta

HSD Tukey						
(I) Tratamientos	(J) Tratamientos	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Tratamiento con ladrillo	Tratamiento con arena gruesa	6,33333	2,40834	,163	-1,7561	14,4228
	Tratamiento con mayólica	50,16667*	2,40834	,000	42,0772	58,2561
	Tratamiento con arcilla expandida	36,80000*	2,40834	,000	28,7106	44,8894
	Tratamiento con plástico más arena gruesa	17,13333*	2,40834	,000	9,0439	25,2228
	vidrio más arena fina	47,56667*	2,40834	,000	39,4772	55,6561
Tratamiento con arena gruesa	Tratamiento con ladrillo	-6,33333	2,40834	,163	-14,4228	1,7561
	Tratamiento con mayólica	43,83333*	2,40834	,000	35,7439	51,9228
	Tratamiento con arcilla expandida	30,46667*	2,40834	,000	22,3772	38,5561
	Tratamiento con plástico más arena gruesa	10,80000*	2,40834	,008	2,7106	18,8894
	vidrio más arena fina	41,23333*	2,40834	,000	33,1439	49,3228
Tratamiento con mayólica	Tratamiento con ladrillo	-50,16667*	2,40834	,000	-58,2561	-42,0772
	Tratamiento con arena gruesa	-43,83333*	2,40834	,000	-51,9228	-35,7439
	Tratamiento con arcilla expandida	-13,36667*	2,40834	,001	-21,4561	-5,2772
	Tratamiento con plástico más arena gruesa	-33,03333*	2,40834	,000	-41,1228	-24,9439
	vidrio más arena fina	-2,60000	2,40834	,880	-10,6894	5,4894
Tratamiento con arcilla expandida	Tratamiento con ladrillo	-36,80000*	2,40834	,000	-44,8894	-28,7106

	Tratamiento con arena gruesa	- 30,46667*	2,40834	,000	-38,5561	-22,3772
	Tratamiento con mayólica	13,36667*	2,40834	,001	5,2772	21,4561
	Tratamiento con plástico más arena gruesa	- 19,66667*	2,40834	,000	-27,7561	-11,5772
	vidrio más arena fina	10,76667*	2,40834	,008	2,6772	18,8561
Tratamiento con plástico más arena gruesa	Tratamiento con ladrillo	- 17,13333*	2,40834	,000	-25,2228	-9,0439
	Tratamiento con arena gruesa	- 10,80000*	2,40834	,008	-18,8894	-2,7106
	Tratamiento con mayólica	33,03333*	2,40834	,000	24,9439	41,1228
	Tratamiento con arcilla expandida	19,66667*	2,40834	,000	11,5772	27,7561
	vidrio más arena fina	30,43333*	2,40834	,000	22,3439	38,5228
vidrio más arena fina	Tratamiento con ladrillo	- 47,56667*	2,40834	,000	-55,6561	-39,4772
	Tratamiento con arena gruesa	- 41,23333*	2,40834	,000	-49,3228	-33,1439
	Tratamiento con mayólica	2,60000	2,40834	,880	-5,4894	10,6894
	Tratamiento con arcilla expandida	- 10,76667*	2,40834	,008	-18,8561	-2,6772
	Tratamiento con plástico más arena gruesa	- 30,43333*	2,40834	,000	-38,5228	-22,3439

*, La diferencia de medias es significativa en el nivel 0,05,

TABLA N° 14: Prueba de tukey para la altura de la planta

Altura de la planta					
HSD Tukey ^a					
Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0,05			
		1	2	3	4
Tratamiento con mayólica	3	16,1667			
vidrio más arena fina	3	18,7667			
Tratamiento con arcilla expandida	3		29,5333		

Tratamiento con plástico más arena gruesa	3			49,2000	
Tratamiento con arena gruesa	3				60,0000
Tratamiento con ladrillo	3				66,3333
Sig,		,880	1,000	1,000	,163
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos,					
a, Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000,					

En la tabla N°14, se observa que, el tratamiento con los sustratos ladrillo y arena gruesa son significativamente diferentes a los otros cuatro tratamientos.

TABLA N° 15: Prueba de normalidad para peso húmedo de la planta

Pruebas de normalidad							
	Tratamientos	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Peso húmedo	Tratamiento con ladrillo	,253	3	.	,964	3	,637
	Tratamiento con arena gruesa	,253	3	.	,964	3	,637
	Tratamiento con mayólica	,242	3	.	,973	3	,683
	Tratamiento con arcilla expandida	,175	3	.	1,000	3	1,000
	Tratamiento con plástico más arena gruesa	,321	3	.	,881	3	,328
	vidrio más arena fina	,269	3	.	,949	3	,567

a. Corrección de significación de Lilliefors

La prueba de normalidad del cuadro N° 15 para para peso húmedo dio un valor de significancia mayor a 0.05, es decir que los datos son normales, se usó Shapiro – Wilk ya que los datos son menores a 50. Para ver si existe o no diferencia significativa entre cada sustrato se aplicó ANOVA.

TABLA N° 16: Resultados estadísticos ANOVA Para la altura de la planta

ANOVA
Peso húmedo

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	103,575	5	20,715	30,889	,000
Dentro de grupos	8,048	12	,671		
Total	111,623	17			

Los resultados que muestra ANOVA en la tabla N° 16 para peso húmedo de la planta nos da un valor de significancia menor a 0.05, quiere decir que si hay diferencia significativa, que al menos uno de los tratamientos es diferente. Para conocer la diferencia significativa que hay entre cada uno de los tratamientos se sometió a realizar la prueba de tukey a un alfa de 0.05%.

