



FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROFORESTAL

**“EFECTO DE TRES SUSTRATOS COMO FACILITADORES EN LA  
GERMINACIÓN DE *Solanum lycopersicum* BAJO CONDICIONES DE  
VIVERO”**

Trabajo de investigación para optar el Grado Académico de  
BACHILLER EN INGENIERÍA AGROFORESTAL

Presentado por:

JOSIANI GUTIERREZ AYALA

Asesor:

Alfonso Diulio Lizarraga Travaglini

Lima – Perú

2019



**RESOLUCIÓN DIRECTORAL ACADÉMICA DE CARRERA N°025-2019-DACIAF-DAFCA-CIENTIFICA**

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES  
CARRERA DE INGENIERÍA AGROFORESTAL

Lima, 27 de agosto de 2019

**VISTO:**

El informe de revisión de antiplagio y la aprobación de Trabajo de Investigación titulado: “**EFFECTO DE TRES SUSTRATOS COMO FACILITADORES EN LA GERMINACIÓN DE *Solanum lycopersicum* BAJO CONDICIONES DE VIVERO**”, presentado por:

- **JOSIANI GUTIÉRREZ AYALA**

**CONSIDERANDO:**

Que, de acuerdo al Reglamento General de la Universidad Científica del Sur y los Reglamentos de Pregrado para obtener el Grado Académico de Bachiller en **Ingeniería Agroforestal** de la **Carrera de Ingeniería Agroforestal**, se debe desarrollar un trabajo de investigación.

Que, de acuerdo a la normativa vigente de la Universidad Científica del Sur, en uso de las atribuciones conferidas al Director Académico de Carrera,

**SE RESUELVE:**

Aprobar e inscribir el trabajo de investigación titulado: “**EFFECTO DE TRES SUSTRATOS COMO FACILITADORES EN LA GERMINACIÓN DE *Solanum lycopersicum* BAJO CONDICIONES DE VIVERO**” con N° de registro de la Carrera: **01\_TI\_IAF\_2019**, y nombrar al colaborador **MSc. ALFONSO DIULIO LIZÁRRAGA TRAVAGLINI** como asesor para el desarrollo del trabajo de investigación.

Regístrese, comuníquese y archívese,

  
**MSc. Alfonso Duilio Lizárraga Travaglino**  
Director Académico de Carrera  
Ingeniería Agroforestal

## **Efecto de tres sustratos como facilitadores en la germinación de tomate (*Solanum lycopersicum*) bajo condiciones de vivero.**

Josiani Gutiérrez

Universidad Científica del Sur. Carrera de Ingeniería Agroforestal, Facultad de Ciencias Ambientales, Panamericana Sur Km 19 – Villa el Salvador, Lima – Perú.

### **I. RESUMEN**

Adquirir plántulas vigorosas de tomate (*Solanum lycopersicum*) permite reducir la mortalidad de estas después del trasplante; considerando que los sustratos pueden adecuarse a cada localidad. Se evaluó el efecto de tres sustratos sobre la germinación y crecimiento de plántulas de tomate variedad Sun 404 bajo condiciones de vivero en Lima. Los sustratos de arena fina, turba y arena fina con musgo (4:1); fueron depositados en bandejas de polietileno con 72 cavidades. Se sembraron 54 semillas por cada sustrato con tres veces. Los resultados del análisis de varianza mostraron diferencias estadísticas altamente significativas entre los sustratos de turba y arena fina. En base a la prueba de Tukey se encontró que se puede usar cualquiera de estos dos sustratos: arena fina con musgo o arena fina, aunado a esto se obtuvo mayor crecimiento (altura y diámetro de hojas falsas) y germinación con estos dos sustratos siendo más significativo el sustrato de arena debido a que expresa un resultado más óptimo para la producción de plántulas de tomate.