TABLA N° 17: Resultados de comparaciones múltiples de tukey Para la altura de la planta

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: Peso húmedo						
HSD Tukey						
(I) Tratamientos	(J) Tratamientos	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Tratamiento con ladrillo	Tratamiento con arena gruesa	,00000	,66865	1,000	-2,2459	2,2459
	Tratamiento con mayólica	5,83333*	,66865	,000	3,5874	8,0793
	Tratamiento con arcilla expandida	4,43333*	,66865	,000	2,1874	6,6793
	Tratamiento con plástico más arena gruesa	3,05667*	,66865	,007	,8107	5,3026
	vidrio más arena fina	5,56333*	,66865	,000	3,3174	7,8093
Tratamiento con arena gruesa	Tratamiento con ladrillo	,00000	,66865	1,000	-2,2459	2,2459
	Tratamiento con mayólica	5,83333*	,66865	,000	3,5874	8,0793
	Tratamiento con arcilla expandida	4,43333*	,66865	,000	2,1874	6,6793

	Tratamiento con plástico más arena gruesa	3,05667*	,66865	,007	,8107	5,3026
	vidrio más arena fina	5,56333*	,66865	,000	3,3174	7,8093
Tratamiento con mayólica	Tratamiento con ladrillo	-5,83333*	,66865	,000	-8,0793	-3,5874
	Tratamiento con arena gruesa	-5,83333*	,66865	,000	-8,0793	-3,5874
	Tratamiento con arcilla expandida	-1,40000	,66865	,351	-3,6459	,8459
	Tratamiento con plástico más arena gruesa	-2,77667*	,66865	,013	-5,0226	-,5307
	vidrio más arena fina	-,27000	,66865	,998	-2,5159	1,9759
Tratamiento con arcilla expandida	Tratamiento con ladrillo	-4,43333*	,66865	,000	-6,6793	-2,1874
	Tratamiento con arena gruesa	-4,43333*	,66865	,000	-6,6793	-2,1874
	Tratamiento con mayólica	1,40000	,66865	,351	-,8459	3,6459
	Tratamiento con plástico más arena gruesa	-1,37667	,66865	,367	-3,6226	,8693
	vidrio más arena fina	1,13000	,66865	,562	-1,1159	3,3759
Tratamiento con plástico más arena gruesa	Tratamiento con ladrillo	-3,05667*	,66865	,007	-5,3026	-,8107
	Tratamiento con arena gruesa	-3,05667*	,66865	,007	-5,3026	-,8107
	Tratamiento con mayólica	2,77667*	,66865	,013	,5307	5,0226
	Tratamiento con arcilla expandida	1,37667	,66865	,367	-,8693	3,6226
	vidrio más arena fina	2,50667*	,66865	,026	,2607	4,7526
vidrio más arena fina	Tratamiento con ladrillo	-5,56333*	,66865	,000	-7,8093	-3,3174
	Tratamiento con arena gruesa	-5,56333*	,66865	,000	-7,8093	-3,3174
	Tratamiento con mayólica	,27000	,66865	,998	-1,9759	2,5159

	Tratamiento con arcilla expandida	-1,13000	,66865	,562	-3,3759	1,1159
	Tratamiento con plástico más arena gruesa	-2,50667*	,66865	,026	-4,7526	-,2607

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

TABLA N° 18: Prueba de tukey para el peso húmedo de la planta

Peso húmedo				
HSD Tukey ^a				
Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
Tratamiento con mayólica	3	102,0000		
vidrio más arena gruesa	3	102,2700		
Tratamiento con arcilla expandida	3	103,4000	103,4000	
Tratamiento con plástico más arena gruesa	3		104,7767	
Tratamiento con ladrillo	3			107,8333
Tratamiento con arena gruesa	3			107,8333
Sig.		,351	,367	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

Fuente: elaboración propia

En la tabla N°18, se observa que, el tratamiento con el sustrato ladrillo es diferente significativamente a los otros 5 tratamientos.

TABLA N° 19: Prueba de normalidad para el peso seco de la planta

Pruebas de normalidad							
	Tratamientos	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Peso seco	Tratamiento con ladrillo	,253	3	.	,964	3	,637

	Tratamiento con arena gruesa	,253	3	.	,964	3	,637
	Tratamiento con mayólica	,208	3	.	,992	3	,826
	Tratamiento con arcilla expandida	,175	3	.	1,000	3	1,000
	Tratamiento con plástico más arena gruesa	,314	3	.	,893	3	,363
	vidrio más arena fina	,308	3	.	,902	3	,391
a. Corrección de significación de Lilliefors							

La prueba de normalidad del cuadro N° 19 para peso seco dio un valor significancia mayor a 0.05, es decir que los datos son normales, se usó Shapiro – Wilk ya que los datos son menores a 50. Para ver si existe o no diferencia significativa entre cada sustrato se aplicó ANOVA.

TABLA N° 19: Resultados estadísticos ANOVA para el peso seco de la planta

ANOVA					
Peso seco					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	97,712	5	19,542	47,959	,000
Dentro de grupos	4,890	12	,407		
Total	102,602	17			

Los resultados que muestra ANOVA en la tabla N° 19 para peso seco de la planta nos da un valor de significancia menor a 0.05, quiere decir que si hay diferencia significativa, que al menos uno de los tratamientos es diferente. Para conocer la diferencia significativa que hay entre cada uno de los tratamientos se sometió a realizar la prueba de tukey a un alfa de 0.05%.

TABLA N° 20: Resultados de comparaciones múltiples de tukey Para el peso seco de la planta

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: Peso seco						
HSD Tukey						
(I) Tratamientos	(J) Tratamientos	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Tratamiento con ladrillo	Tratamiento con arena gruesa	,00000	,52121	1,000	-1,7507	1,7507
	Tratamiento con mayólica	5,23333*	,52121	,000	3,4826	6,9840
	Tratamiento con arcilla expandida	4,43333*	,52121	,000	2,6826	6,1840
	Tratamiento con plástico más arena gruesa	3,05333*	,52121	,001	1,3026	4,8040
	vidrio más arena fina	5,75000*	,52121	,000	3,9993	7,5007
Tratamiento con arena gruesa	Tratamiento con ladrillo	,00000	,52121	1,000	-1,7507	1,7507
	Tratamiento con mayólica	5,23333*	,52121	,000	3,4826	6,9840
	Tratamiento con arcilla expandida	4,43333*	,52121	,000	2,6826	6,1840
	Tratamiento con plástico más arena gruesa	3,05333*	,52121	,001	1,3026	4,8040
	vidrio más arena fina	5,75000*	,52121	,000	3,9993	7,5007
Tratamiento con mayólica	Tratamiento con ladrillo	-5,23333*	,52121	,000	-6,9840	-3,4826
	Tratamiento con arena gruesa	-5,23333*	,52121	,000	-6,9840	-3,4826
	Tratamiento con arcilla expandida	-,80000	,52121	,651	-2,5507	,9507
	Tratamiento con plástico más arena gruesa	-2,18000*	,52121	,012	-3,9307	-,4293
	vidrio más arena fina	,51667	,52121	,912	-1,2340	2,2674
Tratamiento con arcilla expandida	Tratamiento con ladrillo	-4,43333*	,52121	,000	-6,1840	-2,6826
	Tratamiento con arena gruesa	-4,43333*	,52121	,000	-6,1840	-2,6826