## II. INTRODUCCIÓN

El suelo es un soporte para el crecimiento de la vegetación en la naturaleza, este material es usado en viveros por diversos factores tales como: su disponibilidad, costo, fácil obtención, entre otros. (Arteaga, León, & Amador, 2003). El sustrato es un material sólido, natural, residual, mineral u orgánico, distinto del suelo in situ, que colocado en un recipiente en forma pura o mezcla desempeña el papel de anclaje y soporte para la planta (Alvarado, 2002). Así también, el sustrato puede intervenir o no en el proceso de nutrición de la planta (Quiroz et al. 2009), pero cabe recalcar que el uso de un buen sustrato nos dará un buen plantón, ya que las etapas más críticas son las primeras semanas después de la germinación de la planta (Brown, 1994), por tanto, un buen sustrato implica un buen almacigo y este es un requerimiento real para la obtención de un buen cultivo (Guzmán, 2003).

El tomate es un cultivo considerado el más importante por ser una hortícola de exportación, además tiene un mayor consumo per cápita por ser un ingrediente muy usado en la gastronomía (Jarquín, 2004) y en alimentos procesados (Islam et al, 2018). Este cultivo tiende a consumir un litro de agua al día en invernadero (Lesur, 2006). Por ello, en una producción agrícola el acondicionamiento y climatización son los principales factores que deben tomarse en cuenta, ya que un déficit limita el desarrollo óptimo de la planta, lo que afecta directamente en el rendimiento (Sánchez et al, 2009).

Para garantizar el éxito en la producción de plántulas de tomate se debe tener en cuenta en primer lugar, la calidad de las semillas, luego, el manejo adecuado de las plántulas en la etapa de vivero, y los sustratos disponibles (Fernández, et al; 2006). Existen en el mercado sustratos comerciales, con costos elevados lo que impide su utilización por

pequeños viveristas. Esta situación, ha motivado la búsqueda de materiales locales como alternativa para utilizar diferentes sustratos, que reúnan las condiciones necesarias considerando la disponibilidad de materiales, costos, fácil manejo, pero sobre todo las características de las propiedades físicas, químicas y biológicas, que favorezcan la reproducción de plantas de calidad. Dentro de este contexto, uno de los factores determinantes para producir plántulas de calidad es el manejo adecuado de los sustratos; por esta razón, se evaluó el efecto de tres tipos de sustratos en la germinación y el desarrollo vegetativo del tomate (*Solanum lycopersicum*) en condiciones de vivero.

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se realizó en el Invernadero de Ingeniería Agroforestal de la Universidad Científica del Sur ( $12^{\circ}13'23.3''S$   $76^{\circ}58'41.2''W$ ) ubicada a 19 km al sur de la ciudad de Lima. Se utilizó la variedad Sun 7705 de hábito indeterminado, de fruto redondo de tipo saladette, con un periodo de germinación estimado de 30 días. Se utilizaron tres sustratos: Turba 100 % (T1), arena fina 100 % (T2) y mezcla de arena fina con musgo (4:1) (T3). Se usó bandejas para germinación de polietileno de 72 cavidades (2.5x2.5x2.5cm). Las bandejas se desinfectaron por 24 h con cloro al 5 % (García; 2003). Las semillas se sembraron a 5 mm de profundidad y cada tratamiento consistió de 25 semillas germinadas por repetición, el riego se aplicó de cada dos días de forma manual (Perez, 2014).

Para la determinación de los parámetros morfológicos, la germinación se evaluó a los 6 y 7 días después de la siembra (dds) (Merino, 2017) tomando como indicador la aparición de la radícula. La emergencia de las plántulas se evaluó a partir de los 8 hasta

los 23 dds, para ello, se evaluó la altura de la plántula utilizando una cinta metálica milimetrada, los puntos de referencias fueron la base del tallo y la yema apical. En cuanto al análisis estadístico la varianza para cada uno de las variables por medio del programa estadístico InfoStat®, posteriormente se realizó una prueba de Tukey para determinar el sustrato que proveyó la mejor condición por cada una de las variables.

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

##### 4.1. Poder germinativo de las semillas de tomate

El porcentaje de germinación obtenido más eficiente fue en el tratamiento 2 (100 % arena fina) con 74 % (tabla 1), seguidamente el tratamiento 3 (arena fina y musgo) y el tratamiento 1 (100 % turba) presentaron un poder germinativo igual de 61 %.