	Tratamiento con mayólica	,80000	,52121	,651	-,9507	2,5507
	Tratamiento con plástico más arena gruesa	-1,38000	,52121	,159	-3,1307	,3707
	vidrio más arena fina	1,31667	,52121	,191	-,4340	3,0674
Tratamiento con plástico más arena gruesa	Tratamiento con ladrillo	-3,05333*	,52121	,001	-4,8040	-1,3026
	Tratamiento con arena gruesa	-3,05333*	,52121	,001	-4,8040	-1,3026
	Tratamiento con mayólica	2,18000*	,52121	,012	,4293	3,9307
	Tratamiento con arcilla expandida	1,38000	,52121	,159	-,3707	3,1307
	vidrio más arena fina	2,69667*	,52121	,002	,9460	4,4474
vidrio más arena fina	Tratamiento con ladrillo	-5,75000*	,52121	,000	-7,5007	-3,9993
	Tratamiento con arena gruesa	-5,75000*	,52121	,000	-7,5007	-3,9993
	Tratamiento con mayólica	-,51667	,52121	,912	-2,2674	1,2340
	Tratamiento con arcilla expandida	-1,31667	,52121	,191	-3,0674	,4340
	Tratamiento con plástico más arena gruesa	-2,69667*	,52121	,002	-4,4474	-,9460

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

TABLA N° 21: Prueba de tukey para la altura de la planta

Peso seco				
HSD Tukey ^a				
Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
vidrio más arena fina	3	2,0833		
Tratamiento con mayólica	3	2,6000		
Tratamiento con arcilla expandida	3	3,4000		
Tratamiento con plástico más arena gruesa	3		4,7800	

Tratamiento con ladrillo	3			7,8333
Tratamiento con arena gruesa	3			7,8333
Sig.		,191	,159	1,000
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.				
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.				

En la tabla N° 21, se observa que, el tratamiento con los sustratos ladrillo y arena gruesa son significativamente diferentes a los otros cuatro tratamientos.

TABLA N° 22: Prueba de normalidad para la longitud del tallo de la planta

Pruebas de normalidad							
	Tratamientos	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	Gl	Sig.
Longitud de tallo	Tratamiento con ladrillo	,253	3	.	,964	3	,637
	Tratamiento con arena gruesa	,370	3	.	,786	3	,081
	Tratamiento con mayólica	,301	3	.	,912	3	,424
	Tratamiento con arcilla expandida	,175	3	.	1,000	3	1,000
	Tratamiento con plástico más arena gruesa	,232	3	.	,980	3	,726
	vidrio más arena fina	,373	3	.	,779	3	,065

a. Corrección de significación de Lilliefors

La prueba de normalidad del cuadro N° 22 para la longitud del tallo dio un valor de significancia mayor a 0.05, es decir que los datos son normales, se usó Shapiro – Wilk ya que los datos son menores a 50. Para ver si existe o no diferencia significativa entre cada sustrato se aplicó ANOVA.

TABLA N° 23: Resultados estadísticos ANOVA la longitud del tallo de la planta

ANOVA
Longitud de tallo

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	1275,019	5	255,004	77,824	,000
Dentro de grupos	39,320	12	3,277		
Total	1314,339	17			

La prueba de normalidad del cuadro N° 23 para para la longitud del tallo dio un valor de significancia mayor a 0.05, es decir que los datos son normales, se usó Shapiro – Wilk ya que los datos son menores a 50. Para ver si existe o no diferencia significativa entre cada sustrato se aplicó ANOVA.

TABLA N° 24: Resultados de comparaciones múltiples de tukey la longitud del tallo de la planta

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: Longitud de tallo						
HSD Tukey						
(I) Tratamientos	(J) Tratamientos	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Tratamiento con ladrillo	Tratamiento con arena gruesa	,60000	1,47799	,998	-4,3645	5,5645
	Tratamiento con mayólica	20,80000 *	1,47799	,000	15,8355	25,7645
	Tratamiento con arcilla expandida	15,33333 *	1,47799	,000	10,3689	20,2978
	Tratamiento con plástico más arena gruesa	10,40000 *	1,47799	,000	5,4355	15,3645
	vidrio más arena fina	19,99333 *	1,47799	,000	15,0289	24,9578
Tratamiento con arena gruesa	Tratamiento con ladrillo	-,60000	1,47799	,998	-5,5645	4,3645
	Tratamiento con mayólica	20,20000 *	1,47799	,000	15,2355	25,1645
	Tratamiento con arcilla expandida	14,73333 *	1,47799	,000	9,7689	19,6978
	Tratamiento con plástico más arena gruesa	9,80000*	1,47799	,000	4,8355	14,7645

	vidrio más arena fina	19,39333 *	1,47799	,000	14,4289	24,3578
Tratamiento con mayólica	Tratamiento con ladrillo	- 20,80000 *	1,47799	,000	-25,7645	-15,8355
	Tratamiento con arena gruesa	- 20,20000 *	1,47799	,000	-25,1645	-15,2355
	Tratamiento con arcilla expandida	-5,46667*	1,47799	,028	-10,4311	-5,022
	Tratamiento con plástico más arena gruesa	- 10,40000 *	1,47799	,000	-15,3645	-5,4355
	vidrio más arena fina	-,80667	1,47799	,993	-5,7711	4,1578
Tratamiento con arcilla expandida	Tratamiento con ladrillo	- 15,33333 *	1,47799	,000	-20,2978	-10,3689
	Tratamiento con arena gruesa	- 14,73333 *	1,47799	,000	-19,6978	-9,7689
	Tratamiento con mayólica	5,46667*	1,47799	,028	,5022	10,4311
	Tratamiento con plástico más arena gruesa	-4,93333	1,47799	,052	-9,8978	,0311
	vidrio más arena fina	4,66000	1,47799	,070	-,3045	9,6245
Tratamiento con plástico más arena gruesa	Tratamiento con ladrillo	- 10,40000 *	1,47799	,000	-15,3645	-5,4355
	Tratamiento con arena gruesa	-9,80000*	1,47799	,000	-14,7645	-4,8355
	Tratamiento con mayólica	10,40000 *	1,47799	,000	5,4355	15,3645
	Tratamiento con arcilla expandida	4,93333	1,47799	,052	-,0311	9,8978
	vidrio más arena fina	9,59333*	1,47799	,000	4,6289	14,5578
vidrio más arena fina	Tratamiento con ladrillo	- 19,99333 *	1,47799	,000	-24,9578	-15,0289

	Tratamiento con arena gruesa	-19,39333*	1,47799	,000	-24,3578	-14,4289
	Tratamiento con mayólica	,80667	1,47799	,993	-4,1578	5,7711
	Tratamiento con arcilla expandida	-4,66000	1,47799	,070	-9,6245	,3045
	Tratamiento con plástico más arena gruesa	-9,59333*	1,47799	,000	-14,5578	-4,6289
*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.						

TABLA N° 25: Prueba de tukey para la longitud del tallo de la planta

Longitud de tallo					
HSD Tukey ^a					
Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
Tratamiento con mayólica	3	6,5333			
vidrio más arena fina	3	7,3400			
Tratamiento con arcilla expandida	3		12,0000		
Tratamiento con plástico más arena gruesa	3			16,9333	
Tratamiento con arena gruesa	3				26,7333
Tratamiento con ladrillo	3				27,3333
Sig.		,993	,070	,052	,998
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.					
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.					

En la tabla N° 25, se observa que, el tratamiento con los sustratos ladrillo y arena gruesa son significativamente diferentes a los otros cuatro tratamientos.

TABLA N° 26: Prueba de normalidad para la longitud de la raíz de la planta

Pruebas de normalidad		
Tratamientos	Kolmogorov-Smirnov ^a	Shapiro-Wilk

		Estadís tico	gl	Sig.	Estadís tico	gl	Sig.
Longitud de raíz	Tratamiento con ladrillo	,314	3	.	,893	3	,363
	Tratamiento con arena gruesa	,232	3	.	,980	3	,726
	Tratamiento con mayólica	,328	3	.	,871	3	,298
	Tratamiento con arcilla expandida	,187	3	.	,998	3	,915
	Tratamiento con plástico más arena gruesa	,175	3	.	1,000	3	1,000
	vidrio más arena fina	,175	3	.	1,000	3	1,000
a. Corrección de significación de Lilliefors							

La prueba de normalidad del cuadro N° 26 para la longitud de la raíz dio un valor de significancia mayor a 0.05, es decir que los datos son normales, se usó Shapiro – Wilk ya que los datos son menores a 50. Para ver si existe o no diferencia significativa entre cada sustrato se aplicó ANOVA.

TABLA N° 27: Resultados estadísticos ANOVA la longitud de la raíz de la planta

ANOVA					
Longitud de raíz					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	145,743	5	29,149	176,658	,000
Dentro de grupos	1,980	12	,165		
Total	147,723	17			

La prueba de normalidad del cuadro N° 27 para la longitud de la raíz dio un valor de significancia mayor a 0.05, es decir que los datos son normales, se usó Shapiro – Wilk ya que los datos son menores a 50. Para ver si existe o no diferencia significativa entre cada sustrato se aplicó ANOVA.

TABLA N° 28: Resultados de comparaciones múltiples de tukey para la longitud de la raíz de la planta

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: Longitud de raíz						
HSD Tukey						
(I) Tratamientos	(J) Tratamientos	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Tratamiento con ladrillo	Tratamiento con arena gruesa	,16667	,33166	,995	-,9474	1,2807
	Tratamiento con mayólica	7,06667*	,33166	,000	5,9526	8,1807
	Tratamiento con arcilla expandida	5,13333*	,33166	,000	4,0193	6,2474
	Tratamiento con plástico más arena gruesa	3,50000*	,33166	,000	2,3860	4,6140
	vidrio más arena fina	6,70000*	,33166	,000	5,5860	7,8140
Tratamiento con arena gruesa	Tratamiento con ladrillo	-,16667	,33166	,995	-1,2807	,9474
	Tratamiento con mayólica	6,90000*	,33166	,000	5,7860	8,0140
	Tratamiento con arcilla expandida	4,96667*	,33166	,000	3,8526	6,0807
	Tratamiento con plástico más arena gruesa	3,33333*	,33166	,000	2,2193	4,4474
	vidrio más arena fina	6,53333*	,33166	,000	5,4193	7,6474
Tratamiento con mayólica	Tratamiento con ladrillo	-7,06667*	,33166	,000	-8,1807	-5,9526
	Tratamiento con arena gruesa	-6,90000*	,33166	,000	-8,0140	-5,7860
	Tratamiento con arcilla expandida	-1,93333*	,33166	,001	-3,0474	-,8193
	Tratamiento con plástico más arena gruesa	-3,56667*	,33166	,000	-4,6807	-2,4526
	vidrio más arena fina	-,36667	,33166	,870	-1,4807	,7474

Tratamiento con arcilla expandida	Tratamiento con ladrillo	-5,13333 [*]	,33166	,000	-6,2474	-4,0193
	Tratamiento con arena gruesa	-4,96667 [*]	,33166	,000	-6,0807	-3,8526
	Tratamiento con mayólica	1,93333 [*]	,33166	,001	,8193	3,0474
	Tratamiento con plástico más arena gruesa	-1,63333 [*]	,33166	,004	-2,7474	-,5193
	vidrio más arena fina	1,56667 [*]	,33166	,005	,4526	2,6807
Tratamiento con plástico más arena gruesa	Tratamiento con ladrillo	-3,50000 [*]	,33166	,000	-4,6140	-2,3860
	Tratamiento con arena gruesa	-3,33333 [*]	,33166	,000	-4,4474	-2,2193
	Tratamiento con mayólica	3,56667 [*]	,33166	,000	2,4526	4,6807
	Tratamiento con arcilla expandida	1,63333 [*]	,33166	,004	,5193	2,7474
	vidrio más arena fina	3,20000 [*]	,33166	,000	2,0860	4,3140
vidrio más arena fina	Tratamiento con ladrillo	-6,70000 [*]	,33166	,000	-7,8140	-5,5860
	Tratamiento con arena gruesa	-6,53333 [*]	,33166	,000	-7,6474	-5,4193
	Tratamiento con mayólica	,36667	,33166	,870	-,7474	1,4807
	Tratamiento con arcilla expandida	-1,56667 [*]	,33166	,005	-2,6807	-,4526
	Tratamiento con plástico más arena gruesa	-3,20000 [*]	,33166	,000	-4,3140	-2,0860

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

TABLA N° 29: Prueba de tukey para la longitud de la raíz de la planta

Longitud de raíz					
HSD Tukey ^a					
Tratamientos	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
Tratamiento con mayólica	3	2,0333			
vidrio más arena fina	3	2,4000			

Tratamiento con arcilla expandida	3		3,9667		
Tratamiento con plástico más arena gruesa	3			5,6000	
Tratamiento con arena gruesa	3				8,9333
Tratamiento con ladrillo	3				9,1000
Sig.		,870	1,000	1,000	,995
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.					
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.					