*Tabla 1. Porcentaje de germinación del tomate en sustratos a base de turba, arena fina y arena fina con musgo.*

	Turba (T1)	Arena fina (T2)	Arena fina y musgo (T3)
<b>N° plantas germinadas</b>	33	40	33
<b>% Poder germinativo</b>	61 %	74 %	61 %

##### 2. Días después de siembra en la germinación del tomate

Se observó el proceso de germinación del tomate desde la siembra hasta la emergencia de su primer par de hojas verdaderas, en el cual se observó que los tratamientos 3 y 4

contaron con su primer par de hojas verdaderas a los 12 días (tabla 2), mientras que el tratamiento 1 se visualizó recién en el día 19.

*Tabla 2. Proceso de germinación y crecimiento del tomate en días con sustratos a base de turba, arena fina y arena fina con musgo.*

	<b>Turba (T1)</b>	<b>Arena fina (T2)</b>	<b>Arena fina y musgo (T3)</b>
<b>Radícula</b>	8	6	7
<b>Dos Cotiledones</b>	10	7	8
<b>Dos hojas verdaderas</b>	19	12	12

### 3. Medición de altura en tres tiempos

Las mediciones de la altura se realizaron después de la emergencia del primer par de hojas verdaderas, obteniendo las siguientes medidas (tabla 3). Se observa que el tratamiento 2 es el que presenta un mejor desarrollo vegetativo presentando una altura mayor a los otros tratamientos, en segundo lugar, tenemos al tratamiento 3 y por último el tratamiento 1: Siendo este último el de menor desarrollo.

*Tabla 3. Medición de la altura del tomate en cm con sustratos a base de turba, arena fina y arena fina con musgo.*

<b>Altura promedio</b>	<b>Turba (T1)</b>	<b>Arena fina (T2)</b>	<b>Arena fina y musgo (T3)</b>
<b>13 dds</b>	1.61	2.66	2.23
<b>17 dds</b>	1.86	3.7	3.05
<b>22 dds</b>	1.98	4.12	3.6

El sustrato de turba presento una porosidad reducida lo que fue una desventaja para el desarrollo radicular del cultivo de tomate, dado que en condiciones de estrés los fotoasimilados son orientados hacia las raíces en detrimento de la parte aérea (Samôr et al., 2002), y en consecuencia, la vigorosidad de las plántulas de tomate no fueron las más óptima y se vio afectada la calidad, esto se pudo observar en su poder germinativo y crecimiento (Silveira et al., 2002), Por otro lado, Monardes (2019) menciona que la humedad relativa óptima para el desarrollo del tomate varía entre un 60 % y un 80 %, este dato se contradice, ya que el sustrato de turba mantiene muy bien la humedad, sin embargo fue el tratamiento con menor germinación y crecimiento de plántula (tabla 1 y 3). En cuanto al análisis estadístico de la varianza y el cuadro de comparaciones múltiples de Tukey donde se compara las alturas medias obtenida por cada tratamiento, se evidencia que la altura se ve influenciada por el tipo de sustrato (tabla 4).

*Tabla 4. Comparaciones múltiples de Tukey con la altura promedio obtenida en los tres tratamientos.*

(I) Tratamiento	(J) Tratamiento	Dif. Medias (I-J)	Error estandar	Sig.	Límite inferior	Límite superior
Trat 1	Trat 2	-2,1400	,1370	,000	-2,468	-1,812
	Trat 3	-1,6200	,1370	,000	-1,948	-1,292
Trat 2	Trat 1	2,1400	,1370	,000	1,812	2,468
	Trat 3	,5200	,1370	,001	,192	,848
Trat 3	Trat 1	1,6200	,1370	,000	1,292	1,948
	Trat 2	-,5200	,1370	,001	-,848	-,192

*P valor (X) = 0,00 < 0.05, se acepta la Ha y se rechaza la Ho.*

Por tanto, con un nivel de significancia de 5% existe evidencia significativa que al menos uno de los tres tratamientos muestra diferencia significativa en cuanto al desarrollo vegetativo del tomate. En cuanto a la diferencia de medias del T2 vs T3 es positiva (0.52)



en comparación al T3 vs T2 que es negativa (-0.52) lo que el tratamiento 2 presenta mayor altura o desarrollo vegetativo en comparación al T3. Por otro lado, también se evidencia que el tratamiento 1 presenta diferencia de medias negativa (-2.14, -1.62) en comparación con el T2 y T3.