En la tabla N° 29, se observa que, el tratamiento con los sustratos ladrillo y arena gruesa son significativamente diferentes a los otros cuatro tratamientos.

IV. CONCLUSIONES

- Los sustratos que se han empleado en la investigación, todos fueron inorgánicos e inertes, al evaluar sus propiedades físicas muchos de ellos no cumplen con el requerimiento del cultivo estudiado. Al realizar la prueba estadística muestra la diferencia significativa siendo el ladrillo el sustrato más eficiente en el crecimiento de la albahaca, a pesar de tener un pH bajo, no obstante tiene un alto porcentaje de porosidad y por ende una buena capacidad de retención de agua.
- Los sustratos que no son recomendables usar en un cultivo hidropónico son la arena fina y la arcilla expandida, esto debido a que la arena fina es un material que no permite el drenaje en un cultivo y por ende la raíz de la planta tiende a ahogarse. Y la arcilla expandida a pesar de su alto porcentaje de porosidad y su capacidad de retención de agua tiene una alta conductividad eléctrica, por ello el poco rendimiento de los cultivos en este sustrato.

- La salinidad de los sustratos es un factor negativo para los cultivos en un sistema hidropónico, en este caso los sustratos mayólica y arcilla expandida tienen alto contenido de sales, el cual la albahaca no tolera un alto grado de salinidad.

V. DISCUSION

- VELARDE Y Maria (2013) en su investigación de rendimiento en el cultivo de tomate, utilizó sustratos orgánicos e inorgánicos inertes tales como el ladrillo y la perlita, donde él concluye que la perlita le dio un mayor resultado que el ladrillo en cuanto al fruto, sin embargo en cuanto a la altura dio buenos resultados, por lo tanto hay similitud de resultado ya que el ladrillo fue el más eficiente en cuanto a la altura de planta y el diámetro de tallo
- La arena gruesa dio un buen resultado después del ladrillo, ya que tiene una buena capacidad de retención de agua. En cuanto a la altura, diámetro del tallo tuvo un buen rendimiento, AQUINO, J. (2017) en su investigación fase vegetativa del romero utilizó la arena como sustrato, sin embargo él menciona que no le fue eficiente en su investigación.

VI. REFERENCIA

- VELARDE Pretel, María L. Comparativo de cinco sustratos hidropónicos en el rendimiento de tomate (*Lycopersicon esculentum Mill*) var. Rio Grande, en Trujillo, La Libertad. (Ingeniero Agrónomo). Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo, Facultad de Agropecuaria, 2013. pp.57
- HUARCAYA Huamán, Pavel. Efecto de diferentes tipos de sustrato en la producción de la semilla prebásica de papa (*Solanum tuberosum L.*) en condiciones de Acobamba - Huancavelica. (Ingeniero Agrónomo). Huancavelica: Universidad Nacional de Huancavelica, Facultad de Ciencias Agrarias, 2014. pp.55
- AQUINO Pérez, Juan E. Efecto de cuatro tipos de sustrato para la producción de la plántula de papaya (*Carica papaya L.*) en condiciones de vivero en el centro de investigación frutícola - Olerícola de Cayhuayna – Hungeval. (Ingeniero Agrónomo). Huánuco: Universidad Nacional Hermilio Valdizan Huánuco, Facultad de Ciencias Agrarias, 2017. pp.78.
- ISLA Esquivel, Carlín. Efecto de diferentes sustratos en el crecimiento de pino chunco (*Schizolobium amazonicum Huber ex Ducke.*) en el sector de Naranjillo – Tingo María. (Ingeniero en Recursos Naturales Renovables). Tingo María: Universidad Nacional Agraria De La Selva, Facultad de Recursos Naturales Renovables, 2013. pp.55.
- DE PAZ Salguero Emerson M. efecto de sustratos y programas de fertilización sobre rendimiento y calidad de lechuga en cultivo hidropónico, en Zacapa. (Ingeniero agrónomo en el grado académico de licenciado en ciencias hortícolas). Zacapa: Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas Licenciatura en Ciencias Hortícolas, 2015. Pp. 69.
- Álvarez Herrera, J., Rodríguez, S., & Chacón, E. (2007). Efecto de diferentes tamaños de esqueje y sustratos en la propagación del romero (*Rosmarinus officinalis L.*). *Agronomía Colombiana*, 25(2), 224-230. Recuperado de: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/agrocol/article/view/14125/148>

ISSN impreso 0120-9965.

- LUIS D. Ortega Martínez [et al]. *Revista mexicana de ciencias agrícolas: eficiencia de sustratos en el sistema hidropónico y de suelo para la producción de tomate en invernadero*. [en línea] v. 7. n. 3. Texcoco abril/mayo del 2016 [fecha de consulta: 22 de junio del 2018]. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-09342016000300643&script=sci_arttext
ISSN: 20070934
- ORTEGA MARTINEZ, Luis Daniel et al. Eficiencia de sustratos en el sistema hidropónico y de suelo para la producción de tomate en invernadero. Rev. Mex. Cienc. Agríc [online]. 2016, vol.7, n.3 [citado 2018-09-15], pp.643-653. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342016000300643&lng=es&nrm=iso
ISSN 2007-0934.
- VALLES Rigió [et al]. *revista de la facultad de agronomía: Efecto del sustrato y la distancia de siembra entre plantas sobre el crecimiento de plantas de pimentón (Capsicum annum L.) en un sistema hidropónico sin cobertura* v. 26 n. 2. caracas junio 2009 [fecha de consulta: 25 de junio del 2018]. Disponible en: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0378-78182009000200002&script=sci_arttext
ISSN: 03787818
- SOMOCURCIO Daniela. Efecto de 7 diferentes sustratos en la producción de tomate cherry var. 6122 (solanum lycopersicum var. cerasiforme) bajo condiciones semi controladas en la zona de villa el salvador (ingeniero agroforestal) Lima: Unversidad Cientifica del Sur. 2018, pp. 69.
- MALCA, O. Lechugas hidropónicas. Seminario de agronegocios. Facultad de Administración y Contabilidad. Universidad del Pacifico. 2001, pp. 96.
- NANCY, Ross. Hidroponía: La guía Completa de Hidroponía Para Principiantes [en línea]. Estados Unidos: Michael van der Voort, 2016 [fecha de consulta: 18 de mayo del 2018]. Disponible en: https://books.google.com.pe/books?id=aoYBDgAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=hidroponia&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiL2r7kvu_bAhVBzIMK

Hd4qAJcQ6AEILTAB#v=onepage&q&f=true+nervioso&hl=es#v=onepage&q=las%20enfermedades%20del%20sistema%20nervioso&f=false
ISBN: 9780470170472

- ALPPÍZAR Antillón L. Hidroponía Cultivo sin tierra, técnica simple [en línea]. Cartago: ed. Tecnológica de costa rica, 2004 [fecha de consulta: 20 de mayo del 2018]. Disponible en: https://books.google.com.pe/books?id=xvuGzvNxR9UC&printsec=frontcover&dq=inauthor:%22Laura+Alp%C3%ADzar+Antill%C3%B3n%22&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwj-vaEv-_bAhXHqIMKHedBdwQuwUIKjAA#v=onepage&q&f=true
ISBN: 9977661588
- OASIS EASY PLANT línea de sustratos hidropónicos, V. L. Smithers. 2008. Disponible en: <http://www.oasiseasyplant.mx/>
- LEON, Juan. En lima se generan 19 mil toneladas de desmonte al día y el 70% va al mar o ríos [en línea]. El comercio. Pe. 26 de agosto del 2017. [fecha de consulta: 18 de setiembre del 2018]. Disponible en: <https://elcomercio.pe/lima/sucesos/lima-generan-19-mil-toneladas-desmonte-dia-70-mar-rios-noticia-453274>
- HERNÁNDEZ SAMPIERI, FERNÁNDEZ Y BAPTISTA. Metodología de la Investigación. 5ta. ed. México: McGraw-Hill Interamericana, 2010.
- HERNÁNDEZ SAMPIERI, FERNÁNDEZ Y BAPTISTA. Metodología de la Investigación. 6ta. ed. México: McGraw-Hill Interamericana, 2014.
- BOSQUES, Jorge. Curso básico de hidroponía [en línea]. Bogotá: lulu.com, 2010 [fecha de consulta: 28 de junio del 2018]. Disponible en: https://books.google.com.pe/books?id=GV_XAQAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=hidroponia&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwi4j6qsnITcAhVKiZAKHbhxBBoQ6AEIMjAC#v=onepage&q=hidroponia&f=false
ISBN: 9780557456994
- RUANO, Rafael. Viveros forestales. 2.ª ed. Madrid: Mundi-Prensa, 2008. 285pp.
ISBN: 9788484763406

- HENRY Mujica y ROSA Cordero. *Paradigma*: El cultivo hidropónico de lechuga: una experiencia pedagógica creativa. [en línea] v. 6 n. 2. Maracay diciembre 2008 [fecha de consulta: 25 de junio del 2018]. Disponible en: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S1011-22512008000200006&script=sci_arttext
ISSN: 10112251
- JOAQUIN Ortiz Cereceres [et al]. *Revista fitotecnia mexicana*: características deseables de plantas de pepino crecidas en viveros e hidroponía en altas densidades de población [en línea] v. 32. n. 4. Chapingo octubre/diciembre del 2009 [fecha de consulta: 25 de junio del 2018]. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0187-73802009000400007&script=sci_arttext
ISSN: 01877380
- SALOMÉ Gayosso-Rodriguez [et al]. *agrocienia*: sustratos para producción de flores [en línea] v. 50. n. 5. México julio/agosto del 2016 [fecha de consulta: 22 de junio del 2018]. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-31952016000500617&script=sci_arttext
ISSN: 14053195
- Centro de investigación de hidroponía y nutrición mineral. Rodriguez, A. enero-marzo del 2006. Disponible en: http://www.lamolina.edu.pe/hidroponia/sol_uso.htm
- STEIDLE Neto, Antonio J. [et al] *Engenharia agricola*: Performance evaluation of an automatic system for tomato fertigation control in substrate. [en línea] v. 29. n. 3. 2009 [fecha de consulta: 22 de junio del 2018]. Disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0100-69162009000300005&lng=en&nrm=iso&tlng=en
ISSN: 01006916
- MILENKA H. Balboa Laura y Ruiz Bustos Laura. *Revista tecnológica*: consumo del suministro nutricional en un sistema hidropónico en caso

experimental: cultivo de lechuga *Lactuca sativa* variedad crispa [en línea] v. 13. n. 19. La paz 2017 [fecha de consulta: 20 de junio del 2018].

Disponible en:

http://www.revistasbolivianas.org.bo/scielo.php?pid=S1729-75322017000100006&script=sci_arttext&tIng=es

ISSN: 17297532

- ANANDA H. N. Cunha [et al]. *Engenharia agricola: Sweet grape mini tomato grown in culture substrates and effluent with nutrient complementation* [en línea] v. 34. n. 4. Jaboticabal julio/agosto del 2014 [fecha de consulta: 21 de junio del 2018]. Disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-69162014000400010&lng=en&nrm=iso
ISSN: 01006916
- PINEDA J. Pineda [et al]. *Revista Chapingo. Serie horticultura: efluentes y sustratos en el desarrollo de nochebuena* [en línea] v. 14. n. 2. Chapingo mayo/agosto del 2008 [fecha de consulta: 22 de junio del 2018]. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1027-152X2008000200005&script=sci_arttext&tIng=pt
ISSN: 20074032
- VILLELA, Junior, Luiz V. [et al] *Engenharia agricola: Nutrient solution cooling evaluation for hydroponic cultivation of strawberry plant.* [en línea] v. 24. n. 2. 2004 [fecha de consulta: 29 de junio del 2018]. Disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0100-69162004000200012&lng=en&nrm=iso&tIng=en
ISSN: 01006916
- Tropical Journal of Environmental Sciences [en línea]. Costa Rica:UNA, 2018 [fecha de consulta: 20 de junio del 2018]. Disponible en: <http://www.revistas.una.ac.cr/index.php/ambientales/article/view/10573/13152>
EISSN: 2215-3896
- SANTOS Junior, José A. [et al]. *Engenharia agricola: Production and postharvest of sunflower grown under salt stress in hidroponics of low cost.* [en línea] v. 36. n. 3. 2016 [fecha de consulta: 19 de junio del 2018].