#### 4. Medición del diámetro del cotiledón en tres tiempos

Las mediciones del diámetro del cotiledón se realizaron después de la emergencia del primer par de hojas verdaderas, obteniendo las siguientes medidas (tabla 5). Se observa que el tratamiento 2 es el que presenta un mejor desarrollo vegetativo presentando un diámetro de cotiledón mayor a los otros tratamientos, en segundo lugar, tenemos al tratamiento 3 y por último el tratamiento 1. Siendo este último el de menor desarrollo.

*Tabla 5. Medición del diámetro del cotiledón del tomate en cm con sustratos a base de turba, arena fina y arena fina con musgo.*

<b>Diámetro promedio del cotiledón</b>	<b>Turba (T1)</b>	<b>Arena fina (T2)</b>	<b>Arena fina y musgo (T3)</b>
<b>A los 13 días</b>	1.91	5.58	4.62
<b>A los 17 días</b>	3.16	7.01	5.46
<b>A los 22 días</b>	3.76	7.74	6.02

En cuanto al análisis estadístico de la varianza y el cuadro de comparaciones múltiples de Tukey donde se compara el diámetro promedio del cotiledón por cada tratamiento, se evidencia que el diámetro del cotiledón se ve influenciada por el tipo de sustrato (Tabla 6).

Tabla 6. Comparaciones múltiples de Tukey con el diámetro promedio del cotiledón obtenida en los tres tratamientos.

(I) Tratamiento	(J) Tratamiento	Dif. Medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Límite inferior	Límite superior
Trat 1	Trat 2	-3,9800	,2622	,000	-4,607	-3,353
	Trat 3	-2,2600	,2622	,000	-2,887	-1,633
Trat 2	Trat 1	3,9800	,2622	,000	3,353	4,607
	Trat 3	1,7200	,2622	,000	1,093	2,347
Trat 3	Trat 1	2,2600	,2622	,000	1,633	2,887
	Trat 2	-1,7200	,2622	,000	-2,347	-1,093

$P$  valor ( $X$ ) = 0,00 < 0.05, se acepta la  $H_a$  y se rechaza la  $H_o$ .

Por tanto, con un nivel de significancia de 5% existe evidencia significativa que al menos uno de los tres tratamientos muestra diferencia significativa en cuanto al desarrollo vegetativo del tomate. En cuanto a las diferencias de medias del T2 vs T3 es positiva (1.72) en comparación al T3 vs T2 que es negativa (-1.72) lo que el tratamiento 2 presenta mayor diámetro del cotiledón o desarrollo vegetativo en comparación al T3. Por otro lado, también se evidencia que el tratamiento 1 presenta diferencia de medias negativa (-3.98, -2.26) en comparación con el T2 y T3.

El buen desarrollo y consistencia de las plántulas de tomate en el sustrato de arena se debe a sus las propiedades física que contiene como su alta porosidad, densidad, ya que este tiene un buen flujo agua y aire distribuido ideal para el cultivo de tomate (Buckman y Brady, 1977); esto basado en lo que menciona Quirós (2009) que las propiedades físicas son importantes ya que influyen en la biodisponibilidad de nutrientes, humedad y otros compuestos. Además, distribuye el calor homogéneamente lo que es considerado un aporte favorable en la germinación (tabla 1). El rango óptimo de temperatura del suelo para la germinación de la semilla de tomate es entre 15 y 29 °C (Camacho, 2005).

## V. CONCLUSIONES

El desarrollo vegetativo del tomate y la germinación se vio afectada por el tipo de tratamiento, en la cual usar el sustrato de 100 % arena fina para la germinación de tomate mejoró significativamente la calidad del cultivo a comparación de los otros sustratos evaluados como la turba o arena con musgo. El tratamiento 2 (100 % arena fina) y el tratamiento 3 (arena fina y musgo en 4:1) presentan una consistencia favorable y pueden ser aptos para su utilización en la producción del tomate en vivero. El tratamiento 1 (100 % turba) no es recomendable porque presenta un retraso en la germinación y la calidad de la plántula es baja. Las características de arena fina como sustrato afectan positivamente en la germinación y desarrollo vegetativo del tomate y es un sustrato accesible y de bajo costo.