Disponible

en:

http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0100-69162016000300420&lng=en&nrm=iso&tlng=en

ISSN: 01006916

- LOPEZ A. Prueba de adaptación y rendimiento de cuatro variedades de albahaca (*Ocimum basilicum* L.) manejadas orgánicamente con cuatro niveles de Bokaschi. Tesis (Ingeniero Agrónomo). Ecuador: Universidad de las fuerzas armadas – ESPE, 2005. 116p
- Villela, S. y A. Mattos. 1978. Hidrológica aplicada. McGraw-Hill, Brasil. 189 p.
- Barceló, J.; G.N. Rodrigo; B. Sabater y R. Sánchez. 2001. Fisiología vegetal. Ediciones Pirámide, Madrid. pp. 106-111.
ISBN: 8436815254
- CASING J. y Santillan, N. Produccion de la albahaca dulce (*Ocimum basilicum* L) utilizando cuatro densidades y dos tipos de aplicación de harina de carne como fertilizante. Tesis (Ingeniero Agrónomo). Departamento de ciencia y producción agropecuaria. Honduras: Universidad Zamorano, 2012. 23 p.
- RUIZ Espinoza, Francisco Higinio, Marrero Labrador, Pablo, Cruz La Paz, Orestes, Murillo Amador, Bernardo, García Hernández, José Luis, Influencia de los factores agroclimáticos en la productividad de albahaca (*Ocimum basilicum* L.) en una zona árida de Baja California Sur, México. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias [en línea] 2008, 17 [Fecha de consulta: 05 de septiembre de 2018] Disponible en:<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=93217109>
ISSN 1010-2760
- BONILLA, C. y Guerrero, M. Albahaca (*Ocimum basilicum*) Producción y manejo poscosecha. Bogotá D.C.: Universidad Nacional de Colombia. 2010. 94 pp.
- MARTÍNEZ, A., Torres, J., & Campos, A. (2005). Estudio del régimen de humedad de tres tipos de turba en la propagación de la albahaca (*ocimum basilicum* L) *Agronomia Colombia* 23(1), Agronomía Colombiana, 23(1).

Recuperado

de <https://revistas.unal.edu.co/index.php/agrocol/article/view/19935>

ISSN: 1524-1642.

- BARROSO, L., Jerez, E., FENOLOGÍA DE LA ALBAHACA BLANCA (*Ocimum basilicum* L.) CULTIVADA EN DIFERENTES FECHAS DE SIEMBRA. Cultivos Tropicales [en línea] 2002, 23 (Sin mes) : [Fecha de consulta: 03 de septiembre de 2018] Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193218114007>

ISSN: 193218114007

- Reyes Pérez, Juan José, Murillo Amador, Bernardo, Nieto Garibay, Alejandra, Troyo Diéguez, Enrique, Reynaldo Escobar, Inés María, Rueda Puentes, Edgar Omar, Cuervo Andrade, Jairo Leonardo, CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE VARIEDADES DE ALBAHACA (*Ocimum basilicum* L.) EN CONDICIONES DE SALINIDAD. Terra Latinoamericana [en línea] 2014, 32 [Fecha de consulta: 21 de septiembre de 2018] Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57330740004>

ISSN: 2395-8030

- SINGH, M. Effect of nitrogen and irrigation regimes on the yield and quality of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.). Journal of Spices and Aromatics Crops, Vol.11, n.2, p.151-154, 2002. EN: Pravuschi R., Marega, R. y Alves M. Manjeriço irrigado: alternativa à extração predatória do pau-rosa. Periódico eletrônico: Fórum ambiental da alta paulista. Volumen III, p.7-8, 2007.
- FERNÁNDEZ, B. Estudios en domesticación y cultivo de especies medicinales y aromáticas nativas. Uruguay: INIA. p.205, 2004.
- BARROSO, L. y Jerez, E. Comportamiento de las relaciones hídricas en la albahaca blanca (*Ocimum basilicum* L.) al ser irrigadas con diferentes volúmenes de agua. Revista Cultivos Tropicales, Vol.21, No. 3, p.57-59, 2000.
- ORTIZ CERECERES, Joaquín; SANCHEZ DEL CASTILLO, Felipe; MENDOZA CASTILLO, Ma. del Carmen y TORRES GARCIA, Araceli. Características deseables de plantas de pepino crecidas en invernadero e hidroponía en altas densidades de población. *Rev. fitotec.*

mex [online]. 2009, vol.32, n.4 [citado 2018-09-15], pp.289-294.
Disponible

en:http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-73802009000400007&lng=es&nrm=iso

ISSN 0187-7380.

- VALLES RIGIO, G.J; LUGO GONZALEZ, J.G; RODRIGUEZ G, Z.F y DIAZ T, L.T.Efecto del sustrato y la distancia de siembra entre plantas sobre el crecimiento de plantas de pimentón (*Capsicum annuum* L.) en un sistema hidropónico sin cobertura.*Rev. Fac. Agron.* [online]. 2009, vol.26, n.2 [citado 2018-09-15], pp. 159-178. Disponible en: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-78182009000200002&lng=es&nrm=iso

ISSN 0378-7818.

- GAYOSSO-RODRIGUEZ, Salomé et al. Sustratos para producción de flores.*Agrociencia* [online]. 2016, vol.50, n.5 [citado 2018-09-15], pp.617-631. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952016000500617&lng=es&nrm=iso

ISSN 1405-3195.

VII.ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia
Tabla 4

Anexo 2: Instrumento de recolección de datos

FICHA DE OBSERVACIÓN	
Proyecto de Investigación:	INFLUENCIA DE SEIS SUSTRATOS INORGANICOS DIFERENTES EN EL CRECIMIENTO DE LA ALBAHACA (<i>Ocimum basilicum L.</i>) UTILIZANDO LA TECNICA HIDROPONICA, SJL. 2018.
Line de Investigación:	Calidad y Gestión de los Recursos
Investigador:	Gavilán Quispe Denis
Tiempo de Proyecto:	3 meses

VARIABLE INDEPENDIENTE	SUSTRATOS	CARACTERISTICAS FISICAS			CARACTERISTICAS QUIMICAS	
		Capacidad de retención de agua (g/ml)	Porosidad total (%)	Densidad de masa (g/ml)	pH	conductividad eléctrica (ds/m)
Seis sustratos inorgánicos diferentes	Arena Gruesa					
	mayólica molido					
	Arcilla expandida					
	Ladrillo molido					
	Vidrio molido + arena fina (20%-80)					

	Plástico molido + arena gruesa (20%-80)					
--	---	--	--	--	--	--

evaluación a los 70 días	Sustrato 1							
	Sustrato 2					Sustrato 5		
	Sustrato 3					Sustrato 6		
	Sustrato 4							
	Sustrato 5							
	Sustrato 6							

Anexo 3: Título del anexo 4

Colocar aquí el contenido del anexo 4 y luego en otros títulos los contenidos de los anexos que se requiera.

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES					
"INFLUENCIA DE SEIS SUSTRATOS INORGANICOS DIFERENTES EN EL CRECIMIENTO DE LA ALBAHACA (<i>Ocimum basilicum L.</i>), UTILIZANDO LA TECNICA HIDRÓPONICA, SJL. 2018"					
VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENCIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDIDA
SUSTRATOS INORGANICOS DIFERENTES	En hidroponía el suelo es reemplazado por un sustrato inerte, esto es, un medio que no interviene en forma alguna con la planta. Su función principal es permitir el anclaje de las raíces y el soporte mecánico de la planta. (Bosques, 2010)	Se utilizó seis sustratos inorgánicos, los sustratos fueron lavados con una solución de 100ml de hipoclorito de sodio en 20L de agua, esto con el fin de eliminar microorganismos que puedan estar presentes, luego de este proceso fueron evaluados sus propiedades físicas y químicas, para ser acondicionados en bolsas de	Propiedades Físicas de los sustratos	Capacidad de retención de agua	g/ml
				Porosidad total	%
				Densidad de masa	g/ml
			Propiedades Químicas de los sustratos	pH	0

		almácigos, se realizaron tres repeticiones de cada tipo de sustrato.		Conductividad Eléctrica	μS
CRECIMIENTO DE LA ALBAHACA	El crecimiento y la propagación de la albahaca se hace a través de semillas, bien mediante la previa germinación o en siembra directamente al suelo o al sustrato inicialmente, es una planta que generalmente crece en primavera hasta finales del verano (Muñoz, 2002).	Las semillas de la albahaca, producto de las flores de este. Se germinaron previamente en bolsas de almacigo con tierra preparada, luego estos fueron trasplantados en las bolsas de sustratos previamente tratados, luego se siguió con el riego periódico con solución nutritiva, la evaluación biométrica se realizó a los 70 días después de la germinación y las variables de producción se evaluaron después de la cosecha.	variables de producción	peso húmedo de la planta	gr
				peso seco de la planta	gr
				longitud de raíz	cm
				diámetro del tallo	cm
				Variables biométricas	

				longitud de Tallo	cm
				Altura de la Planta	cm



**ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD
DE TESIS**

Código F06-PP-PR...Q/ _02
Versión .09
Fecha 22-03-2018
Página : 1 de 1

Yo, Mg. Fernando Sernaqué Auccahuasi docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad César Vallejo Lima este S.JL revisor (a) de la tesis titulado

"INFLUENCIA DE SEIS SUSTRATOS INORGANICOS DIFERENTE EN EL CRECIMIENTO DE LA ALBAHACA (*Ocimum basilicum* L) UTILIZANDO LA TÉCNICA HIDROPÓNICA, S.JL 2018", del (de la) estudiante Gavilán Denís constato que la Investigación tiene un índice de similitud de % verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Lima 11 de diciembre del 2018

Firma

Mg. Fernando Sernaqué Auccahuasi

ONI: 072.98.863.

Elaboró	Revisión de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	---------------------------	--------	--	--------	-----------

UNIVERSIDAD DE INGENIERIA

ESCUELA ACADÉMICO DE INGENIERIA AMBIENTAL

INFLUENCIA DE SEIS SUSTRATOS INORGANICOS DIFERENTES EN EL
CRECIMIENTO DE LA ALBAHACA (*Ocimum basilicum L.*) UTILIZANDO LA
TECNICA HIDROPONICA, SJL. 2018.

TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO
AMBIENTAL

AUTOR:
Gavilán Quispe Denis

ASESOR:

MB



**AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE
TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL
UCV**

Código : F08-PP-PR-02.02
Versión : 09
Fecha : 23-03-2018
Página : 1 de 1

Yo Denis Gavilan Quispe, identificado con DNI N° 46965700, egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad César Vallejo, autorizo , No autorizo () la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado "Influencia de seis sustratos inorgánicos diferente en el crecimiento de la albahaca (Ocimum basilicum L.) utilizando la técnica hidroponica. S.J.L. 2018."; en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....

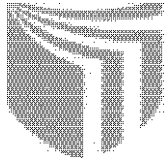
Denis Gavilan Quispe

FIRMA

DNI: 46965700

FECHA: 11 de 12 del 2018.

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE

Mg. Fernando Antonio Sernaqué Auccahuasi

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

Denis Goulon D.

— TITULADO

Influencia de seis sustratos orgánicos diferentes en el crecimiento de la

albahorca (*Ocimum basilicum* L.) utilizando la técnica hidropónica, JUL. 2018

PARA OBTENER EL O GRADO DE:

Ingeniería Ambiental

SUSTENTADO FECHA: 11 / 12 / 2018

NOTA O MENCIÓN: BUENO (13) / 7

MG. FERNANDO ANTONIO SERNAQUÉ AUCCAHUASI