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Alvarado, M. A., y Solano, J. A. (2002). Medios o Sustratos en la producción de viveros y plantas. Proyecto VIFINEX-OIRSA, Costa Rica
- Arteaga, B., León, S., & Amador, C. (2003). Efecto de la mezcla de sustratos y fertilización sobre el crecimiento de *Pinus duranguensis* Martínez en vivero. *Foresta Veracruzana*, Vol. 5, págs. 9-16.
- Bezerra, F.C., F.V. Meyer Ferreira y T.C. Silva. (2009). Produção de mudas de berinjela em sustratos à base de residuos orgânicos e irrigadas com água ou solução nutritiva. *Hortic. Bras.* 27 (2), 1348-1352.
- Buckman, H. y Brady, N. (1977). *Naturaleza y propiedades de los suelos*. Barcelona: Editorial Montaner y Simon,, 590 pp.
- Camacho F. (2005) *Técnicas de la producción de cultivos protegidos Andalucía España* pp 25.30
- Fernández, B. C, Urdanet, N. y Silva, W. (2006). Germinación de semillas de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) Cv Río Grande sembradas en bandejas plásticas, utilizando distintos sustratos. *Rev. Fac. Agron.*, jun. 2006, vol.23, no.2, pp.188-196. ISSN 0378-7818
- García, O., Alcántara, G., Cabrera, R., Gavi, F., y Volke H. (2003). Evaluación de sustratos para la producción de *Epipremnum aureum* y *Spathiphyllum Wallisii* Cultivadas en Maceta. *Terra Latinoamérica*, vol. 19, No. 003, Universidad Autónoma de Chapingo, México, pp. 249-258
- Islam, M. Z., Mele, M. A., Baek, J. P., & Kang, H. (2018). Iron, iodine and selenium effects on quality, shelf life and microbial activity of cherry tomatoes. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 46(2), 388-392. doi: 10.15835/nbha46211012
- Jarquín, D. (2004). Evaluación de cuatro variedades de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill), basado en el complejo mosca blanca (*Bemisia tabaci*) Geminivirus, en a comunidad de Apompuá, Potosí, Rivas, Nicaragua. Tesis de M.Sc. Managua, Nicaragua. p. 21-25

- Merino, G.A.M. (2017). Producción de Semillas Híbridas de Tomates (*Solanum lycopersicum* L.) Determinados e Indeterminados en el valle de Cañete, Lima. Tesis Ing. Agr. Universidad Agraria La Molina.
- Pérez, D.K. (2014). Evaluación del cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum* L en monocultivo y asociado bajo manejo orgánico en la molina, Lima. Tesis Ing. Agr. Universidad Agraria La Molina.
- Samôr, O.J.M., J.G. de A. Carneiro, D.G. Barroso y P.S. dos S. Leles. (2002). Qualidade de mudas de angico e sesbânia, produzidas em diferentes recipientes e substratos. *Rev. Árvore* 26(2), 209-215.
- Sánchez, G. P., Molinos, D. S., C., Alcántar, G. G., & Sandoval, V. M. (2009). Diagnóstico nutrimental en plantas. In: Alcántar, G. G., & Trejo-Téllez, L. I. (Eds.), *Nutrición de Cultivos* (pp. 202-247). D.F., México: Mundi-Prensa.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). (2017). Avance de siembras y cosechas. Resumen nacional por cultivo: jitomate. Retrieved from [http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola\\_siap\\_gobmx/AvanceNacionalSinPrograma.do](http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola_siap_gobmx/AvanceNacionalSinPrograma.do)
- Silveira, E.B.; V.J.L.B.; Rodrigues, A.M.A.; Gomes R.L.R. Mariano y J.C.P. Mezquita. (2002). Fibra de coco como sustrato para producción en macetas
- Terés, V. (2001). Relaciones aire-agua en sustrato de cultivo como base para el control de riego. Metodología de laboratorio y modelización. Universidad Politécnica de Madrid. Tesis doctoral.
- Guzmán, J. M. (2003) a. Sustratos y tecnología de almácigo en: Memoria de cursos de producción en ambientes protegidos. UCR-CYTED. San José, Costa Rica. 25 p